



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

Tema:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO –
LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A
LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE
COTOPAXI”**

Autor: Torres Bonilla Erick Kenneth

Tutor: Ing. Mg. Acosta Lozada Rodrigo Iván

AMBATO – ECUADOR

Octubre - 2020

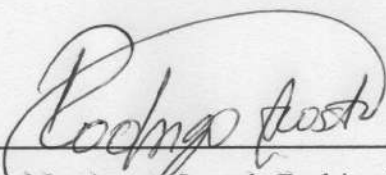
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de tutor del proyecto técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Erick Kenneth Torres Bonilla, portador de la cédula de ciudadanía: 0502928260, egresado de la Carrera de Ingeniería Civil de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, Octubre 2020



Ing. Mg. Acosta Lozada Rodrigo Iván
CI: 1801950880

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, Erick Kenneth Torres Bonilla, con CI. 0502928260 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor de la investigación, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Octubre 2020



Torres Bonilla Erick Kenneth

CI: 0502928260

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Octubre 2020



Torres Bonilla Erick Kenneth

CI: 0502928260

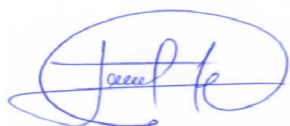
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

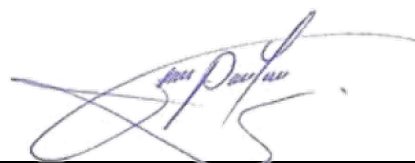
Los miembros del tribunal examinador aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Torres Bonilla Erick Kenneth, de la carrera de Ingeniería Civil, bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Ambato, octubre 2020

Para constancia firman:



Ing. Aldas Sánchez Milton Rodrigo Dr.
Miembro del Tribunal



Ing. Mg Portilla Yandun Favio Paul
Miembro del Tribunal

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico se lo dedico en primera instancia a mi Dios por la sabiduría y fortaleza permitiéndome culminar con éxito este trabajo.

A mis padres Jorge Torres y Deyanira Bonilla por sus consejos, comprensión amor y palabras de aliento en el día a día de mi carrera universitaria siendo ellos la principal motivación que me han llevado a alcanzar este gran propósito.

A mi hermano Jerson Torres quien, con su apoyo y motivación ha logrado implantar en mí una fortaleza para culminar esta gran etapa de mi vida.

A mis amigos que en el trayecto universitario he ido conociendo, con quienes he luchado cada semestre apoyándonos mutuamente han hecho de mi vida universitaria placentera e inmemorable.

Erick Kenneth Torres Bonilla

AGRADECIMIENTO

A mi familia que siempre estuvo presente todo este tiempo para brindarme ánimos y apoyo incondicional.

A mi tutor Ing. Mg. Rodrigo Acosta que con su paciencia y sabiduría ha sabido compartir su amplio conocimiento y la orientación necesaria para poder culminar el presente proyecto.

A la UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO por abrir sus puertas desde el inicio hasta la culminación de esta etapa, para alcanzar mis objetivos.

Al Gobierno Autónomo Descentralizado de Moraspungo por brindarme la oportunidad, su apoyo incondicional y facilitar la información necesaria para la ejecución de este proyecto.

A todos mis amigos y compañeros con quienes compartimos momentos inolvidables tanto estudiantiles como profesionales y que me brindaron su apoyo para lograr este anhelado propósito.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN.....	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA.....	vi
AGRADECIMIENTO.....	vii
ÍNDICE GENERAL.....	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiii
ÍNDICE DE GRÁFICOS.....	xv
RESUMEN EJECUTIVO.....	xvi
ABSTRACT.....	xvii
CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO.....	18
1.1 Antecedentes Investigativos.....	18
1.1.1 Antecedentes.....	18
1.1.2 Justificación.....	19
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	20
1.1.3.1 Caminos y carreteras.....	20
1.1.3.1.1 Clasificación de carreteras.....	20
1.1.3.1.2 Tráfico.....	26
1.1.3.1.2.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA).....	26
1.1.3.1.2.1 Trafico Futuro.....	27
1.1.3.2 Topografía.....	30
1.1.3.2.1 Curvas de nivel.....	30
1.1.3.2.2 Clases de curvas de nivel.....	31
1.1.3.2.3 Escalas y Planos.....	32
1.1.3.3 Estudio de Suelos.....	32
1.1.3.3.1 Granulometría de los suelos.....	34
1.1.3.3.2 Plasticidad.....	35
1.1.3.3.3 Compactación.....	36
1.1.3.4 Diseño Geométrico de Vías.....	38
1.1.3.4.1 Criterio de Diseño.....	38

1.1.3.4.1.1 Vehículos de diseño	38
1.1.3.4.1.2 Velocidad de diseño.....	38
1.1.3.4.2 Elementos de diseño	39
1.1.3.4.2.1 Distancia de Visibilidad	39
1.1.3.4.2.1.1 Distancia de visibilidad de parada.....	40
1.1.3.4.2.1.2 Distancia de visibilidad de rebasamiento	43
1.1.3.4.2.1 Alineamiento horizontal	44
1.1.3.4.2.1.1 Tangentes	44
1.1.3.4.2.1.2 Curvas Circulares	45
1.1.3.4.2.1.2.1 Radio mínimo	45
1.1.3.4.2.1.3 Peralte	47
1.1.3.4.2.1.4 Sobreancho en las curvas	49
1.1.3.4.2.2 Alineamiento Vertical.....	50
1.1.3.4.2.2.1 Gradientes.....	50
1.1.3.4.2.2.2 Curvas Verticales	51
1.1.3.4.2.2.2.1 Curvas verticales convexas.....	52
1.1.3.4.2.2.2.2 Curvas verticales cóncavas.....	52
1.1.3.4.2.3 Sección Transversal	52
1.1.3.4.2.3.1 Ancho de la Sección Transversal	52
1.1.3.5 Pavimento	53
1.1.3.5.1 Estructura del pavimento.....	53
1.2 Objetivos:.....	54
1.2.1 Objetivo General.....	54
1.2.2 Objetivos Específicos	54
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA.....	55
2.1 Materiales y Equipos	56
2.1.1 Materiales	56
2.1.2 Equipos.....	57
2.1.2.1 Equipos para el levantamiento topográfico	57
2.1.2.2 Equipos para ensayos de límites líquido y plástico	58
2.1.2.3 Equipos para granulometría	59
2.1.2.4 Equipos para el ensayo de Proctor	60
2.1.2.5 Equipos para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR).....	61

2.2 Métodos	61
2.2.1 Plan de Recolección de Datos	61
2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información	62
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	64
3.1 Análisis y discusión de los resultados	64
3.1.1 Ubicación del proyecto	64
3.1.2 Levantamiento Topográfico	65
3.1.3 Estudio de Tráfico	65
3.1.3.1 Factor de Hora Pico	67
3.1.3.2 Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)	67
3.1.3.3 Tránsito Futuro	72
3.1.3.4 Clasificación de la vía en función al TPDA	74
3.1.4 Estudio de Suelos	76
3.1.4.1 Límites de Atterberg	76
3.1.4.2 Granulometría	76
3.1.4.3 Compactación	77
3.1.4.4 CBR	78
3.1.5 Diseño Geométrico Vial	78
3.1.5.1 Alineamiento Horizontal	79
3.1.5.1.1 Velocidad de Diseño	79
3.1.5.1.2 Velocidad de Circulación	79
3.1.5.1.3 Distancia de Visibilidad	80
3.1.5.1.3.1 Distancia de visibilidad de parada	80
3.1.5.1.3.2 Distancia de visibilidad de rebasamiento	81
3.1.5.1.4 Radio Mínimo	82
3.1.5.1.5 Longitud de Transición	83
3.1.5.1.6 Sobreancho	84
3.1.5.2 Alineamiento Vertical	84
3.1.5.2.1 Gradientes	84
3.1.5.2.2 Curvas Verticales	85
3.1.5.3 Secciones Transversales	85
3.1.5.3.1 Ancho de la Sección Transversal Típica	85
3.1.5.3.2 Espaldones	86

3.1.5.3.3 Tipo de Superficie de Rodadura	87
3.1.6 Diseño de la Estructura del Pavimento	87
3.1.6.1 Periodo de diseño	88
3.1.6.2 Factor de Daño “Fd”	88
3.1.6.3 Factor de distribución por carril “Dc”	89
3.1.6.4 Calculo de W18	89
3.1.6.5 CBR de diseño	90
3.1.6.6 Confiabilidad “R”	92
3.1.6.7 Desviación estándar normal “Zr”	93
3.1.6.8 Desviación estándar global “So”	94
3.1.6.9 Índice de serviciabilidad “PSI”	94
3.1.6.10 Modulo de resiliencia “Mr”	95
3.1.6.11 Espesores por capa	95
3.1.6.11.1 Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”	95
3.1.6.11.2 Coeficiente estructural de la base “a2”	97
3.1.6.11.3 Coeficiente estructural de la subbase “a3”	98
3.1.6.11.4 Espesores de la carpeta y base granular	99
3.1.6.11.5 Coeficiente de drenaje para base y subbase “ m2, m3”	99
3.1.6.12 Numero estructural “SN”	100
3.1.6.13 Espesor de la estructura del pavimento	101
3.1.6.14 Propiedades de los materiales	103
3.1.7 Diseño de obras complementarias	105
3.1.7.1 Diseño de cunetas	105
3.1.7.2 Diseño de alcantarillas	111
3.1.7.3 Señalización	113
3.1.7.3.1 Señalización vertical	113
3.1.7.3.1 Señalización horizontal	115
3.1.8 Presupuesto	116
3.1.9 Cronograma de Trabajo	117
3.1.10 Especificaciones Técnicas	118
CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	119
4.1 Conclusiones	119
4.2 Recomendaciones	120

MATERIALES DE REFERENCIA	121
Referencias Bibliográficas	121

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA	20
Tabla 2. Denominación de carreteras por condiciones orográficas.	25
Tabla 3. Velocidades de diseño.....	39
Tabla 4. Distancia de visibilidad de parada y de decisión.	42
Tabla 5. Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento.	44
Tabla 6. Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.	46
Tabla 7. Valores límites permisibles de "F"	48
Tabla 8. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.	50
Tabla 9. Gradiente y Longitud máximas.....	50
Tabla 10. Coordenadas de la ubicación del proyecto.....	64
Tabla 11. Resumen conteo vehicular diario.....	65
Tabla 12. Día de mayor afluencia vehicular.	66
Tabla 13. Volumen vehicular durante la Hora Pico.	67
Tabla 14. Tránsito actual.....	68
Tabla 15. Tránsito generado.....	70
Tabla 16. Tránsito atraído.	70
Tabla 17. Tránsito desarrollado.....	71
Tabla 18. Tránsito Promedio Diario Anual aproximado.....	72
Tabla 19. Tasa de crecimiento anual de tránsito.	72
Tabla 20. Tránsito proyectado 20 años.	73
Tabla 21. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.....	75
Tabla 22. Valores de los ensayos de límites de Atterberg.	76
Tabla 23. Clasificación de Suelos	77
Tabla 24. Valores del Ensayo de Granulometría.	77
Tabla 25. Valores del Ensayo de Compactación.....	78
Tabla 26. Valores del Ensayo de CBR.....	78
Tabla 27. Velocidad de diseño.....	79
Tabla 28. Velocidad de Circulación.....	80
Tabla 29. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo.	81
Tabla 30. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.	82
Tabla 31. Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.	83
Tabla 32. Longitud mínima de transición en función de “Vd”.	84
Tabla 33. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.	85
Tabla 34. Anchos de la Calzada.....	86
Tabla 35. Anchos de espaldones.	86
Tabla 36. Tipo de superficie de rodadura y gradiente transversal.	87

Tabla 37. Periodos de diseño en función del tipo de carretera.....	88
Tabla 38. Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo.....	88
Tabla 39. Factores de distribución por carril.	89
Tabla 40. Ejes equivalentes acumulados.....	90
Tabla 41. Ejes equivalentes a 8.2 Ton.....	90
Tabla 42. CBR de diseño.	91
Tabla 43. CBR de diseño.	92
Tabla 44. Confiabilidad recomendada.	92
Tabla 45. Desviación estándar normal.	93
Tabla 46. Desviación estándar global.	94
Tabla 47. Valores de coeficiente estructural a1.	96
Tabla 48. Valores de coeficiente estructural a2.	97
Tabla 49. Valores de coeficiente estructural a3.	98
Tabla 50. Espesores mínimos según ejes equivalentes.	99
Tabla 51. Calidad de Drenaje.....	99
Tabla 52. Coeficiente de drenaje m2, m3.	100
Tabla 53. Resumen de los parámetros encontrados.	100
Tabla 54. Cálculo de espesores de la estructura del pavimento flexible.....	102
Tabla 55. Límites granulométricos para sub bases.	103
Tabla 56. Límites granulométricos para base clase 2.	104
Tabla 57. Granulometría de los agregados para mezcla asfáltica.	104
Tabla 58. Requerimiento para agregados.....	105
Tabla 59. Coeficientes de rugosidad de Manning para canales abiertos.....	107
Tabla 60. Caudales y Velocidades para diferentes pendientes.	108
Tabla 61. Valores de escorrentía.....	109
Tabla 62. Coeficiente de escorrentía.....	111

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfica 1. Camino agrícola/forestal.	21
Gráfica 2. Camino básico.	21
Gráfica 3. Carretera convencional básica.	22
Gráfica 4. Carretera de mediana capacidad.	22
Gráfica 5. Carretera de alta capacidad interurbana.	23
Gráfica 6. Carretera de alta capacidad urbana o periurbana.	23
Gráfica 7. Curvas de Nivel.	31
Gráfica 8. Esquema de una muestra de suelo en la que se acotan los pesos y volúmenes usados.	33
Gráfica 9. Curvas granulométricas de algunos suelos.	34
Gráfica 10. Curva de compactación típica.	37
Gráfica 11. Elementos de la curva circular simple.	46
Gráfica 12. Efecto de la inclinación transversal de la calzada sobre un vehículo circulando en curva.	48
Gráfica 13. Sobreebanco en las curvas, vehículos rígidos.	49
Gráfica 14. Tipos de curvas verticales.	51
Gráfica 15. Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.	53
Gráfica 16. Mapa de ubicación de la parroquia Moraspungo.	55
Gráfica 17. Ubicación del proyecto vial.	64
Gráfica 18. CBR de diseño.	91
Gráfica 19. Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos.	96
Gráfica 20. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes.	97
Gráfica 21. Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.	98
Gráfica 22. Cálculo del número estructural.	101
Gráfica 23. Espesores de diseño de la estructura del pavimento flexible.	103
Gráfica 24. Sección de cuneta propuesta.	105
Gráfica 25. Sección del diseño de la alcantarilla.	112
Gráfica 26. Estructuras típicas para señales elevadas.	114
Gráfica 27. Orientación de las señales.	114

RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto, tiene como objetivo principal el de realizar el diseño geométrico de la vía, para alcanzar el desarrollo socioeconómico y mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector.

El proyecto se inició con la inspección del sector, así como también el levantamiento topográfico, siendo de mucha ayuda la estación total para la obtención de las coordenadas geográficas, elevación del terreno, ubicación de viviendas, alcantarillas, puentes y diversas construcciones aledañas a la vía.

Se identificó las propiedades y la calidad del suelo existente en el sector, se realizó un conteo vehicular de forma manual en una vía aledaña debido a que el tránsito existente en la vía es muy escaso por las condiciones en la que se encuentra, esto contribuyó para el diseño geométrico y el cálculo de la estructura del pavimento.

Finalizado el proyecto, se entregará al Gobierno Autónomo Descentralizado de Moraspungo como un aporte de la Universidad Técnica de Ambato, para la comunidad, quien podrá utilizarlo de la manera óptima para que se ejecute el presente trabajo.

ABSTRACT

The main objective of this project is to carry out the geometric design of the road, to achieve socioeconomic development and improve the quality of life of the population of the sector.

The project began with the inspection of the sector, as well as the topographic survey, being of great help the total station to obtain the geographical coordinates, elevation of the land, location of houses, sewers, bridges and various constructions surrounding the road .

The properties and quality of the existing soil in the sector were identified, a vehicle count was carried out manually on a neighboring road because the existing traffic on the road is very scarce due to the conditions in which it is located, this contributed to the design geometry and the calculation of the pavement structure.

Once the project is finished, it will be delivered to the Decentralized Autonomous Government of Moraspungo as a contribution from the Technical University of Ambato, for the community, who will be able to use it in the optimal way to carry out this work.

CAPITULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

1.1.1 Antecedentes

En el Ecuador por el acelerado crecimiento de pueblos y ciudades, las características de las vías urbanas como interurbanas se van quedando cada vez más limitadas, para poder ofrecer seguridad vial. Aún existen vías de comunicación a lo largo y ancho de nuestro territorio que no cumplen con los requerimientos mínimos de seguridad [1].

Tener carreteras en óptimo estado es una necesidad a nivel mundial, por lo que los servicios de transporte necesitan vías más seguras, limpias y accesibles, especialmente en los países en desarrollo pues se estima que 1000 millones de personas, o alrededor del 40% de la población rural en los países carecen de acceso directo a una ruta vial que pueda utilizarse todo el año [2].

En la última década se ha logrado tener un 95% de carreteras en óptimas condiciones representando una evolución en el desarrollo vial. El Ecuador se vio en la necesidad de impulsar el desarrollo vial para que cada rincón del mismo este interconectado obteniendo un avance en el desarrollo del país [3].

Las nuevas políticas en el país han dado gran prioridad al desarrollo vial a nivel nacional, las mismas que han sido de gran aceptación entre las personas que ven de manera muy favorable para el desarrollo en varios aspectos de las zonas beneficiarias. La construcción de vías de comunicación en nuestro país es la manera más eficiente de conectar a las poblaciones aisladas [4].

La calidad en el transporte es sin duda uno de los principales aspectos a ser tomados en cuenta, ya que la presencia continua de baches no solo deteriora el vehículo, sino también el producto que está siendo transportado, y en el peor de los casos se presentaría afectaciones a la salud de las personas. El diseño vial pretende mejorar la calidad en el transporte y la economía del sector, tomando en cuenta que al momento de conseguir este impulso se lograra acelerar el desarrollo interno y externo de las provincias [5].

1.1.2 Justificación

El principal medio de comunicación son las vías terrestres, las mismas que se emplean permanentemente y es necesario para el desarrollo, la construcción de las vías de comunicación en nuestro país es la manera más eficiente de conectar a las poblaciones aisladas [4].

La infraestructura vial en el Ecuador ha mantenido una historia de afectaciones constantes, como paralizaciones y colapso de puentes y caminos, generados tanto por el riesgo sísmico cuanto por los factores climáticos a los que por décadas los Gobiernos han tenido que afrontar con soluciones inmediatas y onerosas para el erario nacional, sin ningún soporte tecnológico que garantice una seguridad adecuada para el desarrollo [6].

Actualmente, la globalización exige que la producción de bienes y prestación de servicios a través de la red vial fomente el desarrollo productivo y la transformación de la matriz productiva basada en los principios de: equidad o trato nacional, equivalencia, participación, excelencia, información, sostenibilidad ambiental y competitividad sistemática [6].

Mantener en buen estado la infraestructura vial es importante para evitar sobrecostos de operación en el transporte de personas y bienes. Un país que permita el deterioro de su infraestructura vial tendrá sobrecostos de operación vehicular en un rango que se puede ubicar entre 1 y 3 % de su producto interno bruto nacional [7].

La Parroquia de Moraspungo es la más grande de las parroquias que pertenecen al cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, en la actualidad posee 410 kilómetros en su extensión territorial, de acuerdo con el censo de población y vivienda del Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) 2010 tiene una población de 12 376 habitantes, tiene un clima subtropical, su principal fuente de riqueza es la agricultura [8].

Las vías de acceso hacia las comunidades son de segundo y tercer orden, que generalmente en la temporada invernal se destruyen y requieren mantenimiento. Existe material pétreo que se extrae para el lastrado de vías, sin embargo, las comunidades del sector no tienen buenas vías de acceso [8].

El diseño geométrico de la vía consistirá en satisfacer al máximo los siguientes objetivos fundamentales: funcionalidad, seguridad, comodidad, integración ambiental, armonía o estética, economía y elasticidad [9]. Para mejorar el desarrollo económico de las comunidades existentes en el sector.

1.1.3 Fundamentación Teórica

1.1.3.1 Caminos y carreteras

Las carreteras se pueden definir como la adaptación de una faja sobre la superficie terrestre que llene las condiciones de ancho, alineamiento y pendiente para permitir el rodamiento adecuado de los vehículos para los cuales ha sido acondicionada [10].

1.1.3.1.1 Clasificación de carreteras

a. Clasificación por capacidad

Considera los datos de tráfico a nivel nacional recabados por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOP). Se ha clasificado a las carreteras de acuerdo con el volumen de tráfico que procesa o que se estima en el año horizonte o de diseño [11].

De acuerdo con esta clasificación, las vías deberían ser diseñadas con las características funcionales y geométricas correspondientes a su clase pudiendo construirse por etapas en función del incremento del tráfico y del presupuesto [11].

Tabla 1. Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Función	Clase de carretera (según MOP)	TPDA (año final de diseño)
Corredor Arterial	RI - RII	> 8 000
	I	3 000 - 8 000
Colectora	II	1 000 - 3 000
	III	300 - 1 000
	IV	100 - 300
Vecinal	V	< 100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico 2003 MOP” – MOP 2003

Donde:

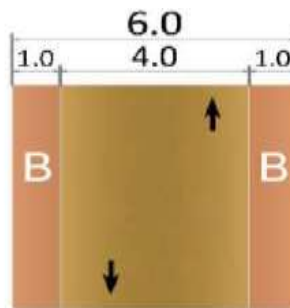
RI – RII = Autopistas

b. Clasificación según desempeño de las carreteras

Según lo establecido en el Plan Estratégico de Movilidad (PEM), según su desempeño se clasifica de la siguiente manera:

- **Camino Agrícola / Forestal:**

Gráfica 1. Camino agrícola/forestal.



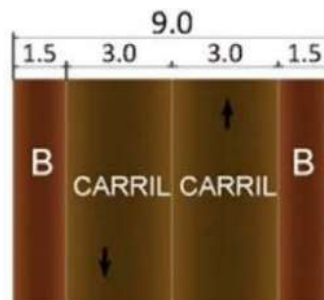
Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

Velocidad de Proyecto: 40 km/h

Pendiente máxima: 16 %

- **Camino Básico:**

Gráfica 2. Camino básico.



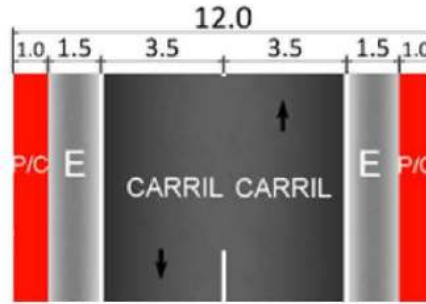
Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

Velocidad de Proyecto: 60 km/h

Pendiente máxima: 14 %

- **Carretera Convencional Básica:**

Gráfica 3. Carretera convencional básica.



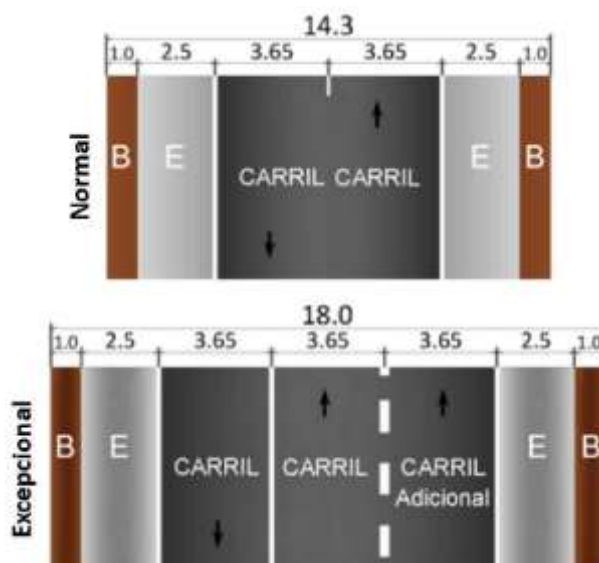
Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

Velocidad de Proyecto: 80 km/h

Pendiente máxima: 10 %

- **Carretera de Mediana Capacidad:**

Gráfica 4. Carretera de mediana capacidad.



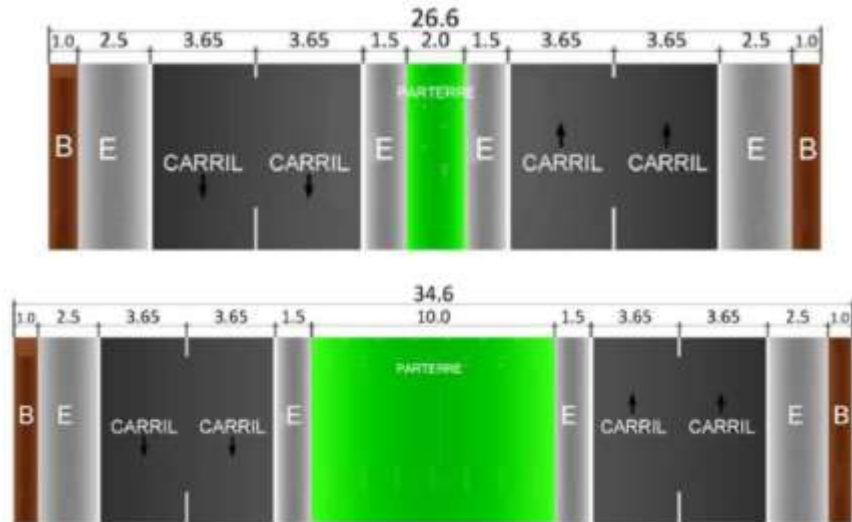
Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

Velocidad de Proyecto: 100 km/h

Pendiente máxima: 8 %

- **Vías de Alta Capacidad Interurbana:**

Gráfica 5. Carretera de alta capacidad interurbana.



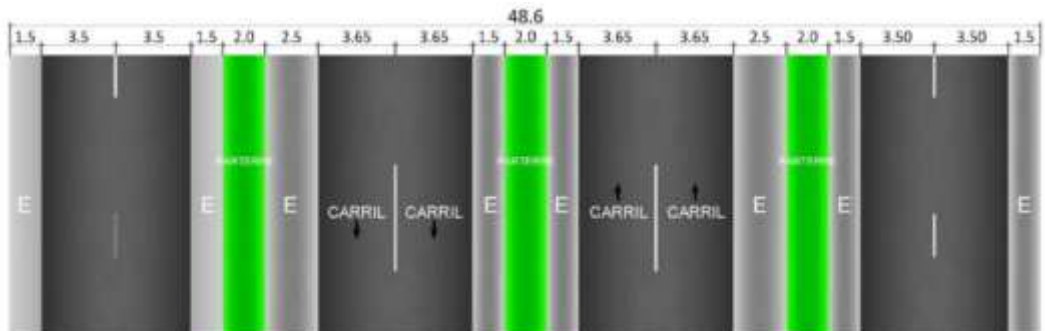
Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

Velocidad de Proyecto: 120 km/h

Pendiente máxima: 6 %

- **Vías de Alta Capacidad Urbana o Periurbana:**

Gráfica 6. Carretera de alta capacidad urbana o periurbana.



Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

Velocidad de Proyecto: 100 km/h

Pendiente máxima: 8 %

c. Clasificación funcional por importancia en la red vial

Corredores Arteriales: Son los caminos de alta jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos que conectan en el Continente, a las Capitales de Provincia, a los principales puertos marítimos con los del Oriente, pasos de frontera que sirven para viajes de larga distancia y que deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controlados; y, estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura [11].

Vías Colectoras: Son los caminos de mediana jerarquía funcional, los que se constituyen por aquellos cuya función es la de recolectar el tráfico de la zona rural o una región, que llegan a través de los caminos locales para conducirlos a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Son caminos que se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales requiriendo de estándares geométricos adecuados para cumplir esta función [11].

Caminos Vecinales: Estas vías son las carreteras convenciones básicas que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores, destinados a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola, accesos a sitios turísticos [11].

d. Clasificación según condiciones orográficas

Se tipificarán las carreteras según el relieve del terreno natural atravesado. En función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera [11].

Tabla 2. Denominación de carreteras por condiciones orográficas.

Tipo de Relieve	Máxima Inclinación media
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Fuente: “Normas para Estudios y Diseños Viales” – MTOP 2012

e. Clasificación según el número de calzadas

Carreteras de calzadas separadas: Son las que tienen calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Excepcionalmente pueden tener más de una calzada para cada sentido de circulación [11].

Carreteras de calzada única: Son las que tienen una sola calzada para ambos sentidos de circulación, sin separación física, independientemente del número de carriles [11].

f. Clasificación en función de la superficie de rodamiento

Pavimentos flexibles: Son aquellos que tienen una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales [11].

Pavimentos rígidos: Son aquellos donde la capa de rodadura está formado por una losa de concreto hidráulico (agua, cemento, arena y grava), con o sin refuerzo estructural, apoyada sobre la subrasante de material granular [11].

Afirmados: Son aquellas en las que la superficie de rodadura se compone de una capa de material granular con tamaño máximo dos y media pulgadas (2 ½”) y con proporción de finos, debidamente compactado [11].

Superficie Natural: Su capa de rodadura se compone del terreno natural del lugar, debidamente conformado [11].

1.1.3.1.2 Tráfico

El diseño de una carretera o de un tramo de esta debe basarse entre otras informaciones en los datos sobre tráfico, con el objeto de compararlo con la capacidad ósea con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber. El tráfico afecta directamente a las características del diseño geométrico [12].

1.1.3.1.2.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

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

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

Como no es usual ni práctico tener estaciones permanentes en todas las rutas, se puede estimar en una primera semana el TPDA semanal, efectuando montajes por muestreo de 24 horas diarias, durante por lo menos 4 días por semana que incluyan sábado y domingo. En lo posible, las muestras semanales que se obtengan deberán corresponder a los meses y semanas más representativos del año, con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas [12].

Tipos de Conteo:

- **Manuales:** Son irremplazables por proporcionarnos información sobre la composición del tráfico y los giros en intersecciones de las que mucho depende el diseño geométrico de la vía [12].

- Automáticos: Permiten conocer el volumen total del tráfico. Siempre deben ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico [12].

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

- Factor Horario (FH): Nos permite transformar el volumen de tráfico que se haya registrado en un determinado número de horas a volumen diario promedio.
- Factor Diario (FD): Transforma el volumen de tráfico diario promedio en volumen semanal promedio.
- Factor Semanal (FS): Transforma el volumen semanal promedio de tráfico en volumen mensual promedio.
- Factor Mensual (FM): Transforma el volumen mensual promedio de tráfico en tráfico promedio diario anual (TPDA)

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

T_0 = Tráfico observado

1.1.3.1.2.1 Trafico Futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años y el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo [12].

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y de los demás datos geométricos del proyecto [12].

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen

correspondiente a la 30va hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado [12].

a. Crecimiento normal de tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios [12].

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

- Tráfico Existente:

Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico [12].

- Tráfico Desviado:

Es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte, una vez que entre en servicio la vía mejorada, debido a ahorros de tiempo, distancia o costo [12].

En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera [12].

b. Criterios para determinar el tráfico futuro

Conviene realizar las proyecciones de tráfico relacionando el tráfico vehicular con otros factores como por ejemplo, la población, la producción, etc. [12].

c. Relación del tráfico vehicular con la población

Con la información disponible del parque automotor y de la población en un período representativo, se procede a determinar la Tasa de motorización (número de vehículos por cada mil habitantes) para cada tipo de vehículo

(livianos y pesados) y la ecuación de proyección con algún modelo que se ajuste al historial de la información existente [12].

Uno de los modelos a usarse es el NOBEL LOGIT, con el que se determina la ecuación de ajuste y de proyección para la tasa de motorización con posibles tasas de saturación [12].

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

Donde:

Tm = Tasa de motorización

a,b = Coeficiente de ajuste

t = Tiempo en años

d. Relación del tráfico vehicular con la producción

El volumen de producción o tasa de crecimiento de la producción permite determinar la proyección de vehículos pesados. Se puede determinar un parámetro similar a Tm, relacionando el número de vehículos pesados con el volumen de proyección y obtener la correspondiente curva de proyección [12].

e. Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional

En caso de no contar con la información estadística, las proyecciones se harán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible [12].

$$Tf = Ta (1 + i)^n \quad (1.1)$$

Donde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado.

Ta = Tráfico actual.

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

n = Número de años proyectados.

f. Tráfico generado

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

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

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera [12].

g. Tráfico por desarrollo

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera [12].

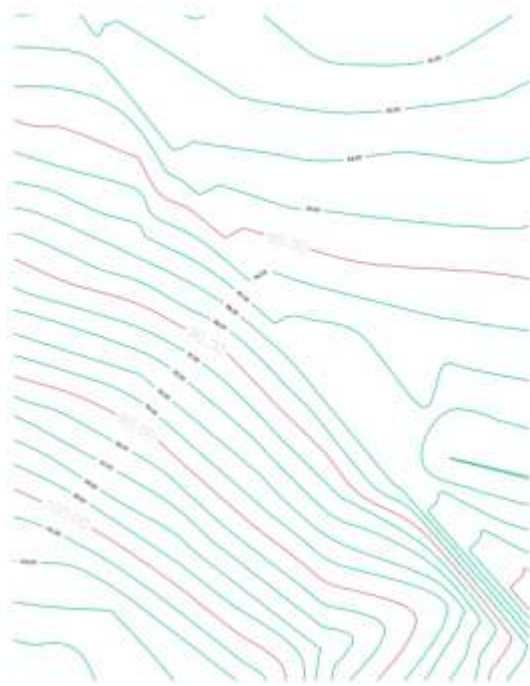
1.1.3.2 Topografía

La topografía con la ayuda de instrumentos permite representar gráficamente las formas naturales y artificiales que se encuentran sobre una parte de la superficie terrestre, como también determinar la posición relativa o absoluta de puntos sobre la tierra [13].

1.1.3.2.1 Curvas de nivel

Se llama curvas de nivel a una línea imaginaria cuyos puntos están todos a la misma altura sobre un plano de referencia, pudiendo considerarse como la intersección de una superficie de nivel con el terreno. Estas curvas se utilizan para representar en planta y elevaciones al mismo tiempo, la forma o configuración del terreno, que también se llama relieve [13].

Gráfica 7. Curvas de Nivel.



Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

1.1.3.2.2 Clases de curvas de nivel

Existen cuatro clases principales de curvas de nivel:

- a. Índice: es una curva de nivel acentuada en espesor que indica un múltiplo del intervalo de la curva de nivel.
- b. Intermedias: Son líneas que se muestran entre las curvas índices a intervalos indicados.
- c. Suplementarias: Se trazan y se muestran a la mitad o a la cuarta parte del intervalo indicado para las curvas de nivel básicas. Se usan para aumentar el relieve, al que no se le agregaron los accidentes topográficos más importantes tal como se había indicado.
- d. Depresiones: Son líneas marcadas que delimitan las regiones de menor elevación que la del terreno circundante. En estas curvas siempre se colocan las marcas en dirección a la parte inferior del accidente.

1.1.3.2.3 Escalas y Planos

Se denomina escala a la relación constante que existe entre una longitud medida en un plano y la correspondiente longitud medida en el terreno; expresada como una fórmula de la siguiente manera [13].

$$Escala = \frac{\text{Dimensiones en la carta, mapa o plano}}{\text{Dimensiones en el terreno}} = \frac{\text{Papel}}{\text{Terreno}}$$

En el mercado profesional se utilizan principalmente las siguientes escalas:

- 1:1, 1:2, 1:2.5, 1:5, 1:7.5, 1:12.5

Así como múltiplos de estas:

- 1:100, 1:1 000, 1:10 000, 1:100 000, 1:1 000 000, 1:200, 1:2 000, 1:20 000, 1:200 000, 1:250, 1:2 500, 1:25 000, 1:250 000, 1:500, 1:5 000, 1:50 000, 1:750, 1:7 500, 1:125, 1:1 250

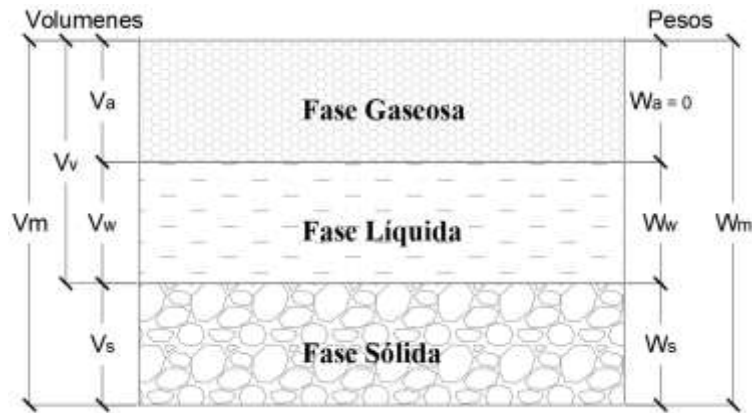
En topografía se utilizan generalmente escalas 1:100, 1:500, 1:750 y 1:1 000 dependiendo de la extensión del terreno [13].

1.1.3.3 Estudio de Suelos

Las vías terrestres son estructuras de tierra que se construyen sobre el terreno, para darse cuenta de que el estudio de suelos no puede ser ajena a ninguna de las etapas de su proyecto y construcción [14].

En los suelos se distinguen tres fases constituyentes: la sólida (partículas minerales), la líquida (generalmente agua) y la gaseosa (generalmente aire). Entre estas fases es preciso definir un conjunto de relaciones que se refieren a sus pesos y volúmenes [14].

Gráfica 8. Esquema de una muestra de suelo en la que se acotan los pesos y volúmenes usados.



Fuente: La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas

Las relaciones entre los pesos y volúmenes se establecen a través del concepto de peso volumétrico, definido como la relación de ambas cantidades [14].

- Peso volumétrico de la masa.

$$\gamma_m = \frac{W_m}{V_m} = \frac{W_s + W_w}{V_m}$$

- Peso volumétrico de los sólidos.

$$\gamma_s = \frac{W_s}{V_s}$$

- Peso volumétrico seco, se usa en compactación de suelos.

$$\gamma_d = \frac{W_s}{V_m} = \frac{\gamma_m}{1 + w}$$

Se conoce como contenido de agua o humedad de un suelo a la relación entre el peso del agua contenida en el mismo y el peso de su fase sólida:

$$w\% = 100 \frac{W_w}{W_s}$$

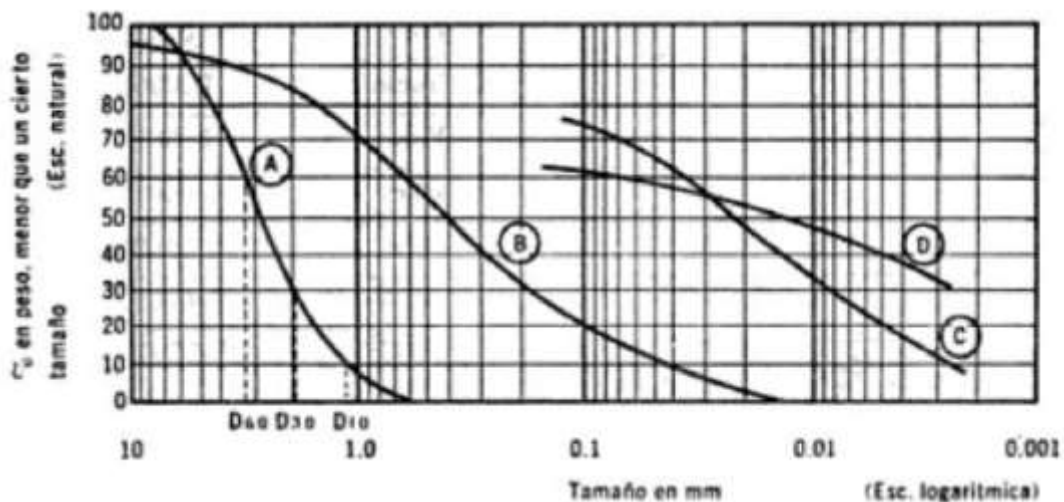
1.1.3.3.1 Granulometría de los suelos

Se denomina distribución granulométrica de un suelo a la división de este en diferentes fracciones, seleccionadas por el tamaño de sus partículas componentes [14].

En suelos gruesos (gravas, arenas y limos no plásticos), de estructura simple, las características más importantes para definir su resistencia es la compacidad. Se ha dicho que los suelos gruesos bien graduados se compactan mejor, para una misma energía de compactación, que los suelos mal graduados [14].

La gráfica de la distribución granulométrica suele dibujarse con porcentajes como ordenadas y tamaños de las partículas como abscisas. Las ordenadas se refieren a porcentaje, en peso, de las partículas menores que el tamaño correspondiente. La forma de la curva da idea inmediata de la distribución granulométrica del suelo; un suelo constituido por partículas de un solo tamaño estará representado por una línea vertical; una curva muy tendida indica gran variedad en tamaños (suelo bien graduado) [14].

Gráfica 9. Curvas granulométricas de algunos suelos.



Fuente: “La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas” – Rico Rodríguez

A) Arena muy uniforme

B) Suelo bien graduado

C) Arcilla

D) Arcilla

Como una medida simple de uniformidad de un suelo, Allen Hazen propuso el coeficiente de uniformidad:

$$C_u = \frac{D_{60}}{D_{10}}$$

En donde:

D_{60} = tamaño tal, que el 60% en peso, del suelo, sea igual o menor.

D_{10} = llamado por Hazen diámetro efectivo; es el tamaño tal que sea igual o mayor que el 10%, en peso, del suelo.

$C_u < 3$ se consideran muy uniformes; aun las arenas naturales muy uniformes rara vez presentan $C_u < 2$ [14].

Como dato complementario, necesario para definir la uniformidad, se define el coeficiente de curvatura del suelo con la siguiente expresión

$$C_c = \frac{(D_{30})^2}{D_{60} \times D_{10}}$$

1.1.3.3.2 Plasticidad

Puede definirse como la propiedad de un material por la que es capaz de soportar deformaciones rápidas, sin rebote elástico, sin variación volumétrica apreciable y sin desmoronarse ni agrietarse [14].

Los trabajos de Atterberg y A. Casagrande han permitido manejar una nueva magnitud en los suelos finos, muy sencillamente medible en los laboratorios más elementales y trabajando con las muestras de suelo más simples y baratas que se pueda imaginar; esta magnitud es la plasticidad [14].

Atterberg hizo ver que la plasticidad no es una propiedad general de todos los suelos; los suelos gruesos no la exhiben en ninguna circunstancia, en los suelos finos no es

una propiedad permanente, sino circunstancial y dependiente de su contenido de humedad [14].

Según su contenido de agua decreciente, un suelo susceptible de ser plástico puede estar en cualquiera de los siguientes estados de consistencia, definidos por Atterberg:

1. Estado líquido, con las propiedades y apariencia de una suspensión.
2. Estado semilíquido, con las propiedades de un fluido viscoso.
3. Estado plástico, en que el suelo se comporta plásticamente, según la definición anterior.
4. Estado semisólido, en que el suelo tiene la apariencia de un sólido, pero aun disminuye de volumen si se sigue secando.
5. Estado sólido, en que el volumen del suelo ya no varía con secado.

La frontera entre el estado semilíquido y el plástico se denomina límite líquido. La frontera entre el estado plástico y el semisólido se denomina límite plástico. Actualmente se utiliza mucho como parámetro de plasticidad el llamado índice plástico [14].

$$I_p = LL - LP$$

1.1.3.3 Compactación

La compactación de suelos es un proceso mecánico por el cual se busca mejorar las características de resistencia, compresibilidad y esfuerzo-deformación de estos. El objetivo principal de la compactación es obtener un suelo de tal manera estructurado que posea y mantenga un comportamiento mecánico adecuado a través de toda la vida útil de la obra [14].

Actualmente existen muchos métodos para producir, al menos teóricamente, en el laboratorio unas condiciones dadas de compactación de campo. El primer método es conocido hoy día es conocido como Prueba Proctor Estándar, la prueba consiste en compactar el suelo en cuestión en tres capas, dentro de un molde de dimensiones y

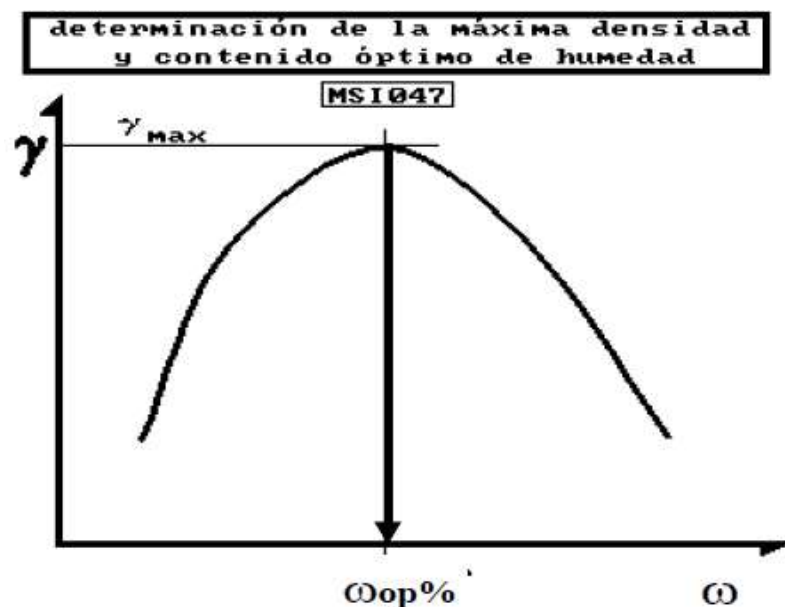
forma especificadas, por medio de golpes de un pisón, también especificado, que se deja caer libremente desde una altura prefijada [15].

Con este procedimiento de compactación Proctor estudio la influencia que ejercía en el proceso el contenido inicial de agua del suelo, encontrando que tal valor era de fundamental importancia en la compactación lograda [15].

Debido al rápido desenvolvimiento del equipo de compactación de campo comercialmente disponible, la energía específica de compactación en la Prueba Proctor Estándar empezó a no lograr representar en forma adecuada las compactaciones mayores que podía lograrse con dicho nuevo equipo. Esto condujo a una modificación de la prueba, esta prueba modificada es conocida como Prueba Proctor Modificada, con el objeto de estudiar más ampliamente el efecto de la energía de compactación sobre la compactación efectivamente lograda en el suelo [15].

Sea cual fuere el procedimiento de compactación que se siga, la forma de la curva de compactación será parecida a la que se muestra a continuación:

Gráfica 10. Curva de compactación típica.



Fuente: "Mecánica de Suelos I" – Ing. Lorena Pérez

1.1.3.4 Diseño Geométrico de Vías

El proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno es lo que se conoce como diseño geométrico de la vía. La razón es que esos elementos físicos se representan por su geometría, como sucede con los alineamientos horizontal y vertical, las secciones transversales, las distancias de visibilidad, etc., que son líneas o figuras de determinada longitud, altura o pendiente, que se van estableciendo según las condiciones de los vehículos que se espera que van a utilizarlas y las características del terreno donde se va a construir la vía que se diseña [16].

1.1.3.4.1 Criterio de Diseño

Las características de los vehículos, peatones y tránsito actúan como criterios para la optimización o mejoramiento en el diseño de varias clases funcionales de carreteras y calles [17].

1.1.3.4.1.1 Vehículos de diseño

Son vehículos automotores seleccionados; con el peso, dimensiones y características de operación usadas al establecer los controles de diseño para acomodar los vehículos de las clases diseñadas. Se han seleccionado tres clases generales de vehículos; vehículos de pasajeros, camiones y buses/vehículos recreacionales. Además, cuando en las carreteras se tiene en cuenta el ciclismo, la bicicleta también debería considerarse un vehículo de diseño [17].

1.1.3.4.1.2 Velocidad de diseño

La velocidad de los vehículos sobre un camino o carretera depende (además de las capacidades de los conductores y sus vehículos) de cuatro condiciones generales:

- Las características físicas del camino y sus costados,
- El tiempo,
- La presencia de otros vehículos,

- y, las limitaciones a la velocidad (legales o debidas a dispositivos de control) [17].

Aunque cualquiera de ellas puede gobernar, usualmente los efectos de estas condiciones son combinados [17].

La velocidad elegida para el diseño es la máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y de transito son favorables [12].

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera y es igual a la distancia recorrida dividida para el tiempo de circulación del vehículo [12].

Tabla 3. Velocidades de diseño

Categoría de la vía	TPDA esperado	Velocidad de Diseño Km/h											
		Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve Montañoso			
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	> 8 000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	3 000 a 8 000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	1 000 a 3 000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	300 a 1 000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	100 a 300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” - MOP 2003

1.1.3.4.2 Elementos de diseño

1.1.3.4.2.1 Distancia de Visibilidad

La aptitud de ver adelante es de la mayor importancia en la operación segura y eficiente de un vehículo sobre una carretera [17].

Por seguridad en las carreteras se debe proveer distancia de visibilidad de suficiente longitud para que los conductores puedan controlar sus vehículos y evitar golpear contra un objeto inesperado sobre la calzada. Además, ciertas carreteras de dos carriles

deberían tener suficiente distancia de visibilidad para permitirle a los conductores ocupar sin peligro el carril del tránsito opuesto [17].

1.1.3.4.2.1.1 Distancia de visibilidad de parada

Es la longitud de carretera visible adelante del conductor. La mínima distancia de visibilidad disponible sobre una plataforma de camino debería ser lo suficientemente larga como para permitirle a un vehículo que viaja cerca de la velocidad directriz detenerse antes de alcanzar un objeto inmóvil frente a su trayectoria [17].

Esta es la distancia requerida por un conductor para detener su vehículo en marcha, cuando surge una situación de peligro o percibe un objeto imprevisto delante de su recorrido [6].

La mínima distancia de visibilidad para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia de frenaje del vehículo.

$$d_p = d_1 + d_2 \quad (1.2)$$

$$t = 2.5 \text{ seg}$$

Donde:

d_p = Distancia de visibilidad de parada (m)

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

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

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

t = Tiempo de percepción más reacción en seg

f = Coeficiente de fricción longitudinal

La distancia de visibilidad de parada tiene dos componentes la distancia de percepción y reacción del conductor [6].

Su primer componente se calcula involucrando la velocidad y el tiempo de percepción y reacción del conductor, mediante la siguiente expresión matemática:

$$d_1 = \frac{V_c \times t}{3.6} \quad (1.3)$$

Donde:

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

t = Tiempo de percepción más reacción en seg

El tiempo de percepción es muy variable de acuerdo con el conductor. El tiempo de percepción más reacción adecuado es igual a 2.5 segundos [12].

La distancia de frenado se calcula por medio de la expresión que se muestra a continuación:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 f} \quad (1.4)$$

Donde:

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

f = Coeficiente de fricción longitudinal

El factor f no es único, es un valor experimental que decrece en proporción inversa a las velocidades y está sujeto a cambios tomando en cuenta la influencia de algunas variables [6].

Para tomar en cuenta el efecto de la pendiente, hay que modificar el denominador de la formula anterior:

$$d_2 = \frac{v^2}{254 (f \pm G)}$$

Donde:

G= Porcentaje de la pendiente dividida entre 100, siendo positiva la pendiente de ascenso (+) y negativa (-) la de bajada [6].

La tabla siguiente contiene las distancias de visibilidad de parada en terreno plano y en pendiente y de decisión, producto de la aplicación de las fórmulas mencionadas [6].

Tabla 4. Distancia de visibilidad de parada y de decisión.

Terreno Plano						
Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y reaccion		Coefficiente de Fricción	Distancia de Frenado	Distancia de Parada
Km/h	Km/h	Tiempo (s)	Distancia (m)	f	(m)	(m)
30	30 - 30	2.5	20,8 - 20,8	0.4	8,8 - 8,8	30 - 30
40	40 - 40	2.5	27,8 - 27,8	0.38	16,6 - 16,6	45 - 45
50	47 - 50	2.5	32,6 - 34,7	0.35	24,8 - 28,1	57 - 63
60	55 - 60	2.5	38,2 - 41,7	0.33	36,1 - 42,9	74 - 85
70	67 - 70	2.5	43,8 - 48,6	0.31	50,4 - 62,2	94 - 111
80	70 - 80	2.5	48,6 - 55,6	0.3	64,2 - 83,9	113 - 139
90	77 - 90	2.5	53,5 - 62,4	0.3	77,7 - 106,2	131 - 169
100	85 - 100	2.5	59 - 69,4	0.29	98 - 135,6	157 - 205
110	91 - 110	2.5	63,2 - 76,4	0.28	116,3 - 170	180 - 246

Pendiente de Bajada y Subida						
Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha			Coefficiente de Fricción		
Km/h	3%	6%	9%	3%	6%	9%
30	30.4	31.2	32.2	29	28.5	28
40	45.7	47.5	49.5	43.2	42.1	41.2
50	65.5	68.6	72.6	55.5	53.8	52.4
60	88.9	94.2	100.8	71.3	68.7	66.6
70	117.5	125.8	136.3	89.7	85.9	82.8
80	148.8	160.5	175.5	107.1	102.2	98.1
90	180.6	195.4	214.4	124.2	118.8	113.4
100	220.8	240.6	256.9	147.9	140.3	133.9
110	267	292.9	327.1	168.4	159.1	151.3

Decisión para evitar Maniobras					
Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha				
Km/h	a	b	c	d	e
50	75	160	145	160	200
60	95	205	175	205	235
70	125	250	200	240	275
80	155	300	230	275	315
90	185	360	275	320	360
100	225	415	315	365	405
110	265	455	335	390	435

Fuente: “A policy on geometric design of highways and streets” - AASHTO.

1.1.3.4.2.1.2 Distancia de visibilidad de rebasamiento

Se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario, pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca [6].

Para el cálculo de la distancia mínima de adelantamiento se asume lo siguiente: vehículo rebasado circula con velocidad uniforme, el vehículo rebasante durante la maniobra va tener una velocidad promedio de 16 kilómetros por hora mayor a la del vehículo rebasado, cuando el vehículo rebasante regresa a su carril existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario [12].

$$d_r = 9.54 V - 218 \quad (1.5)$$

Donde:

d_r = Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

V = Velocidad de diseño del vehículo, expresada en km/h

Tabla 5. Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento.

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003

1.1.3.4.2.1 Alineamiento horizontal

Es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección son las tangentes y las curvas, sean estas circulares o de transición [12].

1.1.3.4.2.1.1 Tangentes

Son la proyección sobre un plano horizontal de las retas que unen las curvas. Al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI y al ángulo de definición, formado por la prolongación de una tangente y la siguiente se lo denomina alfa (α) [12].

Las tangentes van unidad entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y e inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia. Su máxima longitud está condicionada por la seguridad [12].

1.1.3.4.2.1.2 Curvas Circulares

Son los arcos de círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas y pueden ser simples o compuestas. Entre sus elementos característicos principales se tienen los siguientes:

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

$$G_c = \frac{1\,145.92}{R}$$

- Radio de curvatura: Es el radio de la curva circular y se define como “R” su fórmula es:

$$R = \frac{1\,145.92}{G_c}$$

1.1.3.4.2.1.2.1 Radio mínimo

Es el valor más bajo que posibilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad (1.6)$$

Donde:

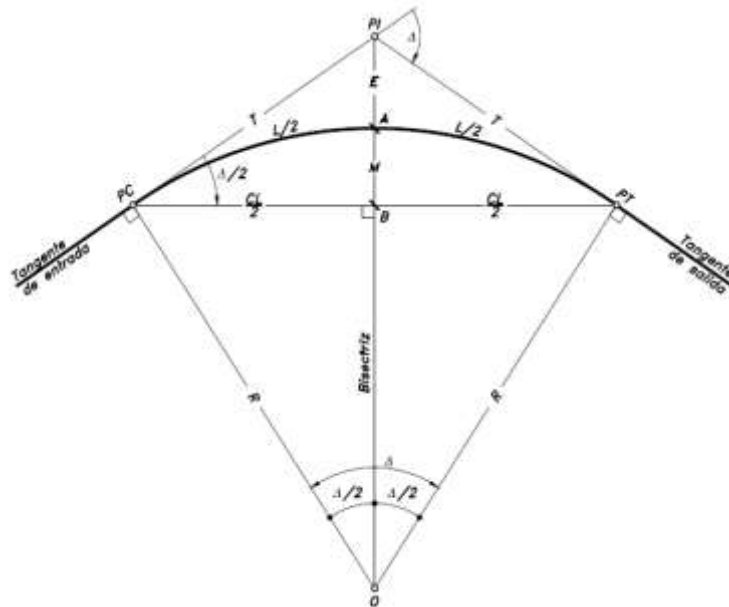
V= velocidad de diseño, km/h.

Tabla 6. Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.

Velocidad de Diseño en km/h	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04	e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04
20	0.35		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.6	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7		30	35	35
40	0.211		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.19		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.7	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.15	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.14	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.13	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.8	580.95	430	470	520	585
120	0.12	515.39	566.92	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” - MOP 2003

Gráfica 11. Elementos de la curva circular simple.



Fuente: “Diseño geométrico de carreteras” – James Cárdenas

Donde:

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

PC: Punto en donde empieza la curva simple.

PT: Punto en donde termina la curva simple

Δ : Ángulo de deflexión de las tangentes, ángulo central de la curva circular.

R: Radio de la curva circular.

T: Tangente de la curva circular o subtangente.

E: External.

M: Ordenada media.

CL: Cuerda larga.

L: Longitud de la curva circular.

1.1.3.4.2.1.3 Peralte

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga (F). Esta fuerza es contrarrestada por las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo, debido al peralte, y por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada [12].

La fuerza centrífuga (F) se calcula según la siguiente fórmula:

$$F = \frac{mV^2}{R} = \frac{PV^2}{gR}$$

Donde:

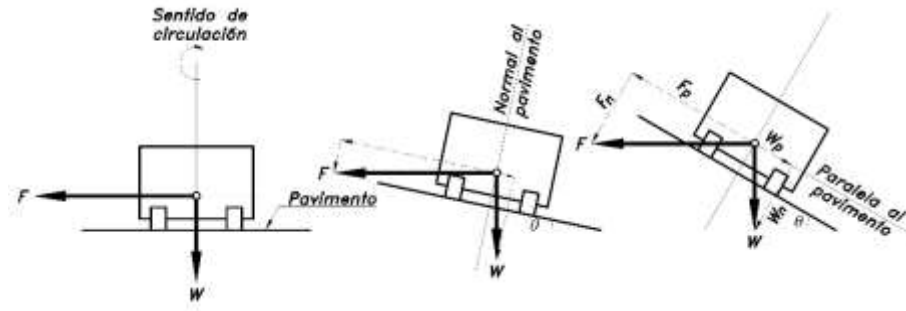
P= Peso del vehículo, kg.

V= Velocidad de diseño, m/seg.

g= aceleración de la gravedad = 9.78 m/seg²

R= Radio de la curva circular, m.

Gráfica 12. Efecto de la inclinación transversal de la calzada sobre un vehículo circulando en curva.



Fuente: “Diseño geométrico de carreteras” – James Cárdenas

La fórmula para el cálculo del peralte:

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

Donde:

e= Peralte de la curva, m/m.

V= Velocidad de diseño, km/seg.

R= Radio de la curva circular, m.

f= Máximo coeficiente de fricción lateral. (Ver Tabla 7)

Tabla 7. Valores límites permisibles de "F".

Requerimientos	Valores límites permisibles de "F" según el pavimento esté		
	Seco	Humedo	Con Hielo
Estabilidad Contra el Volcamiento	0.60	0.60	0.60
Estabilidad Contra el Deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad del Viaje para el Pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotacion Economica del Vehiculo	0.16	0.10	0.10

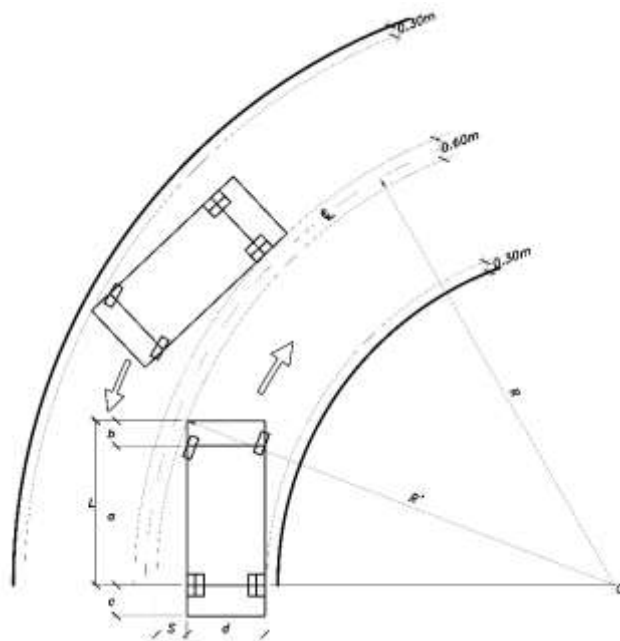
Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” - MOP 2003

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada para velocidades de diseño mayores a 50 km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura y velocidades hasta 50 km/h [12].

1.1.3.4.2.1.4 Sobreancho en las curvas

El objeto del sobreancho en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad. El vehículo al describir la curva ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo [12].

Gráfica 13. Sobreancho en las curvas, vehículos rígidos.



Fuente: “Diseño geométrico de carreteras” – James Cárdenas

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

Donde:

R= Radio de la curva, m.

S= Sobreancho, m.

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 km/h y de 40 cm para velocidades mayores [12].

1.1.3.4.2.2 Alineamiento Vertical

Debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad [12].

1.1.3.4.2.2.1 Gradientes

Depende directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos, a fin de permitir razonables velocidades de circulación y facilitar la operación de los vehículos [12].

Tabla 8. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-Io R-II > 8 000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3 000 a 8 000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1 000 a 3 000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1 000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” - MOP 2003

Tabla 9. Gradiente y Longitud máximas.

Gradientes	Longitud máxima
8-10 %	1 000 m
10-12 %	500 m
12-14 %	250 m

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” - MOP 2003

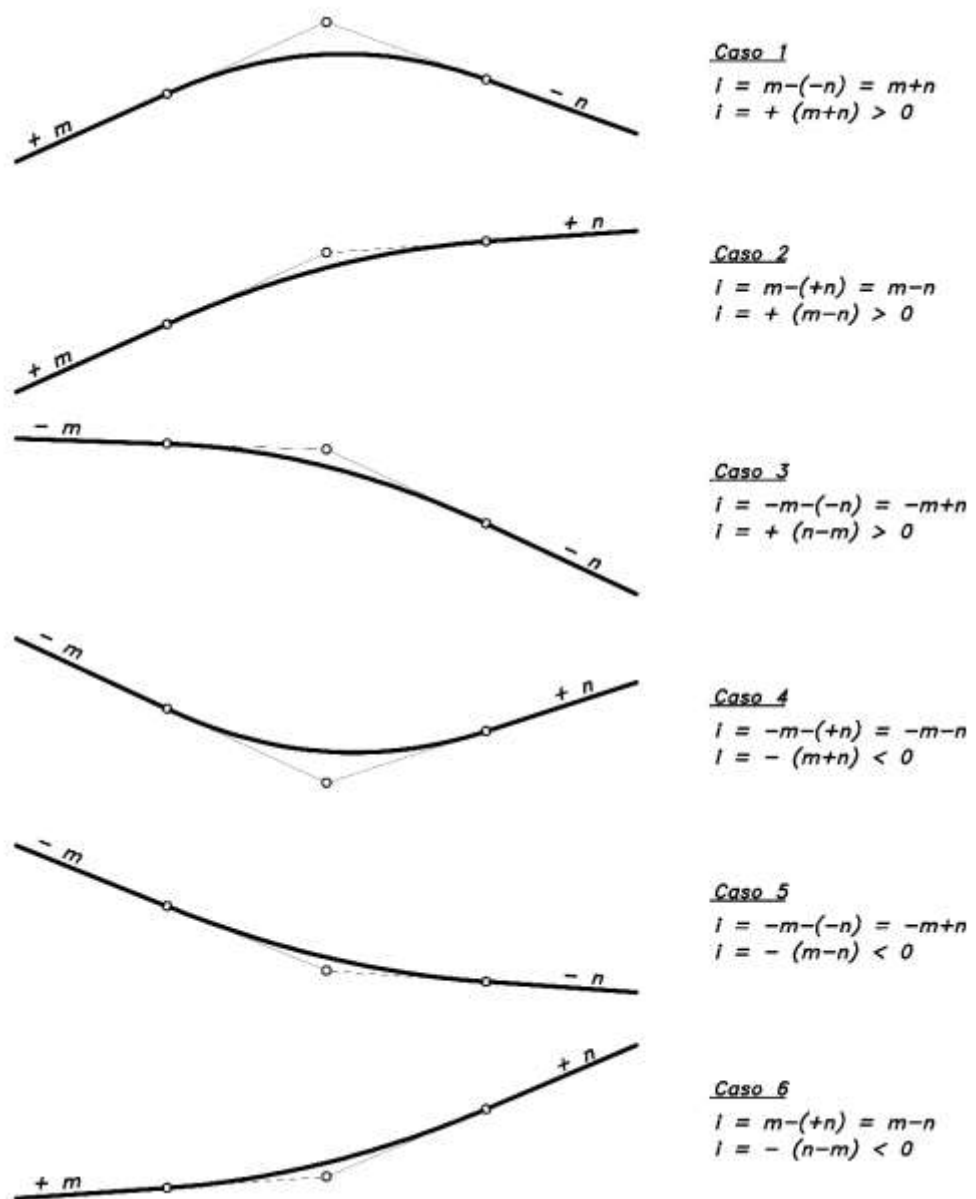
La gradiente longitudinal mínima usual es de 0.5 por ciento. Se puede adoptar una gradiente de cero por ciento para el caso de rellenos de 1 metro de altura o más y

cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia [12].

1.1.3.4.2.2 Curvas Verticales

La curva vertical preferida en el diseño del perfil de una carretera es la parábola simple que se aproxima a una curva circular [12].

Gráfica 14. Tipos de curvas verticales.



Fuente: “Diseño geométrico de carreteras” – James Cárdenas

1.1.3.4.2.1.2.1 Curvas verticales convexas

La longitud mínima de las curvas verticales se determina en base a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada de un vehículo, considerando una altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se divisa sobre la carretera igual a 0.15 metros [12].

1.1.3.4.2.1.2.2 Curvas verticales cóncavas

Por motivo de seguridad, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de modo que la longitud de los rayos de la luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad necesaria para la parada de un vehículo [12].

1.1.3.4.2.3 Sección Transversal

Depende casi exclusivamente del tráfico y del terreno y por consiguiente de la velocidad de diseño más apropiada para dicha carretera [12].

1.1.3.4.2.3.1 Ancho de la Sección Transversal

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

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

En vías con características topográficas de montaña se recomienda colocar la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y no de la subrasante para esto habrá que necesariamente revestir la cuneta para proteger el pavimento del camino [12].

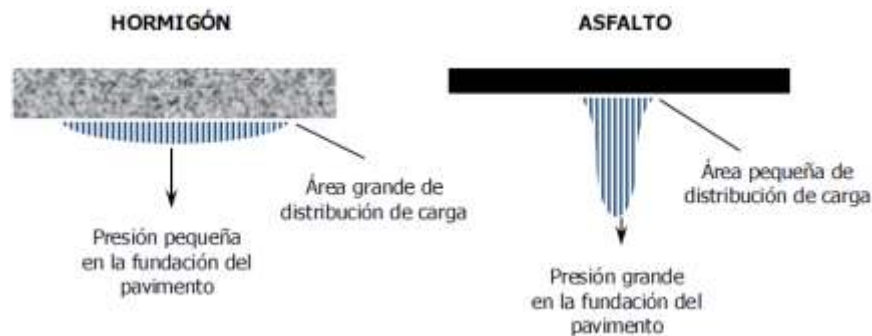
El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico y de las características del terreno [12].

1.1.3.5 Pavimento

El desempeño de un pavimento puede definirse como la capacidad estructural o funcional medible a lo largo de su periodo de diseño. La capacidad estructural del pavimento implica soportar las cargas impuestas por el tránsito y las condiciones ambientales [18].

Los pavimentos pueden dividirse en rígidos y flexibles. Las cargas que transmiten a la fundación son muy diferentes como se muestra a continuación:

Gráfica 15. Esquema del comportamiento de pavimentos flexibles y rígidos.



Fuente: “Diseño de Pavimento Método AASHTO-93” – AASHTO 93

En un pavimento rígido, debido a la rigidez de la losa de hormigón se produce una buena distribución de las cargas de las ruedas de los vehículos, dando tensiones muy bajas en la subrasante. En un pavimento flexible, el concreto asfáltico, al tener menor rigidez, se deforma y transmite tensiones mayores en la subrasante [18].

1.1.3.5.1 Estructura del pavimento

Un pavimento puede estar constituido por una o varias capas, construidas sucesivamente sobre la porción superior del terreno en corte o relleno, que ha sido nivelada, perfilada y compactada, quedando lista para soportarlo. Esta constituido de abajo hacia arriba por las siguientes capas:

- Sub-base: que tiene una función primaria de protección de la base en un pavimento flexible o de las losas en un pavimento rígido.

- Base: que es el principal elemento estructural en los pavimentos flexibles y que en los pavimentos rígidos puede reemplazar a la subbase, pudiendo ser de agregados aglomerados con asfalto.
- Capa de desgaste o superficie de rodadura: que es la capa más superficial, que estará en contacto con las sollicitaciones y tiene como función principal el proporcionar una superficie suave al deslizamiento y resistente al desgaste [19].

1.2 Objetivos:

1.2.1 Objetivo General

Realizar el diseño geométrico de la vía Nuevo Porvenir – El Guabo – La Lorenita – en el tramo km 8+000 – 12+000 perteneciente a la Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotopaxi.

1.2.2 Objetivos Específicos

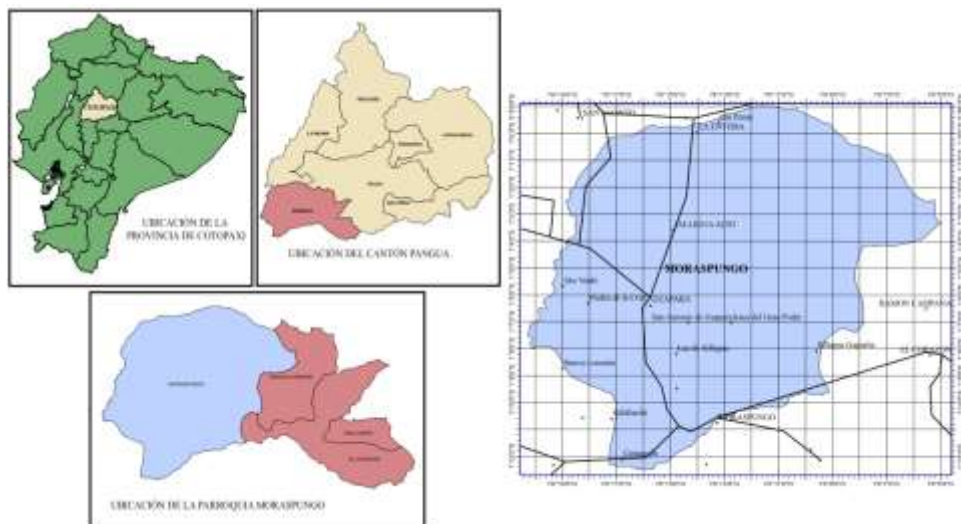
- Realizar el levantamiento topográfico de la vía.
- Calcular el tráfico promedio diario anual (TPDA) de la vía.
- Efectuar los estudios de suelo de la vía.
- Determinar el diseño geométrico de la vía.
- Diseñar la estructura del pavimento.
- Realizar el presupuesto referencial.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

El diseño geométrico en el proyecto de una carretera se debe aprovechar la funcionalidad, seguridad, comodidad, estética, economía y compatibilidad ambiental. Para lo cual se empleará las siguientes etapas para cumplir todos esos objetivos:

- a. Inspección de la zona de estudio para obtener la información de la situación actual de la vía.

Gráfica 16. Mapa de ubicación de la parroquia Moraspungo.



Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla.

- b. Realizar el levantamiento topográfico en la vía lo cual se hará el uso del equipo topográfico.
- c. Obtener datos del tráfico vehicular mediante un conteo manual en sitio que proporcionara información sobre la composición del tráfico, se realizara por una semana efectuando un muestreo de 24 horas diarias para establecer la clase de carretera en función del Trafico Promedio Diario Anual (TPDA).
- d. Realizar el estudio de suelos que permitirá determinar las propiedades del suelo tanto físicas como mecánicas, para un proyecto vial nos permite conocer las propiedades y características de la subrasante.

- e. Establecer el diseño geométrico bajo los criterios de las normas siguientes:

<p>Diseño Geométrico Vial</p>	<p>Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP.</p> <p>Normas de Diseño Geométrico de Carreteras, 2003.</p> <p>MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG-2018.</p> <p>A Policy on Geometric Design of Highway and Streets, 6ª ed. American Association of State Highway and Transportations Officials, AASHTO.</p>
-------------------------------	---

- f. Diseño de la franja topográfica con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D.
- g. Diseño del alineamiento horizontal y vertical y diseño de la sección transversal con la ayuda del software AutoCAD Civil 3D.
- h. Diseño de la estructura del pavimento el cual permitirá reconocer cuales son los diferentes espesores para cada capa de pavimento.
- i. Diseño de obras complementarias como son las alcantarillas, cunetas sumideros.
- j. Elaboración del presupuesto.

2.1 Materiales y Equipos

Se ha requerido de los siguientes materiales y equipos para la ejecución del proyecto:

2.1.1 Materiales

- Estacas

Preferentemente de madera de 3 x 3 x 40 cm de dimensión, la cual se utilizará para referenciar los cambios de estación y llevar un control del abscisado en toda la trayectoria del levantamiento topográfico.

- Clavos

Se las clavarán en el centro de la estaca para establecer un punto exacto de georreferenciación.

- Libreta de Campo

Servirá para el registro y dibujo de todas las observaciones como pasos de agua, casas aledañas a la vía, etc., halladas en la trayectoria del levantamiento topográfico.

- Muestras de Suelo

Extraídos del sitio donde se realizará el proyecto, se realiza calicatas de 1.5 a 2 m de profundidad, se realizan cada 200 o 500 m depende del tipo de proyecto a realizar. Se toma una muestra de 50 kg aproximadamente para realizar los ensayos respectivos.

2.1.2 Equipos

2.1.2.1 Equipos para el levantamiento topográfico

- Estación Total

Instrumento utilizado en topografía, aparato electroóptico, cuyo funcionamiento se apoya en la tecnología electrónica. Consiste en la incorporación de un distanciómetro y un microprocesador a un teodolito electrónico [20].

- Trípode

De aluminio, sirve para apoyar la estación total, debe ser estable y adecuado para todo tipo de terreno.

- Prisma

Son espejos formando un triedro que reflejan la señal emitida por el distanciómetro. Se montan sobre los jalones y pueden llevar una señal de puntería [20].

- Jalones

De aluminio con punta de acero, alcanza una altura de 4.6 m, tiene un nivel y un adaptador tipo rosca para la colocación del prisma.

- Sistema de Posicionamiento Global (GPS)

Es un sistema de satélites usado en navegación que permite determinar la posición las 24 horas del día, en cualquier lugar del globo y en cualquier condición climatológica [21].

- Flexómetro

Cinta métrica metálica la cual servirá para medir la altura de la estación total y la altura del prisma.

- Equipo de Protección Personal

Para tener la seguridad al momento de realizar el levantamiento se utilizará: casco y chaleco reflectivo.

- Computador

Para la interpretación de datos, tabulación de resultados, investigación y elaboración de planos.

2.1.2.2 Equipos para ensayos de límites líquido y plástico

- Cuchara de Casa Grande mecánica

Consiste en una cuchara de bronce que tiene un motor para producir la elevación y caída de la cuchara a una altura y velocidad controlada.

- Mortero de porcelana

Recipiente de porcelana que se utiliza para la mezcla de la muestra de suelo con un cierto porcentaje de agua.

- Espátula

De hoja flexible de 7.5 cm a 10 cm de longitud y 2 cm de ancho.

- Acanalador

Tiene forma curva (trapezoidal), de acero inoxidable, se utiliza para la separación de la muestra de suelo en la cuchara de Casa Grande.

- Balanza Digital

Capaz de determinar el peso de las muestras, cuenta con una precisión de 0.01 gr.

- Recipientes para contenido de humedad

De un material resistente al cambio de temperatura; que su masa no cambie con calentamientos y enfriamientos.

- Horno de Secado

Idóneo para conservar temperaturas de 110 ± 5 °C para secar las muestras de suelo.

- Vidrio

Se requiere una superficie lisa para realizar rollos de muestras de suelo.

2.1.2.3 Equipos para granulometría

- Juego de Tamices

Se utilizarán los tamices:

2" (50.8 mm), 1 ½" (38.1 mm), 1" (25.4 mm), ¾" (19.1 mm), ⅜" (9.52 mm), #4 (4.76 mm), #10 (2 mm), #40 (0.42 mm), #60 (0.25 mm), #100 (0.149 mm), #200 (0.074 mm).

- Tamizadora

Equipo mecánico la cual consta con un temporizador de 0 a 30 minutos y un funcionamiento continuo.

- Brocha

Se utiliza para la limpieza de las mallas de los tamices.

2.1.2.4 Equipos para el ensayo de Proctor

- Moldes

Son metálicos de forma cilíndrica sujeta a una placa echa del mismo material, las dimensiones del molde aproximadamente son 15 cm de altura y un diámetro interior de 15 cm, más un collarín de 6 cm de altura aproximadamente.

- Disco Espaciador

De forma circular de 15 cm de diámetro y de 6.1 cm de espesor aproximadamente, es un falso fondo en el molde cilíndrico durante la compactación.

- Martillo

Tiene un peso de $10 \text{ lb} \pm 0,02 \text{ lb}$, su base es plana circular de diámetro de 2" ($50.80 \pm 0.25 \text{ mm}$), deberá estar provisto que controle la altura de la caída del golpe desde una altura de 18" ($475 \pm 2 \text{ mm}$).

- Enrazador

Sus caras son planas, tiene 25 cm de largo, un borde es biselado, sirve para enrazar la muestra de suelo compactado en el molde sin el collarín.

- Probeta

Tubo transparente que lleva grabada una regleta de 100 ml a 1 000 ml que permite medir el volumen, sirve para colocar de una manera controlada el agua a la muestra de suelo.

- Palustre

Tiene un mango de madera y un pedazo de metal, sirve para mover y mezclar porciones pequeñas de muestras de suelo.

2.1.2.5 Equipos para el ensayo de California Bearing Ratio (CBR)

- Maquina de Penetración CBR

Se forja la penetración de un pistón en el espécimen, debe tener una capacidad para penetrar a una velocidad de 1.27 mm/min y hasta una profundidad de 12.7 mm.

- Placa de metal perforada

De 14.9 cm de diámetro aproximadamente, tendrá un vástago en el centro que sea ajustable para que permite regular su altura.

- Trípode

Sus patas deben apoyarse en el borde del molde cilíndrico, en el centro bien sujetado un dial cuyo vástago coincida con el vástago de la placa, que permita medir la expansión del suelo.

- Tanque

De dimensiones óptimas para sumergir los moldes.

2.2 Métodos .

2.2.1 Plan de Recolección de Datos

La recolección de datos para la ejecución del presente proyecto técnico implica elaborar un plan detallado de procedimientos que nos llevara a reunir datos con un propósito específico.

El presente proyecto se enfocará al diseño geométrico de la vía para que se aproveche la funcionabilidad, seguridad, comodidad, estética, economía y compatibilidad ambiental.

Para la elaboración de este plan se deberá determinar:

2.2.1.1 Localización

El presente proyecto técnico se encuentra ubicado a nivel macro en Ecuador que es un país situado en América del Sur, conformado por 24 provincias siendo 6 en la región costa, 11 en la región sierra, 6 en la región amazónica y 1 en la región insular.

A nivel meso del proyecto se encuentra en la provincia de Cotopaxi que el mismo limita al Norte con las provincias de Pichincha y Santo Domingo; al Sur con las provincias de Bolívar y Tungurahua; al Este con la provincia de Napo y al Oeste con la provincia de Los Ríos. Conformado por los cantones Latacunga, Pangua, La Maná, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos. Se encuentra en el cantón Pangua

A nivel micro el proyecto se encuentra ubicado en la parroquia Moraspungo que cuenta con una superficie de 410 km² en una altitud entre los 90 y 2 157 msnm con un clima subtropical, se limita al Norte con los cantones La Mana y Quevedo; al Sur con el cantón Guaranda; al Este con las parroquias El Corazón y Ramon Campaña y al Oeste con el cantón Quinsaloma [8].

El proyecto comienza en el recinto El nuevo Porvenir pasando por el recinto El Guabo y culminando en el recinto La Lorenita, teniendo una extensión de 12 km aproximadamente de vía.

2.2.1.2 Medios o métodos

La ejecución del proyecto se lo realizara mediante visitas de campo, ensayos de laboratorio e investigación bibliográfica.

2.2.2 Plan de Procesamiento y Análisis de Información.

2.2.2.1 Plan de Procesamiento

Se elaborarán las siguientes actividades para obtener un diseño geométrico de la vía óptimo en el sector:

- Análisis de datos topográficos obtenidos.
- Tabulación del conteo vehicular realizado en la vía.

- Bosquejo de la faja topográfica.
- Diseño Horizontal, vertical y transversal de la vía.
- Ensayos del suelo del sector.
- Diseño de la estructura del pavimento.
- Calculo de volúmenes de los movimientos de tierras.
- Elaboración del presupuesto.

2.2.2.2 Análisis de Información

Los resultados obtenidos se comparan con los estipulados en la norma vial vigente y se analizara los planos de diseño con la normativa vigente.

3.1.2 Levantamiento Topográfico

Previo al levantamiento topográfico se realiza un reconocimiento visual del sector a realizar el proyecto, a continuación, se realiza la toma de puntos para el diseño de la faja topográfica, posteriormente se realiza el trazado geométrico de la vía (horizontal, vertical y transversal).

El levantamiento se realizó con la estación total, se abscisa cada 20 metros la vía, se toman 3 puntos de control para ubicar la estación, colocar un nombre específico a cada punto tomado, tratar de obtener una faja topográfica de 100 metros, es decir, 50 metros a cada lado del eje aproximadamente, realizar el mismo procedimiento todo el trayecto de la vía.

Los datos obtenidos se exportarán al programa Autodesk Civil 3D 2019, para realizar los diseños horizontal, vertical y transversal del proyecto vial.

3.1.3 Estudio de Tráfico

Cuando se realiza el diseño de una vía es necesario obtener un volumen de tránsito aproximado que atraerá dicha carretera una vez que entre en funcionamiento.

Para la obtención de esta información se realizó un conteo vehicular manual en los dos sentidos de circulación por un periodo de 7 días consecutivos desde las 7:00 hasta las 19:00 (12 horas), se procedió a buscar un lugar estratégico con alto influencia de tráfico para el conteo vehicular, el mismo que se ubicó en el recinto Nuevo Porvenir.

El jueves 24 de Octubre del 2019 fue de mayor afluencia de vehículos con un total de 1 012 vehículos, teniendo como hora pico de 7:00 – 8:00.

Tabla 11. Resumen conteo vehicular diario.

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica												
Ingeniería Civil												
Conteo Vehicular de la vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita												
Día	Mes			Año	Sentido			Abscisa	Realizado			Semanal
	Octubre			2019	Ambos Sentidos			0+000	ERICK TORRES			
Día	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehículos / 15 min
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros	
							Livianos	Medianos				
Jueves	90	272	401	29	37	12	73	57	33	8	0	1 012
Viernes	77	287	372	8	25	17	42	76	0	29	2	935
Sabado	108	243	485	10	38	7	65	0	4	15	0	975
Domingo	86	164	436	3	28	9	54	4	0	0	0	784
Lunes	97	180	251	46	45	17	81	61	37	7	0	822
Martes	123	174	195	12	46	10	74	0	10	18	0	662
Miercoles	152	216	233	15	28	21	44	76	0	33	2	820
Total	733	1 536	2 373	123	247	93	433	274	84	110	4	6 010

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Tabla 12. Día de mayor afluencia vehicular.

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 1	Jueves
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Hora	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES					Total Vehículos / 15 min	Total Acumulado
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros		
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	9	12	9	2	3	2	3	0	0	0	0	40	
7:15 - 7:30	8	7	10	1	1	0	4	0	0	0	0	31	
7:30 - 7:45	1	3	5	1	3	0	0	1	0	0	0	14	
7:45 - 8:00	3	6	7	0	0	1	1	0	1	0	0	19	104
8:00 - 8:15	2	9	12	3	1	0	3	0	1	0	0	31	95
8:15 - 8:30	1	8	8	0	0	0	0	2	0	0	0	19	83
8:30 - 8:45	0	3	7	2	2	0	4	1	0	0	0	19	88
8:45 - 9:00	3	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	18	87
9:00 - 9:15	1	5	14	0	0	0	3	4	0	0	0	27	83
9:15 - 9:30	3	4	10	1	0	0	2	4	0	0	0	24	88
9:30 - 9:45	4	3	7	0	0	0	1	3	0	0	0	18	87
9:45 - 10:00	2	1	8	2	0	0	0	0	1	0	0	14	83
10:00 - 10:15	2	8	5	1	0	0	0	1	3	0	0	20	76
10:15 - 10:30	4	5	12	2	0	0	0	0	0	0	0	23	75
10:30 - 10:45	2	8	8	1	2	2	0	2	1	0	0	26	83
10:45 - 11:00	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	74
11:00 - 11:15	1	3	6	0	0	0	0	2	0	0	0	12	66
11:15 - 11:30	0	3	16	0	0	1	0	3	0	0	0	23	66
11:30 - 11:45	1	3	13	0	4	1	1	3	0	0	0	26	66
11:45 - 12:00	0	5	16	0	1	0	0	3	0	0	0	25	86
12:00 - 12:15	3	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	9	83
12:15 - 12:30	1	2	8	1	0	0	2	3	0	0	0	17	77
12:30 - 12:45	1	5	10	0	0	0	3	1	2	0	0	22	73
12:45 - 13:00	1	5	5	0	1	0	2	1	1	0	0	16	64
13:00 - 13:15	2	4	4	0	1	0	0	0	2	0	0	13	68
13:15 - 13:30	0	6	6	0	0	0	3	0	0	0	0	15	66
13:30 - 13:45	0	3	3	0	0	0	2	3	4	3	0	18	62
13:45 - 14:00	1	6	8	0	0	0	2	3	2	2	0	24	70
14:00 - 14:15	0	5	8	0	0	0	2	1	0	0	0	16	73
14:15 - 14:30	0	3	4	0	0	0	3	0	0	0	0	10	68
14:30 - 14:45	4	14	6	0	0	0	6	0	2	0	0	32	82
14:45 - 15:00	0	5	10	0	0	0	3	1	1	0	0	20	78
15:00 - 15:15	0	6	18	0	0	0	5	0	0	0	0	29	91
15:15 - 15:30	1	2	6	0	0	0	2	1	0	0	0	12	93
15:30 - 15:45	1	6	14	0	0	0	1	4	1	0	0	27	88
15:45 - 16:00	0	5	8	0	0	0	0	2	2	1	0	18	86
16:00 - 16:15	0	6	5	1	0	0	1	1	0	0	0	14	71
16:15 - 16:30	4	3	3	1	0	0	1	1	1	1	0	15	74
16:30 - 16:45	1	4	2	0	3	0	3	1	0	0	0	14	61
16:45 - 17:00	0	5	8	0	0	0	1	1	0	0	0	15	58
17:00 - 17:15	6	5	16	2	1	0	1	0	3	0	0	34	78
17:15 - 17:30	0	8	11	0	3	1	0	0	1	0	0	24	87
17:30 - 17:45	3	14	5	2	2	0	0	1	0	0	0	27	100
17:45 - 18:00	3	13	27	1	3	2	3	0	0	0	0	52	137
18:00 - 18:15	1	8	2	1	1	1	1	0	3	0	0	18	121
18:15 - 18:30	5	2	3	3	0	0	2	0	1	1	0	17	114
18:30 - 18:45	4	10	8	0	5	0	1	1	0	0	0	29	116
18:45 - 19:00	1	11	6	1	0	1	1	0	0	0	0	21	85
TOTAL	90	272	401	29	37	12	73	57	33	8	0	1 012	3 714

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Tabla 13. Volumen vehicular durante la Hora Pico.

Hora	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehiculos / 15 min
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros	
							Livianos	Medianos				
7:00 - 7:15	9	12	9	2	3	2	3	0	0	0	0	40
7:15 - 7:30	8	7	10	1	1	0	4	0	0	0	0	31
7:30 - 7:45	1	3	5	1	3	0	0	1	0	0	0	14
7:45 - 8:00	3	6	7	0	0	1	1	0	1	0	0	19
TOTAL	21	28	31	4	7	3	8	1	1	0	0	104

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Se obtuvo un total de 77% de vehículos livianos, 10% de buses y 10% de camiones dando un total de 104 vehículos.

En las tablas anteriores se observan los valores de la hora pico del día con más flujo vehicular, el resto de las tablas se encuentran en el anexo B del presente trabajo.

3.1.3.1 Factor de Hora Pico

El Factor de hora pico va a ser menor que la unidad; cuando es igual a uno indica un flujo vehicular constante a toda hora, mientras que los inferiores a la unidad indican concentraciones de flujo máximo de vehículos en intervalos cortos de tiempo dentro de la hora pico [5].

$$FHP = \frac{\text{Total de Vehículos}}{4 \times \text{Mayor tráfico en 15 minutos}}$$

$$FHP = \frac{104}{4 \times 40}$$

$$FHP = 0.65$$

3.1.3.2 Cálculo del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA)

Según la MOP, sugiere valores de 10% para vías urbanas y 15% para zonas rurales; en vista que la zona donde se realiza el proyecto es rural se tomara el valor del 15%.

Para el cálculo de la trigésima hora el factor de hora pico se asume 1, para obtener un tránsito uniforme [5].

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP \times FHP}{k}$$

Donde:

VHP: Volumen de vehículo durante la hora pico.

FHP: Factor de la hora pico.

k: Porcentaje de la 30va hora de diseño.

- Livianos

$$TPDA_{actual} = \frac{80 \times 1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 533 \frac{vehículos}{día}$$

- Buses

$$TPDA_{actual} = \frac{14 \times 1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 93 \frac{vehículos}{día}$$

- Camiones

$$TPDA_{actual} = \frac{10 \times 1}{0.15}$$

$$TPDA_{actual} = 67 \frac{vehículos}{día}$$

Tabla 14. Tránsito actual.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA actual
Livianos	80	533
Buses	14	93
Camiones	10	67
	TPDA total	693

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

$$\text{Tráfico Actual} = TPDA_L + TPDA_B + TPDA_C$$

$$\text{Tráfico Actual} = 533 + 93 + 67$$

$$\text{Tráfico Actual} = 693 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Se debe obtener un TPDA aproximado de la carretera nueva, se toma en cuenta tres tipos de tránsito: tránsito generado (Tg), tránsito atraído (Tat), tránsito desarrollado (Td).

- Tránsito generado:

$$Tg = 20\% \times TPDA_{\text{actual}}$$

- Livianos

$$Tg = 20\% \times 533$$

$$Tg = 107 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- Buses

$$Tg = 20\% \times 93$$

$$Tg = 19 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- Camiones

$$Tg = 20\% \times 67$$

$$Tg = 13 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tabla 15. Tránsito generado.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA generado
Livianos	533	107
Buses	93	19
Camiones	67	13
	TPDA total	139

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

- Tránsito atraído:

$$Tat = 10\% \times TPDA_{actual}$$

- Livianos

$$Tat = 10\% \times 533$$

$$Tat = 53 \frac{vehículos}{día}$$

- Buses

$$Tat = 10\% \times 93$$

$$Tat = 9 \frac{vehículos}{día}$$

- Camiones

$$Tat = 10\% \times 67$$

$$Tat = 7 \frac{vehículos}{día}$$

Tabla 16. Tránsito atraído.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA atraído
Livianos	533	53
Buses	93	9
Camiones	67	7
	TPDA total	69

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

- Tránsito desarrollado:

$$Td = 5\% \times TPDA_{actual}$$

- Livianos

$$Td = 5\% \times 533$$

$$Td = 27 \frac{vehículos}{día}$$

- Buses

$$Td = 5\% \times 93$$

$$Td = 5 \frac{vehículos}{día}$$

- Camiones

$$Td = 5\% \times 67$$

$$Td = 3 \frac{vehículos}{día}$$

Tabla 17. Tránsito desarrollado.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA desarrollado
Livianos	533	27
Buses	93	5
Camiones	67	3
	TPDA total	35

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

$$TPDA_{aproximado} = Ta + Tg + Tat + Td$$

- Livianos

$$TPDA_{aproximado} = 533 + 107 + 53 + 27$$

$$TPDA_{aproximado} = 720 \frac{vehículos}{día}$$

- Buses

$$TPDA_{aproximado} = 93 + 19 + 9 + 5$$

$$TPDA_{aproximado} = 126 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- Camiones

$$TPDA_{aproximado} = 67 + 13 + 7 + 3$$

$$TPDA_{actual} = 90 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tabla 18. Tránsito Promedio Diario Anual aproximado.

Tipo de Vehículo	TPDA	TPDA generado	TPDA atraído	TPDA desarrollado	TPDA aproximado
Livianos	533	107	53	27	720
Buses	93	19	9	5	126
Camiones	67	13	7	3	90
TPDA total	693	139	69	35	936

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

3.1.3.3 Tránsito Futuro

Para el cálculo del tránsito futuro (Tf) se utilizará la fórmula (1.1).

Tabla 19. Tasa de crecimiento anual de tránsito.

Tasa de crecimiento anual del tránsito (%)			
Periodo	Livianos	Buses	Camiones
2010 - 2015	4.47	2.22	2.18
2015 - 2020	3.97	1.97	1.94
2020 - 2025	3.57	1.78	1.74
2025 - 2030	3.25	1.62	1.58
2030 - 2035	3.25	1.62	1.58
2035 - 2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: “EL SISTEMA DE COMUNICACIÓN TERRESTRE CHISTILÁN–SHUYO GRANDE, PARROQUIA ANGAMARCA, CANTÓN PUJILÍ, PROVINCIA DE COTOPAXI Y SU INFLUENCIA EN LA CALIDAD DE VIDA DE LOS HABITANTES.”– Diana Guato

- Livianos

$$Tf = 720 \times (1 + 0.397)^1$$

$$Tf = 749 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- Buses

$$Tf = 126 \times (1 + 0.197)^1$$

$$Tf = 128 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

- Camiones

$$Tf = 90 \times (1 + 0.194)^1$$

$$Tf = 92 \frac{\text{vehículos}}{\text{día}}$$

Tabla 20. Tránsito proyectado 20 años.

Año	n	Indice de Crecimiento (i%)			TPDA Futuro = $Ta(1+i)^n$			Total
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones	
2019	0	3.97	1.97	1.94	720	126	90	936
2020	1	3.97	1.97	1.94	749	128	92	969
2021	2	3.57	1.78	1.74	772	131	93	996
2022	3	3.57	1.78	1.74	800	133	95	1 028
2023	4	3.57	1.78	1.74	828	135	96	1 060
2024	5	3.57	1.78	1.74	858	138	98	1 094
2025	6	3.57	1.78	1.74	889	140	100	1 129
2026	7	3.25	1.62	1.58	901	141	100	1 142
2027	8	3.25	1.62	1.58	930	143	102	1 175
2028	9	3.25	1.62	1.58	960	146	104	1 209
2029	10	3.25	1.62	1.58	991	148	105	1 245
2030	11	3.25	1.62	1.58	1 024	150	107	1 281
2031	12	3.25	1.62	1.58	1 057	153	109	1 318
2032	13	3.25	1.62	1.58	1 091	155	110	1 357
2033	14	3.25	1.62	1.58	1 127	158	112	1 397
2034	15	3.25	1.62	1.58	1 163	160	114	1 437
2035	16	3.25	1.62	1.58	1 201	163	116	1 480
2036	17	3.25	1.62	1.58	1 240	166	117	1 523
2037	18	3.25	1.62	1.58	1 280	168	119	1 568
2038	19	3.25	1.62	1.58	1 322	171	121	1 614
2039	20	3.25	1.62	1.58	1 365	174	123	1 662

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

3.1.3.4 Clasificación de la vía en función al TPDA

El tránsito proyectado para un periodo de 20 años es 1 662 vehículos/día, el cual en la Tabla 21 indica que es una carretera de clase II con una velocidad de diseño de: 90 km/h una velocidad recomendable y 80 km/h una velocidad absoluta; se utilizara la velocidad absoluta de 80 km/h y un ancho de vía de 6.70 m.

Tabla 21. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.

		República del Ecuador MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS												VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN																							
		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⁾											
NORMAS		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 ⁽⁷⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽⁷⁾						
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 ⁽⁸⁾						
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.)											
Coeficiente "K" para: ⁽²⁾																																					
Curvas verticales cóncavas (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 ⁽³⁾ mínima (%)		0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)		7,3						7,3						7,0						6,70						6,00						4,00 ⁽⁴⁾					
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)											
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 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																																			

- 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.
- Longitud de las curvas verticales: $L = KA$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algebraica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- 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.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. a 6 m. de altura, previo análisis y justificación.
- 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.
- Cuando el espaldón está pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_2 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

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

Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" - MOP 2003.

3.1.4 Estudio de Suelos

Las propiedades del suelo son muy relevantes para poder realizar el diseño de la estructura del pavimento. Los resultados obtenidos en el estudio junto a otras variables, se podrá obtener el resultado del número estructural, dato que es necesario para obtener los diferentes espesores de las capas del pavimento [22].

El procedimiento para la obtención de muestras es:

- Se recolectan muestras en sitio, se toman cada 500 m, la excavación debe ser mínimo de 0.80 m por 0.80 m.
- Retirar la capa vegetal del terreno y realizar una calicata de 0.50 m de profundidad tomando 50 kg aproximadamente de muestra de suelo.
- Rechazar cualquier tipo de material orgánico que puedan alterar los resultados de los ensayos.
- Identificar cada muestra de suelo y transportar al sitio donde se realizarán los estudios de suelos respectivos.

3.1.4.1 Límites de Atterberg

Son ensayos realizados en laboratorios y se utilizan muestras de suelo que son retenidas en el tamiz # 200 más el suelo que se encuentra en la fuente.

Tabla 22. Valores de los ensayos de límites de Atterberg.

Propiedades	Abscisa								
	8+000	8+500	9+000	9+500	10+000	10+500	11+000	11+500	12+000
LL %	45.76%	45.00%	43.20%	41.10%	40.40%	40.80%	41.70%	36.90%	38.50%
LP %	32.58%	30.76%	31.43%	29.76%	28.17%	29.10%	29.10%	28.55%	29.50%
IP %	13.18%	14.24%	11.77%	11.34%	12.23%	11.70%	12.60%	8.35%	9.00%

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla.

3.1.4.2 Granulometría

El ensayo es realizado para darnos a conocer qué tipo de suelo tenemos en la vía que se va a realizar el proyecto, para lo cual se utilizan las siguientes tablas:

Tabla 23. Clasificación de Suelos .

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos pasa el tamiz #200)							Materiales limoarcillosos (más de 35% pasa el tamiz #200)			
	A-1		A-3 ^a	A-2				A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5 A-7-6
Clasificación de grupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				
Tamizado, % que pasa											
No. 10 (2.00mm)	50 máx.	...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 40 (425µm)	30 máx.	50 máx.	51 mín.	...	...	...	...	...	...	...	...
No. 200 (75µm)	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	36 mín.	36 mín.	36 mín.
Consistencia											
Límite líquido	...	...	...	B				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.	N.P.	...	B				10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín. ^b
Tipos de materiales característicos	Cantos, grava y arena		Arena fina	Grava y arena limoarcillosas				Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Calificación	Excelente a bueno							Regular a malo			

^a La colocación de A3 antes de A2 en el proceso de eliminación de izquierda a derecha no necesariamente indica superioridad de A3 sobre A2.

^b El índice de plasticidad del subgrupo A-7-5 es igual o menor que LL-30. El índice de plasticidad del subgrupo A-7-6 es mayor que LL-30.

Fuente: “Classification of Soils and Soil-Aggregate Mixture for Highway Construction Purposes” - AASHTO M145

Tabla 24. Valores del Ensayo de Granulometría.

Abscisa	% Pasa Tamiz #4	% Pasa Tamiz #200	LL%	LP%	IP%	Clasificación AASHTO	Descripción
8+000	100%	52.32%	46%	33%	13%	A-7-6	Suelos Arcillosos
8+500	100%	54.64%	45%	31%	14%	A-7-6	Suelos Arcillosos
9+000	100%	54.64%	43%	31%	12%	A-7-6	Suelos Arcillosos
9+500	100%	56.01%	41%	30%	11%	A-7-6	Suelos Arcillosos
10+000	100%	57.87%	40%	28%	12%	A-6	Suelos Arcillosos
10+500	100%	51.16%	41%	29%	12%	A-7-6	Suelos Arcillosos
11+000	100%	52.23%	42%	29%	13%	A-7-6	Suelos Arcillosos
11+500	100%	52.88%	37%	29%	8%	A-4	Suelos Limosos
12+000	100%	50.47%	39%	30%	9%	A-4	Suelos Limosos

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla.

3.1.4.3 Compactación

Este ensayo nos ayuda a encontrar la humedad óptima y la densidad seca. Se utilizará el ensayo de Proctor Modificado.

Tabla 25. Valores del Ensayo de Compactación.

Abcisas	Contenido de Humedad Optimo (W%)	Densidad Seca (γ_d max) (gr/cm ³)
8+000	26.25	1.556
8+500	26	1.576
9+000	25.5	1.566
9+500	26.6	1.49
10+000	26.4	1.496
10+500	25.2	1.588
11+000	25.4	1.584
11+500	26	1.494
12+000	25.2	1.522

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla.

3.1.4.4 CBR

El ensayo es fundamental para poder establecer la estructura del pavimento, en la siguiente tabla se observará los resultados obtenidos de las muestras de suelos.

Tabla 26. Valores del Ensayo de CBR.

Abcisas	C.B.R (%)
8+000	1.13%
8+500	0.92%
9+000	0.99%
9+500	2.08%
10+000	2.21%
10+500	2.09%
11+000	1.87%
11+500	1.37%
12+000	1.02%

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla.

3.1.5 Diseño Geométrico Vial

El Diseño geométrico del proyecto se lo realizó con las Normas de Diseño Geométrico del MOP 2003.

3.1.5.1 Alineamiento Horizontal

3.1.5.1.1 Velocidad de Diseño

Velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. Se selecciona la velocidad de diseño de acuerdo con el TPDA y la naturaleza del terreno.

Tabla 27. Velocidad de diseño.

Categoría de la vía	TPDA esperado	Velocidad de Diseño Km/h			
		Relieve Ondulado			
		Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad	
		Recom	Absoluta	Recom	Absoluta
R-I o R-II	> 8 000	110	90	95	85
I	3 000 a 8 000	100	80	90	80
II	1 000 a 3 000	90	80	85	80
III	300 a 1000	80	60	80	60
IV	100 a 300	60	35	60	35
V	< 100	50	35	50	35

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

De la tabla anterior se escogió una velocidad absoluta de 80 km/h para un TPDA de 1662.

3.1.5.1.2 Velocidad de Circulación

Velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera.

$$V_c = 0.80 V_d + 6.5$$

$$V_c = 0.80 (80) + 6.5$$

$$V_c = 71 \text{ km/h}$$

Tabla 28. Velocidad de Circulación.

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

Se utilizará una velocidad de circulación de 71 km/h siendo de volumen de transito bajo. Todo camino debe diseñarse para que circulen por volúmenes de transito que no estén sujetos al grado de saturación.

3.1.5.1.3 Distancia de Visibilidad

3.1.5.1.3.1 Distancia de visibilidad de parada

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de parada se utilizará las fórmulas (1.2), (1.3), (1.4).

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

$$f = \frac{1.15}{71^{0.3}}$$

$$f = 0,32$$

$$d_1 = \frac{V_c \times t}{3.6}$$

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

$$d_1 = \frac{71 \times 2.5}{3.6}$$

$$d_1 = 49.31 \text{ m}$$

$$d_2 = \frac{71^2}{254(0.32)}$$

$$d_2 = 62.02 \text{ m}$$

$$d_p = 49.31 + 62.02$$

$$d_p = 111.33 \text{ m}$$

Tabla 29. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo.

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-Io R-II > 8 000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3 000 a 8 000 TPDA	180	160	110	160	110	70
II 1 000 a 3 000 TPDA	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1000 TPDA	135	110	70	110	70	40
IV 100 a 300 TPDA	110	70	55	70	35	25
V menos de 100 TPDA	70	55	40	55	35	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

Se utilizará una distancia de visibilidad de parada de 110 m

3.1.5.1.3.2 Distancia de visibilidad de rebasamiento

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de rebasamiento se utilizará la fórmula (1.5).

Tabla 30. Distancia mínima de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo.

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

La distancia mínima de rebasamiento a utilizar será de 565 m.

3.1.5.1.4 Radio Mínimo

Para el cálculo del radio mínimo se utilizará la fórmula (1.6).

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo de 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrado para velocidades mayores a 50 km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura y velocidades hasta 50 km/h [12].

f = Coeficiente de fricción lateral

$$f = 0.19 - 0.000626 \times V_d$$

$$f = 0.19 - 0.000626 \times 80$$

$$f = 0.14$$

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

$$R = \frac{80^2}{127(0.10 + 0.14)}$$

$$R = 210 \text{ m}$$

Tabla 31. Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”.

Velocidad de Diseño en km/h	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04	e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04
20	0.35		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.6	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7		30	35	35
40	0.211		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.19		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.7	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.15	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.14	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.13	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.8	580.95	430	470	520	585
120	0.12	515.39	566.92	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

El radio mínimo de curvatura a utilizar será de 210 m.

3.1.5.1.5 Longitud de Transición

$$L_{min} = 0.56 \times V_d$$

$$L_{min} = 0.56 \times 80$$

$$L_{min} = 44.80 \text{ m}$$

Tabla 32. Longitud mínima de transición en función de “Vd”.

Velocidad de Diseño en km/h	Pendiente de Borde %	Transición mínima absoluta m	Longitud Tangencial Valor mínimo absoluto			
			e= 0.10	e= 0.08	e= 0.06	e= 0.04
Bombeo = 3%						
20	0.800	11		4	6	8
25	0.775	14		5	7	11
30	0.750	17		6	8	13
35	0.725	20		7	10	15
40	0.700	22		8	11	17
45	0.675	25		9	13	19
50	0.500	28		11	14	21
60	0.600	34	10	13	17	25
70	0.550	39	12	15	20	29
80	0.500	45	13	17	22	34
90	0.470	50	15	19	25	38
100	0.430	56	17	21	28	42
110	0.400	62	18	23	31	46
120	0.370	67	20	25	34	50

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

Para una velocidad de diseño de 80 km/h se utilizará una longitud mínima de transición de 45 m y una longitud mínima tangencial de 13 m.

3.1.5.1.6 Sobreechancho

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreechancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 km/h y de 40 cm para velocidades mayores. En los cuadros correspondientes se indican los diversos valores de variación de los valores del sobreechancho en función de la velocidad, el radio y del vehículo de diseño [12].

Teniendo una velocidad de diseño de 80 km/h se utilizará un sobreechancho mínimo de diseño de 40 cm.

3.1.5.2 Alineamiento Vertical

3.1.5.2.1 Gradientes

Dependen directamente de la topografía del terreno y deben tener valores bajos que permitan velocidades de circulación razonables [12].

Tabla 33. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-Io R-II > 8 000 TPDA	2	3	4	3	4	6
I 3 000 a 8 000 TPDA	3	4	6	3	5	7
II 1 000 a 3 000 TPDA	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1 000 TPDA	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300 TPDA	5	6	8	6	8	12
V menos de 100 TPDA	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

Teniendo un TPDA de 1 662, la clase de carretera II, se utilizará para un terreno tipo ondulado una gradiente máxima de 6 %.

Para este tipo de gradiente que se encuentra en el rango de 8 – 10%, la longitud máxima será de 1 000 m.

Según la MOP 2003 la gradiente mínima es de 0.5 % .

3.1.5.2.2 Curvas Verticales

La longitud mínima de las curvas verticales va a ser:

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

$$L_{min} = 0.6 \times 80$$

$$L_{min} = 48 \text{ m}$$

3.1.5.3 Secciones Transversales

3.1.5.3.1 Ancho de la Sección Transversal Típica

Está constituido por el ancho de: pavimento, espaldones, taludes interiores y cunetas.

El ancho del pavimento se determina en función del volumen y composición del tráfico y de las características del terreno [12].

Tabla 34. Anchos de la Calzada.

Clase de Carretera	Ancho de la Calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-Io R-II > 8 000 TPDA	7.30	7.30
I 3 000 a 8 000 TPDA	7.30	7.30
II 1 000 a 3 000 TPDA	7.30	6.50
III 300 a 1 000 TPDA	6.70	6.00
IV 100 a 300 TPDA	6.00	6.00
V menos de 100 TPDA	4.00	4.00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

El ancho de calzada a utilizar será de 6.50 m.

3.1.5.3.2 Espaldones

Su función es la provisión de espacio para el estacionamiento temporal de vehículos fuera de la superficie de rodadura fija, tener una sensación de amplitud para el conductor, mejora la distancia de visibilidad en curvas horizontales y provisión de espacio para la colocación de señales de tráfico.

Tabla 35. Anchos de espaldones.

Clase de Carretera	Ancho de Espaldones					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-Io R-II > 8 000 TPDA	3.0 *	3.0 *	2.5 *	3.00	3.0 *	2.0 *
I 3 000 a 8 000 TPDA	2.5 *	2.5 *	2.0 **	2.5 *	2.0 **	1.5 **
II 1 000 a 3 000 TPDA	2.5 *	2.5 *	1.5 *	2.50	2.00	1.5
III 300 a 1 000 TPDA	2.0 **	1.5 *	1.0 *	1.50	1.00	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.60	0.60	0.6	0.60	0.60	0.6
V menos de 100 TPDA	Una parte del soporte lateral esta incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera el espaldon como tal)					
* La cifra en parentesis es la medida del espaldon interior de cada calzada y la otra es para el espaldon exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfaltico						
** Se recomienda que el espaldon debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.						

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

Se utilizará un ancho de espaldón de 2,00 m.

3.1.5.3.3 Tipo de Superficie de Rodadura

Tabla 36. Tipo de superficie de rodadura y gradiente transversal.

Clase de Carretera	Tipo de Superficie	Gradiente Transversal (%)
R-Io R-II > 8 000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5-2
I 3 000 a 8 000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5-2
II 1 000 a 3 000 TPDA	Grado estructural intermedio	2
III 300 a 1 000 TPDA	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B	2
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B	2.5-4*
V menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4
*Para caminos vecinales tipo 5 y 5E		

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

3.1.6 Diseño de la Estructura del Pavimento

Para diseño del pavimento se utilizará el método AASHTO 93.

Este método está basado primordialmente en identificar o encontrar un “Numero Estructural SN” para el pavimento flexible que pueda soportar el nivel de carga solicitada [23].

$$\log_{10} W_{18} = Z_r S_o + 9,36 \log_{10} (SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right]}{0,40 + \frac{1\,094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 \log_{10} M_r - 8,07$$

Donde:

W_{18} = Número de cargas de ejes simples equivalentes de 80 KN, calculadas respecto a la circulación de los vehículos.

Z_r = Área que se encuentra bajo una curva de distribución que está relacionada con la curva estandarizada para la confiabilidad R

S_o = Desviación estándar de todas las variables

ΔPSI = Perdida de serviciabilidad

M_r = Módulo de resiliente de la subrasante

SN = Número estructural

3.1.6.1 Periodo de diseño

El periodo de diseño se establecerá depende a los tipos de carretera. El periodo de diseño permite tomar en cuenta la economía del proyecto.

Tabla 37. Periodos de diseño en función del tipo de carretera.

Tipo de Carretera	Periodo de Analisis
Urbanas de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

Se tomará en cuenta un periodo de análisis de 15 a 25 años considerando un tipo de carretera pavimentada de bajo volumen.

3.1.6.2 Factor de Daño “Fd”

Tabla 38. Factores de daño de acuerdo con el tipo de vehículo.

Tipo	Simple		Simple doble		Tandem		Tridem		Factor daño
	Tons	$(P/6.6)^4$	Tons	$(P/8.2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
Livianos									0
Buses	4	0.135	8	0.91					1.04
2EP	2.5	0.021							1.29
	7	1.265							
2EP	6	0.683	11	3.24					3.92
3	6	0.683			18	3.16			2.76
4	6	0.683					25	1.4	2.08
5	6	0.683			18*2	4.15			4.83
>5E	6	0.683			18	2.07	25	1.4	4.15

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

3.1.6.3 Factor de distribución por carril “Dc”

Tabla 39. Factores de distribución por carril.

No. De carriles en una dirección	Porcentaje del W18 en el carril de diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

Tomando en cuenta que el proyecto solo será de un carril por sentido, se tomará en cuenta el 100% de la carga de los vehículos para el cálculo de diseño del pavimento.

3.1.6.4 Calculo de W18

$$W_{18} = Fd * TPDA_{final} * 365$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes acumulados

$TPDA_{final}$ = Trafico promedio diario anual, proyectado para 20 años

Fd = Factor de daño

$$W_{18} = (Fd * TPDA_{Buses} * 365) + (Fd * TPDA_{camiones} * 365)$$

$$W_{18} = (1.04 * 174 * 365) + (1.29 * 123 * 365)$$

$$W_{18\text{ parcial}} = 123\ 941$$

$$W_{18\text{ acumulado}} = 123\ 941 + 2\ 110\ 197$$

$$W_{18\text{ acumulado}} = 2\ 234\ 138$$

$$W_{18\text{ por direccion}} = W_{18\text{ acumulado}} \times Dc$$

$$W_{18 \text{ por direccion}} = 2\,234\,138 \times 0,5$$

$$W_{18 \text{ por direccion}} = 1\,117\,069$$

Tabla 40. Ejes equivalentes acumulados.

Año	n	Índice de Crecimiento (i%)			TPDA Futuro = $Ta(1+i)^n$			Total	W18 parcial	W18 acumulado	W18 diseño
		Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Buses	Camiones				
2019	0	3.97	1.97	1.94	720	126	90	936	90206	90206	45103
2020	1	3.97	1.97	1.94	749	128	92	969	91970	182177	91088
2021	2	3.57	1.78	1.74	772	131	93	996	93412	275588	137794
2022	3	3.57	1.78	1.74	800	133	95	1028	95057	370645	185322
2023	4	3.57	1.78	1.74	828	135	96	1060	96731	467376	233688
2024	5	3.57	1.78	1.74	858	138	98	1094	98435	565810	282905
2025	6	3.57	1.78	1.74	889	140	100	1129	100168	665978	332989
2026	7	3.25	1.62	1.58	901	141	100	1142	100816	766794	383397
2027	8	3.25	1.62	1.58	930	143	102	1175	102430	869224	434612
2028	9	3.25	1.62	1.58	960	146	104	1209	104070	973294	486647
2029	10	3.25	1.62	1.58	991	148	105	1245	105737	1079031	539515
2030	11	3.25	1.62	1.58	1024	150	107	1281	107430	1186461	593230
2031	12	3.25	1.62	1.58	1057	153	109	1318	109150	1295611	647805
2032	13	3.25	1.62	1.58	1091	155	110	1357	110898	1406508	703254
2033	14	3.25	1.62	1.58	1127	158	112	1397	112673	1519182	759591
2034	15	3.25	1.62	1.58	1163	160	114	1437	114478	1633659	816830
2035	16	3.25	1.62	1.58	1201	163	116	1480	116311	1749970	874985
2036	17	3.25	1.62	1.58	1240	166	117	1523	118173	1868143	934072
2037	18	3.25	1.62	1.58	1280	168	119	1568	120066	1988209	994104
2038	19	3.25	1.62	1.58	1322	171	121	1614	121988	2110197	1055099
2039	20	3.25	1.62	1.58	1365	174	123	1662	123941	2234138	1117069

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla.

Tendremos un valor total de ejes equivalentes de 1 117 069 para un periodo de diseño de 20 años.

3.1.6.5 CBR de diseño

Se diseña según el criterio de que la resistencia está en función del volumen de tránsito que se tendrá en la vía.

Tabla 41. Ejes equivalentes a 8.2 Ton

Número de ejes 8,2 toneladas en el carril de diseño	Percentil a seleccionar para hallar la resistencia del suelo
<10 ⁴	60%
10 ⁴ - 10 ⁶	75%
>10 ⁶	87.50%

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

El número de ejes por carril obtenido es de 123 941 con lo cual seleccionamos el valor de 75% de percentil el cual se encuentra en el rango de $10^4 - 10^6$ de números de ejes.

Tabla 42. CBR de diseño.

Abcisas	C.B.R (%)	fi	frecuencia	Porcentaje de Dureza
8+500	0.92%	1	9	100%
9+000	0.99%	1	8	89%
12+000	1.02%	1	7	78%
8+000	1.13%	1	6	67%
11+500	1.37%	1	5	56%
11+000	1.87%	1	4	44%
9+500	2.08%	1	3	33%
10+500	2.09%	1	2	22%
10+000	2.21%	1	1	11%

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Gráfica 18. CBR de diseño.



Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

CBR de diseño que se obtuvo es de 1.05 %.

Tabla 43. CBR de diseño.

CBR	Clasificación	
0 - 5	Muy Mala	Sub Rasante
5 - 10	Mala	
11 - 20	Regular - Buena	
21 - 30	Muy Buena	
31 - 50	Sub Base - Buena	
51 - 80	Base - Buena	
81 - 100	Base - Muy Buena	

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

Según la tabla para el CBR de 1.05 % podemos observar que nuestro suelo de la subrasante es considerado muy malo por lo cual se debe realizar un mejoramiento de suelo.

El mejoramiento de suelo se lo realizará con material pétreo que según las especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes del Ministerio de Obras Públicas (MOP) nos indica que el valor de CBR deberá ser mayor al 20%. Para este caso se tomará un valor de CBR del 21% en el cual la tabla nos señala que se considerará muy bueno el suelo ya estabilizado.

3.1.6.6 Confiabilidad “R”

Es la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real, igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptado.

Tabla 44. Confiabilidad recomendada.

Tipo de camino	Confiabilidad recomendada	
	Zona Urbana	Zona Rural
Rutas interestatales y autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 99
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

El tipo de camino que se tiene es local en una zona rural, por lo que se tomara una confiabilidad promedio del 85 %, siendo que según la MOP la vía del proyecto es una de tipo colectora.

3.1.6.7 Desviación estándar normal “Zr”

Se da de acuerdo con los diferentes valores de confiabilidad.

Tabla 45. Desviación estándar normal.

Confiabilidad	Desviación estándar
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.467
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.90	-3.09
99.99	-3.750

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

La desviación estándar para tomar en cuenta es de -1.037 para una confiabilidad del 85 %.

3.1.6.8 Desviación estándar global “So”

Tabla 46. Desviación estándar global.

Condiciones de diseño	Desviación estándar
Variación de la predicción en el comportamiento del pavimento (sin error de tráfico)	0.25
Variación total en la predicción del comportamiento del pavimento y en la estimación del tráfico	0.35 - 0
Valor recomendado	0.45

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

La desviación estándar global será de 0.45 siendo este el valor recomendado.

3.1.6.9 Índice de serviciabilidad “PSI”

Condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios.

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

Donde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial y final

$PSI_{inicial}$ = Índice de servicio inicial, para pavimentos rígidos será 4.5 y para pavimentos flexibles será 4.2

PSI_{final} = Índice de servicio final, para caminos principales será 2.5 o 3.0 y para caminos secundarios de 2.0

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

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

3.1.6.10 Modulo de resiliencia “Mr”

Se presenta los siguientes valores de relación entre el CBR y el módulo de resiliencia de la subrasante [22].

- $Mr = 1\,500 \times CBR$ para $< 10\%$ (sugerido por AASHTO)
- $Mr = 3\,000 \times CBR^{0.65}$ para CBR de 7.2% a 20% (ecuación desarrollada por Sudáfrica)
- $Mr = 4\,326 \times \ln CBR + 241$ (utilizada para suelos granulares por la AASHTO)

El valor de CBR de diseño por la cual se opto es de 21 % por lo cual se utilizará la fórmula de la ecuación utilizada para suelos granulares por la AASHTO.

$$Mr = 4\,326 \times \ln CBR + 241$$

$$Mr = 4\,326 \times \ln 21 + 241$$

$$Mr = 13\,411 \text{ psi}$$

3.1.6.11 Espesores por capa

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

Donde:

a_1, a_2, a_3 = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase respectivamente

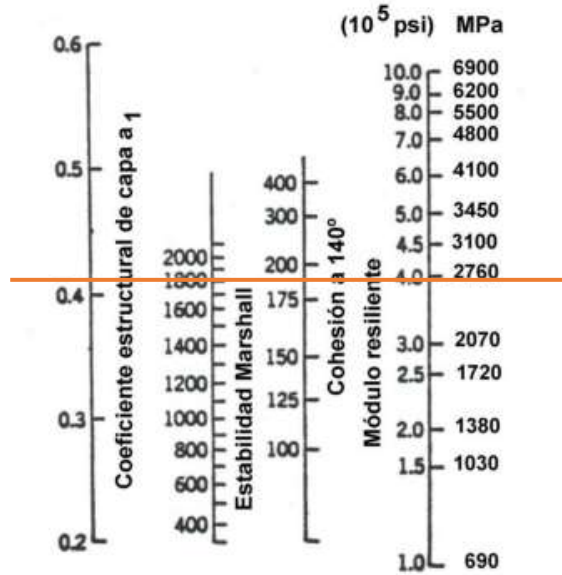
D_1, D_2, D_3 = Espesores de la carpeta, base y subbase respectivamente

m_2, m_3 = Coeficientes de drenaje para base y subbase respectivamente

3.1.6.11.1 Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”

El siguiente ábaco de coeficientes de la carpeta asfáltica es la que nos menciona la norma AASHTO 93.

Gráfica 19. Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos.



Fuente: “Diseño de Pavimentos AASHTO 93” - AASHTO 93

La estabilidad Marshall del proyecto se consideró 1 800 libras por lo que el ábaco nos indica que tendremos un módulo de la carpeta asfáltica de 4×10^5 psi (400 ksi).

Tabla 47. Valores de coeficiente estructural a1.

Módulos Elásticos		Valores de a1
PSI	Mpa	
125 000	875	0.220
150 000	1 050	0.250
175 000	1 225	0.280
200 000	1 400	0.295
225 000	1 575	0.320
250 000	1 750	0.330
275 000	1 925	0.350
300 000	2 100	0.360
325 000	2 275	0.375
350 000	2 450	0.380
375 000	2 625	0.405
400 000	2 800	0.420
425 000	2 975	0.435
450 000	3 150	0.440

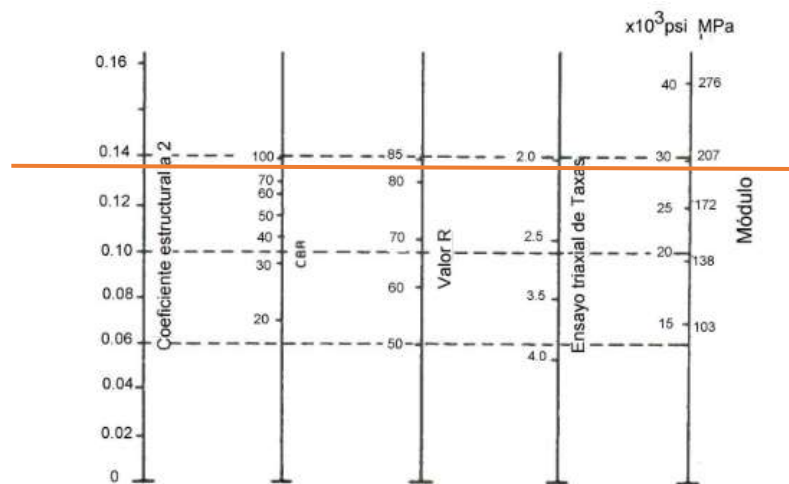
Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

El coeficiente estructural de la carpeta asfáltica será de 0.42 y un módulo de elasticidad de 400 000 psi según la tabla 47.

3.1.6.11.2 Coeficiente estructural de la base “a2”

La base según el MTOP deberá tener un valor de CBR igual o mayor al 80%, el límite líquido menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.

Gráfica 20. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes.



Fuente: “Diseño de Pavimentos AASHTO 93” - AASHTO 93

Tabla 48. Valores de coeficiente estructural a2.

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

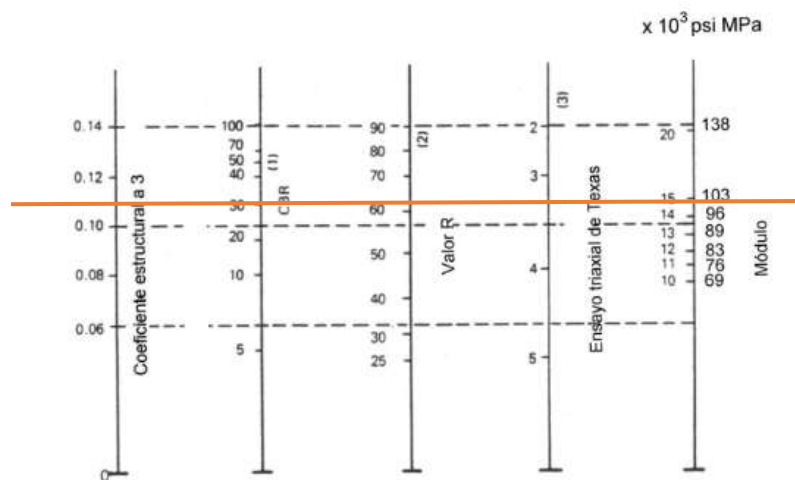
Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

El coeficiente estructural de la base será de 0.133 y un módulo de elasticidad de 28 ksi según el Gráfico 23.

3.1.6.11.3 Coeficiente estructural de la subbase “a3”

La subbase según el MTOP deberá tener un valor de CBR igual o mayor al 30%, el límite líquido menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6.

Gráfica 21. Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes.



Fuente: “Diseño de Pavimentos AASHTO 93” - AASHTO 93

Tabla 49. Valores de coeficiente estructural a_3 .

CBR %	Valores de a_3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

El coeficiente estructural de la base será de 0.108 y un módulo de elasticidad de 14.9 ksi según el Gráfico 23.

3.1.6.11.4 Espesores de la carpeta y base granular

Las capas del pavimento flexible se observan en la siguiente tabla según el número de ejes equivalentes totales para el periodo de diseño requerido.

Tabla 50. Espesores mínimos según ejes equivalentes.

W18	Concreto asfáltico (cm)	Base granular (cm)
menos de 50 000	2.5	10
50 000 - 150 000	5	10
150 000 - 500 000	6.5	10
500 000 - 2 000 000	7.5	15
2 000 000 - 7 000 000	9	15
más de 7 000 000	10	15

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993

Se va a tener los siguientes valores mínimos:

Concreto asfáltico (D1) = 7.5 cm

Base granular (D2) = 15 cm

3.1.6.11.5 Coeficiente de drenaje para base y subbase “ m2, m3”

El coeficiente de drenaje afecta a base y subbase. Un buen drenaje aumenta la capacidad portante de la subrasante, mejorando la calidad del camino y permitiendo el uso de capas más delgadas [18].

Tabla 51. Calidad de Drenaje.

Calidad de drenaje	50% de saturación en:	85% de saturación en:
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 día	2 a 5 horas
Regular	1 semana	5 a 10 horas
Pobre	1 mes	Más de 10 horas
Muy pobre	El agua no drena	Mucho más de 10 horas

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

Se ha tomado en cuenta una calidad de drenaje regular, siendo que el proyecto se encuentra ubicado en sector de constante humedad.

Tabla 52. Coeficiente de drenaje m2, m3.

Calidad de drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad próximos a la saturación			
	<1%	1 - 5%	5 - 25%	>25%
Excelente	1.40 - 1.35	1.35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	1.35 - 1.25	1.25 - 1.15	1.15 - 1.00	1.00
Regular	1.25 - 1.15	1.15 - 1.05	1.00 - 0.80	0.80
Pobre	1.15 - 1.05	1.05 - 0.80	0.80 - 0.60	0.60
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.75 - 0.40	0.40

Fuente: “Guide for Design of Pavement Structures” – AASHTO 1993.

Se ha considerado que el proyecto se encuentra expuesto a la humedad de un 5 – 25 % teniendo los coeficientes de drenaje de 0.80 para m2 y m3.

3.1.6.12 Numero estructural “SN”

Con los parámetros encontrados en los anteriores literales se procede a encontrar el numero estructural (SN) que soporte el número de ejes equivalentes W18 para el diseño, con la ayuda del software “Ecuación AASHTO 93”.

Tabla 53. Resumen de los parámetros encontrados.

Descripción	Símbolo	Valores
W18 diseño	W18	1 117 069
CBR diseño	CBR	21%
Confiabilidad	R	85%
Desviación estándar normal	Zr	-1.037
Desviación estándar global	So	0.45
Índice de serviciabilidad	PSI	2.2
Modulo de resiliencia de la subrasante	Mr	13.41 ksi
Modulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	Mr ca	400 ksi
Modulo de resiliencia de la base	Mr b	28 ksi
Modulo de resiliencia de la subbase	Mr sb	14.9 ksi
Coficiente estructural de la carpeta asfáltica	a1	0.42
Coficiente estructural de la base	a2	0.133
Coficiente estructural de la subbase	a3	0.108
Espesor carpeta asfáltica	D1	7.5 cm
Espesor base granular	D2	15 cm
Coeficientes de drenaje	m2	0.8
	m3	0.8

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Gráfica 22. Cálculo del número estructural.

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and buttons. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)" section has "85 % Zr=-1.037" selected and "So" set to "0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section has "PSI inicial" set to "4.2" and "PSI final" set to "2". The "Módulo resiliente de la subrasante" section has "Mr" set to "13411 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has empty fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, with "W18 =" set to "1117069". The "Número Estructural" section shows "SN =" set to "2.65". At the bottom, there are "Calcular" and "Salir" buttons.

Fuente: “Cálculo del número estructural AASHTO 1993” – Luis Ricardo Vásquez Varela

Mediante el programa “Ecuación AASHTO 93” se calculó un numero estructural (SN) igual a 2.65.

3.1.6.13 Espesor de la estructura del pavimento

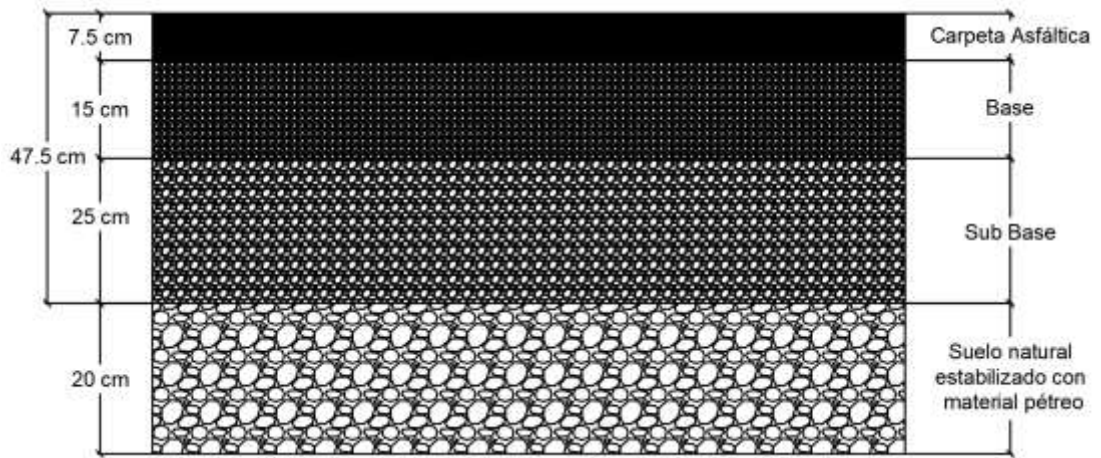
Los espesores de la estructura del pavimento flexible se lo establecerán mediante una hoja de Excel utilizando los valores de la Tabla 52.

Tabla 54. Cálculo de espesores de la estructura del pavimento flexible.

Datos de Entrada			
1. Características de materiales			
A. Módulo de resiliencia de la carpeta asfáltica	400 ksi		
B. Módulo de resiliencia de la base granular	28 ksi		
C. Módulo de resiliencia de la subbase	14.9 ksi		
2. Datos del tráfico y propiedades de las subrasante			
A. Número de ejes equivalentes total (W18)	1.12E+06		
B. Factor de Confiabilidad (R)	85%		
C. Factor de desviación estandar normal	-1.037		
D. Factor de desviación estandar global	0.45		
E. Módulo de resiliencia de la subrasante	13.41 ksi		
F. Serviciabilidad inicial	4.2		
G. Serviciabilidad final	2		
H. Periodo de diseño	20 años		
3. Datos para estructuración del refuerzo			
A. Coeficientes estructurales de capa			
AA. Concreto Asfáltico	0.420		
AB. Base granular	0.133		
AC. Subbase	0.108		
B. Coeficientes de drenaje de capa			
BA. Base granular	0.80		
BB. Subbase	0.80		
Datos de salida			
Número estructural requerido total	2.65		
Número estructural carpeta asfáltica	2.02		
Número estructural base granular	0.53		
Número estructural subbase	0.10		
Estructura del pavimento			
		Propuesta	
	Teorico	Espesor	SN
Espesor carpeta asfáltica	12.2 cm	7.5 cm	1.24
Espesor base granular	12.7 cm	15.0 cm	0.63
Espesor subbase granular	2.9 cm	25.0 cm	0.85
Espesor Total		47.5 cm	2.72

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Gráfica 23. Espesores de diseño de la estructura del pavimento flexible.



Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

3.1.6.14 Propiedades de los materiales

Se utilizará los materiales con las propiedades y características óptimas para el proyecto teniendo en consideración los materiales del sector.

- Sub base clase 3, se empleará este tipo de sub base siendo que los materiales empleados son obtenidos de excavación.

Tabla 55. Límites granulométricos para sub bases.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	--	--	100
2" (50.4 mm)	--	100	--
1 1/2" (38.1 mm)	100	70 - 100	--
Nº4 (4.75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº40 (0.425 mm)	10 - 35	15 - 40	--
Nº200 (0.075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” - MOP

- Base clase 2, se utilizará este tipo de base ya que son elaboradas con un 50% o más de agregados gruesos triturados y mezclados en planta.

Tabla 56. Límites granulométricos para base clase 2.

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
1" (25.4 mm)	100
3/4" (19.0 mm)	70 - 100
3/8" (9.5 mm)	50 - 80
N°4 (4.75 mm)	35 - 65
N°10 (2.00 mm)	25 - 50
N°40 (0.425 mm)	15 - 30
N°200 (0.075 mm)	3 - 15

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” - MOP

- Capas de rodadura, constituido por asfalto diluidos o emulsiones asfálticas y debe cumplir con las siguientes especificaciones:

Tabla 57. Granulometría de los agregados para mezcla asfáltica.

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

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” – MOP

Tabla 58. Requerimiento para agregados.

Ensayo	Especificaciones
Resistencia al desgaste por abrasión	$\leq 40\%$
Resistencia a la acción de los sulfatos	$< 12\%$
Recubrimiento y peladura	Adherencia 95% Peladura 5% AASHTO T 182
Índice plástico (pasa #40)	< 4
Hinchamiento	1.50%

Fuente: “Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes” - MOP

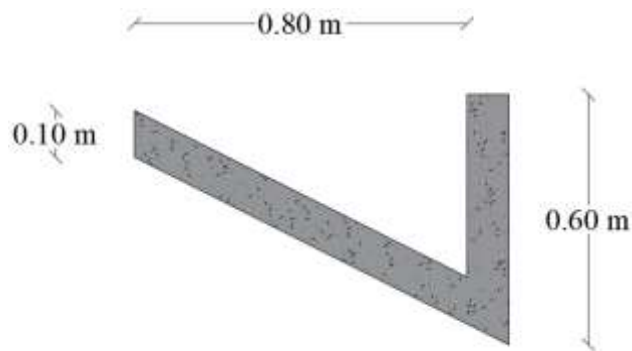
3.1.7 Diseño de obras complementarias

3.1.7.1 Diseño de cunetas

Se realizará el cálculo para cunetas triangulares, siendo estas de mayor facilidad de construcción y mantenimiento.

Para este tipo de cunetas se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1 y del lado del corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud, considerando una lámina de agua no mayor a 30 cm [12].

Gráfica 24. Sección de cuneta propuesta.



Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Los datos por utilizar son tomados del Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI).

$$Q = V \times A$$

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

Donde:

Q = Caudal, m³/s

V = Velocidad de flujo, m/s

A = Área, m

n = Coeficiente de rugosidad de Manning

R = Radio hidráulico, m

J = Pendiente de la cuneta, %

○ Área

$$A = \frac{b \times h}{2}$$

$$A = \frac{100 \times 30}{2}$$

$$A = 1\,500 \text{ cm}^2 = 0.15 \text{ m}^2$$

○ Perímetro mojado

$$Pm = 1 \text{ m} + 0.30 \text{ m} + 1.04 \text{ m}$$

$$Pm = 2.34 \text{ m}$$

○ Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{Pm}$$

$$R = \frac{0.15}{2.34}$$

$$R = 6.41 \times 10^{-2} \text{ m}$$

Tabla 59. Coeficientes de rugosidad de Manning para canales abiertos.

Tipo de Superficie	N
Tierra Lisa	0.02
Césped con mas de 15 cm	0.04
Césped con menos de 15 cm	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: “Mecánica de Fluidos e Hidráulica de Schaum” - Schaum

Como el canal será revestido de hormigón $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$, tendremos un coeficiente de rugosidad de 0.016.

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

$$V = \frac{1}{0.016} \times 0.0641^{2/3} \times J^{1/2}$$

$$V = 10.01 \times J^{1/2}$$

$$Q = V \times A$$

$$Q = 10.01 \times J^{1/2} \times 0.15$$

$$Q = 1.502 \times J^{1/2}$$

Tabla 60. Caudales y Velocidades para diferentes pendientes.

J%	J	Q (m3/s)	V (m/s)
0.5	0.005	0.106	0.708
1.0	0.010	0.150	1.001
1.5	0.015	0.184	1.226
2.0	0.020	0.212	1.416
2.5	0.025	0.237	1.583
3.0	0.030	0.260	1.734
3.5	0.035	0.281	1.873
4.0	0.040	0.300	2.002
4.5	0.045	0.319	2.123
5.0	0.050	0.336	2.238
5.5	0.055	0.352	2.348
6.0	0.060	0.368	2.452
6.5	0.065	0.383	2.552
7.0	0.070	0.397	2.648
7.5	0.075	0.411	2.741
8.0	0.080	0.425	2.831
8.5	0.085	0.438	2.918
9.0	0.090	0.451	3.003
9.5	0.095	0.463	3.085
10.0	0.100	0.475	3.165

Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

Se utilizará la fórmula del método racional para hallar el caudal que circula por la cuneta.

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

Donde:

Q = Caudal, m³/s

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación pluvial en mm/h

A = Número de hectáreas tributarias

Tabla 61. Valores de esorrentía.

Por la topografía	
Plana con pendiente 0.2 - 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendiente de 3.0 - 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendientes 30 - 50 m/km	0.1
Por tipo de suelo	
Arcilla compactada impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
Por la capa vegetal	
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico” – MOP 2003.

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

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

$$C = 0.5$$

Para calcular la intensidad de lluvia se utilizará las ecuaciones del INAMHI.

$$I = \frac{4.14 \times T^{0.18} \times P_{max}}{t_c^{0.58}}$$

Donde:

I = Intensidad de precipitación, mm/h

T = Periodo de retorno, años

P_{max} = Precipitación máxima en 24 horas

t_c = Tiempo de duración de la lluvia

La precipitación anual de Moraspungo es de 1 000 a 1 500 mm/año, datos sacados del plan de desarrollo y ordenamiento territorial de la parroquia rural de Moraspungo.

$$P_{max} = 1\,500 \text{ mm/año}$$

$$P_{max} = 125 \text{ mm/mes}$$

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

Donde:

L = Longitud del área de drenaje (500 m)

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga, m

$$H = L \times i$$

$$H = 500 \times 0.05$$

$$H = 25 \text{ m}$$

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{500^3}{25} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 7.40 \text{ min}$$

$$I = \frac{4.14 \times 10^{0.18} \times 125}{7.40^{0.58}}$$

$$I = 245.33 \text{ mm/h}$$

Área de drenaje de la cuneta

$$A = (\text{ancho de la calzada} + \text{cuneta}) \times L$$

$$A = (3.35 + 1) \times 500$$

$$A = 2\,175 \text{ m}^2$$

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

$$Q = \frac{0.5 \times 245.33 \times 0.2175}{360}$$

$$Q = 0.07411 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$0.336 \text{ m}^3/\text{s} > 0.07411 \text{ m}^3/\text{s}$$

(El caudal admisible es mayor que el caudal máximo, diseño adecuado)

3.1.7.2 Diseño de alcantarillas

Tiene como finalidad que el agua de la carretera sea desalojada. Se realizará el cálculo mediante la fórmula de Talbot:

$$A = \frac{0.183 \times C \times H^{3/4} \times I}{100}$$

Donde:

A = Área libre de la alcantarilla, m²

H = Área de la microcuenca, Ha

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación, mm/h

Tabla 62. Coeficiente de escorrentía.

Tipo de terreno y topografía	Valores de C
Montañoso y escarpado	1.00
Con mucho lomerio	0.80
Con lomerio	0.60
Muy ondulado	0.50
Poco ondulado	0.40
Casi plana	0.30
Plana	0.20

Fuente: Talbot.

$$A = \frac{0.183 \times 0.5 \times 1.34^{3/4} \times 245.33}{100}$$

$$A = 0.28 \text{ m}^2$$

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

$$D = \sqrt{\frac{4 \times A}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{4 \times 0.28}{\pi}}$$

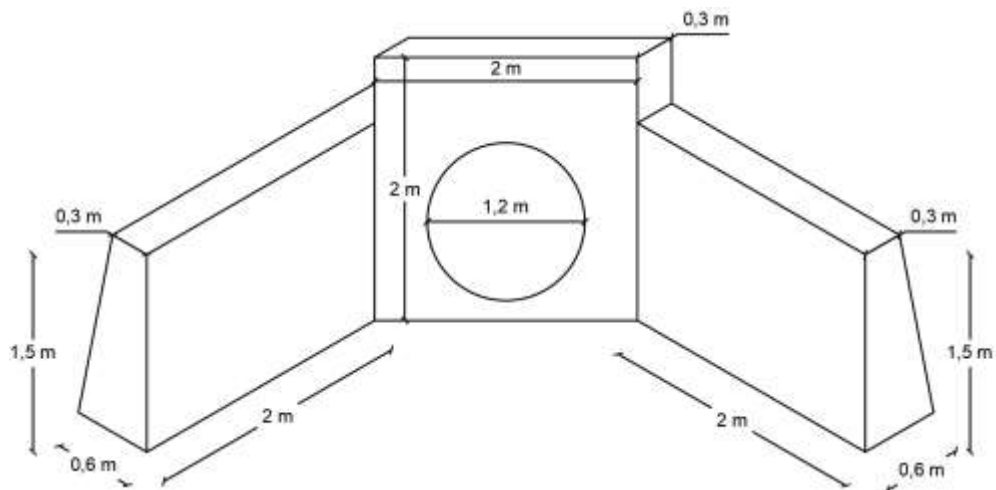
$$D = 0.59 \text{ m} \cong 0.60 \text{ m}$$

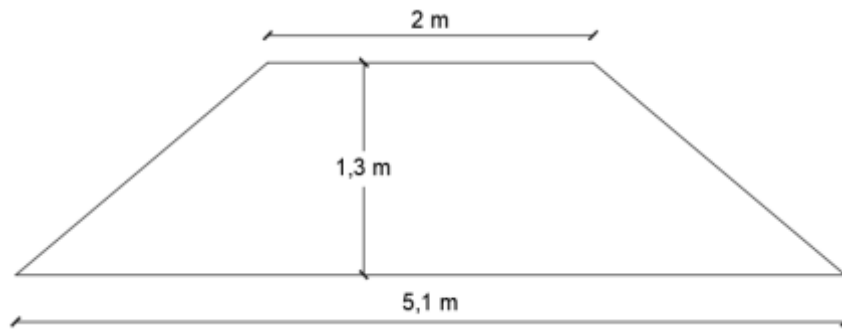
El diámetro calculado para la tubería de alcantarilla es diámetros de 0.60 m; se recomienda utilizar un diámetro mínimo de 1.20 m debido al mantenimiento y limpieza de esta.

La profundidad de instalación de la tubería deberá ser tal que el espesor del relleno no cause daños a las tuberías, siendo para tráfico normal 1 m de profundidad y para tráfico pesado de 1.20 m.

Se utilizará una pendiente del 2% así se evitará sedimentación en la tubería.

Gráfica 25. Sección del diseño de la alcantarilla.





Fuente: Erick Kenneth Torres Bonilla

3.1.7.3 Señalización

Se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado del tránsito de peatones y vehículos.

3.1.7.3.1 Señalización vertical

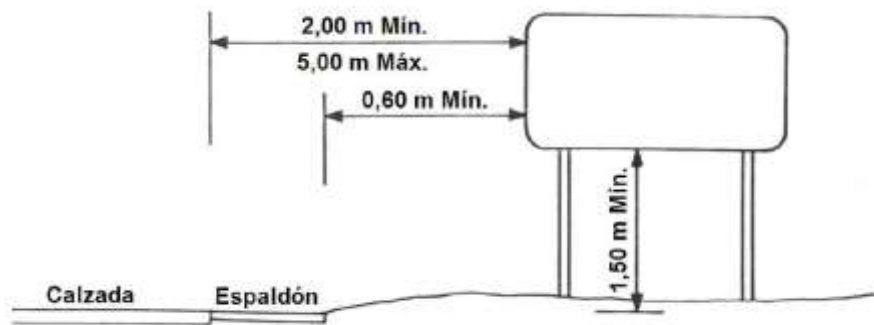
Previenen los peligros que pueden ser no muy evidentes o, información acerca de rutas, direcciones, destinos y puntos de interés. La señal de tránsito puede ser una leyenda, un símbolo o un conjunto de los dos [24].

- Ubicación y altura

La ubicación en sectores rurales, la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón; en caso de existir cuneta, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma [24].

La altura en sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visibles bajo la iluminación. No debe ser menor a 1.50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la señal [24].

Gráfica 26. Estructuras típicas para señales elevadas.



Fuente: “Reglamento Técnico Ecuatoriano 004, Señalización Vial” - INEN

- Orientación

Gráfica 27. Orientación de las señales.



Fuente: “Reglamento Técnico Ecuatoriano 004, Señalización Vial” - INEN

- Señales regulatorias
 - Pare: Se colocan en las aproximaciones a las intersecciones, donde una vía tiene prioridad una con la otra y obliga a parar al vehículo.
 - Ceda el paso: Se colocan en aproximaciones a intersecciones donde el tráfico que debe ceder el paso tiene una buena visibilidad sobre el tráfico de la vía principal.
 - Límite máximo de velocidad: Sirve para indicar la velocidad máxima permitida en un tramo de vía.

- Señales Preventivas
 - Curva cerrada izquierda o derecha: Indican la aproximación a curvas cerradas.
 - Curva abierta izquierda o derecha: Indican la aproximación a curvas abiertas.
 - Empalme lateral izquierdo o derecho: Previene al conductor de la existencia adelantada de un empalme de vía en el costado.
 - Niños: Aproximación a un sitio con presencia de niños.
 - Zona de juegos: Aproximación a zonas recreacionales adyacentes a la vía.

- Señales de información
 - Orientan y guían a los usuarios viales proporcionándole la información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de la forma más segura, simple y directa posible.

3.1.7.3.1 Señalización horizontal

La circulación vehicular y peatonal debe ser guiada y regulada a fin que ésta pueda llevarse a cabo en forma segura, fluida, ordenada y cómoda [24].

- Líneas longitudinales
 - Se emplean para delimitar carriles y calzadas.
 - Dependiendo de su forma o color, señalan los sectores donde se permite o prohíbe adelantar, virar o estacionar.
 - Pueden ser de colores amarillo, blancas o azul dependiendo su función.

- Líneas transversales
 - Indican el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse, ceder el paso o disminuir su velocidad y para señalar cruces peatonales.
 - Son de color blanco

- Símbolos y leyendas
 - Indican al conductor maniobras permitidas, regular la circulación y advertir sobre peligros.
 - Los colores van a variar según su símbolo pueden ser de color blanco, azul o amarillo.
 - Deben ser señalizadas en el centro de cada uno de los carriles en que se aplican.

3.1.8 Presupuesto

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Proyecto: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI" Ubicación: Parroquia Moraspungo Realizado: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla					
Tabla de Descripción de Rubros, Unidades, Cantidades y Precios					
Rubro	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total
1	Desbroce y Limpieza	HA	9.04	4.60	41.56
2	Replanteo y Nivelación	Km	4.11	551.70	2 266.47
3	Excavación sin Clasificar a Máquina	m3	135 176.99	5.72	772 953.69
4	Relleno Compactado	m3	56 876.56	4.29	243 988.00
5	Mejoramiento de la subrasante	m3	9 859.49	7.07	69 669.61
6	Conformación de Subrasante	m2	49 297.44	3.00	147 802.97
7	Sub-base Clase 3 Tendido y Compactado	m3	12 324.36	18.11	223 219.77
8	Base Clase 2	m3	7 394.62	21.11	156 115.71
9	Hormigón Asfáltico de 6" + Imprimación	m3	3 697.31	12.44	45 990.58
10	Cunetas Hormigón Simple f'c 180 kg/cm2	m3	1 314.60	15.82	20 794.48
11	Alcantarilla Metálica	m	20.80	289.12	6 013.75
12	Hormigón Estructural f'c 210 kg/cm2 incluye encofrado	m3	8.82	212.93	1 878.03
13	Acero de Refuerzo fy 4200 kg/cm2	kg	600.82	2.80	1 679.29
14	Señalización Horizontal	m	16 432.48	3.80	62 400.12
15	Señalización Vertical	U	102.00	146.46	14 938.78
			TOTAL	1 298.96	1 769 752.80

SON: UN MILLÓN SETECIENTOS SESENTA Y NUEVE MIL SETECIENTOS CINCUENTA Y DOS, 80/100 DÓLARES.

Estos precios no incluyen IVA.

3.1.9 Cronograma de Trabajo

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Proyecto: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI" Ubicación: Parroquia Moraspungo Realizado: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla Cronograma Valorado de Trabajo													
Rubro	Descripción	Cantidad	Precio Unitario	Precio Total	1er Mes	2do Mes	3er Mes	4to Mes	5to Mes	6to Mes	7mo Mes	8vo Mes	
1	Desbroce y Limpieza	9.04	4.60	41.56	9.04 41.56								
2	Replanteo y Nivelación	4.11	551.70	2 266.47	1.37 755.49	1.37 755.49	1.37 755.49						
3	Excavación sin Clasificar a Máquina	135 176.99	5.72	772 953.69		45 059.00 257 651.23	45 059.00 257 651.23	45 059.00 257 651.23					
4	Relleno Compactado	56 876.56	4.29	243 988.00			18 958.85 81 329.33	18 958.85 81 329.33	18 958.85 81 329.33				
5	Mejoramiento de la subrasante	9 859.49	7.07	69 669.61				4 929.74 34 834.80	4 929.74 34 834.80				
6	Conformación de Subrasante	49 297.44	3.00	147 802.97				24 648.72 73 901.48	24 648.72 73 901.48				
7	Sub-base Clase 3 Tendido y Compactado	12 324.36	18.11	223 219.77					6 162.18 111 609.89	6 162.18 111 609.89			
8	Base Clase 2	7 394.62	21.11	156 115.71						3 697.31 78 057.86	3 697.31 78 057.86		
9	Hormigón Asfáltico de 6" + Imprimación	3 697.31	12.44	45 990.58								3 697.31 45 990.58	
10	Cunetas Hormigón Simple f'c 180 kg/cm2	1 314.60	15.82	20 794.48				328.65 5 198.62	328.65 5 198.62	328.65 5 198.62	328.65 5 198.62		
11	Alcantarilla Metálica	20.80	289.12	6 013.75			20.80 6 013.75						
12	Hormigón Estructural f'c 210 kg/cm2 incluye encofrado	8.82	212.93	1 878.03						8.82 1 878.03			
13	Acero de Refuerzo fy 4200 kg/cm2	600.82	2.80	1 679.29						600.82 1 679.29			
14	Señalización Horizontal	16 432.48	3.80	62 400.12								16 432.48 62 400.12	
15	Señalización Vertical	102.00	146.46	14 938.78								102.00 14 938.78	
Inversión Mensual						797.05	258 406.72	345 749.80	452 915.47	306 874.13	198 423.68	83 256.48	123 329.48
Avance Mensual (%)						0.05%	14.60%	19.54%	25.59%	17.34%	11.21%	4.70%	6.97%
Inversión Acumulada					1 769 752.80	797.05	259 203.77	604 953.57	1 057 869.04	1 364 743.16	1 563 166.85	1 646 423.32	1 769 752.80
Avance Acumulado (%)						0.05%	14.65%	34.18%	59.77%	77.11%	88.33%	93.03%	100.00%

3.1.10 Especificaciones Técnicas

Las especificaciones técnicas que se utilizará se encuentran en “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes” del Ministerio de Obras Públicas (MOP), en la cual nos indicará normas y disposiciones que rigen la ejecución y terminación de una obra; y las condiciones y requisitos que deben satisfacer: el personal, los materiales, los equipos y los procedimientos utilizados para esos fines.

CAPITULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Al realizar el levantamiento topográfico en el tramo de la vía del presente proyecto se pudo observar varias condiciones en el sitio, como es la sección transversal de la vía existente, la cual no cumplen con el ancho regularizado según las normas de la MOP, la cual no permita circular a los vehículos con fluidez.
- Calculado el TPDA con un estudio de tráfico proyectado para 20 años, se obtuvo un valor de 1662 vehículos por día, que según tablas del MOP trata de una carretera Clase II, la cual nos indicará los valores correspondientes para el diseño geométrico de la vía y la estructura del pavimento.
- Efectuado los estudios de suelo se ha determinado que la vía tiene un suelo tipo arcilloso desde la abscisa 8+000 hasta la abscisa 11+000 y un suelo tipo limoso desde la abscisa 11+500 hasta la abscisa 12+000.
- Los estudios de suelo también nos proporcionan valores de CBR. en el cual se puede observar que en el suelo existente del sector tiene un valor de 1.05% lo cual es un tipo de suelo que de acuerdo con las tablas se ubican en la categoría de “muy malo” por lo que se recomienda realizar un mejoramiento de suelo.
- El diseño geométrico de la vía, se lo realizó tomando en cuenta el valor de TPDA y el tipo de carretera recomendada por la MOP, que será diseñada con una velocidad de diseño de 80 kilómetros por hora, tomando en cuenta una topografía de suelo de tipo ondulada.
- Se diseñó la estructura del pavimento siguiendo el método AASHTO 93, considerando el TPDA calculado y un valor de CBR de 21% recomendado por la MOP, obteniendo así los siguientes valores para los diferentes espesores de la estructura del pavimento: 7.5 cm para el espesor de la carpeta asfáltica, 15 cm para el espesor de la base granular y 25 cm para el espesor de sub-base granular, obteniendo un espesor total de 47.5 cm.

- El presupuesto referencial que se obtuvo en el cálculo del presente proyecto asciende a un monto estimado de 1 769 752.80 \$ (un millón setecientos sesenta y nueve mil setecientos cincuenta y dos, 80/100 dólares) aproximadamente, esta inversión nos facilitará construir una vía que unirá a los diferentes recintos, dando una mejora en el transporte de los productos cultivados en el sector.

4.2 Recomendaciones

- Socializar el proyecto presentado con la población que se verá afectada con los terrenos por el motivo de la apertura de la nueva vía.
- Deberá existir una supervisión técnica durante la ejecución del proyecto para que se cumpla con las normativas y especificaciones señaladas en el estudio y diseño.
- Realizar las obras de drenaje diseñadas y especificadas en el proyecto para mantener la vía en buen estado y asegure el buen funcionamiento de esta.
- Se deberá realizar un estudio de impacto ambiental andes del inicio de la obra o proyecto.

MATERIALES DE REFERENCIA

Referencias Bibliográficas

- [1] J. Romero Orellana, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA BALOSA SECTOR GUARUMALES, DESDE LA ABSCISA 9+500 HASTA LA ABSCISA 10+700,” Universidad Técnica de Machala, 2015.
- [2] I. S. Orozco Quinga, “DISEÑO GEOMÉTRICO DE LOS TRAMOS VIALES QUE UNEN LOS SECTORES QUITOCUCHO Y SEGOVIA ALTO ENTRE LAS PARROQUIAS BOLÍVAR Y HUAMBALÓ DEL CANTÓN PELILEO, PROVINCIA DEL TUNGURAHUA APLICANDO LOS SOFTWARE BIM DE ANIMACIÓN AutoCAD CIVIL 3D Y 3ds Max,” Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [3] L. S. Mena Carrasco, “TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA PROLONGACIÓN DE LA VÍA SANTA INÉS ENTRE EL SECTOR SAN JUAN DE LOS DIABLOS ENTRE EL RÍO RESBALO Y EL RÍO TIGRE, PARROQUIA RÍO NEGRO, CANTÓN BAÑOS, PROVINCIA DE TUNGURAHUA.,” Universidad Técnica de Ambato, 2017.
- [4] W. J. Quezada Tacuri, “DISEÑO DEL CAMINO VECINAL LIBERTAD Km 25 VÍA A MACAS DEL CANTÓN PASTAZA EN LA PROVINCIA DE PASTAZA,” Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [5] M. F. Laica Moreira, “Diseño Geométrico Del Camino Vecinal La Independencia – Anillo Vial Hacia La Comunidad Jaime Roldós Aguilera II Bloque, Ubicado En El Cantón Arajuno, Provincia De Pastaza,” Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [6] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, *PROCEDIMIENTOS PARA PROYECTOS VIALES*, vol. NEVI-12-MT. Ecuador, 2013.
- [7] L. F. Macea-Mercado, L. Morales, and L. G. Márquez-Díaz, “Un sistema de gestión de pavimentos basado en nuevas tecnologías para países en vía de desarrollo,” *Ing. Investig. y Tecnol.*, vol. 17, no. 2, pp. 223–236, 2016.

- [8] “PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL MORASPUNGO,” Ecuador, 2015.
- [9] A. García, F. J. Camacho-Torregrosa, A. M. Pérez-Zuriaga, A. T. Moreno, and C. Llorca, *Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras*. 2013.
- [10] C. CRESPO VILLALAZ, *VÍAS DE COMUNICACIÓN: CAMINOS, FERROCARRILES, AEROPUERTOS, PUENTES Y PUERTOS*, CUARTA. MÉXICO, 2010.
- [11] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *NORMA PARA ESTUDIOS VIALES Y DISEÑO VIALES*, vol. 2A. 2013.
- [12] MTOP, *Normas de Diseño Geométrico de Carreteras - 2003*. Ecuador, 2003.
- [13] G. Jimenez Cleves, *Topografía para Ingenieros Civiles*. Armenia: Universidad del Quindío, 2007.
- [14] A. Rico Rodríguez and H. Del Castillo Mejía, *La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras, Ferrocarriles y Aeropistas*. Mexico, 2012.
- [15] E. Juárez Badillo and A. Rico Rodríguez, *Mecánica de suelos: Fundamentos de la mecánica de suelos*. Mexico, 2012.
- [16] P. A. Chocontá Rojas, *Diseño Geométrico de Vías*, Tercera. Colombia, 2011.
- [17] AASHTO 1994, *DISEÑO GEOMATRICO DE CARRETERAS Y CALLES*, AASHTO 1994. 1994.
- [18] Escuela de Camino de Montaña, *Diseño de Pavimentos – AASHTO 93*. Perú, 2006.
- [19] G. Vivar Romero, *DISEÑO Y CONSTRUCCION DE PAVIMENTOS*, vol. 6. Perú, 1995.
- [20] M. A. RINCÓN VILLALBA, W. E. VARGAS VARGAS, and C. J. GONZÁLEZ VERGARA, *TOPOGRAFÍA CONCEPTOS Y APLICACIONES*,

Primera. Colombia: Ecoe Ediciones, 2017.

- [21] L. Lawrence, *GPS FÁCIL*, PRIMERA. ESPAÑA, 2001.
- [22] A. J. Campos Villafuerte, “Diseño Geométrico Y Estructural Del Pavimento De La Vía Constantino Fernández-San Bartolomé De Pinillo; Quebrada Shahuanshi,” Universidad Técnica de Ambato, 2016.
- [23] K. E. Bautista Guanopatin, “Diseño de la Va Guasiata-Puntzatzto y Aplicación de Escáner 3D, en la Parroquia Angamarca, Pertneciente al Cantón Pujilí de la Provincia de Cotopaxi.,” 2016.
- [24] MTOP, INEN, and ANT, *Reglamento Técnico Ecuatoriano 004, Señalización Vial*. Ecuador, 2012.
- [25] MOP, “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes,” Ecuador, 2002.

Anexos

- A. Fotografías
- B. Conteo Vehicular
- C. Ensayos de Suelos
- D. Análisis de Precios Unitarios
- E. Planos

Anexos A. Fotografías



Foto N°1. Reconocimiento de la Via



Foto N°2. Abscisado de la Via



Foto N°3. Levantamiento Topográfico



Foto N°4. Levantamiento Topográfico



Foto N°5. Levantamiento Topográfico



Foto N°6. Levantamiento Topográfico



Foto N°7. Conteo Vehicular



Foto N°8. Conteo Vehicular



Foto N°9. Conteo Vehicular



Foto N°10. Conteo Vehicular



Foto N°11. Extracción de Muestras de
Suelo



Foto N°12. Extracción de Muestras de
Suelo



Foto N°13. Extracción de Muestras de Suelo



Foto N°14. Extracción de Muestras de Suelo



Foto N°15. Ensayo de Límite Líquido



Foto N°16. Muestras del Ensayo de Límite Líquido



Foto N°17. Ensayo de Límite Plástico



Foto N°18. Muestras del Ensayo de Límite Plástico



Foto N°19. Ensayo de Granulometría



Foto N°20. Ensayo de Granulometría



Foto N°21. Ensayo de Granulometría



Foto N°22. Ensayo de Granulometría

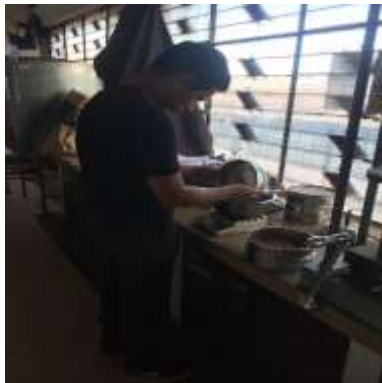


Foto N°23. Ensayo de Granulometría



Foto N°24. Ensayo de Granulometría



Foto N°25. Secado de Muestras



Foto N°26. Ensayo de Proctor



Foto N°27. Ensayo de Proctor



Foto N°28. Ensayo de Proctor



Foto N°29. Ensayo de Proctor



Foto N°30. Toma de muestras de Proctor



Foto N°31. Toma de Muestras de Proctor



Foto N°32. Peso de Muestras de Proctor



Foto N°33. Ensayo de CBR



Foto N°34. Colocación de Pesas



Foto N°35. Ensayo de CBR



Foto N°36. Medición de Esponjamiento
Antes de Sumergir la Muestra



Foto N°37. Muestras Sumergidas



Foto N°38. Medición de Esponjamiento
Después de Sumergir la Muestra



Foto N°39. Peso de las Muestras de Suelo

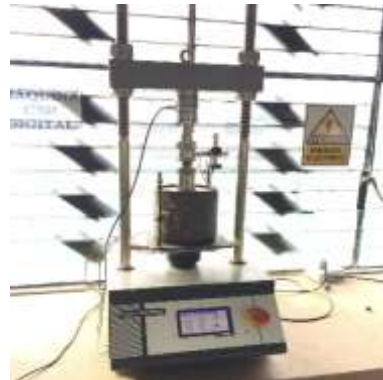


Foto N°40. Ensayo de CBR

Anexos B. Conteo Vehicular

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Conteo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 1	Jueves
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Hora	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehículos / 15 min	Total Acumulado
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros		
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	9	12	9	2	3	2	3	0	0	0	0	40	
7:15 - 7:30	8	7	10	1	1	0	4	0	0	0	0	31	
7:30 - 7:45	1	3	5	1	3	0	0	1	0	0	0	14	
7:45 - 8:00	3	6	7	0	0	1	1	0	1	0	0	19	104
8:00 - 8:15	2	9	12	3	1	0	3	0	1	0	0	31	95
8:15 - 8:30	1	8	8	0	0	0	0	2	0	0	0	19	83
8:30 - 8:45	0	3	7	2	2	0	4	1	0	0	0	19	88
8:45 - 9:00	3	6	9	0	0	0	0	0	0	0	0	18	87
9:00 - 9:15	1	5	14	0	0	0	3	4	0	0	0	27	83
9:15 - 9:30	3	4	10	1	0	0	2	4	0	0	0	24	88
9:30 - 9:45	4	3	7	0	0	0	1	3	0	0	0	18	87
9:45 - 10:00	2	1	8	2	0	0	0	0	1	0	0	14	83
10:00 - 10:15	2	8	5	1	0	0	0	1	3	0	0	20	76
10:15 - 10:30	4	5	12	2	0	0	0	0	0	0	0	23	75
10:30 - 10:45	2	8	8	1	2	2	0	2	1	0	0	26	83
10:45 - 11:00	0	4	1	0	0	0	0	0	0	0	0	5	74
11:00 - 11:15	1	3	6	0	0	0	0	2	0	0	0	12	66
11:15 - 11:30	0	3	16	0	0	1	0	3	0	0	0	23	66
11:30 - 11:45	1	3	13	0	4	1	1	3	0	0	0	26	66
11:45 - 12:00	0	5	16	0	1	0	0	3	0	0	0	25	86
12:00 - 12:15	3	0	4	0	0	0	0	2	0	0	0	9	83
12:15 - 12:30	1	2	8	1	0	0	2	3	0	0	0	17	77
12:30 - 12:45	1	5	10	0	0	0	3	1	2	0	0	22	73
12:45 - 13:00	1	5	5	0	1	0	2	1	1	0	0	16	64
13:00 - 13:15	2	4	4	0	1	0	0	0	2	0	0	13	68
13:15 - 13:30	0	6	6	0	0	0	3	0	0	0	0	15	66
13:30 - 13:45	0	3	3	0	0	0	2	3	4	3	0	18	62
13:45 - 14:00	1	6	8	0	0	0	2	3	2	2	0	24	70
14:00 - 14:15	0	5	8	0	0	0	2	1	0	0	0	16	73
14:15 - 14:30	0	3	4	0	0	0	3	0	0	0	0	10	68
14:30 - 14:45	4	14	6	0	0	0	6	0	2	0	0	32	82
14:45 - 15:00	0	5	10	0	0	0	3	1	1	0	0	20	78
15:00 - 15:15	0	6	18	0	0	0	5	0	0	0	0	29	91
15:15 - 15:30	1	2	6	0	0	0	2	1	0	0	0	12	93
15:30 - 15:45	1	6	14	0	0	0	1	4	1	0	0	27	88
15:45 - 16:00	0	5	8	0	0	0	0	2	2	1	0	18	86
16:00 - 16:15	0	6	5	1	0	0	1	1	0	0	0	14	71
16:15 - 16:30	4	3	3	1	0	0	1	1	1	1	0	15	74
16:30 - 16:45	1	4	2	0	3	0	3	1	0	0	0	14	61
16:45 - 17:00	0	5	8	0	0	0	1	1	0	0	0	15	58
17:00 - 17:15	6	5	16	2	1	0	1	0	3	0	0	34	78
17:15 - 17:30	0	8	11	0	3	1	0	0	1	0	0	24	87
17:30 - 17:45	3	14	5	2	2	0	0	1	0	0	0	27	100
17:45 - 18:00	3	13	27	1	3	2	3	0	0	0	0	52	137
18:00 - 18:15	1	8	2	1	1	1	1	0	3	0	0	18	121
18:15 - 18:30	5	2	3	3	0	0	2	0	1	1	0	17	114
18:30 - 18:45	4	10	8	0	5	0	1	1	0	0	0	29	116
18:45 - 19:00	1	11	6	1	0	1	1	0	0	0	0	21	85
TOTAL	90	272	401	29	37	12	73	57	33	8	0	1012	3714

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 2	Viernes
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Hora	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES					Total Vehículos / 15 min	Total Acumulado
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros		
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	4	14	17	3	3	0	0	0	0	0	0	41	
7:15 - 7:30	1	5	8	0	1	1	1	0	0	1	0	18	
7:30 - 7:45	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
7:45 - 8:00	0	5	9	0	0	0	0	2	0	0	0	16	84
8:00 - 8:15	0	6	6	0	0	0	2	0	0	0	1	15	58
8:15 - 8:30	2	4	7	0	3	0	3	3	0	2	0	24	64
8:30 - 8:45	0	1	1	0	0	0	2	3	0	0	0	7	62
8:45 - 9:00	2	3	5	0	0	0	0	2	0	0	0	12	58
9:00 - 9:15	1	3	2	0	0	0	0	3	0	0	0	9	52
9:15 - 9:30	1	5	0	0	0	0	1	4	0	0	0	11	39
9:30 - 9:45	2	4	4	0	0	0	1	2	0	0	0	13	45
9:45 - 10:00	1	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	8	41
10:00 - 10:15	0	1	3	0	1	0	0	0	0	0	1	6	38
10:15 - 10:30	0	4	5	0	1	0	1	0	0	0	0	11	38
10:30 - 10:45	1	0	5	0	0	0	1	3	0	0	0	10	35
10:45 - 11:00	2	9	3	0	0	0	0	4	0	0	0	18	45
11:00 - 11:15	1	4	3	0	0	0	0	4	0	0	0	12	51
11:15 - 11:30	1	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	8	48
11:30 - 11:45	0	9	4	0	0	0	3	2	0	0	0	18	56
11:45 - 12:00	1	5	2	0	0	0	5	1	0	0	0	14	52
12:00 - 12:15	0	1	8	0	0	0	2	0	0	0	0	11	51
12:15 - 12:30	2	1	7	0	0	0	2	0	0	0	0	12	55
12:30 - 12:45	4	20	15	0	2	0	0	1	0	0	0	42	79
12:45 - 13:00	0	6	4	0	1	0	0	1	0	0	0	12	77
13:00 - 13:15	2	6	6	0	3	0	2	6	0	0	0	25	91
13:15 - 13:30	2	3	3	0	0	0	0	2	0	0	0	10	89
13:30 - 13:45	1	2	5	0	0	0	0	1	0	0	0	9	56
13:45 - 14:00	5	10	8	0	0	1	2	5	0	1	0	32	76
14:00 - 14:15	3	2	10	0	0	0	1	1	0	2	0	19	70
14:15 - 14:30	2	3	3	0	0	0	0	1	0	1	0	10	70
14:30 - 14:45	2	5	10	0	0	5	1	2	0	0	0	25	86
14:45 - 15:00	2	4	12	0	0	2	3	2	0	0	0	25	79
15:00 - 15:15	2	6	18	0	0	1	1	4	0	0	0	32	92
15:15 - 15:30	6	8	16	0	0	0	0	2	0	0	0	32	114
15:30 - 15:45	2	9	5	0	0	0	1	0	0	11	0	28	117
15:45 - 16:00	0	13	14	0	0	0	0	2	0	1	0	30	122
16:00 - 16:15	1	6	12	0	0	0	2	2	0	0	0	23	113
16:15 - 16:30	2	14	20	1	0	2	1	3	0	2	0	45	126
16:30 - 16:45	1	10	12	0	0	0	1	1	0	0	0	25	123
16:45 - 17:00	0	8	13	0	0	2	0	2	0	4	0	29	122
17:00 - 17:15	1	5	18	0	0	0	0	1	0	1	0	26	125
17:15 - 17:30	1	5	21	0	0	1	0	0	0	2	0	30	110
17:30 - 17:45	5	9	9	0	2	0	0	1	0	0	0	26	111
17:45 - 18:00	1	18	12	2	2	1	1	1	0	0	0	38	120
18:00 - 18:15	3	5	5	1	2	0	2	0	0	0	0	18	112
18:15 - 18:30	1	2	9	1	1	1	0	1	0	0	0	16	98
18:30 - 18:45	3	8	2	0	1	0	0	0	0	0	0	14	86
18:45 - 19:00	2	5	3	0	0	0	0	0	0	1	0	11	59
TOTAL	77	287	372	8	25	17	42	76	0	29	2	935	3495

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 3	Sábado
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Hora	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehiculos / 15 min	Total Acumulado
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros		
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	4	10	6	1	0	0	1	0	0	0	0	22	
7:15 - 7:30	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	5	
7:30 - 7:45	1	4	5	0	1	1	2	0	0	0	0	14	
7:45 - 8:00	2	8	12	3	2	0	2	0	1	0	0	30	71
8:00 - 8:15	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	51
8:15 - 8:30	0	2	6	0	0	0	1	0	0	0	0	9	55
8:30 - 8:45	2	11	3	2	0	0	0	0	0	0	0	18	59
8:45 - 9:00	2	1	10	1	0	0	1	0	0	0	0	15	44
9:00 - 9:15	3	5	15	0	1	0	2	0	0	0	0	26	68
9:15 - 9:30	2	3	10	0	1	0	1	0	0	0	0	17	76
9:30 - 9:45	1	5	0	0	0	0	0	0	0	1	0	7	65
9:45 - 10:00	3	3	2	0	0	1	2	0	0	0	0	11	61
10:00 - 10:15	1	10	9	0	0	0	2	0	0	0	0	22	57
10:15 - 10:30	2	7	10	1	1	1	0	0	1	0	0	23	63
10:30 - 10:45	3	9	12	0	3	1	0	0	0	0	0	28	84
10:45 - 11:00	3	9	16	0	1	0	1	0	0	0	0	30	103
11:00 - 11:15	1	3	9	0	2	0	2	0	0	0	0	17	98
11:15 - 11:30	4	8	7	0	1	0	3	0	0	0	0	23	98
11:30 - 11:45	2	8	13	0	3	0	0	0	0	2	0	28	98
11:45 - 12:00	3	2	11	0	3	0	3	0	0	3	0	25	93
12:00 - 12:15	1	2	17	0	1	0	1	0	0	0	0	22	98
12:15 - 12:30	3	14	12	0	2	0	4	0	0	0	0	35	110
12:30 - 12:45	2	6	4	0	2	0	1	0	0	0	0	15	97
12:45 - 13:00	1	2	8	0	0	1	1	0	0	1	0	14	86
13:00 - 13:15	3	7	7	0	1	1	0	0	0	1	0	20	84
13:15 - 13:30	4	3	16	0	1	0	1	0	0	0	0	25	74
13:30 - 13:45	3	4	11	0	0	0	1	0	0	0	0	19	78
13:45 - 14:00	5	1	11	0	0	0	2	0	0	0	0	19	83
14:00 - 14:15	6	3	14	0	0	0	2	0	0	0	0	25	88
14:15 - 14:30	2	3	7	0	0	0	3	0	0	1	0	16	79
14:30 - 14:45	2	3	9	0	1	0	5	0	0	0	0	20	80
14:45 - 15:00	1	4	13	0	2	0	2	0	0	0	0	22	83
15:00 - 15:15	3	6	14	0	0	0	0	0	1	1	0	25	83
15:15 - 15:30	0	6	10	0	1	0	1	0	0	0	0	18	85
15:30 - 15:45	1	2	12	0	0	0	2	0	0	2	0	19	84
15:45 - 16:00	3	3	9	0	1	0	0	0	0	0	0	16	78
16:00 - 16:15	2	4	12	0	0	0	0	0	0	1	0	19	72
16:15 - 16:30	2	4	9	0	0	0	6	0	0	1	0	22	76
16:30 - 16:45	3	5	16	0	3	0	2	0	0	0	0	29	86
16:45 - 17:00	2	3	11	0	0	0	0	0	0	0	0	16	86
17:00 - 17:15	5	1	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13	80
17:15 - 17:30	3	6	16	0	1	0	2	0	0	0	0	28	86
17:30 - 17:45	2	9	12	1	1	0	1	0	1	1	0	28	85
17:45 - 18:00	3	7	22	0	2	1	1	0	0	0	0	36	105
18:00 - 18:15	3	11	15	0	0	0	2	0	0	0	0	31	123
18:15 - 18:30	4	7	17	0	0	0	1	0	0	0	0	29	124
18:30 - 18:45	0	7	13	0	0	0	1	0	0	0	0	21	117
18:45 - 19:00	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	82
TOTAL	108	243	485	10	38	7	65	0	4	15	0	975	3736

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 4	Domingo
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Hora	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehículos / 15 min	Total Acumulado
	Automoviles	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros		
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	2	8	9	0	1	1	3	0	0	0	0	24	
7:15 - 7:30	0	2	3	1	0	1	0	0	0	0	0	7	
7:30 - 7:45	2	2	8	0	1	0	3	0	0	0	0	16	
7:45 - 8:00	0	1	2	0	1	0	0	0	0	0	0	4	51
8:00 - 8:15	3	4	8	0	0	1	2	0	0	0	0	18	45
8:15 - 8:30	3	4	14	2	2	0	2	0	0	0	0	27	65
8:30 - 8:45	2	3	9	0	1	0	1	0	0	0	0	16	65
8:45 - 9:00	0	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	3	64
9:00 - 9:15	0	3	4	0	0	0	0	0	0	0	0	7	53
9:15 - 9:30	0	2	4	0	0	0	1	0	0	0	0	7	33
9:30 - 9:45	2	3	7	0	2	0	2	0	0	0	0	16	33
9:45 - 10:00	3	3	8	0	1	0	0	0	0	0	0	15	45
10:00 - 10:15	1	5	7	0	0	0	0	0	0	0	0	13	51
10:15 - 10:30	3	2	15	0	3	1	0	0	0	0	0	24	68
10:30 - 10:45	1	1	12	0	0	1	0	0	0	0	0	15	67
10:45 - 11:00	2	4	19	0	0	0	3	0	0	0	0	28	80
11:00 - 11:15	0	5	11	0	0	1	0	0	0	0	0	17	84
11:15 - 11:30	2	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	6	66
11:30 - 11:45	2	2	10	0	0	1	3	0	0	0	0	18	69
11:45 - 12:00	5	2	5	0	1	0	1	0	0	0	0	14	55
12:00 - 12:15	1	5	8	0	0	1	1	0	0	0	0	16	54
12:15 - 12:30	4	2	11	0	0	0	2	0	0	0	0	19	67
12:30 - 12:45	0	5	23	0	0	0	0	0	0	0	0	28	77
12:45 - 13:00	1	6	17	0	0	0	3	1	0	0	0	28	91
13:00 - 13:15	2	3	4	0	1	0	2	2	0	0	0	14	89
13:15 - 13:30	1	3	7	0	0	0	2	0	0	0	0	13	83
13:30 - 13:45	0	4	8	0	0	0	1	1	0	0	0	14	69
13:45 - 14:00	3	5	10	0	0	0	2	0	0	0	0	20	61
14:00 - 14:15	1	2	6	0	2	0	2	0	0	0	0	13	60
14:15 - 14:30	1	2	5	0	1	0	1	0	0	0	0	10	57
14:30 - 14:45	2	4	5	0	0	0	0	0	0	0	0	11	54
14:45 - 15:00	1	7	15	0	0	0	2	0	0	0	0	25	59
15:00 - 15:15	3	4	13	0	1	0	0	0	0	0	0	21	67
15:15 - 15:30	5	2	13	0	0	0	1	0	0	0	0	21	78
15:30 - 15:45	5	4	14	0	1	0	3	0	0	0	0	27	94
15:45 - 16:00	4	8	22	0	0	0	0	0	0	0	0	34	103
16:00 - 16:15	2	3	19	0	0	0	0	0	0	0	0	24	106
16:15 - 16:30	0	1	21	0	1	0	1	0	0	0	0	24	109
16:30 - 16:45	4	5	10	0	0	0	0	0	0	0	0	19	101
16:45 - 17:00	1	2	6	0	2	0	1	0	0	0	0	12	79
17:00 - 17:15	1	2	6	0	1	0	1	0	0	0	0	11	66
17:15 - 17:30	3	4	5	0	0	0	1	0	0	0	0	13	55
17:30 - 17:45	0	4	3	0	0	1	2	0	0	0	0	10	46
17:45 - 18:00	2	11	9	0	4	0	1	0	0	0	0	27	61
18:00 - 18:15	0	2	7	0	0	0	0	0	0	0	0	9	59
18:15 - 18:30	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	8	54
18:30 - 18:45	2	3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	10	54
18:45 - 19:00	2	2	2	0	0	0	2	0	0	0	0	8	35
TOTAL	86	164	436	3	28	9	54	4	0	0	0	784	2982

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 5	Lunes
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Automoviles	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehiculos / 15 min	Total Acumulado
	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros			
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	11	14	13	1	3	2	3	0	0	0	0	47	
7:15 - 7:30	5	6	9	2	0	0	4	0	0	0	0	26	
7:30 - 7:45	2	0	6	1	4	0	0	2	0	0	0	15	
7:45 - 8:00	3	9	10	1	0	1	1	0	1	0	0	26	114
8:00 - 8:15	3	7	10	3	2	0	3	0	1	0	0	29	96
8:15 - 8:30	2	8	7	0	1	0	0	2	0	0	0	20	90
8:30 - 8:45	1	3	1	2	2	0	4	1	0	0	0	14	89
8:45 - 9:00	1	4	4	1	0	0	0	0	0	0	0	10	73
9:00 - 9:15	2	3	8	0	1	0	3	5	0	0	0	22	66
9:15 - 9:30	3	7	6	0	0	0	2	4	0	0	0	22	68
9:30 - 9:45	5	3	2	0	0	0	1	2	0	0	0	13	67
9:45 - 10:00	2	2	4	2	1	0	0	0	1	0	0	12	69
10:00 - 10:15	2	7	3	1	0	0	0	0	3	0	0	16	63
10:15 - 10:30	3	2	4	2	0	0	0	1	0	0	0	12	53
10:30 - 10:45	4	4	5	0	1	2	0	3	1	0	0	20	60
10:45 - 11:00	1	2	3	2	0	0	0	0	0	0	0	8	56
11:00 - 11:15	2	4	2	1	0	0	0	1	0	0	0	10	50
11:15 - 11:30	4	1	9	0	0	1	2	5	0	0	0	22	60
11:30 - 11:45	0	3	8	0	4	1	0	1	0	0	0	17	57
11:45 - 12:00	1	3	11	0	1	0	0	2	0	0	0	18	67
12:00 - 12:15	1	1	2	0	0	0	0	1	0	0	0	5	62
12:15 - 12:30	1	2	4	2	0	0	3	4	1	0	0	17	57
12:30 - 12:45	2	3	3	0	0	0	0	1	0	0	0	9	49
12:45 - 13:00	1	4	4	0	1	0	2	0	1	0	0	13	44
13:00 - 13:15	2	4	4	0	1	0	0	1	0	0	0	12	51
13:15 - 13:30	0	4	3	0	0	0	3	0	3	0	0	13	47
13:30 - 13:45	0	2	4	0	0	0	1	5	0	2	0	14	52
13:45 - 14:00	0	3	9	2	0	0	2	1	4	1	0	22	61
14:00 - 14:15	1	2	8	1	0	0	5	0	2	0	0	19	68
14:15 - 14:30	0	2	1	0	0	0	6	0	2	0	0	11	66
14:30 - 14:45	3	6	6	1	0	0	4	1	0	0	0	21	73
14:45 - 15:00	0	2	6	0	0	0	2	1	2	0	0	13	64
15:00 - 15:15	0	3	6	0	0	0	7	0	1	0	0	17	62
15:15 - 15:30	2	3	4	0	0	0	3	3	2	0	0	17	68
15:30 - 15:45	2	3	12	1	0	0	0	2	0	0	0	20	67
15:45 - 16:00	0	2	6	2	0	0	1	2	2	2	0	17	71
16:00 - 16:15	0	1	9	2	0	0	0	1	1	0	0	14	68
16:15 - 16:30	2	3	3	0	1	0	2	1	0	0	0	12	63
16:30 - 16:45	2	4	3	2	3	0	4	2	1	1	0	22	65
16:45 - 17:00	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	52
17:00 - 17:15	3	2	6	3	0	1	3	0	5	0	0	23	61
17:15 - 17:30	5	1	4	0	4	2	0	1	0	0	0	17	66
17:30 - 17:45	2	10	4	3	4	3	1	1	0	0	0	28	72
17:45 - 18:00	3	4	0	1	0	1	4	0	1	0	0	14	82
18:00 - 18:15	2	5	3	3	3	2	0	2	1	0	0	21	80
18:15 - 18:30	1	2	3	1	1	0	4	0	0	1	0	13	76
18:30 - 18:45	2	1	4	1	5	1	0	1	1	0	0	16	64
18:45 - 19:00	1	7	5	2	2	0	1	1	0	0	0	19	69
TOTAL	97	180	251	46	45	17	81	61	37	7	0	822	2978

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 6	Martes
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Automoviles	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehiculos / 15 min	Total Acumulado
	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros			
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	5	4	3	0	1	0	1	0	0	0	0	14	
7:15 - 7:30	2	2	6	3	1	1	2	0	0	0	0	17	
7:30 - 7:45	4	2	5	0	0	0	2	0	0	0	0	13	
7:45 - 8:00	3	4	4	2	2	0	1	0	1	0	0	17	61
8:00 - 8:15	1	4	4	0	1	0	1	0	0	0	0	11	58
8:15 - 8:30	1	3	1	0	1	0	2	0	0	0	0	8	49
8:30 - 8:45	2	4	3	1	0	1	1	0	0	0	0	12	48
8:45 - 9:00	1	4	1	2	0	0	0	0	0	0	0	8	39
9:00 - 9:15	4	2	1	0	3	0	1	0	0	0	0	11	39
9:15 - 9:30	1	1	4	0	0	1	2	0	0	0	0	9	40
9:30 - 9:45	4	1	3	1	0	0	0	0	0	1	0	10	38
9:45 - 10:00	1	3	4	0	1	0	0	0	0	0	0	9	39
10:00 - 10:15	1	5	4	0	0	0	1	0	0	0	0	11	39
10:15 - 10:30	3	4	5	1	1	0	3	0	1	0	0	18	48
10:30 - 10:45	0	1	1	0	2	1	0	0	1	0	0	6	44
10:45 - 11:00	6	4	6	0	2	1	2	0	0	0	0	21	56
11:00 - 11:15	1	4	4	0	1	0	2	0	0	0	0	12	57
11:15 - 11:30	4	4	0	0	4	0	4	0	0	0	0	16	55
11:30 - 11:45	1	4	8	0	0	1	1	0	0	3	0	18	67
11:45 - 12:00	3	4	5	0	2	0	2	0	0	1	0	17	63
12:00 - 12:15	1	3	7	0	1	0	2	0	0	0	0	14	65
12:15 - 12:30	3	5	1	0	2	0	1	0	1	0	0	13	62
12:30 - 12:45	4	5	4	0	1	0	3	0	0	0	0	17	61
12:45 - 13:00	1	2	6	0	0	2	2	0	0	1	0	14	58
13:00 - 13:15	7	6	2	0	3	0	0	0	0	1	0	19	63
13:15 - 13:30	5	1	9	0	0	0	2	0	0	0	0	17	67
13:30 - 13:45	4	3	4	0	0	1	0	0	0	0	0	12	62
13:45 - 14:00	1	2	3	0	1	0	3	0	0	0	0	10	58
14:00 - 14:15	7	4	3	0	1	0	3	0	0	1	0	19	58
14:15 - 14:30	1	1	1	0	2	0	2	0	0	1	0	8	49
14:30 - 14:45	3	1	5	0	0	0	6	0	0	0	0	15	52
14:45 - 15:00	2	1	3	0	0	0	0	0	1	0	0	7	49
15:00 - 15:15	2	5	6	0	2	0	1	0	0	1	0	17	47
15:15 - 15:30	4	2	4	0	1	0	1	0	1	2	0	15	54
15:30 - 15:45	0	1	3	0	1	0	0	0	1	0	0	6	45
15:45 - 16:00	1	3	0	0	0	0	3	0	0	0	0	7	45
16:00 - 16:15	1	2	5	0	2	0	0	0	0	0	0	10	38
16:15 - 16:30	5	5	3	0	0	0	3	0	0	1	0	17	40
16:30 - 16:45	0	4	3	0	0	0	2	0	0	0	0	9	43
16:45 - 17:00	4	3	4	0	1	0	1	0	0	2	0	15	51
17:00 - 17:15	3	3	4	0	3	0	0	0	0	0	0	13	54
17:15 - 17:30	1	5	14	0	0	0	3	0	1	0	0	24	61
17:30 - 17:45	6	12	9	0	2	0	0	0	0	3	0	32	84
17:45 - 18:00	1	10	4	1	1	0	2	0	0	0	0	19	88
18:00 - 18:15	3	2	7	0	0	1	1	0	2	0	0	16	91
18:15 - 18:30	3	4	4	1	0	0	1	0	0	0	0	13	80
18:30 - 18:45	0	11	2	0	0	0	2	0	0	0	0	15	63
18:45 - 19:00	2	4	3	0	0	0	2	0	0	0	0	11	55
TOTAL	123	174	195	12	46	10	74	0	10	18	0	662	2483

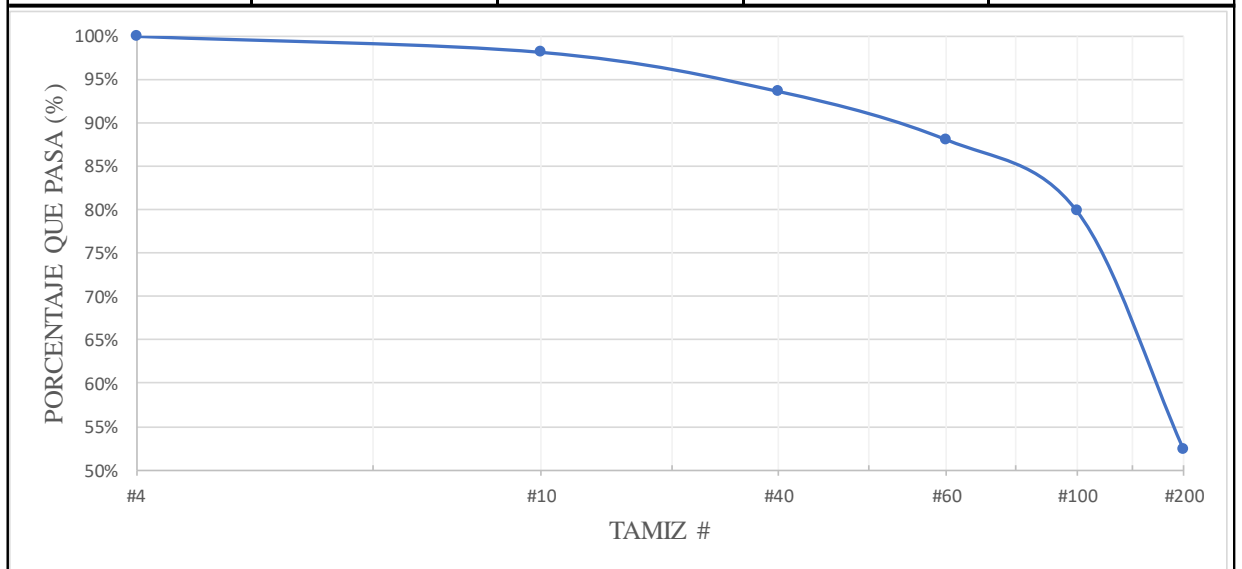
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica													
Ingeniería Civil													
Censo Vehicular de la Vía Nuevo Porvenir - El Guabo - La Lorenita													
Hora	Día	Mes	Año	Sentido			Abscisa		Realizado			Día N° 7	Miercoles
	24	Octubre	2019	Ambos Sentidos			0+000		Egdo. Erick Torres				
Automoviles	Livianos			BUSES			CAMIONES					Total Vehiculos / 15 min	Total Acumulado
	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes		Tres Ejes	> Tres Ejes	Otros			
							Livianos	Medianos					
7:00 - 7:15	1	7	8	3	1	0	2	2	0	0	0	24	
7:15 - 7:30	3	2	5	0	2	1	0	0	0	0	0	13	
7:30 - 7:45	3	5	5	1	1	0	0	3	0	0	0	18	
7:45 - 8:00	0	5	6	0	0	0	1	0	0	1	0	13	68
8:00 - 8:15	4	4	4	1	0	0	0	1	0	1	0	15	59
8:15 - 8:30	2	4	4	0	3	0	2	2	0	0	0	17	63
8:30 - 8:45	2	3	5	0	1	0	3	5	0	0	0	19	64
8:45 - 9:00	3	4	3	0	0	0	0	1	0	1	1	13	64
9:00 - 9:15	4	3	5	0	0	0	0	3	0	0	0	15	64
9:15 - 9:30	1	6	2	0	1	0	1	2	0	0	0	13	60
9:30 - 9:45	6	2	6	0	0	0	1	0	0	1	0	16	57
9:45 - 10:00	3	5	3	0	1	0	0	1	0	0	0	13	57
10:00 - 10:15	4	2	2	0	1	0	0	1	0	0	0	10	52
10:15 - 10:30	2	4	6	0	0	0	1	0	0	0	0	13	52
10:30 - 10:45	2	2	4	0	0	0	1	4	0	0	0	13	49
10:45 - 11:00	3	7	3	0	1	0	0	3	0	0	1	18	54
11:00 - 11:15	8	4	6	0	0	0	0	3	0	0	0	21	65
11:15 - 11:30	2	4	2	0	1	0	0	1	0	0	0	10	62
11:30 - 11:45	5	6	5	0	0	0	4	1	0	0	0	21	70
11:45 - 12:00	3	3	3	0	0	0	3	3	0	0	0	15	67
12:00 - 12:15	4	4	5	0	0	0	3	1	0	0	0	17	63
12:15 - 12:30	1	2	4	0	2	0	1	0	0	0	0	10	63
12:30 - 12:45	6	8	5	0	0	0	1	5	0	0	0	25	67
12:45 - 13:00	1	4	6	0	0	0	1	1	0	0	0	13	65
13:00 - 13:15	4	3	7	0	5	0	0	1	0	0	0	20	68
13:15 - 13:30	2	2	3	0	0	0	0	3	0	0	0	10	68
13:30 - 13:45	3	5	5	0	0	0	1	3	0	1	0	18	61
13:45 - 14:00	3	8	6	0	0	2	1	2	0	1	0	23	71
14:00 - 14:15	4	4	5	0	0	1	1	2	0	0	0	17	68
14:15 - 14:30	2	1	3	0	0	0	0	2	0	1	0	9	67
14:30 - 14:45	2	7	5	0	0	5	2	1	0	1	0	23	72
14:45 - 15:00	6	6	6	0	0	0	2	4	0	0	0	24	73
15:00 - 15:15	4	4	6	0	0	2	1	0	0	0	0	17	73
15:15 - 15:30	6	5	9	0	0	0	1	0	0	1	0	22	86
15:30 - 15:45	2	5	4	0	0	0	1	2	0	8	0	22	85
15:45 - 16:00	4	8	7	0	0	0	1	2	0	0	0	22	83
16:00 - 16:15	3	4	8	2	0	1	0	0	0	2	0	20	86
16:15 - 16:30	2	5	6	0	0	0	1	2	0	1	0	17	81
16:30 - 16:45	6	5	3	0	0	0	2	1	0	1	0	18	77
16:45 - 17:00	3	1	3	1	0	2	0	3	0	0	0	13	68
17:00 - 17:15	3	5	6	0	0	1	0	0	0	4	0	19	67
17:15 - 17:30	4	6	7	2	0	0	0	0	0	1	0	20	70
17:30 - 17:45	3	4	5	3	3	3	2	2	0	1	0	26	78
17:45 - 18:00	1	6	6	0	0	0	1	0	0	0	0	14	79
18:00 - 18:15	4	5	2	0	3	1	0	2	0	3	0	20	80
18:15 - 18:30	3	7	6	1	0	1	1	0	0	0	0	19	79
18:30 - 18:45	3	5	2	1	2	0	1	1	0	1	0	16	69
18:45 - 19:00	2	5	6	0	0	1	0	0	0	2	0	16	71
TOTAL	152	216	233	15	28	21	44	76	0	33	2	820	3065

Anexos C. Ensayos de Suelos

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos Límites de Atterberg								
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto El Guabo			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	8+000			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	8.1	8.2	8.3	8.4	8.5	8.6	8.7	8.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	21.1	20.9	22.3	21.7	23	24.4	16.2	17.4
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	16.9	16.6	17.7	16.9	18.3	19.9	13.6	14.7
Peso del recipiente (Wr)	8.2	8.1	8.2	8	8.2	8.1	7.9	8.2
Peso de Agua (Ww)	4.2	4.3	4.6	4.8	4.7	4.5	2.6	2.7
Peso muestra seca (Ws)	8.7	8.5	9.5	8.9	10.1	11.8	5.7	6.5
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	48.28%	50.59%	48.42%	53.93%	46.53%	38.14%	45.61%	41.54%
Promedio W%	49.43%		51.18%		42.34%		43.58%	
# de Golpes	8		17		24		36	
Límite Líquido (LL%)	45.63%							
Determinación del Límite Líquido								
Determinación del Límite Plástico								
Recipiente #	80	81	82	83	84			
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	13.4	10.4	11.7	10.5	10.7			
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	13	10.3	11.5	10.2	10.4			
Peso del recipiente (Wr)	12.4	9.7	10.7	9.1	9.3			
Peso de Agua (Ww)	0.4	0.1	0.2	0.3	0.3			
Peso muestra seca (Ws)	0.6	0.6	0.8	1.1	1.1			
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	66.67%	16.67%	25.00%	27.27%	27.27%			
Promedio W% (LP)	32.58%							
IP = LL- LP	13.05%							

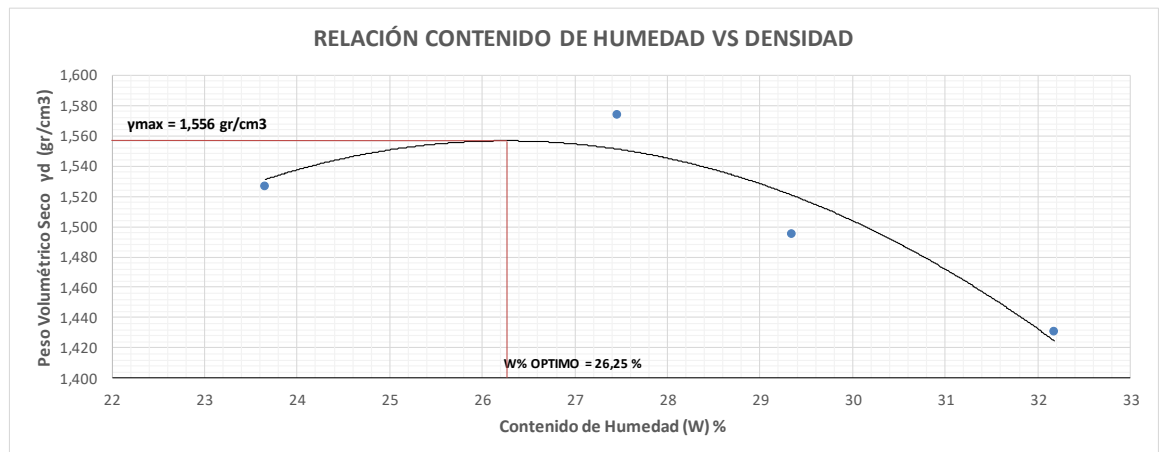
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto El Guabo	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	8+000	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		497	100.00%	
#10	2	9.2	1.85%	98.15%
#40	0.42	31.6	6.37%	93.63%
#60	0.25	59.3	11.95%	88.05%
#100	0.149	100.2	20.19%	79.81%
#200	0.074	236.6	47.68%	52.32%
PASA #200		259.6	52.32%	
TOTAL		496.2		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16814	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	8+000	Normas:	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	17	20	23	26				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20985	21245	21087	20993				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4171	4431	4273	4179				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,888	2,006	1,934	1,892				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	77	80	18	44	39	51	71	83
Peso del recipiente W_r	30,8	30,9	25,6	26,1	25,9	30,4	30,5	30,8
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	98,4	97,1	107,6	96,4	99,8	102,4	92,4	104,8
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	85,3	84,6	90	81,2	83,1	86	77,4	86,7
Peso sólidos W_s	54,5	53,7	64,4	55,1	57,2	55,6	46,9	55,9
Peso del agua W_w	13,1	12,5	17,6	15,2	16,7	16,4	15	18,1
Cont. Humedad $\omega\%$	24,04	23,28	27,33	27,59	29,20	29,50	31,98	32,38
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	23,66		27,46		29,35		32,18	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,527		1,574		1,496		1,431	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								



Universidad Técnica de Ambato						
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto El Guabo	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		8+000	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		26,25%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	16275	16275	16445	16445	15651	15651
Volumen Muestra	2197,02	2197,02	2279,62	2279,62	2256,40	2256,40
P. Suelo Húmedo + Molde	20573	20689	20698	20789	19654	19678
P. Suelo Húmedo	4298	4414	4253	4344	4003	4027
Densidad Humedad	1,96	2,01	1,87	1,91	1,77	1,78
Densidad Seca	1,550	1,591	1,478	1,509	1,405	1,414
Den. Seca Prom.	1,570		1,494		1,409	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	51	71	66	80	79	83
Peso Recipiente	30,4	30,5	30,9	30,9	30,9	30,8
P. Suelo Húmedo + Recipiente	96,4	114,6	114,3	206,7	102,2	107,4
P. Suelo Seco + Recipiente	82,7	95,2	96,9	161,3	87,4	87,4
Peso de Sólidos	52,3	64,7	66	130,4	56,5	56,6
Peso del agua	13,7	19,4	17,4	45,4	14,8	20
Contenido Humedad %	26,20%	29,98%	26,36%	34,82%	26,19%	35,34%
Agua Absorbida %	3,79%		8,45%		9,14%	

Universidad Técnica de Ambato												
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica												
Laboratorio de Mecánica de Suelos												
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto El Guabo		Abscisa =		8+000	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10^-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	35.6	11.9			28.4	9.5			23.1	7.7		
50	39.4	13.1			31.1	10.4			25.8	8.6		
75	42.9	14.3			32.9	11.0			27.8	9.3		
100	45.1	15.0	1.50	1.50%	35.7	11.9	1.19	1.19%	28.3	9.4	0.94	0.94%
150	50.4	16.8			38.5	12.8			29.9	10.0		
200	55.7	18.6	1.24	1.24%	43.7	14.6	0.97	0.97%	30.5	10.2	0.68	0.68%
250	59.4	19.8			49.2	16.4			32.7	10.9		
300	62.8	20.9			55.8	18.6			35.9	12.0		
400	68.4	22.8			63.4	21.1			39.6	13.2		
500	78.2	26.1			72.9	24.3			42.1	14.0		
CBR corregido				1.50%				1.19%				0.94%

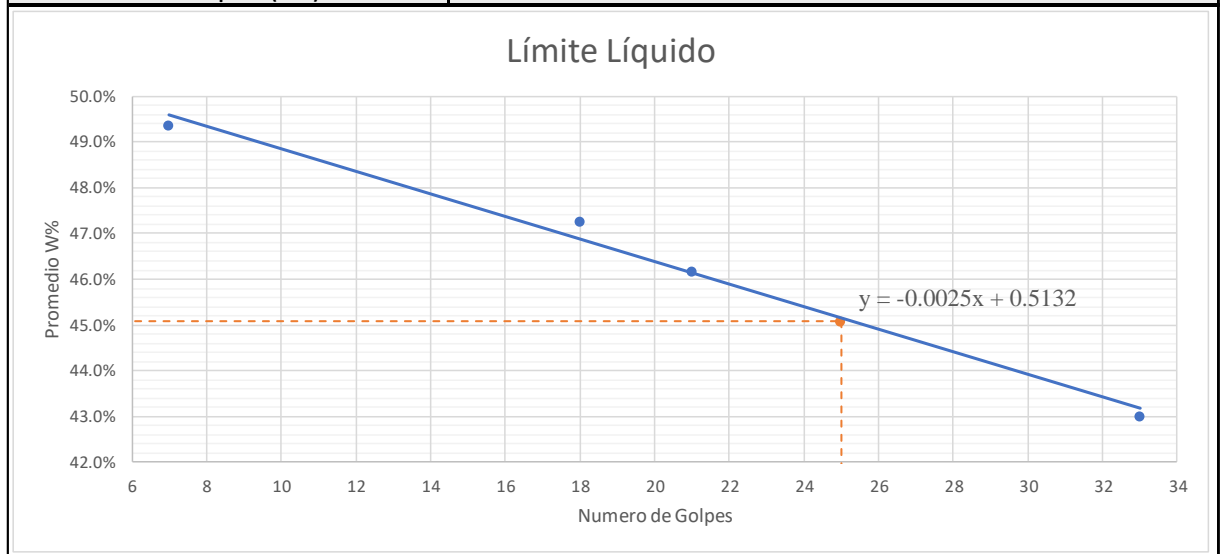
Presión - Penetración

Densidad Seca - C.B.R

Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.570	1.50%	1.556	1.4782	1.13%
2	1.494	1.19%			
3	1.409	0.94%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

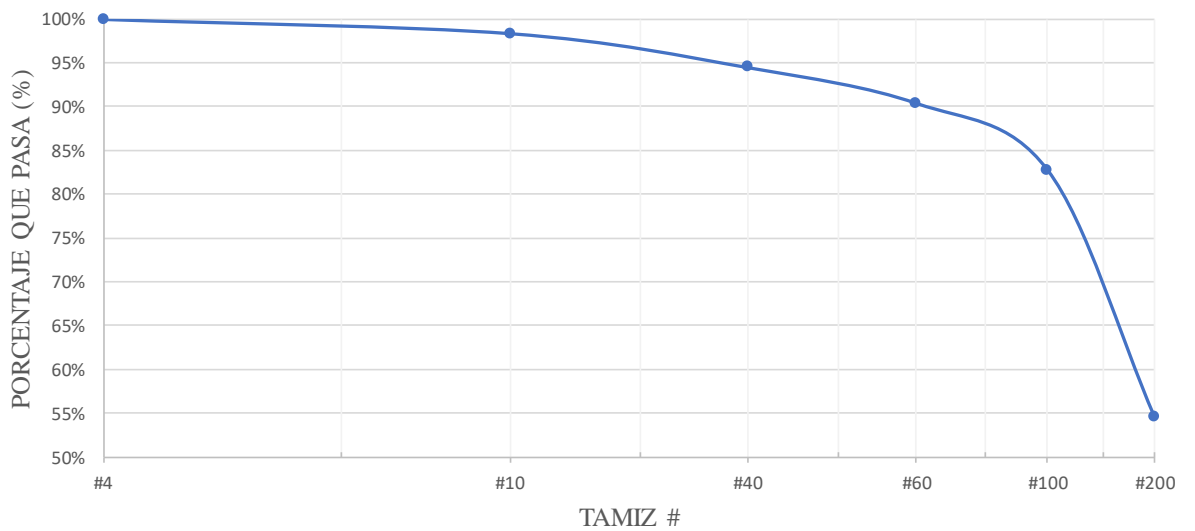
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto El Guabo			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	8+500			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	8.11	8.12	8.13	8.14	8.15	8.16	8.17	8.18
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	11.2	11.8	13.6	13.8	16.3	16.7	23.4	21.8
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	8.9	9.9	10.6	10.8	12.4	12.8	17.7	16.5
Peso del recipiente (Wr)	4.3	6	4.3	4.4	4.1	4.2	4.3	4.3
Peso de Agua (Ww)	2.3	1.9	3	3	3.9	3.9	5.7	5.3
Peso muestra seca (Ws)	4.6	3.9	6.3	6.4	8.3	8.6	13.4	12.2
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	50.00%	48.72%	47.62%	46.88%	46.99%	45.35%	42.54%	43.44%
Promedio W%	49.36%		47.25%		46.17%		42.99%	
# de Golpes	7		18		21		33	
Límite Líquido (LL%)	45.07%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	85	86	87	88	89
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	7.2	8.4	7	6.4	7.5
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	7	8.1	6.7	6.2	7.3
Peso del recipiente (Wr)	6.3	7.1	5.8	5.5	6.7
Peso de Agua (Ww)	0.2	0.3	0.3	0.2	0.2
Peso muestra seca (Ws)	0.7	1	0.9	0.7	0.6
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	28.57%	30.00%	33.33%	28.57%	33.33%
Promedio W% (LP)	30.76%				
IP = LL- LP	14.31%				

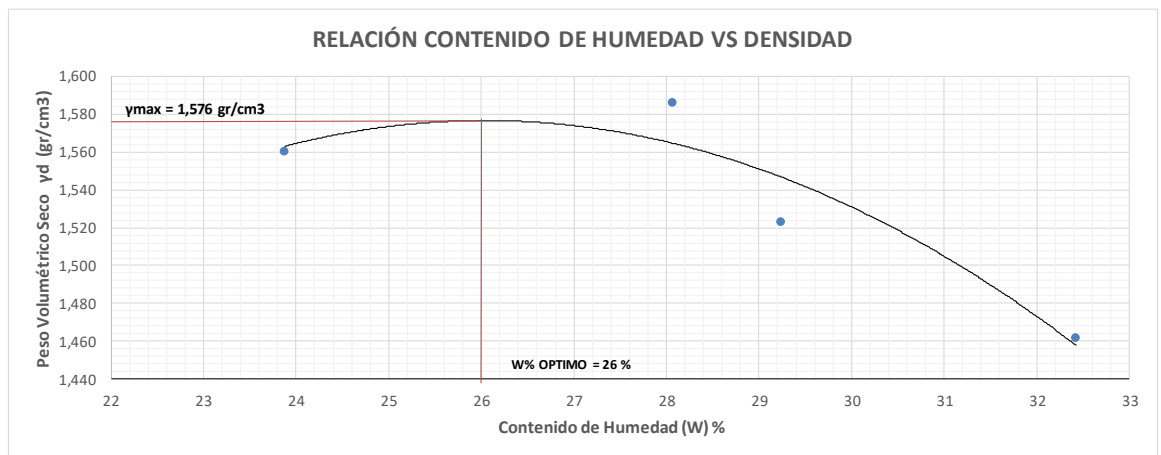
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto El Guabo	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	8+500	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		492.5	100.00%	
#10	2	8	1.63%	98.37%
#40	0.42	27.1	5.51%	94.49%
#60	0.25	47.2	9.59%	90.41%
#100	0.149	84.6	17.19%	82.81%
#200	0.074	223.2	45.36%	54.64%
PASA #200		268.9	54.64%	
TOTAL		492.1		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

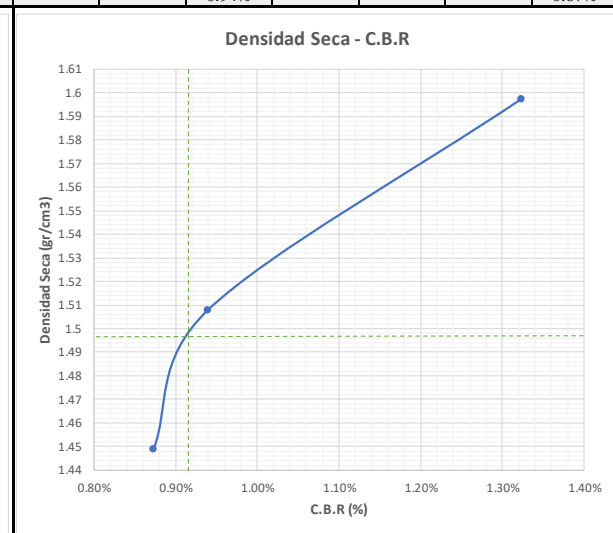
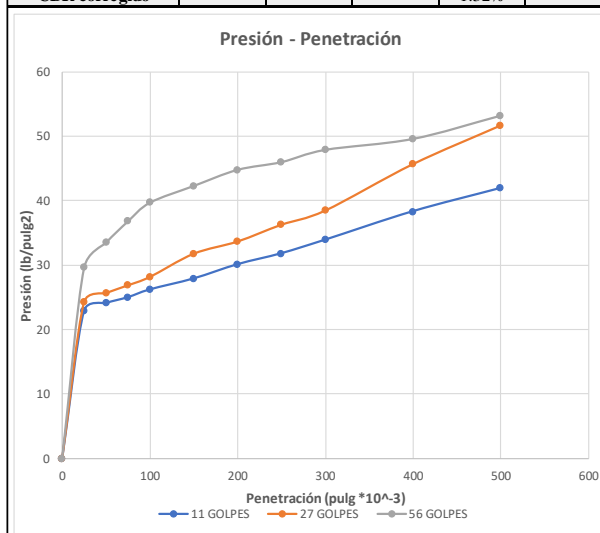
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16814	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	8+500	Normas:	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	17	20	23	26				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	21084	21302	21163	21090				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4270	4488	4349	4276				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,933	2,032	1,969	1,936				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	19	22	16	18	8	12	20	30
Peso del recipiente W_r	26,5	24	24,3	25,7	26,7	25,3	24,6	24,3
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	111,3	99,5	93,3	117,9	117,2	108,7	101,2	101,7
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	94,9	85	78,7	97	97,2	89,4	83,1	82,1
Peso sólidos W_s	68,4	61	54,4	71,3	70,5	64,1	58,5	57,8
Peso del agua W_w	16,4	14,5	14,6	20,9	20	19,3	18,1	19,6
Cont. Humedad $\omega\%$	23,98	23,77	26,84	29,31	28,37	30,11	30,94	33,91
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	23,87		28,08		29,24		32,43	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,561		1,586		1,523		1,462	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto El Guabo	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		8+500	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		26,00%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	13915	13915	16359	16359	15635	15635
Volumen Muestra	2133,22	2133,22	2238,49	2238,49	2286,38	2286,38
P. Suelo Húmedo + Molde	18129	18288	20586	20638	19792	19826
P. Suelo Húmedo	4214	4373	4227	4279	4157	4191
Densidad Humedad	1,98	2,05	1,89	1,91	1,82	1,83
Densidad Seca	1,568	1,627	1,499	1,517	1,443	1,455
Den. Seca Prom.	1,597		1,508		1,449	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	66	80	79	83	51	71
Peso Recipiente	30,9	30,9	30,9	30,8	30,4	30,5
P. Suelo Húmedo + Recipiente	114,3	184,6	96,4	206,8	112,2	152,4
P. Suelo Seco + Recipiente	97,1	149,2	83	162,6	95,2	121,1
Peso de Sólidos	66,2	118,3	52,1	131,8	64,8	90,6
Peso del agua	17,2	35,4	13,4	44,2	17	31,3
Contenido Humedad %	25,98%	29,92%	25,72%	33,54%	26,23%	34,55%
Agua Absorbida %	3,94%		7,82%		8,31%	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos

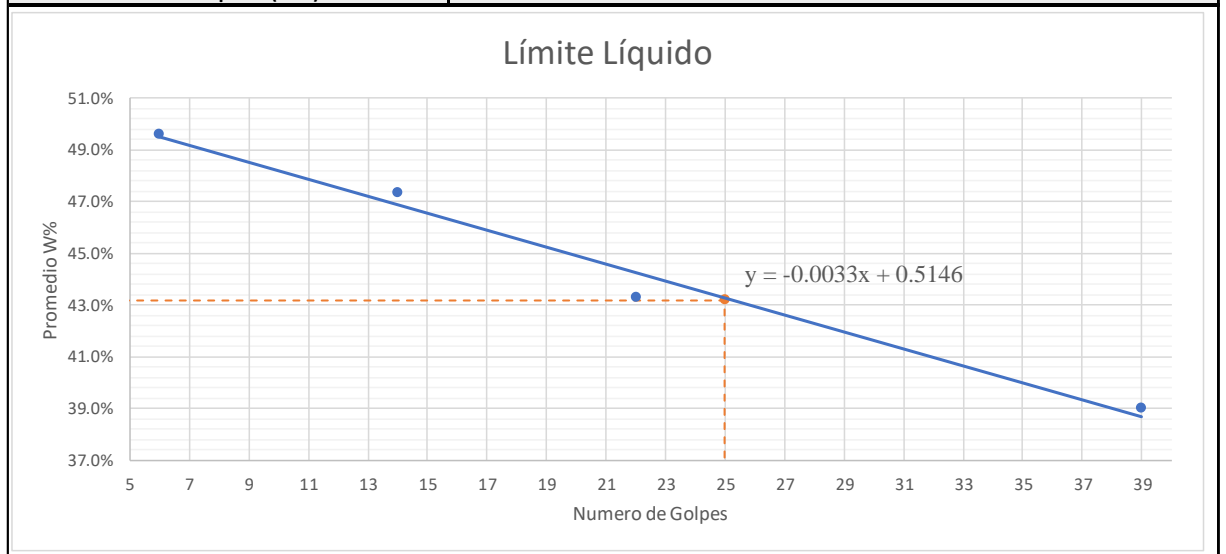
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto El Guabo		Abscisa =		8+500	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10^-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	29.6	9.9			24.3	8.1			22.9	7.6		
50	33.5	11.2			25.7	8.6			24.1	8.0		
75	36.8	12.3			26.9	9.0			25	8.3		
100	39.7	13.2	1.32	1.32%	28.2	9.4	0.94	0.94%	26.2	8.7	0.87	0.87%
150	42.3	14.1			31.8	10.6			27.9	9.3		
200	44.8	14.9	1.00	1.00%	33.7	11.2	0.75	0.75%	30.1	10.0	0.67	0.67%
250	46	15.3			36.3	12.1			31.8	10.6		
300	47.9	16.0			38.5	12.8			33.9	11.3		
400	49.6	16.5			45.7	15.2			38.3	12.8		
500	53.2	17.7			51.7	17.2			41.9	14.0		
CBR corregido				1.32%				0.94%				0.87%



Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.597	1.32%	1.576	1.4972	0.92%
2	1.508	0.94%			
3	1.449	0.87%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

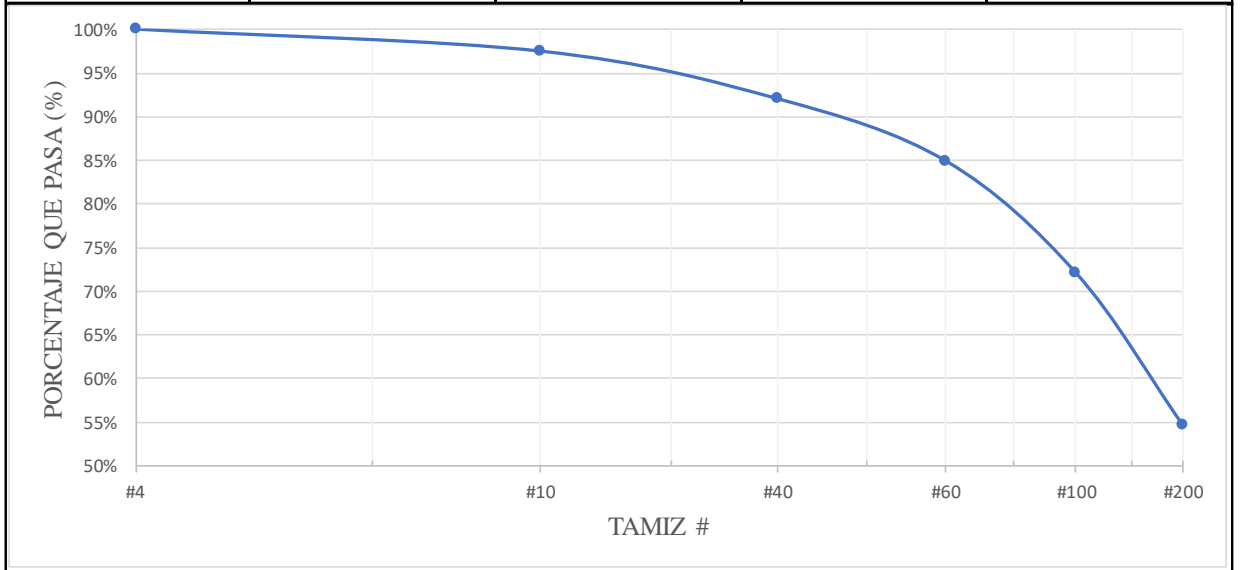
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto La Lorenita			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	9+000			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	9.1	9.2	9.3	9.4	9.5	9.6	9.7	9.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	13.9	14.4	11.5	12.3	14.9	15.8	14.2	13.9
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	10.7	11.1	9.2	10.2	11.7	12.2	11.4	11.2
Peso del recipiente (Wr)	4.3	4.4	4.3	5.8	4.2	4	4.2	4.3
Peso de Agua (Ww)	3.2	3.3	2.3	2.1	3.2	3.6	2.8	2.7
Peso muestra seca (Ws)	6.4	6.7	4.9	4.4	7.5	8.2	7.2	6.9
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	50.00%	49.25%	46.94%	47.73%	42.67%	43.90%	38.89%	39.13%
Promedio W%	49.63%		47.33%		43.28%		39.01%	
# de Golpes	6		14		22		39	
Límite Líquido (LL%)	43.20%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	90	91	92	93	94
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	7.1	8	7	5.8	7.3
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	6.9	7.9	6.8	5.7	7
Peso del recipiente (Wr)	6.2	7.6	6.1	5.4	6.1
Peso de Agua (Ww)	0.2	0.1	0.2	0.1	0.3
Peso muestra seca (Ws)	0.7	0.3	0.7	0.3	0.9
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	28.57%	33.33%	28.57%	33.33%	33.33%
Promedio W% (LP)	31.43%				
IP = LL- LP	11.77%				

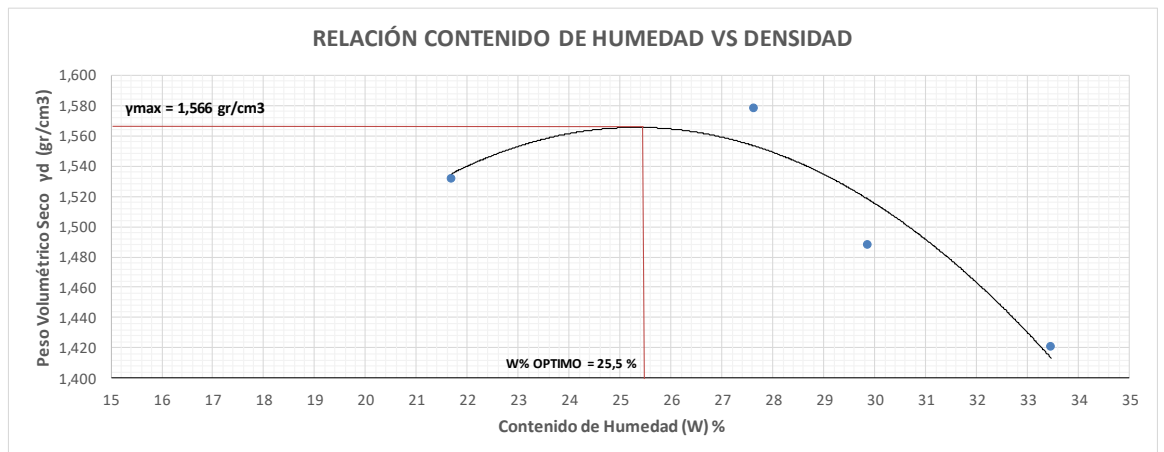
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	9+000	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		496	100.00%	
#10	2	12.5	2.52%	97.48%
#40	0.42	39.5	7.98%	92.02%
#60	0.25	74.8	15.11%	84.89%
#100	0.149	138.5	27.97%	72.03%
#200	0.074	224.6	45.36%	54.64%
PASA #200		270.6	54.64%	
TOTAL		495.2		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

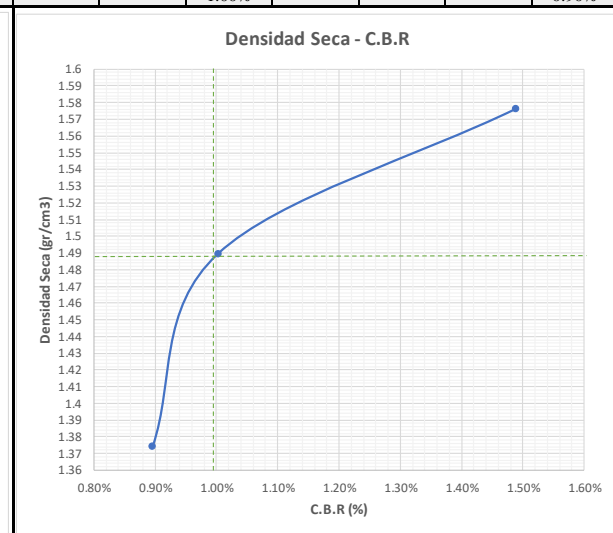
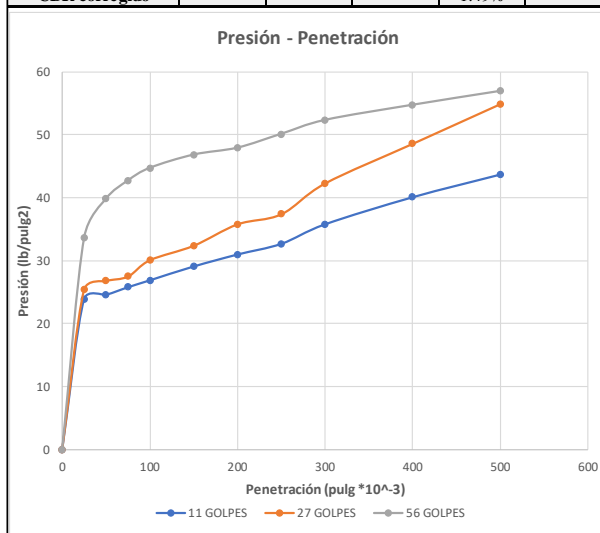
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16814	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	9+000	Normas:	AASHTO	T-180				
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	17	20	23	26				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20931	21264	21084	21004				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4117	4450	4270	4190				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,864	2,015	1,933	1,897				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	22	30	8	12	19	20	16	18
Peso del recipiente Wr	24	24,3	26,7	25,3	26,5	24,6	24,3	25,7
Rec+suelo húmedo Wr+Wm	94,3	92	104,7	97,8	101,2	98,6	97,2	96,4
Rec+suelo seco Ws + Wm	81,7	80	87,6	82,3	84,2	81,4	79	78,6
Peso sólidos Ws	57,7	55,7	60,9	57	57,7	56,8	54,7	52,9
Peso del agua Ww	12,6	12	17,1	15,5	17	17,2	18,2	17,8
Cont. Humedad ω %	21,84	21,54	28,08	27,19	29,46	30,28	33,27	33,65
Cont. Humedad promedio ω %	21,69		27,64		29,87		33,46	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,532		1,578		1,488		1,421	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		9+000	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		25,50%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	15635	15635	15517	15517	16445	16445
Volumen Muestra	2286,38	2286,38	2133,22	2133,22	2279,62	2279,62
P. Suelo Húmedo + Molde	20112	20205	19498	19512	20357	20396
P. Suelo Húmedo	4477	4570	3981	3995	3912	3951
Densidad Humedad	1,96	2,00	1,87	1,87	1,72	1,73
Densidad Seca	1,560	1,593	1,487	1,492	1,367	1,381
Den. Seca Prom.	1,576		1,490		1,374	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	79	83	66	80	51	71
Peso Recipiente	30,9	30,8	30,9	30,9	30,4	30,5
P. Suelo Húmedo + Recipiente	106,4	108,1	94,3	106,7	92,1	102,4
P. Suelo Seco + Recipiente	91,1	91	81,3	88,7	79,5	85,1
Peso de Sólidos	60,2	60,2	50,4	57,8	49,1	54,6
Peso del agua	15,3	17,1	13	18	12,6	17,3
Contenido Humedad %	25,42%	28,41%	25,79%	31,14%	25,66%	31,68%
Agua Absorbida %	2,99%		5,35%		6,02%	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos

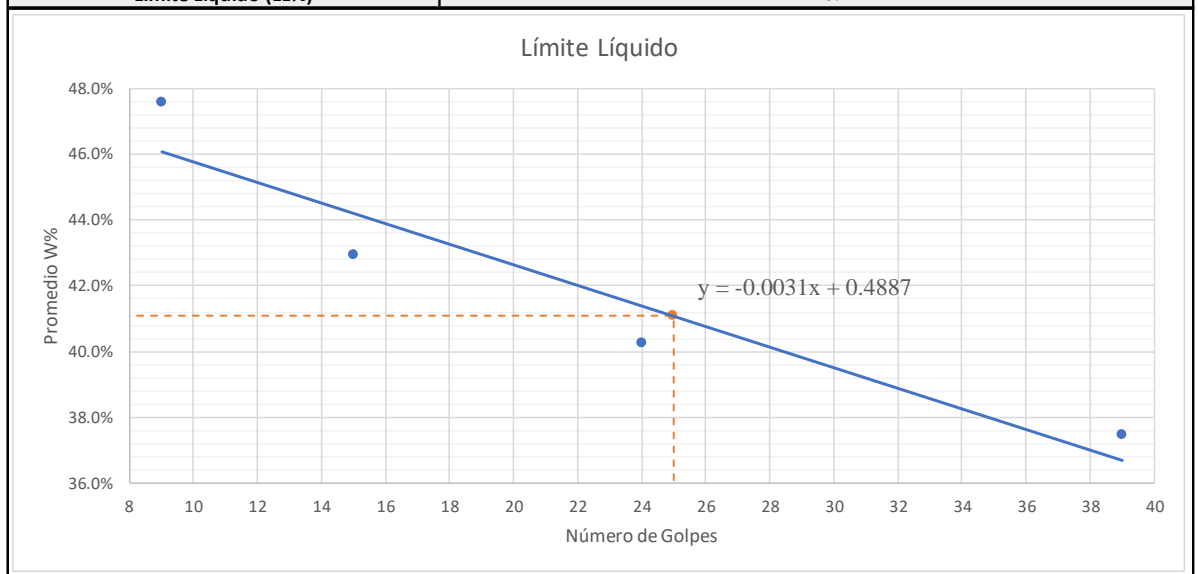
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita		Abscisa =		9+000	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10^-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	33.6	11.2			25.4	8.5			23.9	8.0		
50	39.8	13.3			26.8	8.9			24.6	8.2		
75	42.7	14.2			27.5	9.2			25.8	8.6		
100	44.7	14.9	1.49	1.49%	30.1	10.0	1.00	1.00%	26.9	9.0	0.90	0.90%
150	46.8	15.6			32.4	10.8			29.1	9.7		
200	47.9	16.0	1.06	1.06%	35.8	11.9	0.80	0.80%	31	10.3	0.69	0.69%
250	50.1	16.7			37.4	12.5			32.7	10.9		
300	52.3	17.4			42.3	14.1			35.8	11.9		
400	54.7	18.2			48.6	16.2			40.1	13.4		
500	56.9	19.0			54.9	18.3			43.7	14.6		
CBR corregido				1.49%				1.00%				0.90%



Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.576	1.49%	1.566	1.4877	0.99%
2	1.490	1.00%			
3	1.374	0.90%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

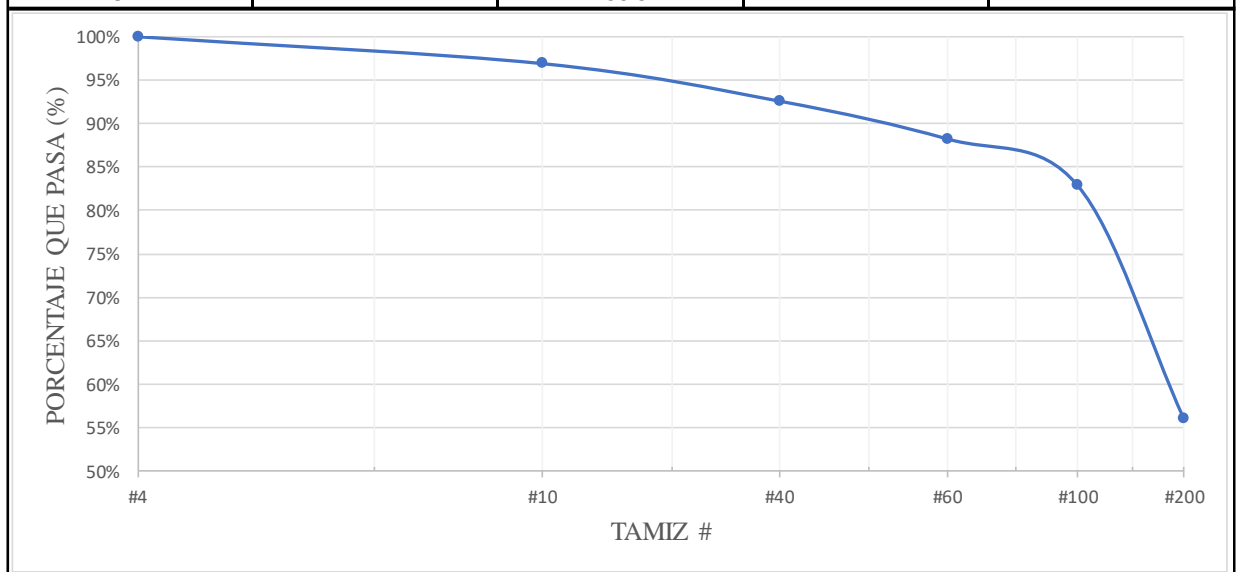
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto La Lorenita			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	9+500			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	9.11	9.12	9.13	9.14	9.15	9.16	9.17	9.18
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	17.4	16.2	14.3	16	14.4	15.7	13.5	14
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	13.8	12.9	11.8	13.1	12	12.9	11.5	11.8
Peso del recipiente (Wr)	6.2	6	6.1	6.2	6	6	6	6.1
Peso de Agua (Ww)	3.6	3.3	2.5	2.9	2.4	2.8	2	2.2
Peso muestra seca (Ws)	7.6	6.9	5.7	6.9	6	6.9	5.5	5.7
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	47.37%	47.83%	43.86%	42.03%	40.00%	40.58%	36.36%	38.60%
Promedio W%	47.60%		42.94%		40.29%		37.48%	
# de Golpes	9		15		24		39	
Límite Líquido (LL%)	41.10%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	95	96	97	98	99
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	11.2	11.4	6.9	7.2	6.7
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	11	11.2	6.7	6.9	6.5
Peso del recipiente (Wr)	10.2	10.5	6.1	6	5.8
Peso de Agua (Ww)	0.2	0.2	0.2	0.3	0.2
Peso muestra seca (Ws)	0.8	0.7	0.6	0.9	0.7
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	28.57%	33.33%	33.33%	28.57%
Promedio W% (LP)	29.76%				
IP = LL- LP	11.34%				

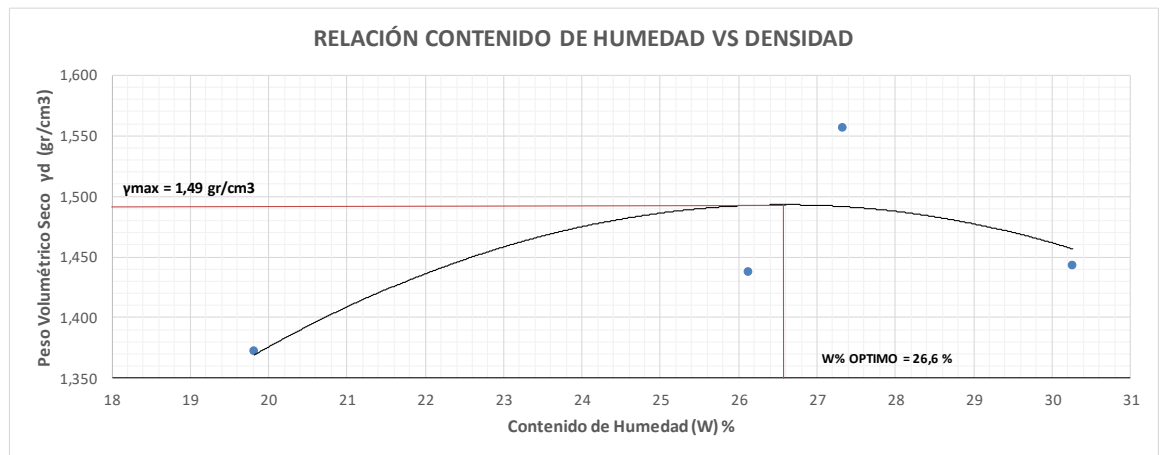
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	9+500	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		495.6	100.00%	
#10	2	15.3	3.10%	96.90%
#40	0.42	36.6	7.42%	92.58%
#60	0.25	58.1	11.77%	88.23%
#100	0.149	84.4	17.10%	82.90%
#200	0.074	217.1	43.99%	56.01%
PASA #200		276.4	56.01%	
TOTAL		493.5		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

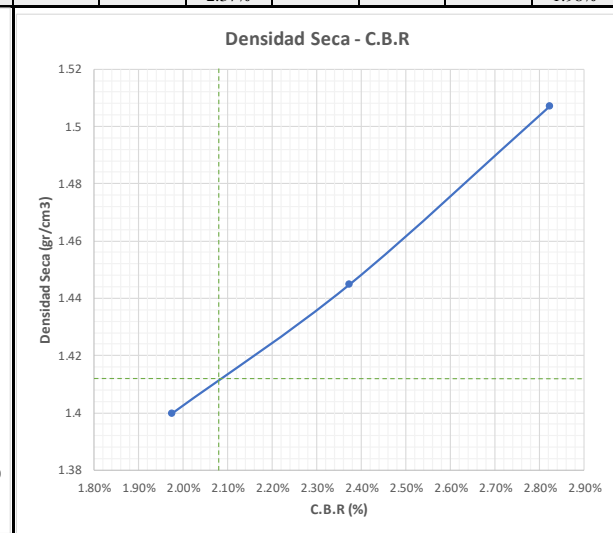
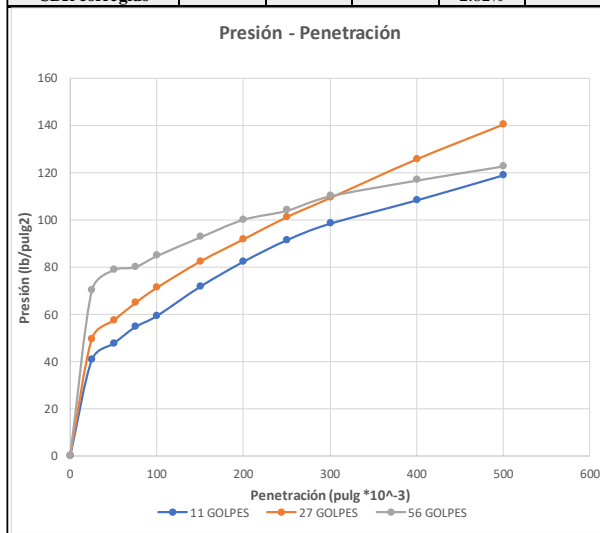
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16275	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	9+500	Normas:	AASHTO	T-180	Método			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	17	20	23	26				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19908	20280	20653	20427				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3633	4005	4378	4152				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,645	1,813	1,982	1,880				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	15	26	37	45	9	19	46	47
Peso del recipiente W_r	25,5	23,1	25,9	23,4	26	26,5	24,8	46,5
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	148,2	135,1	115,2	105,3	112,4	102,2	128,2	155,2
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	128,1	116,4	97,3	87,8	93,8	86	104,9	129,2
Peso sólidos W_s	102,6	93,3	71,4	64,4	67,8	59,5	80,1	82,7
Peso del agua W_w	20,1	18,7	17,9	17,5	18,6	16,2	23,3	26
Cont. Humedad $\omega\%$	19,59	20,04	25,07	27,17	27,43	27,23	29,09	31,44
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	19,82		26,12		27,33		30,26	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,373		1,438		1,557		1,443	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		9+500	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		26,60%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	14687	14687	13582	13582	16396	16396
Volumen Muestra	2297,30	2297,30	2261,95	2261,95	2261,95	2261,95
P. Suelo Húmedo + Molde	19043	19098	17671	17768	20389	20421
P. Suelo Húmedo	4356	4411	4089	4186	3993	4025
Densidad Humedad	1,90	1,92	1,81	1,85	1,77	1,78
Densidad Seca	1,498	1,517	1,428	1,462	1,394	1,406
Den. Seca Prom.	1,507		1,445		1,400	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	79	45	5	42	34	70
Peso Recipiente	30,7	27,25	27,55	27,8	27,05	44,3
P. Suelo Húmedo + Recipiente	70,4	156,65	91,35	206,9	78,65	216,95
P. Suelo Seco + Recipiente	62,1	126,1	77,8	160,2	67,8	171,6
Peso de Sólidos	31,4	98,85	50,25	132,4	40,75	127,3
Peso del agua	8,3	30,55	13,55	46,7	10,85	45,35
Contenido Humedad %	26,43%	30,91%	26,97%	35,27%	26,63%	35,62%
Agua Absorbida %	4,47%		8,31%		9,00%	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos

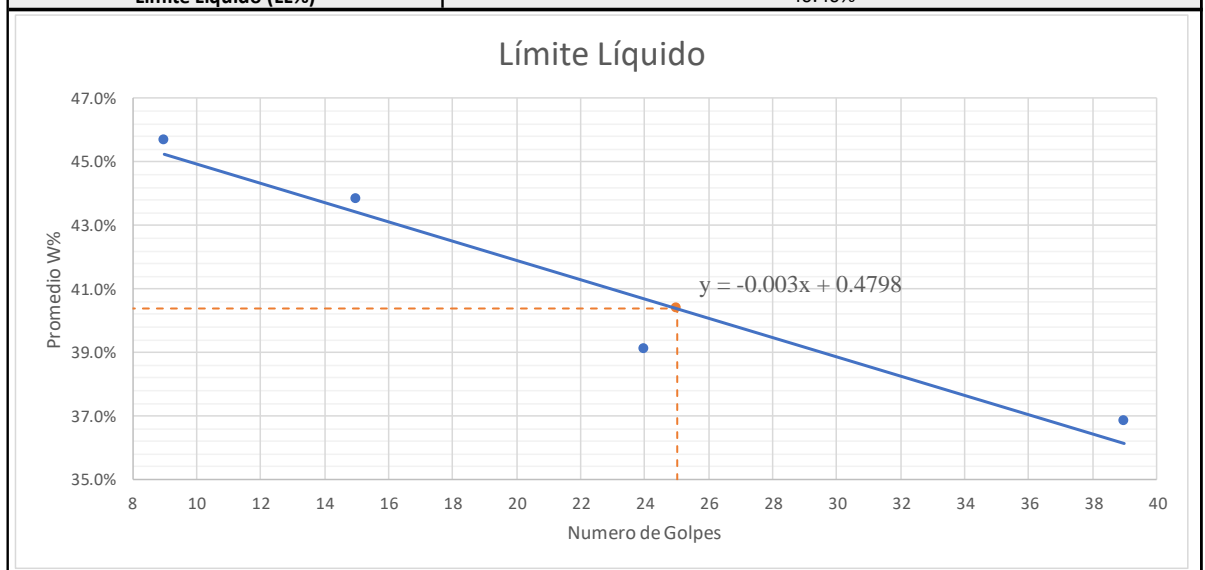
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita		Abscisa =		9+500	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10 ⁻³	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	70.2	23.4			49.6	16.5			40.7	13.6		
50	78.7	26.2			57.3	19.1			47.6	15.9		
75	80	26.7			64.7	21.6			54.6	18.2		
100	84.7	28.2	2.82	2.82%	71.2	23.7	2.37	2.37%	59.3	19.8	1.98	1.98%
150	92.6	30.9			82.3	27.4			71.7	23.9		
200	100.1	33.4	2.22	2.22%	91.7	30.6	2.04	2.04%	82.3	27.4	1.83	1.83%
250	103.9	34.6			101.1	33.7			91.4	30.5		
300	110	36.7			109.2	36.4			98.4	32.8		
400	116.7	38.9			125.6	41.9			108.3	36.1		
500	122.7	40.9			140.3	46.8			118.9	39.6		
CBR corregido				2.82%				2.37%				1.98%



Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.507	2.82%	1.49	1.4155	2.08%
2	1.445	2.37%			
3	1.400	1.98%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

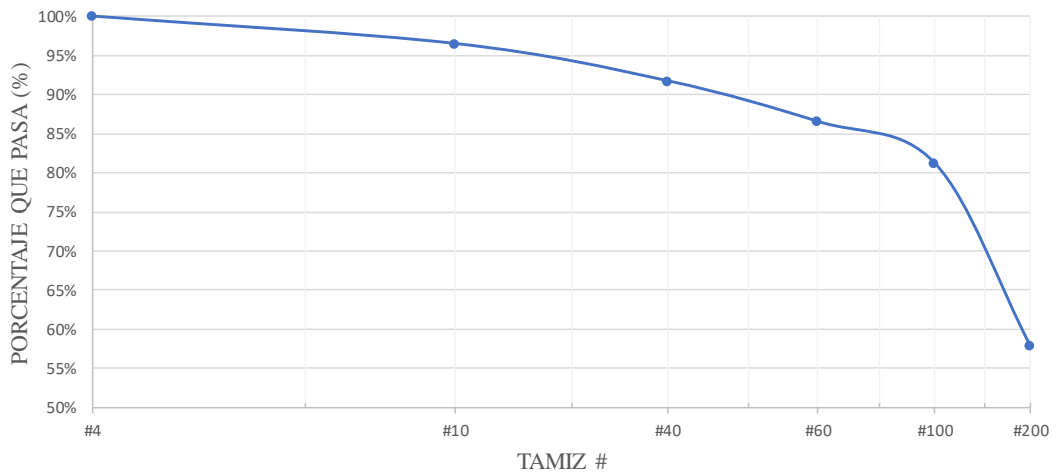
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto La Lorenita			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	10+000			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	10.1	10.2	10.3	10.4	10.5	10.6	10.7	10.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	17	15.6	14.5	16.7	14.6	16.2	12.5	13
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	13.6	12.6	12	13.5	12.2	13.4	10.8	11.2
Peso del recipiente (Wr)	6.2	6	6.3	6.2	6.1	6.2	6.2	6.3
Peso de Agua (Ww)	3.4	3	2.5	3.2	2.4	2.8	1.7	1.8
Peso muestra seca (Ws)	7.4	6.6	5.7	7.3	6.1	7.2	4.6	4.9
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	45.95%	45.45%	43.86%	43.84%	39.34%	38.89%	36.96%	36.73%
Promedio W%	45.70%		43.85%		39.12%		36.85%	
# de Golpes	9		15		24		39	
Límite Líquido (LL%)	40.40%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	90	91	92	93	94
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	11.6	11.8	6.6	7.1	6.7
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	11.4	11.5	6.5	6.8	6.6
Peso del recipiente (Wr)	10.6	10.7	6.1	5.9	6.1
Peso de Agua (Ww)	0.2	0.3	0.1	0.3	0.1
Peso muestra seca (Ws)	0.8	0.8	0.4	0.9	0.5
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	37.50%	25.00%	33.33%	20.00%
Promedio W% (LP)	28.17%				
IP = LL- LP	12.23%				

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	10+000	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		494.8	100.00%	
#10	2	17.3	3.50%	96.50%
#40	0.42	40.8	8.26%	91.74%
#60	0.25	66.5	13.46%	86.54%
#100	0.149	92.9	18.81%	81.19%
#200	0.074	208.1	42.13%	57.87%
PASA #200		285.9	57.87%	
TOTAL		494		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16275	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³
Abscisa	10+000	Normas:	AASHTO	T-180	Método	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	

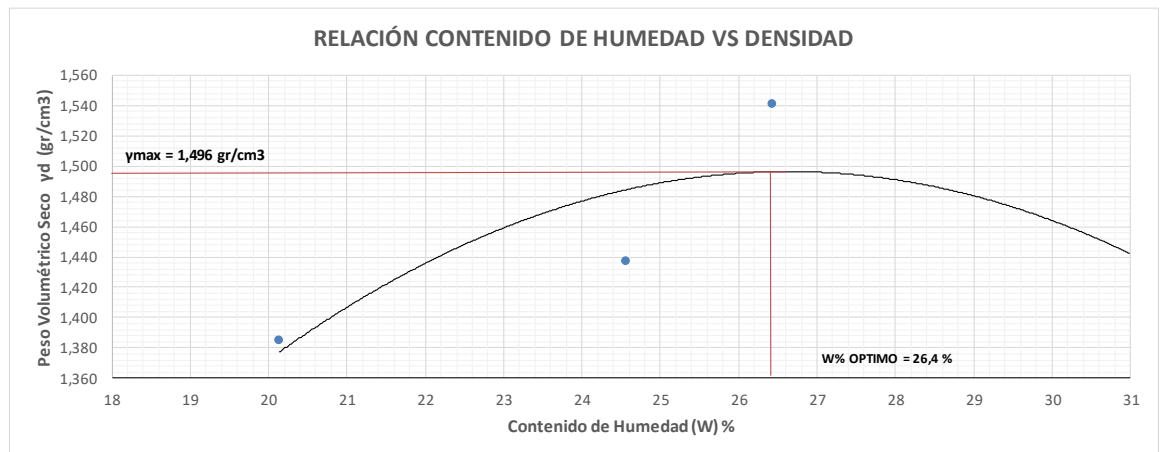
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	17	20	23	26
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19952	20231	20579	20411
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3677	3956	4304	4136
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,665	1,791	1,948	1,872

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	41	55	84	104	70	77	63	65
Peso del recipiente Wr	31	30,4	30,9	30,1	57,6	30,8	30,6	31,2
Rec+suelo húmedo Wr+Wm	90,1	93	95,4	92,4	97,4	99,4	121,2	117,6
Rec+suelo seco Ws + Wm	80,2	82,5	82,7	80,1	89	85,2	99,4	97,1
Peso sólidos Ws	49,2	52,1	51,8	50	31,4	54,4	68,8	65,9
Peso del agua Ww	9,9	10,5	12,7	12,3	8,4	14,2	21,8	20,5
Cont. Humedad ω %	20,12	20,15	24,52	24,60	26,75	26,10	31,69	31,11
Cont. Humedad promedio ω %	20,14	24,56	26,43	31,40				
Peso Volumétrico γ_d (gr/cm ³)	1,386	1,438	1,541	1,425				

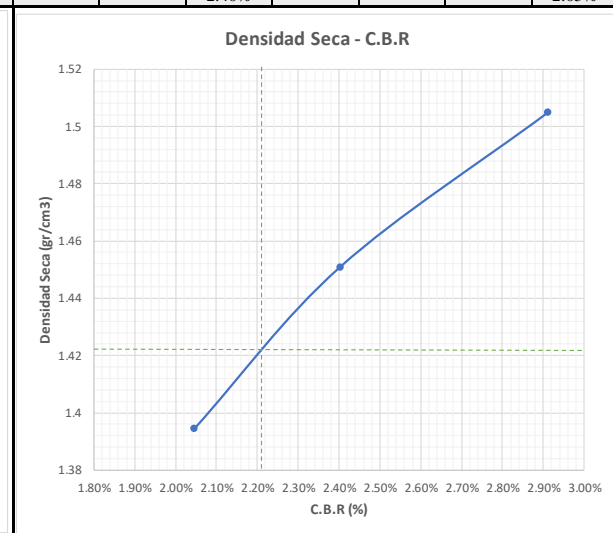
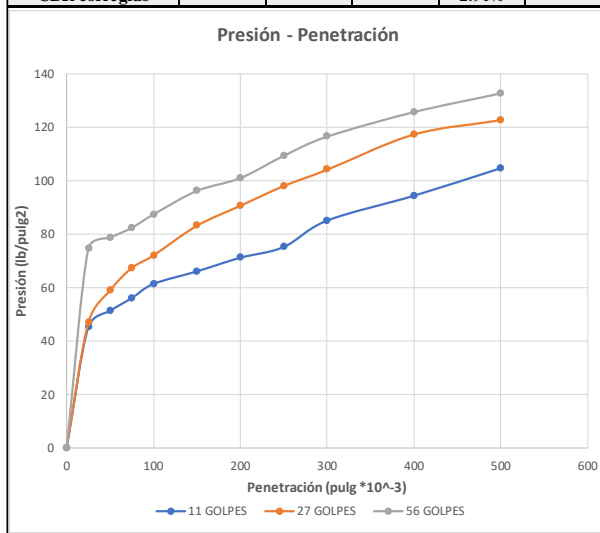
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		10+000	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		26,40%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	14687	14687	13582	13582	16396	16396
Volumen Muestra	2297,30	2297,30	2261,95	2261,95	2261,95	2261,95
P. Suelo Húmedo + Molde	19025	19089	17689	17772	20321	20446
P. Suelo Húmedo	4338	4402	4107	4190	3925	4050
Densidad Humedad	1,89	1,92	1,82	1,85	1,74	1,79
Densidad Seca	1,494	1,516	1,436	1,465	1,373	1,417
Den. Seca Prom.	1,505		1,451		1,395	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	79	45	5	42	34	70
Peso Recipiente	30,7	27,25	27,55	27,8	27,05	44,3
P. Suelo Húmedo + Recipiente	69,8	71,1	89,3	90,7	96,8	114,7
P. Suelo Seco + Recipiente	61,6	60,9	76,4	74,9	82,2	96,5
Peso de Sólidos	30,9	33,65	48,85	47,1	55,15	52,2
Peso del agua	8,2	10,2	12,9	15,8	14,6	18,2
Contenido Humedad %	26,54%	30,31%	26,41%	33,55%	26,47%	34,87%
Agua Absorbida %	3,77%		7,14%		8,39%	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos

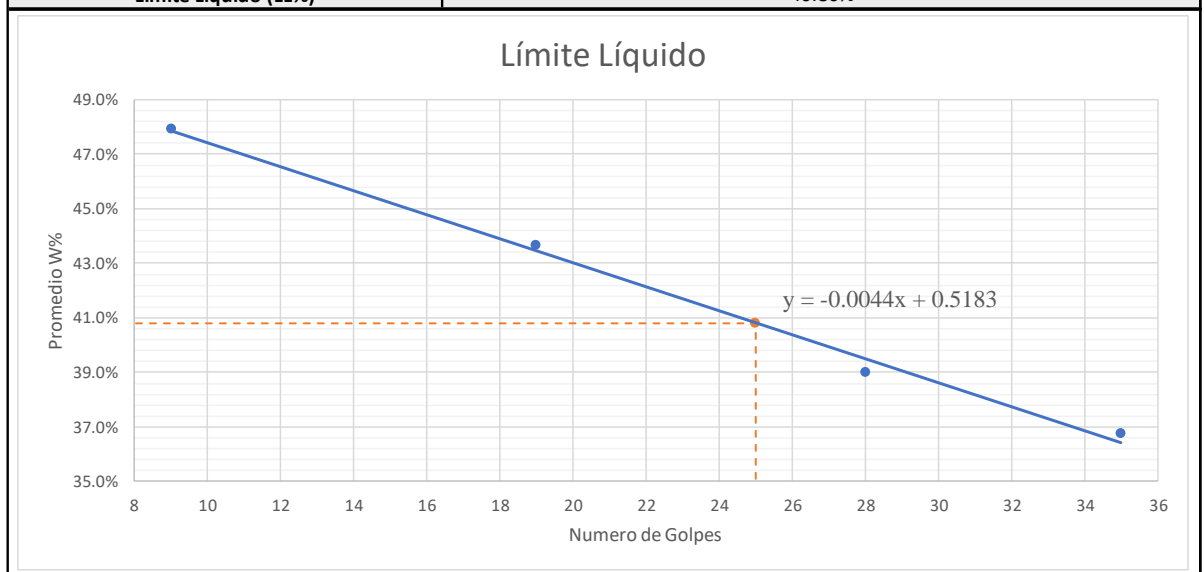
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita		Abscisa =		10+000	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10 ⁻³	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	74.6	24.9			46.9	15.6			45.3	15.1		
50	78.7	26.2			59	19.7			51.3	17.1		
75	82.4	27.5			67.4	22.5			56.1	18.7		
100	87.4	29.1	2.91	2.91%	72.1	24.0	2.40	2.40%	61.4	20.5	2.05	2.05%
150	96.2	32.1			83.2	27.7			66.1	22.0		
200	101	33.7	2.24	2.24%	90.7	30.2	2.02	2.02%	71.2	23.7	1.58	1.58%
250	109.3	36.4			98.1	32.7			75.2	25.1		
300	116.5	38.8			104.2	34.7			85.1	28.4		
400	125.7	41.9			117.4	39.1			94.4	31.5		
500	132.7	44.2			122.8	40.9			104.7	34.9		
CBR corregido				2.91%				2.40%				2.05%



Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.505	2.91%	1.496	1.4212	2.21%
2	1.451	2.40%			
3	1.395	2.05%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

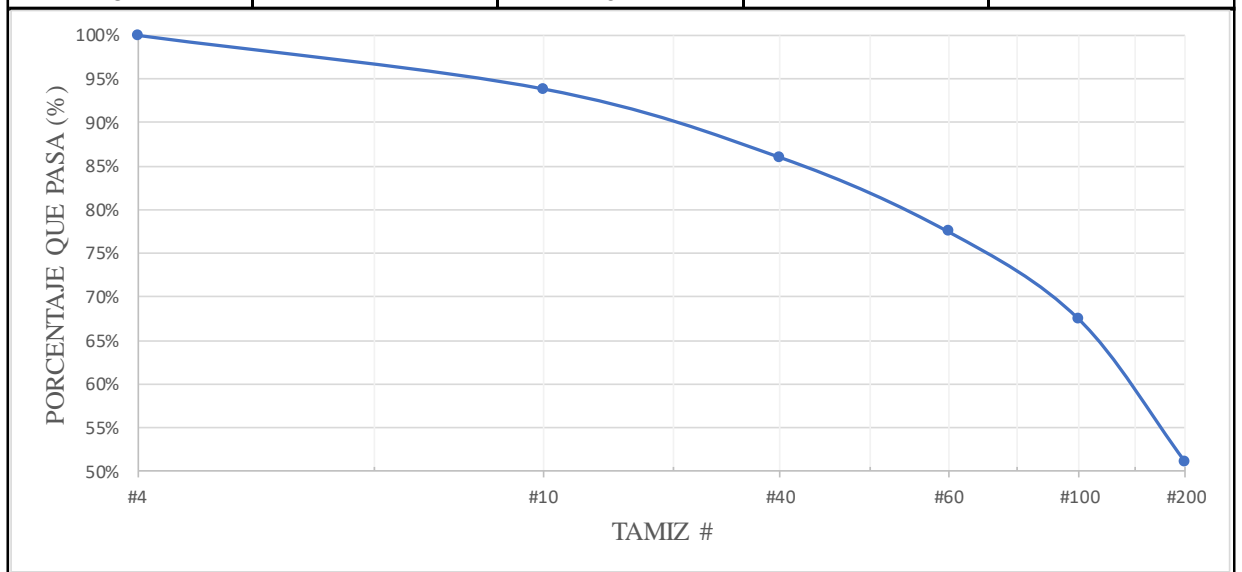
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto La Lorenita			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	10+500			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	32.1	31.4	30.5	31.2	31.8	31.3	30.5	31.2
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	25.8	25.2	25.2	25.1	26	25.8	25.5	25.8
Peso del recipiente (Wr)	12.5	12.4	12.8	11.4	11.1	11.7	11.5	11.5
Peso de Agua (Ww)	6.3	6.2	5.3	6.1	5.8	5.5	5	5.4
Peso muestra seca (Ws)	13.3	12.8	12.4	13.7	14.9	14.1	14	14.3
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	47.37%	48.44%	42.74%	44.53%	38.93%	39.01%	35.71%	37.76%
Promedio W%	47.90%		43.63%		38.97%		36.74%	
# de Golpes	9		19		28		35	
Límite Líquido (LL%)	40.80%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	100	101	102	103	104
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	6.3	6.5	7.4	8.4	7.4
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	6.2	6.3	7.1	8.2	7.1
Peso del recipiente (Wr)	5.8	5.6	6.2	7.5	6.1
Peso de Agua (Ww)	0.1	0.2	0.3	0.2	0.3
Peso muestra seca (Ws)	0.4	0.7	0.9	0.7	1
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	28.57%	33.33%	28.57%	30.00%
Promedio W% (LP)	29.10%				
IP = LL- LP	11.70%				

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

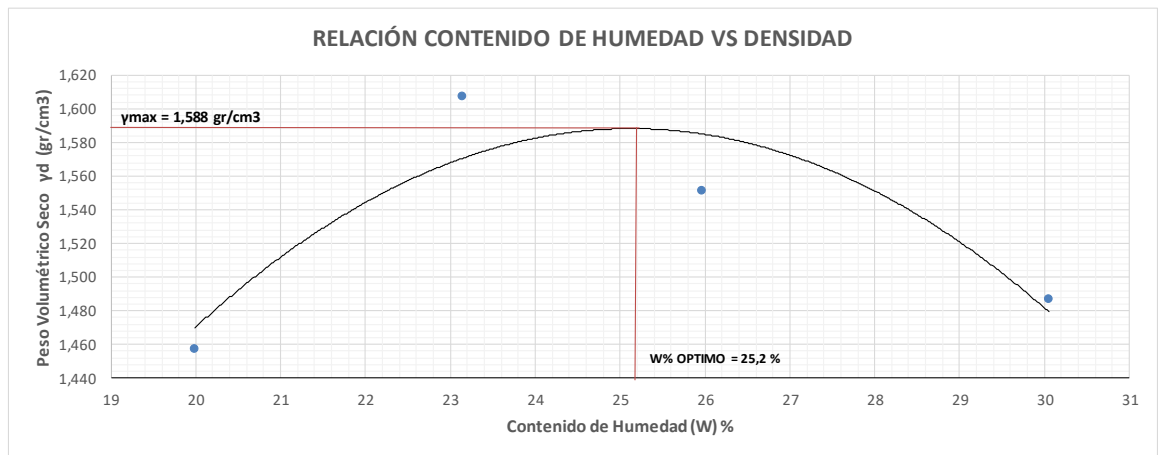
Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	10+500	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		498	100.00%	
#10	2	30.5	6.13%	93.87%
#40	0.42	69.6	13.98%	86.02%
#60	0.25	111.9	22.48%	77.52%
#100	0.149	161.7	32.49%	67.51%
#200	0.074	243.1	48.84%	51.16%
PASA #200		254.6	51.16%	
TOTAL		497.7		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16275	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	10+500	Normas:	AASHTO	T-180	Método			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	15	18	21	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20139	20649	20593	20548				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3864	4374	4318	4273				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,749	1,980	1,955	1,934				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	65	84	55	77	41	104	63	70
Peso del recipiente W_r	31,2	30,9	30,4	30,8	31	30,1	30,6	57,6
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	96,8	109,6	110,9	92,5	95,8	113,5	139,7	177,3
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	86,2	96,1	95,9	80,8	82,6	96,1	114,8	149,3
Peso sólidos W_s	55	65,2	65,5	50	51,6	66	84,2	91,7
Peso del agua W_w	10,6	13,5	15	11,7	13,2	17,4	24,9	28
Cont. Humedad $\omega\%$	19,27	20,71	22,90	23,40	25,58	26,36	29,57	30,53
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	19,99		23,15		25,97		30,05	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,458		1,608		1,552		1,487	

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



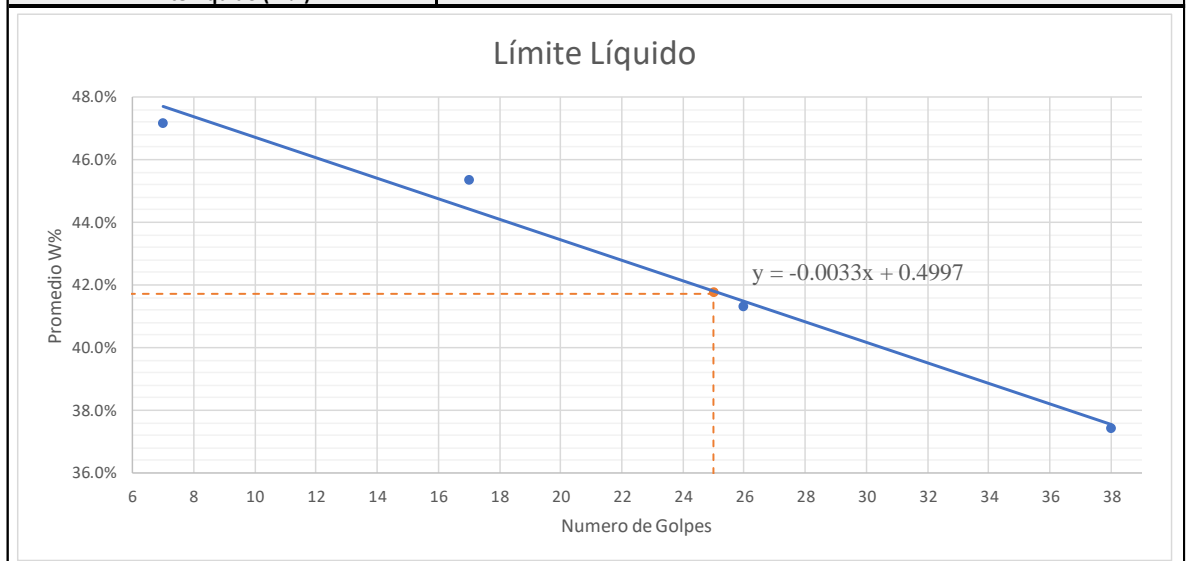
Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		10+500	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		25,20%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	15517	15517	16359	16359	14055	14055
Volumen Muestra	2133,22	2133,22	2238,49	2238,49	2286,38	2286,38
P. Suelo Húmedo + Molde	19736	19811	20614	20788	18300	18348
P. Suelo Húmedo	4219	4294	4255	4429	4245	4293
Densidad Humedad	1,98	2,01	1,90	1,98	1,86	1,88
Densidad Seca	1,580	1,608	1,518	1,580	1,483	1,500
Den. Seca Prom.	1,594		1,549		1,491	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	34	73	7	59	10	63
Peso Recipiente	23,4	31,1	28,7	30,7	23,5	30,6
P. Suelo Húmedo + Recipiente	102,5	219	101,8	159,1	103,6	221,7
P. Suelo Seco + Recipiente	86,5	177,4	87	128,1	87,5	174,1
Peso de Sólidos	63,1	146,3	58,3	97,4	64	143,5
Peso del agua	16	41,6	14,8	31	16,1	47,6
Contenido Humedad %	25,36%	28,43%	25,39%	31,83%	25,16%	33,17%
Agua Absorbida %	3,08%		6,44%		8,01%	

Universidad Técnica de Ambato												
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica												
Laboratorio de Mecánica de Suelos												
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita		Abscisa =		10+500	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10^-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	51.6	17.2			51.3	17.1			49.6	16.5		
50	60.6	20.2			59.2	19.7			52	17.3		
75	69.8	23.3			65.7	21.9			54.6	18.2		
100	77.7	25.9	2.59	2.59%	73.7	24.6	2.46	2.46%	57.3	19.1	1.91	1.91%
150	91	30.3			84.5	28.2			62.3	20.8		
200	102.3	34.1	2.27	2.27%	94.6	31.5	2.10	2.10%	67.1	22.4	1.49	1.49%
250	110.2	36.7			104.2	34.7			71	23.7		
300	117.7	39.2			111.6	37.2			75.6	25.2		
400	130.2	43.4			126.6	42.2			82.6	27.5		
500	141	47.0			139.6	46.5			90.6	30.2		
CBR corregido				2.59%				2.46%				1.91%

Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.594	2.59%	1.588	1.5086	2.09%
2	1.549	2.46%			
3	1.491	1.91%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

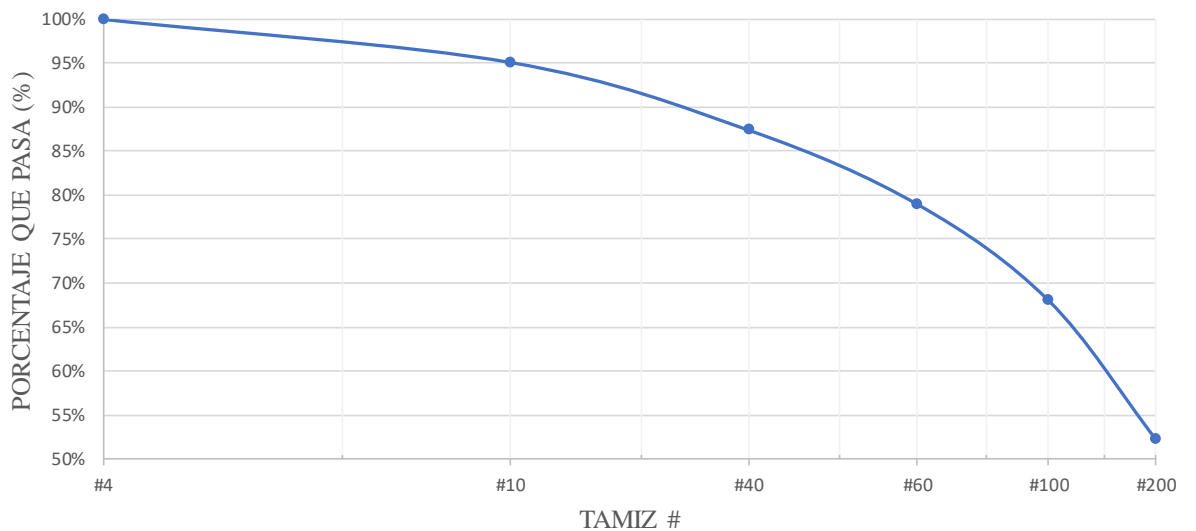
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =	Recinto La Lorenita				
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =	11+000				
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	11.1	11.2	11.3	11.4	11.5	11.6	11.7	11.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	24.5	26.7	23	24.2	24.3	25.9	25.9	25.4
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	20.4	21.7	19.8	20.2	20.4	21.8	22	21.6
Peso del recipiente (Wr)	11.7	11.1	12.8	11.3	11.1	11.7	11.5	11.5
Peso de Agua (Ww)	4.1	5	3.2	4	3.9	4.1	3.9	3.8
Peso muestra seca (Ws)	8.7	10.6	7	8.9	9.3	10.1	10.5	10.1
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	47.13%	47.17%	45.71%	44.94%	41.94%	40.59%	37.14%	37.62%
Promedio W%	47.15%		45.33%		41.26%		37.38%	
# de Golpes	7		17		26		38	
Límite Líquido (LL%)	41.72%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	100	101	102	103	104
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	7	7	7.2	8.5	7.4
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	6.9	6.8	7	8.2	7.1
Peso del recipiente (Wr)	6.5	6.1	6.3	7.3	6.1
Peso de Agua (Ww)	0.1	0.2	0.2	0.3	0.3
Peso muestra seca (Ws)	0.4	0.7	0.7	0.9	1
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	28.57%	28.57%	33.33%	30.00%
Promedio W% (LP)	29.10%				
IP = LL- LP	12.62%				

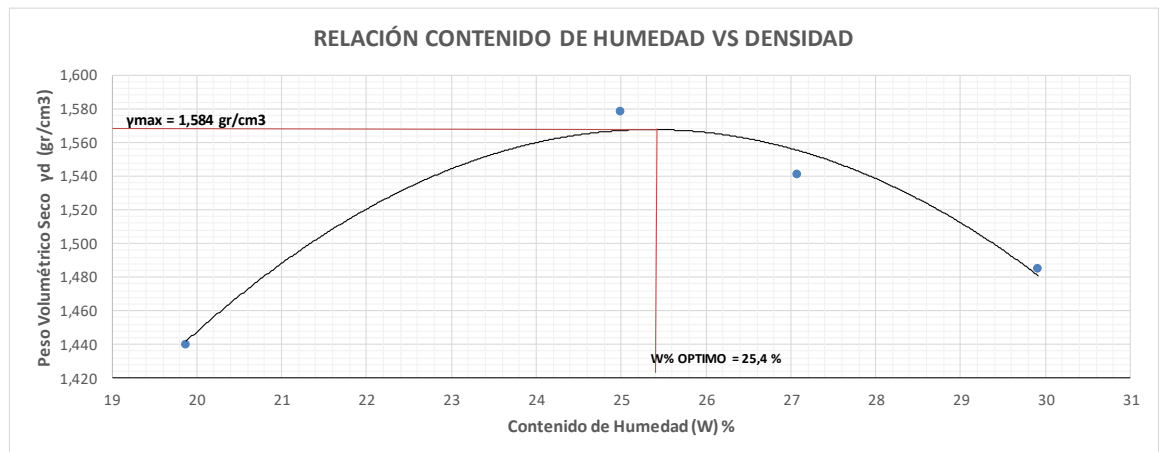
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	11+000	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		496.1	100.00%	
#10	2	24.3	4.90%	95.10%
#40	0.42	62.5	12.61%	87.39%
#60	0.25	104.4	21.06%	78.94%
#100	0.149	158.6	32.00%	68.00%
#200	0.074	236.8	47.77%	52.23%
PASA #200		258.9	52.23%	
TOTAL		495.7		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16275	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	11+000	Normas:	AASHTO	T-180	Método			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	15	18	21	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20089	20634	20601	20537				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3814	4359	4326	4262				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,727	1,973	1,958	1,929				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	7	13	43	69	2	5	33	38
Peso del recipiente W_r	28,8	22,8	24,5	30,7	24,1	24,2	25,1	25,2
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	95,8	94	102,5	98,7	100,2	97,4	119,4	117,4
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	83,6	83,4	86,9	85,1	84,2	81,6	98,7	95,2
Peso sólidos W_s	54,8	60,6	62,4	54,4	60,1	57,4	73,6	70
Peso del agua W_w	12,2	10,6	15,6	13,6	16	15,8	20,7	22,2
Cont. Humedad $\omega\%$	22,26	17,49	25,00	25,00	26,62	27,53	28,13	31,71
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	19,88		25,00		27,07		29,92	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,440		1,579		1,541		1,485	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								



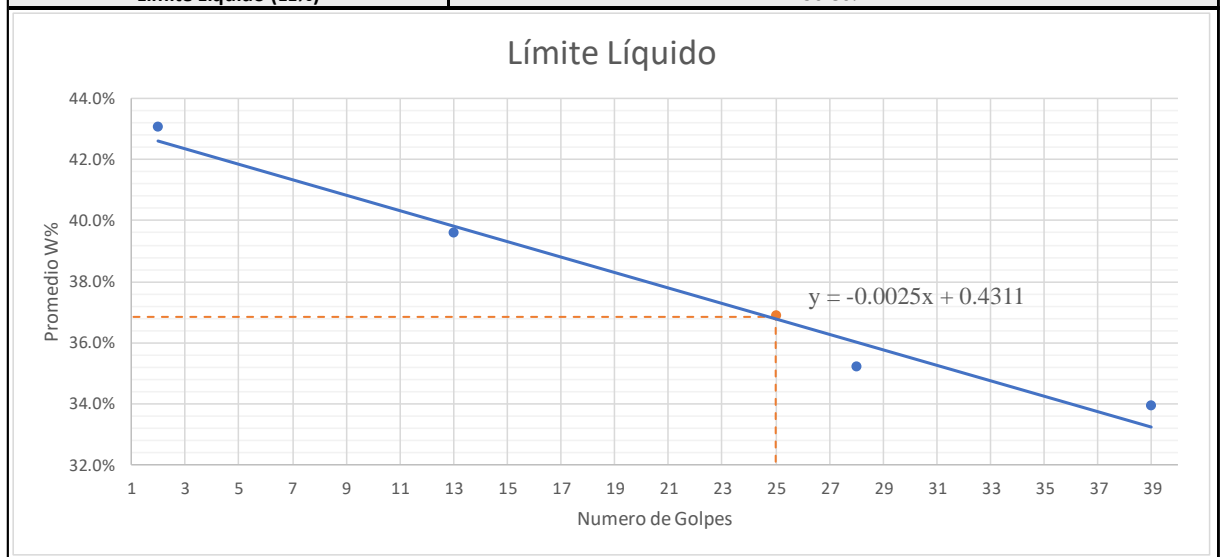
Universidad Técnica de Ambato						
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		11+000	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		25,40%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	16359	16359	15517	15517	14055	14055
Volumen Muestra	2238,49	2238,49	2133,22	2133,22	2286,38	2286,38
P. Suelo Húmedo + Molde	20814	20901	19536	19612	18237	18262
P. Suelo Húmedo	4455	4542	4019	4095	4182	4207
Densidad Humedad	1,99	2,03	1,88	1,92	1,83	1,84
Densidad Seca	1,587	1,618	1,502	1,531	1,459	1,467
Den. Seca Prom.	1,603		1,517		1,463	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	34	73	10	63	7	59
Peso Recipiente	23,4	31,1	23,5	30,6	28,7	30,7
P. Suelo Húmedo + Recipiente	112,1	119,2	93,6	91,7	99,1	91,8
P. Suelo Seco + Recipiente	94,1	99,8	79,3	76,9	84,8	76,6
Peso de Sólidos	70,7	68,7	55,8	46,3	56,1	45,9
Peso del agua	18	19,4	14,3	14,8	14,3	15,2
Contenido Humedad %	25,46%	28,24%	25,63%	31,97%	25,49%	33,12%
Agua Absorbida %	2,78%		6,34%		7,63%	

Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto La Lorenita		Abscisa =	11+000			
	Área del Pistón =	3 plg2			Norma =	ASTM D-1883		Velocidad de Carga =	0,05 pulg/min			
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10^-3	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	46.1	15.4			33.1	11.0			26.9	9.0		
50	56	18.7			42.9	14.3			32.8	10.9		
75	61.9	20.6			49.6	16.5			44.6	14.9		
100	68.4	22.8	2.28	2.28%	57.3	19.1	1.91	1.91%	53.7	17.9	1.79	1.79%
150	82.1	27.4			75.4	25.1			63.2	21.1		
200	93.1	31.0	2.07	2.07%	86.4	28.8	1.92	1.92%	65.7	21.9	1.46	1.46%
250	101.4	33.8			94.1	31.4			70.8	23.6		
300	112.4	37.5			102.4	34.1			76.5	25.5		
400	123.1	41.0			112.6	37.5			83.1	27.7		
500	134.9	45.0			126.9	42.3			89.7	29.9		
CBR corregido				2.28%				1.91%				1.79%

Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.603	2.28%	1.584	1.5048	1.87%
2	1.517	1.91%			
3	1.463	1.79%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

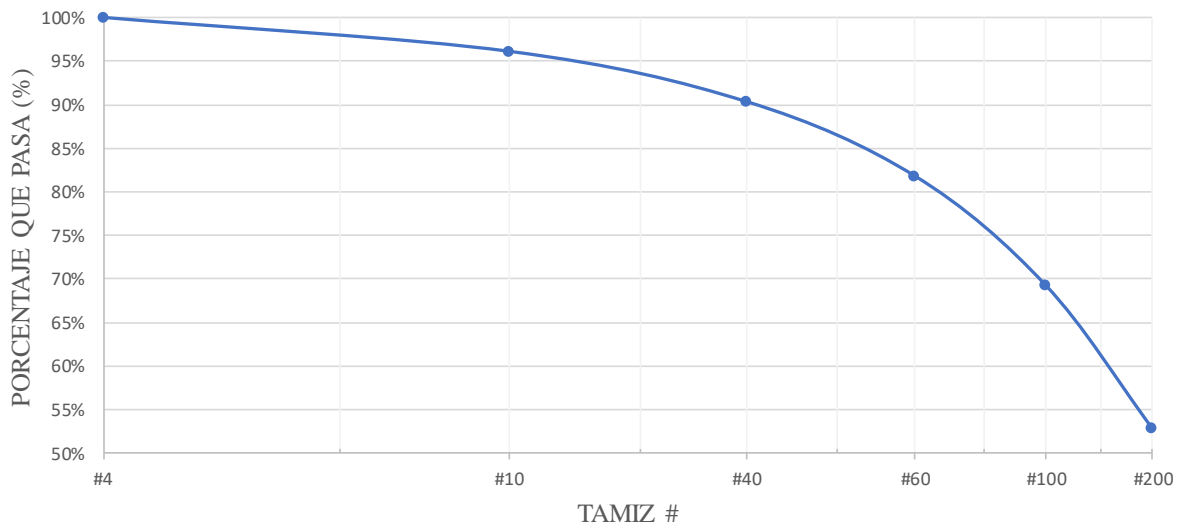
Realizado =	Erick Torres			Ubicación =	Recinto La Lorenita			
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta			Abscisa =	11+500			
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	18	20.3	25.7	29.1	24.5	24.8	21.9	22.7
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	15.9	17.7	21.5	24.1	21.1	21.2	19.1	19.8
Peso del recipiente (Wr)	10.9	11.8	11.1	11.2	11.4	11	10.9	11.2
Peso de Agua (Ww)	2.1	2.6	4.2	5	3.4	3.6	2.8	2.9
Peso muestra seca (Ws)	5	5.9	10.4	12.9	9.7	10.2	8.2	8.6
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	42.00%	44.07%	40.38%	38.76%	35.05%	35.29%	34.15%	33.72%
Promedio W%	43.03%		39.57%		35.17%		33.93%	
# de Golpes	2		13		28		39	
Límite Líquido (LL%)	36.86%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	200	201	202	203	204
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	11.5	11.4	6.9	7.3	7.4
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	11.3	11.2	6.8	7.1	7.1
Peso del recipiente (Wr)	10.6	10.5	6.5	6.3	6
Peso de Agua (Ww)	0.2	0.2	0.1	0.2	0.3
Peso muestra seca (Ws)	0.7	0.7	0.3	0.8	1.1
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	28.57%	28.57%	33.33%	25.00%	27.27%
Promedio W% (LP)	28.55%				
IP = LL- LP	8.31%				

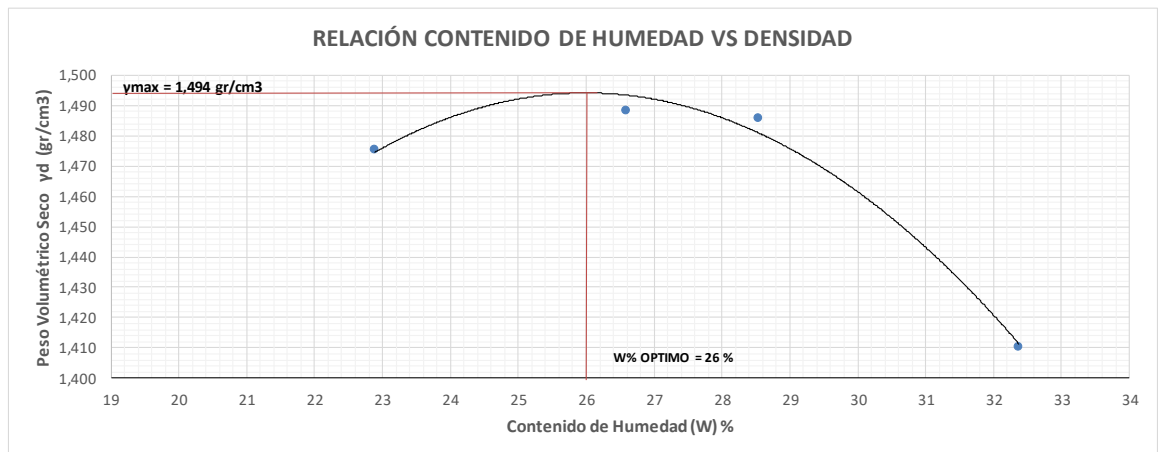
Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	11+500	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		499.5	100.00%	
#10	2	19.4	3.89%	96.11%
#40	0.42	48.2	9.66%	90.34%
#60	0.25	90.8	18.19%	81.81%
#100	0.149	153.2	30.70%	69.30%
#200	0.074	235.2	47.12%	52.88%
PASA #200		263.9	52.88%	
TOTAL		499.1		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

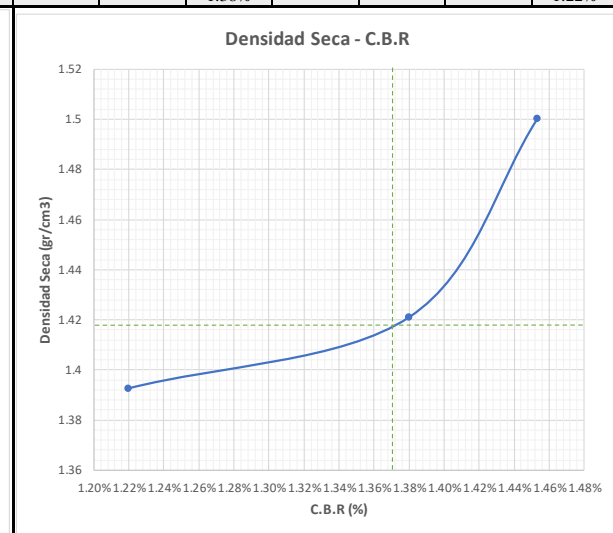
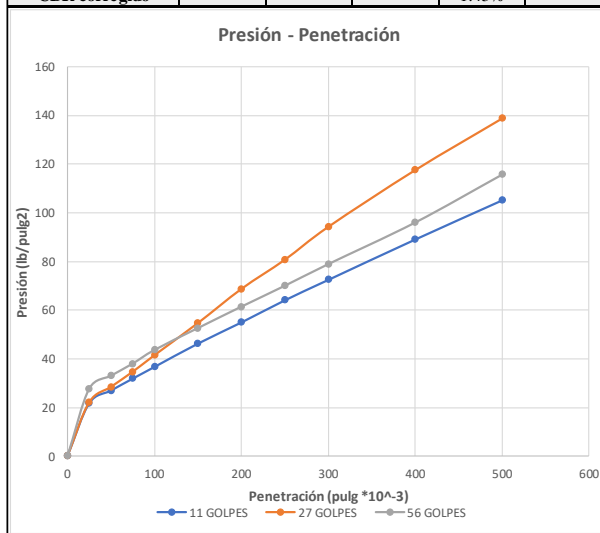
ESPECIFICACIONES								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16814	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³		
Abscisa	11+500	Normas:	AASHTO	T-180	Método			
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	18	21	24	27				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20819	20976	21033	20938				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4005	4162	4219	4124				
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,813	1,884	1,910	1,867				
2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Recipiente número	13	69	2	38	5	33	7	43
Peso del recipiente Wr	22,8	30,7	24,1	25,2	24,2	25,1	28,8	24,5
Rec+suelo húmedo Wr+Wm	98,1	93	100,1	113,8	123,8	108,6	116,1	123
Rec+suelo seco Ws + Wm	84,2	81,3	84,3	95	101,4	90,3	95,3	98,3
Peso sólidos Ws	61,4	50,6	60,2	69,8	77,2	65,2	66,5	73,8
Peso del agua Ww	13,9	11,7	15,8	18,8	22,4	18,3	20,8	24,7
Cont. Humedad ω %	22,64	23,12	26,25	26,93	29,02	28,07	31,28	33,47
Cont. Humedad promedio ω %	22,88		26,59		28,54		32,37	
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,475		1,488		1,486		1,410	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								



Universidad Técnica de Ambato Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		11+500	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		26,00%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	16445	16445	13915	13915	15651	15651
Volumen Muestra	2279,62	2279,62	2197,02	2197,02	2256,40	2256,40
P. Suelo Húmedo + Molde	20731	20778	17801	17896	19531	19689
P. Suelo Húmedo	4286	4333	3886	3981	3880	4038
Densidad Humedad	1,88	1,90	1,77	1,81	1,72	1,79
Densidad Seca	1,492	1,509	1,404	1,438	1,365	1,420
Den. Seca Prom.	1,500		1,421		1,393	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	80	39	83	44	71	18
Peso Recipiente	30,5	25,6	30,9	25,9	30,8	26,1
P. Suelo Húmedo + Recipiente	143,1	174,8	140,6	143,2	167,7	155,5
P. Suelo Seco + Recipiente	119,8	140,7	117,8	113,2	139,2	121,6
Peso de Sólidos	89,3	115,1	86,9	87,3	108,4	95,5
Peso del agua	23,3	34,1	22,8	30	28,5	33,9
Contenido Humedad %	26,09%	29,63%	26,24%	34,36%	26,29%	35,50%
Agua Absorbida %	3,53%		8,13%		9,21%	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos

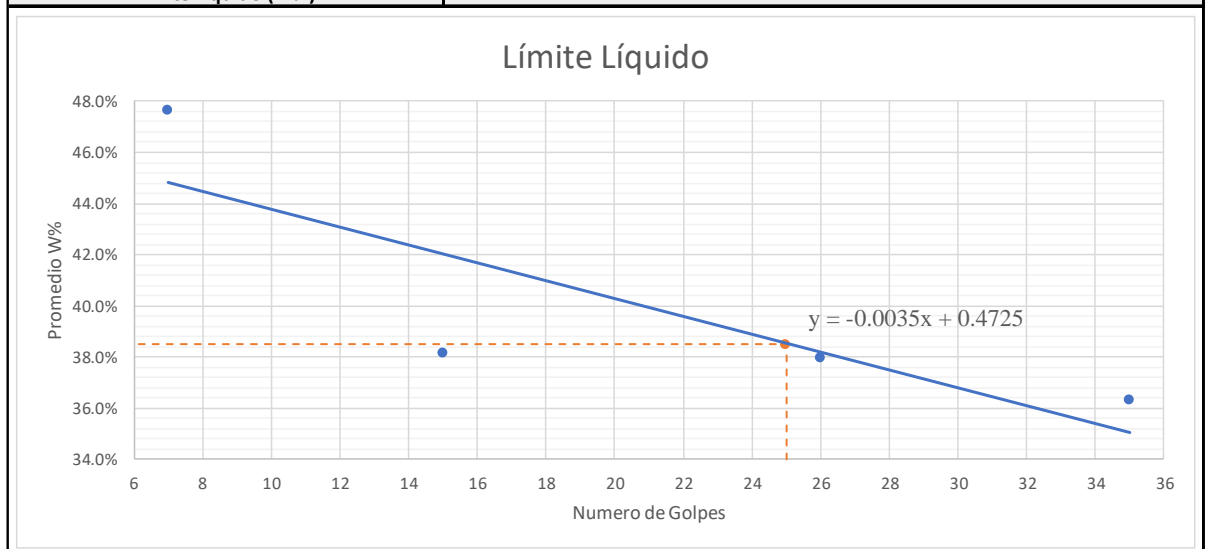
Ensayo de Carga Penetración												
Máquina de Compresión Simple	Realizado =		Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita		Abscisa =		11+500	
	Área del Pistón =		3 plg2		Norma =		ASTM D-1883		Velocidad de Carga =		0,05 pulg/min	
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
Pulgadas *10 ⁻³	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%	lb	lb/pulg2		%
0	0	0			0	0			0	0		
25	27.7	9.2			22.1	7.4			21.7	7.2		
50	33	11.0			28.4	9.5			26.9	9.0		
75	38	12.7			34.6	11.5			31.8	10.6		
100	43.6	14.5	1.45	1.45%	41.4	13.8	1.38	1.38%	36.6	12.2	1.22	1.22%
150	52.6	17.5			54.6	18.2			46.2	15.4		
200	61.4	20.5	1.36	1.36%	68.6	22.9	1.52	1.52%	54.9	18.3	1.22	1.22%
250	70	23.3			80.6	26.9			64	21.3		
300	78.9	26.3			94.1	31.4			72.4	24.1		
400	96	32.0			117.4	39.1			89	29.7		
500	115.7	38.6			138.6	46.2			105.1	35.0		
CBR corregido				1.45%				1.38%				1.22%



Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.500	1.45%	1.494	1.4193	1.37%
2	1.421	1.38%			
3	1.393	1.22%			

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Límites de Atterberg

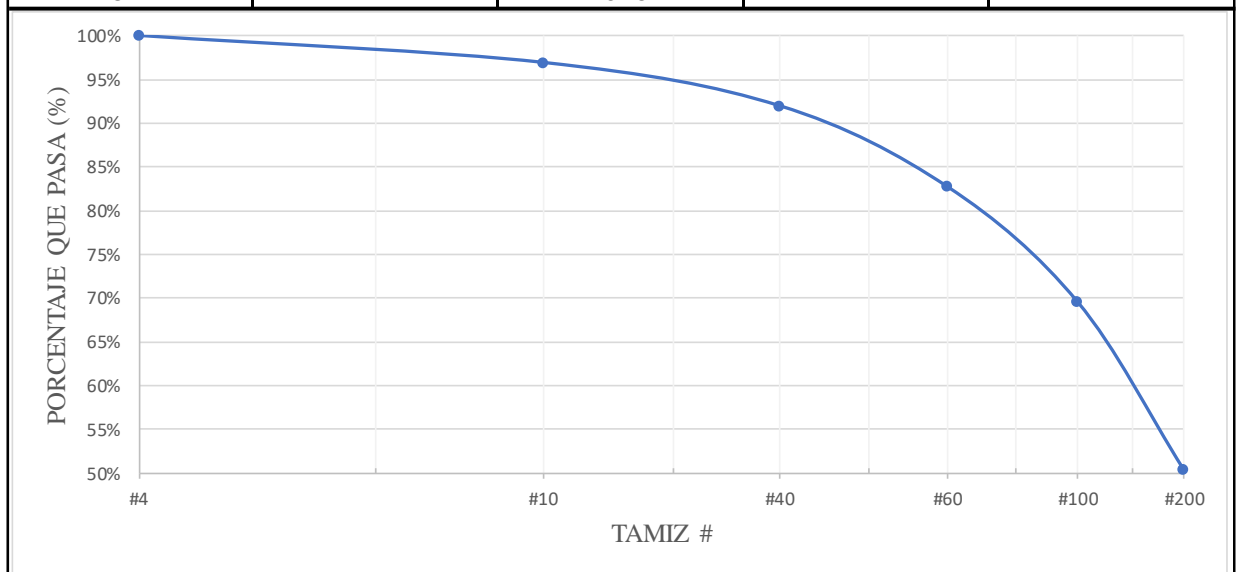
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =	Recinto La Lorenita				
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =	12+000				
Determinación del Límite Líquido								
Recipiente #	12.1	12.2	12.3	12.4	12.5	12.6	12.7	12.8
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	18.2	20.1	25.4	28.9	24.6	24.7	22.4	22.6
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	15.8	17.6	21.3	24.2	20.9	21	19.3	19.6
Peso del recipiente (Wr)	10.9	12.2	11.1	11.2	11.4	11	10.9	11.2
Peso de Agua (Ww)	2.4	2.5	4.1	4.7	3.7	3.7	3.1	3
Peso muestra seca (Ws)	4.9	5.4	10.2	13	9.5	10	8.4	8.4
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	48.98%	46.30%	40.20%	36.15%	38.95%	37.00%	36.90%	35.71%
Promedio W%	47.64%		38.17%		37.97%		36.31%	
# de Golpes	7		15		26		35	
Límite Líquido (LL%)	38.50%							



Determinación del Límite Plástico					
Recipiente #	200	201	202	203	204
Peso suelo humedo + recipiente (Wm+Wr)	11.5	11.3	6.7	7.3	7.4
Peso suelo seco + recipiente (Ws+Wr)	11.4	11.2	6.6	7	7.2
Peso del recipiente (Wr)	11	10.9	6.3	5.9	6.5
Peso de Agua (Ww)	0.1	0.1	0.1	0.3	0.2
Peso muestra seca (Ws)	0.4	0.3	0.3	1.1	0.7
Contenido de humedad (w%=100 Ww/Ws)	25.00%	33.33%	33.33%	27.27%	28.57%
Promedio W% (LP)	29.50%				
IP = LL- LP	9.00%				

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos
Granulometría de Suelos

Realizado =	Erick Torres	Ubicación =	Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta	Abscisa =	12+000	
Granulometría de Suelos				
Tamiz #	Diametro (mm)	Peso Ret/Acum	% Retenido	% Que Pasa
2"	50.8	0	0.00%	100.00%
1 1/2"	38.1	0	0.00%	100.00%
1"	25.4	0	0.00%	100.00%
3/4"	19.1	0	0.00%	100.00%
3/8"	9.52	0	0.00%	100.00%
#4	4.76	0	0.00%	100.00%
PASA#4		497.7	100.00%	
#10	2	15.3	3.08%	96.92%
#40	0.42	39.9	8.02%	91.98%
#60	0.25	85.8	17.25%	82.75%
#100	0.149	151.1	30.37%	69.63%
#200	0.074	246.4	49.53%	50.47%
PASA #200		251.1	50.47%	
TOTAL		497.5		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD ÓPTIMO

ESPECIFICACIONES

Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16814	gr
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Volumen del Molde	2208,93	cm ³
Abscisa	12+000	Normas:	AASHTO	T-180	Método	
Peso Inicial Deseado	6000	6000	6000	6000	6000	

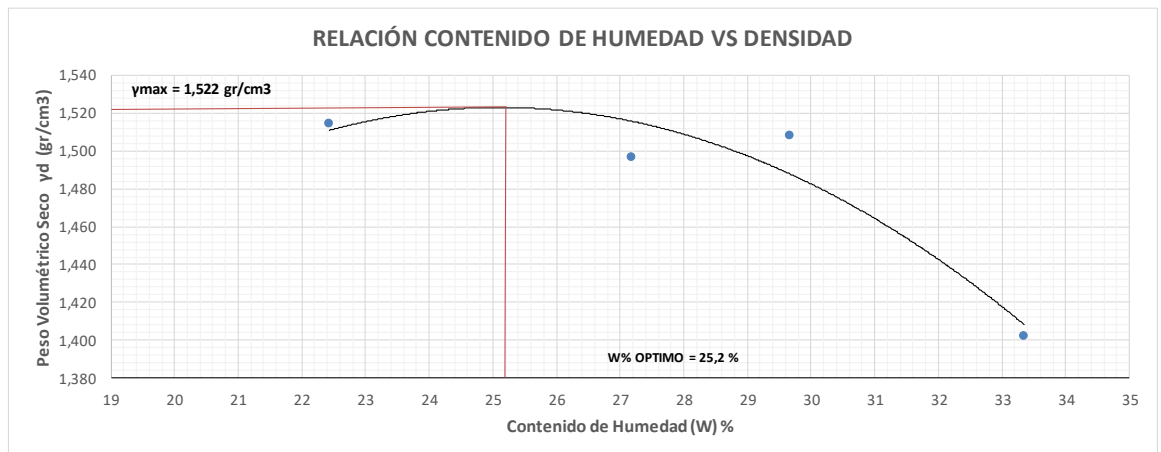
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN

Ensayo Número	1	2	3	4
Humedad inicial añadida en %	18	21	24	27
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20910	21020	21134	20946
Peso suelo húmedo Wm (gr)	4096	4206	4320	4132
Peso unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,854	1,904	1,956	1,871

2. DETERMINACIÓN DE CONTENIDOS DE HUMEDAD

Recipiente número	71	18	80	39	83	44	51	77
Peso del recipiente W_r	30,5	25,6	30,9	25,9	30,8	26,1	30,4	30,8
Rec+suelo húmedo W_r+W_m	96,8	95,4	99,2	102,4	115	103,7	101,7	107,4
Rec+suelo seco $W_s + W_m$	84,1	83,2	84,2	86,5	95,9	85,8	84	88,1
Peso sólidos W_s	53,6	57,6	53,3	60,6	65,1	59,7	53,6	57,3
Peso del agua W_w	12,7	12,2	15	15,9	19,1	17,9	17,7	19,3
Cont. Humedad $\omega\%$	23,69	21,18	28,14	26,24	29,34	29,98	33,02	33,68
Cont. Humedad promedio $\omega\%$	22,44	27,19	29,66	33,35				
Peso Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,514	1,497	1,508	1,403				

3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

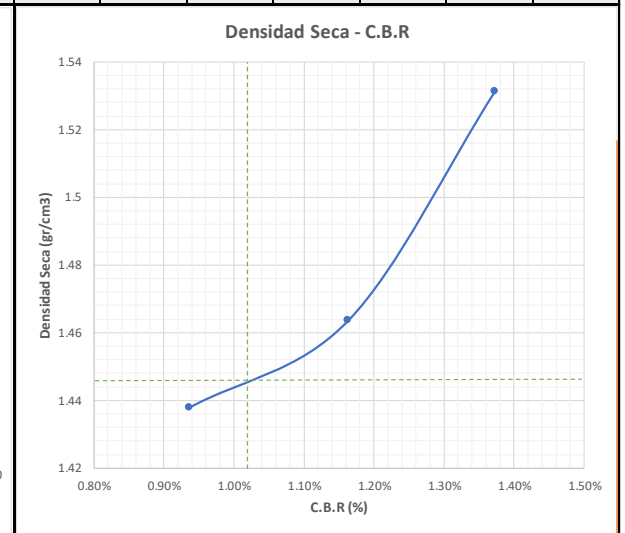
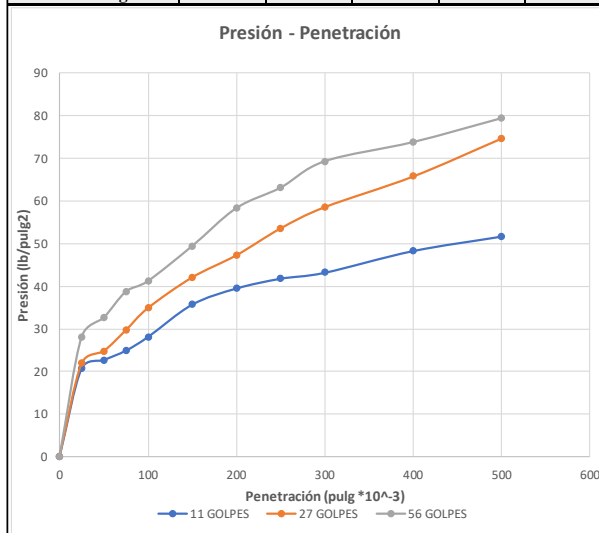


Universidad Técnica de Ambato						
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
Laboratorio de Mecánica de Suelos						
CBR						
Realizado =	Erick Torres		Ubicación =		Recinto La Lorenita	
Tutor =	Ing. Rodrigo Acosta		Abscisa =		12+000	
Especificaciones						
Tipo:	Proctor Modificado		Peso del Martillo:		10 lb	
Norma:	AASHTO T-180		Altura de Caída:		18"	
Peso Muestra (gr):	6000		Cont. De Humedad Óptimo (%)		25,20%	
Ensayo de Compactación						
MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio	Antes del Remoio	Despues del Remoio
Peso Molde	16275	16275	16445	16445	15651	15651
Volumen Muestra	2197,02	2197,02	2279,62	2279,62	2256,40	2256,40
P. Suelo Húmedo + Molde	20471	20503	20586	20658	19642	19784
P. Suelo Húmedo	4196	4228	4141	4213	3991	4133
Densidad Humedad	1,91	1,92	1,82	1,85	1,77	1,83
Densidad Seca	1,525	1,537	1,451	1,476	1,413	1,463
Den. Seca Prom.	1,531		1,464		1,438	
Ccontenido de Humedad						
Recipiente N°	83	44	80	39	71	18
Peso Recipiente	30,8	26,1	30,9	25,9	30,5	25,6
P. Suelo Húmedo + Recipiente	167,7	155,5	140,6	143,2	143,1	174,8
P. Suelo Seco + Recipiente	140,1	126,6	118,5	115,2	120,3	137,7
Peso de Sólidos	109,3	100,5	87,6	89,3	89,8	112,1
Peso del agua	27,6	28,9	22,1	28	22,8	37,1
Contenido Humedad %	25,25%	28,76%	25,23%	31,35%	25,39%	33,10%
Agua Absorbida %	3,50%		6,13%		7,71%	

Universidad Técnica de Ambato
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ensayo de Carga Penetración

Máquina de Compresión Simple	Realizado =	Erick Torres		Ubicación =	Recinto La Lorenita		Abscisa =	12+000				
	Área del Pistón =	3 plg2		Norma =	ASTM D-1883		Velocidad de Carga =	0,05 pulg/min				
Molde	C-1				C-2				C-3			
Penetración	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R	Q Carga	Presiones		C.B.R
Pulgadas *10^-3	lb	Leída	Corregida	%	lb	Leída	Corregida	%	lb	Leída	Corregida	%
0	0	0			0	0.00			0	0.00		
25	28.1	9.4			21.9	7.30			20.7	6.90		
50	32.6	10.9			24.8	8.27			22.7	7.57		
75	38.7	12.9			29.7	9.90			24.9	8.30		
100	41.2	13.7	1.37	1.37%	34.9	11.63	1.16	1.16%	28.1	9.37	0.94	0.94%
150	49.4	16.5			42.1	14.03			35.7	11.90		
200	58.3	19.4	1.30	1.30%	47.3	15.77	1.05	1.05%	39.5	13.17	0.88	0.88%
250	63.1	21.0			53.6	17.87			41.8	13.93		
300	69.3	23.1			58.6	19.53			43.2	14.40		
400	73.8	24.6			65.8	21.93			48.3	16.10		
500	79.4	26.5			74.7	24.90			51.7	17.23		
CBR corregido				1.37%				1.16%				0.94%



Molde	Densidades (gr/cm3)	Resistencias	Densidad Máxima (gr/cm3)	95% de DM (gr/cm3)	C.B.R puntual (%)
1	1.531	1.37%	1.522	1.4459	1.02%
2	1.464	1.16%			
3	1.438	0.94%			

Anexos D. Análisis de Precios Unitarios

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 1 DE 15

RUBRO: 1
DETALLE: Desbroce y Limpieza

UNIDAD: HA

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.07
Motosierra	1.00	3.00	3.00	0.750	2.25
SUBTOTAL M					2.32

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	0.150	0.90
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.150	0.46
SUBTOTAL N					1.36

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.68
INDIRECTOS %	0.92
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.60
VALOR OFERTADO	4.60

SON: CUATRO DOLARES, 60/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 2 DE 15

RUBRO: 2
DETALLE: Replanteo y Nivelación

UNIDAD: Km

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					5.57
Prisma	1.00	2.00	2.00	16.000	32.00
Estación Total	1.00	18.00	18.00	16.000	288.00
SUBTOTAL M					325.57

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Topografo 2 EO C1	1.00	3.66	3.66	16.000	58.56
Cadenero EO D2	1.00	3.30	3.30	16.000	52.80
SUBTOTAL N					111.36

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Estacas de 2,5x2,5x250 cm	U	6.00	0.26	1.56
Pintura	GLN	0.25	11.50	2.88
SUBTOTAL O				4.44

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	441.36
INDIRECTOS %	110.34
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	551.70
VALOR OFERTADO	551.70

SON: QUINIENTOS CINCUENTA Y UN DOLARES, 70/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 3 DE 15

RUBRO: 3

UNIDAD: m3

DETALLE: Excavación sin Clasificar a Máquina

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Excavadora tipo oruga	1.00	45.00	45.00	0.014	0.63
Volqueta 8m3	1.00	20.00	20.00	0.060	1.20
Cargadora Frontal	1.00	35.00	35.00	0.060	2.10
SUBTOTAL M					3.96

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Ayudante de Maquinaria ST C3	1.00	3.09	3.09	0.014	0.04
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	1.00	3.38	3.38	0.014	0.05
Chofer C1 CH C1	2.00	4.36	8.72	0.060	0.52
SUBTOTAL N					0.61

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4.57
INDIRECTOS %	1.14
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.72
VALOR OFERTADO	5.72

SON: CINCO DOLARES, 72/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 4 DE 15

RUBRO: 4
DETALLE: Relleno Compactado

UNIDAD: m3

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.03
Tractor	1.00	35.00	35.00	0.025	0.88
Rodillo Vibratorio 8 Ton	1.00	30.00	30.00	0.025	0.75
Camion Cisterna 10000 Lt	1.00	16.00	16.00	0.025	0.40
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.025	0.88
SUBTOTAL M					2.93

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	1.00	3.38	3.38	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 2 OP C2	1.00	3.21	3.21	0.025	0.08
Ayudante de Maquinaria ST C3	1.00	3.09	3.09	0.025	0.08
Chofer C1 CH C1	1.00	4.36	4.36	0.025	0.11
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	0.025	0.08
Maestro de Obra EO C2	1.00	3.21	3.21	0.025	0.08
SUBTOTAL N					0.51

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.43
INDIRECTOS %	0.86
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4.29
VALOR OFERTADO	4.29

SON: CUATRO DOLARES, 29/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 5 DE 15

RUBRO: 5

UNIDAD: m3

DETALLE: Mejoramiento de la subrasante

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.025	0.88
Rodillo Vibratorio 8 Ton	1.00	30.00	30.00	0.025	0.75
Camion Cisterna 1000 Lt	1.00	16.00	16.00	0.025	0.40
Volqueta de 8m3	1.00	20.00	20.00	0.007	0.14
SUBTOTAL M					2.19

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Ayudante de Maquinaria ST C3	1.00	3.09	3.09	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	1.00	3.38	3.38	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 2 OP C2	1.00	3.21	3.21	0.025	0.08
Chofer C1 CH C1	2.00	4.36	8.72	0.025	0.22
SUBTOTAL N					0.46

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Agua	m3	0.010	0.50	0.01
Pétreos	m3	1.200	2.50	3.00
SUBTOTAL O				3.01

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	5.65
INDIRECTOS %	1.41
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	7.07
VALOR OFERTADO	7.07

SON: SIETE DOLARES, 07/100 Centavos

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 6 DE 15

RUBRO: 6

UNIDAD: m2

DETALLE: Conformación de Subrasante

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.025	0.88
Rodillo Vibratorio 8 Ton	1.00	30.00	30.00	0.025	0.75
Camion Cisterna 1000 Lt	1.00	16.00	16.00	0.025	0.40
SUBTOTAL M					2.04

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Ayudante de Maquinaria ST C3	1.00	3.09	3.09	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	1.00	3.38	3.38	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 2 OP C2	1.00	3.21	3.21	0.025	0.08
Chofer C1 CH C1	1.00	4.36	4.36	0.025	0.11
SUBTOTAL N					0.35

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Agua	m3	0.010	0.50	0.01
SUBTOTAL O				0.01

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.40
INDIRECTOS %	0.60
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.00
VALOR OFERTADO	3.00

SON: TRES DOLARES, 00/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 7 DE 15

RUBRO: 7
DETALLE: Sub-base Clase 3 Tendido y Compactado

UNIDAD: m3

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.025	0.88
Rodillo Vibratorio 8 Ton	1.00	30.00	30.00	0.025	0.75
Camion Cisterna 1000 Lt	1.00	16.00	16.00	0.025	0.40
SUBTOTAL M					2.05

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Ayudante de Maquinaria ST C3	2.00	3.09	6.18	0.025	0.15
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	1.00	3.38	3.38	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 2 OP C2	1.00	3.21	3.21	0.025	0.08
Chofer C1 CH C1	1.00	4.36	4.36	0.025	0.11
SUBTOTAL N					0.43

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Sub-Base Clase 3	m3	1.200	10.00	12.00
Agua	m3	0.030	0.50	0.02
SUBTOTAL O				12.02

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14.49
INDIRECTOS %	3.62
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	18.11
VALOR OFERTADO	18.11

SON: DIECIOCHO DOLARES, 11/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 8 DE 15

RUBRO: 8
DETALLE: Base Clase 2

UNIDAD: m3

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.02
Motoniveladora	1.00	35.00	35.00	0.025	0.88
Rodillo Vibratorio 8 Ton	1.00	30.00	30.00	0.025	0.75
Camion Cisterna 1000 Lt	1.00	16.00	16.00	0.025	0.40
SUBTOTAL M					2.05

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Ayudante de Maquinaria ST C3	2.00	3.09	6.18	0.025	0.15
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	1.00	3.38	3.38	0.025	0.08
Operador Equipo Pesado 2 OP C2	1.00	3.21	3.21	0.025	0.08
Chofer C1 CH C1	1.00	4.36	4.36	0.025	0.11
SUBTOTAL N					0.43

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Base Clase 2	m3	1.200	12.00	14.40
Agua	m3	0.030	0.50	0.02
SUBTOTAL O				14.42

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	16.89
INDIRECTOS %	4.22
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	21.11
VALOR OFERTADO	21.11

SON: VEINTIUN DOLARES, 11/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 9 DE 15

RUBRO: 9

UNIDAD: m3

DETALLE: Hormigón Asfáltico de 6" + Imprimación

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Planta Mezcladora de Asfalto	1.00	117.10	117.10	0.007	0.82
Cargadora frontal	1.00	35.00	35.00	0.007	0.25
Terminadora de Asfalto	1.00	91.53	91.53	0.007	0.64
Distribuidor de Asfalto	1.00	45.00	45.00	0.007	0.32
Rodillo Tampo	1.00	35.00	35.00	0.007	0.25
Rodillo Neumatico	1.00	30.00	30.00	0.007	0.21
Volqueta 8m3	1.00	20.00	20.00	0.007	0.14
Escoba Autopropulsora	1.00	20.00	20.00	0.007	0.14
SUBTOTAL M					2.77

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	0.007	0.04
Ayudante de Maquinaria ST C3	2.00	3.09	6.18	0.007	0.04
Operador Equipo Pesado 1 OP C1	2.00	3.38	6.76	0.007	0.05
Operador Equipo Pesado 2 OP C2	1.00	3.21	3.21	0.007	0.02
Chofer C1 CH C1	1.00	4.36	4.36	0.007	0.03
Maestro Mayor EO C1	1.00	3.38	3.38	0.007	0.02
SUBTOTAL N					0.21

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Asfalto AP-3	Kg	7.84	0.60	4.70
Asfalto RC-250	Kg	1.630	0.39	0.64
Material Triturado 3/4"	m3	0.024	18.00	0.43
Material Triturado 1"	m3	0.038	18.00	0.68
Diesel	GLN	0.510	1.02	0.52
SUBTOTAL O				6.98

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9.95
INDIRECTOS %	2.49
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12.44
VALOR OFERTADO	12.44

SON: DOCE DOLARES, 44/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 10 DE 15

RUBRO: 10

UNIDAD: m3

DETALLE: Cunetas Hormigón Simple f'c 180 kg/cm2

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.15
Concretera 1 saco	1.00	4.00	4.00	0.250	1.00
Compactadora	1.00	3.00	3.00	0.250	0.75
SUBTOTAL M					1.90

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	2.00	3.01	6.02	0.25	1.51
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	0.25	0.76
Maestro de Obra EO C2	1.00	3.21	3.21	0.25	0.80
SUBTOTAL N					3.07

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Cemento	Kg	33.50	0.12	4.02
Arena	m3	0.065	6.00	0.39
Ripio	m3	0.095	8.00	0.76
Agua	m3	0.022	0.50	0.01
Tabla de Encofrado	U	1.000	2.50	2.50
SUBTOTAL O				7.68

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12.65
INDIRECTOS %	3.16
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15.82
VALOR OFERTADO	15.82

SON: QUINCE DOLARES, 82/100 Centavo

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 11 DE 15

RUBRO: 11

UNIDAD: m

DETALLE: Alcantarilla Metálica

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.54
SUBTOTAL M					0.54

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	4.00	3.01	12.04	0.50	6.02
Albañil EO D2	2.00	3.05	6.10	0.50	3.05
Maestro Mayor EO C1	1.00	3.38	3.38	0.50	1.69
SUBTOTAL N					10.76

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Alcantarilla Metálica	ml	1.10	200.00	220.00
SUBTOTAL O				220.00

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	231.30
INDIRECTOS %	57.82
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	289.12
VALOR OFERTADO	289.12

SON: DOSCIENTOS OCHENTA Y NUEVE DOLARES, 12/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 12 DE 15

RUBRO: 12

UNIDAD: m3

DETALLE: Hormigón Estructural f'c 210 kg/cm2 incluye encofrado

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					3.51
Cpncrera 1 saco	1.00	4.00	4.00	1.100	4.40
Vibrador	1.00	5.00	5.00	1.100	5.50
SUBTOTAL M					13.41

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	15.40	46.35
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	6.60	20.13
Maestro Mayor EO C1	1.00	3.38	3.38	1.10	3.72
SUBTOTAL N					70.20

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Cemento	Kg	350.00	0.12	42.00
Arena	m3	0.650	6.00	3.90
Ripio	m3	0.950	8.00	7.60
Agua	m3	0.221	0.50	0.11
Tabla de Encofrado	U	3.480	2.50	8.70
Alfajias	ml	12.000	1.80	21.60
Clavos 2 1/2"	Kg	1.000	1.10	1.10
Alambre Negro #18	Kg	1.000	1.72	1.72
SUBTOTAL O				86.73

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	170.34
INDIRECTOS %	42.59
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	212.93
VALOR OFERTADO	212.93

SON: DOSCIENTOS DOCE DOLARES, 93/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 13 DE 15

RUBRO: 13

UNIDAD: Kg

DETALLE: Acero de Refuerzo fy 4200 kg/cm2

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Cizalla	1.00	1.00	1.00	0.030	0.03
SUBTOTAL M					0.04

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	0.015	0.05
Ferrero EO D2	1.00	3.05	3.05	0.015	0.05
Maestro de Obra EO C2	1.00	3.21	3.21	0.015	0.05
SUBTOTAL N					0.14

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Acero de Refuerzo	Kg	1.050	1.88	1.97
Alambre negro # 18	Kg	0.050	1.72	0.09
SUBTOTAL O				2.06

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.24
INDIRECTOS %	0.56
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.80
VALOR OFERTADO	2.80

SON: DOS DOLARES, 80/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 14 DE 15

RUBRO: 14

UNIDAD: m

DETALLE: Señalización Horizontal

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.01
Franjadora	1.00	25.00	25.00	0.008	0.20
Camioneta	1.00	10.00	10.00	0.008	0.08
SUBTOTAL M					0.29

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Pintor EO D2	1.00	3.05	3.05	0.008	0.02
Ayudante Pintor EO D2	1.00	3.01	3.01	0.008	0.02
Maestro de Obra EO C2	1.00	3.21	3.21	0.008	0.03
Chofer C1 CH C1	1.00	4.36	4.36	0.008	0.03
SUBTOTAL N					0.11

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Pintura de Tráfico Amarillo	GLN	0.030	26.00	0.78
Thiñer Laca	GLN	0.015	5.80	0.09
Microesferas de Cristal	Kg	0.084	2.10	0.18
Piola	Rollo	0.010	10.00	0.10
Tachas Reflectivas	U	1.000	1.50	1.50
SUBTOTAL O				2.64

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	3.04
INDIRECTOS %	0.76
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.80
VALOR OFERTADO	3.80

SON: TRES DOLARES, 80/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Nombre del Oferente: Egdo. Erick Kenneth Torres Bonilla

Proyecto: DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR – EL GUABO – LA LORENITA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000
PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS HOJA 15 DE 15

RUBRO: 15

UNIDAD: U

DETALLE: Señalización Vertical

EQUIPO DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.58
SUBTOTAL M					0.58

MANO DE OBRA DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peón EO E2	1.00	3.01	3.01	1.25	3.76
Albañil EO D2	1.00	3.05	3.05	1.25	3.81
Maestro de Obra EO C2	1.00	3.21	3.21	1.25	4.01
SUBTOTAL N					11.59

MATERIALES DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNITARIO B	COSTO D=AxB
Rótulos Incluye ACC.	U	1.00	105.00	105.00
SUBTOTAL O				105.00

TRANSPORTE DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO D=AxB
				0.00
SUBTOTAL P				0.00

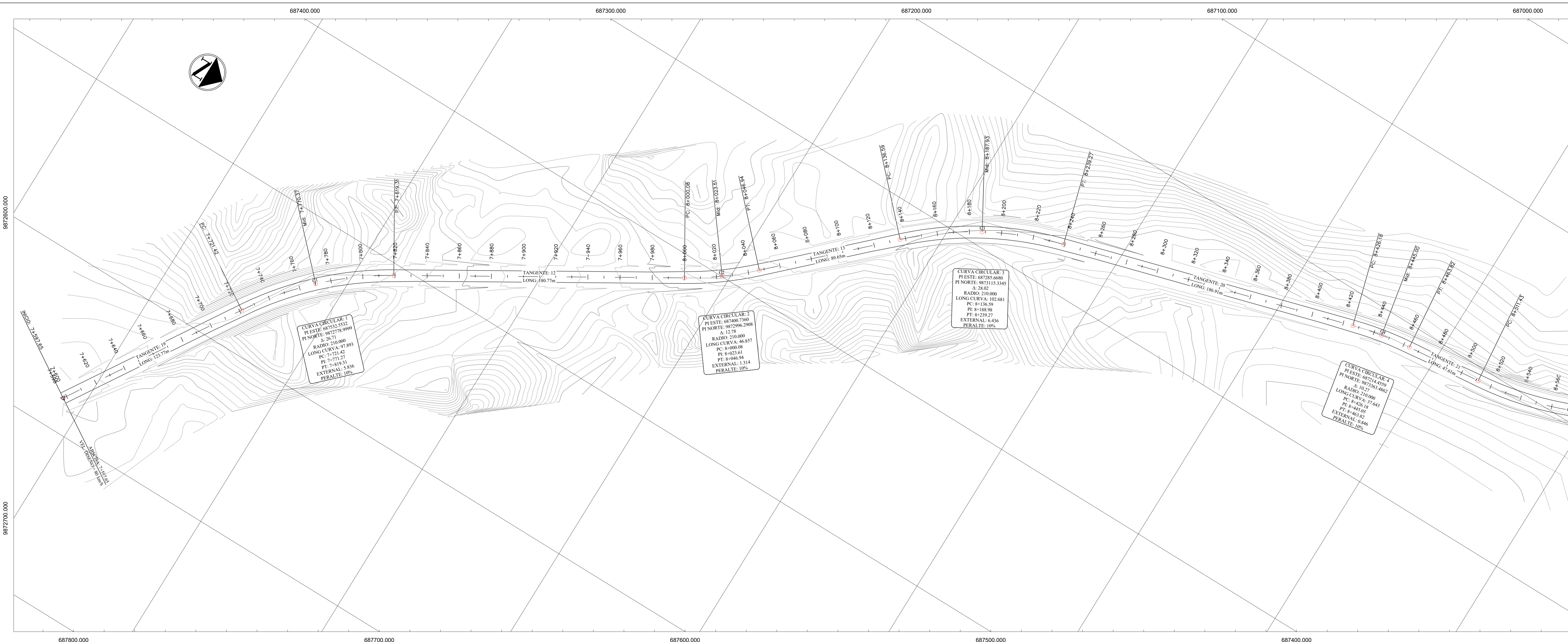
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	117.17
INDIRECTOS %	29.29
UTILIDAD %	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	146.46
VALOR OFERTADO	146.46

SON: CIENTO CUARENTA Y SEIS DOLARES, 46/100 Centavo
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

FECHA:

FIRMA DEL OFERENTE

Anexos E. Planos



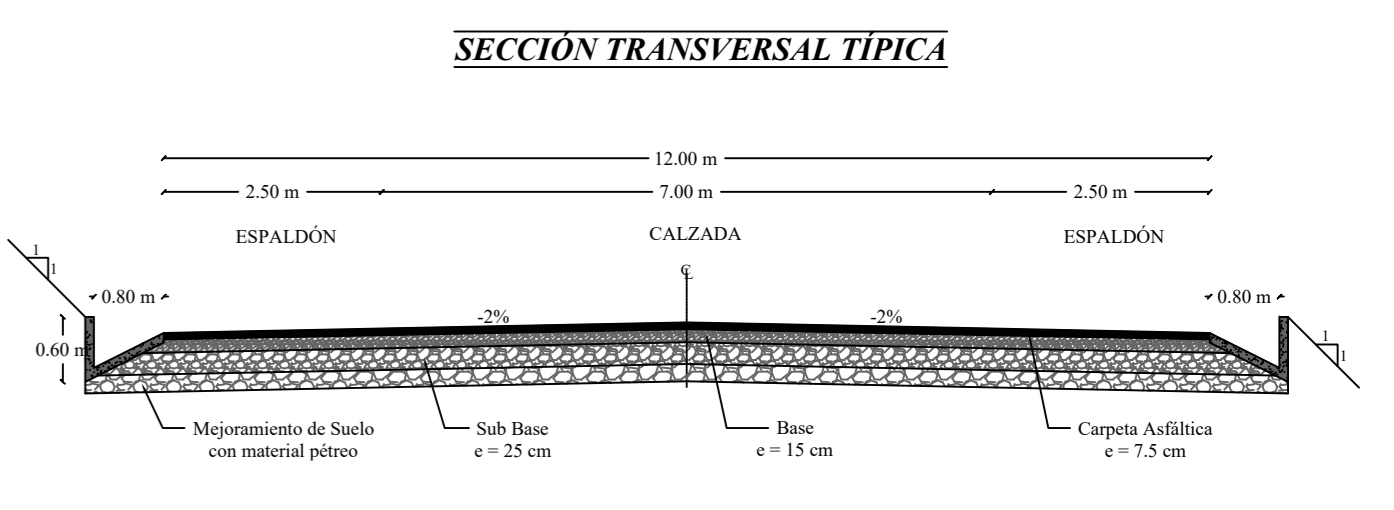
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARRQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTACACHI"

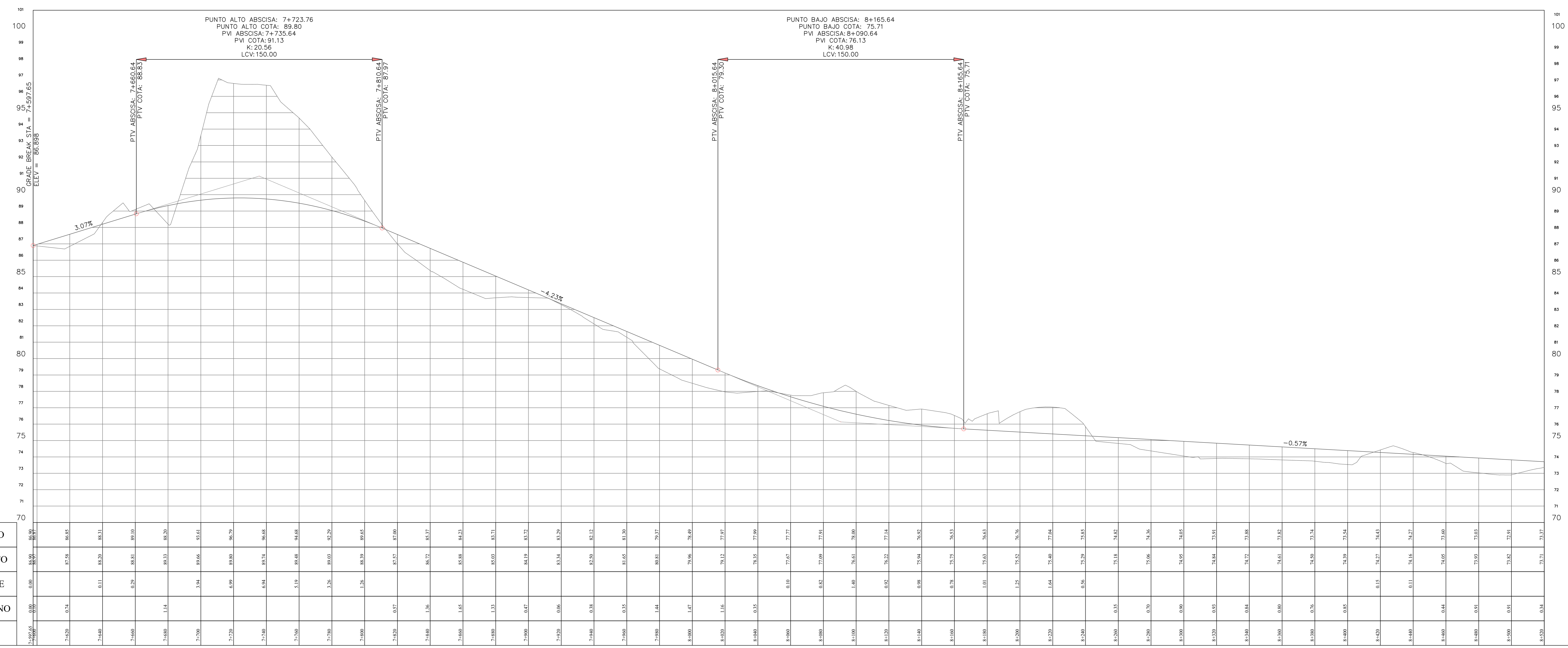
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotacachi

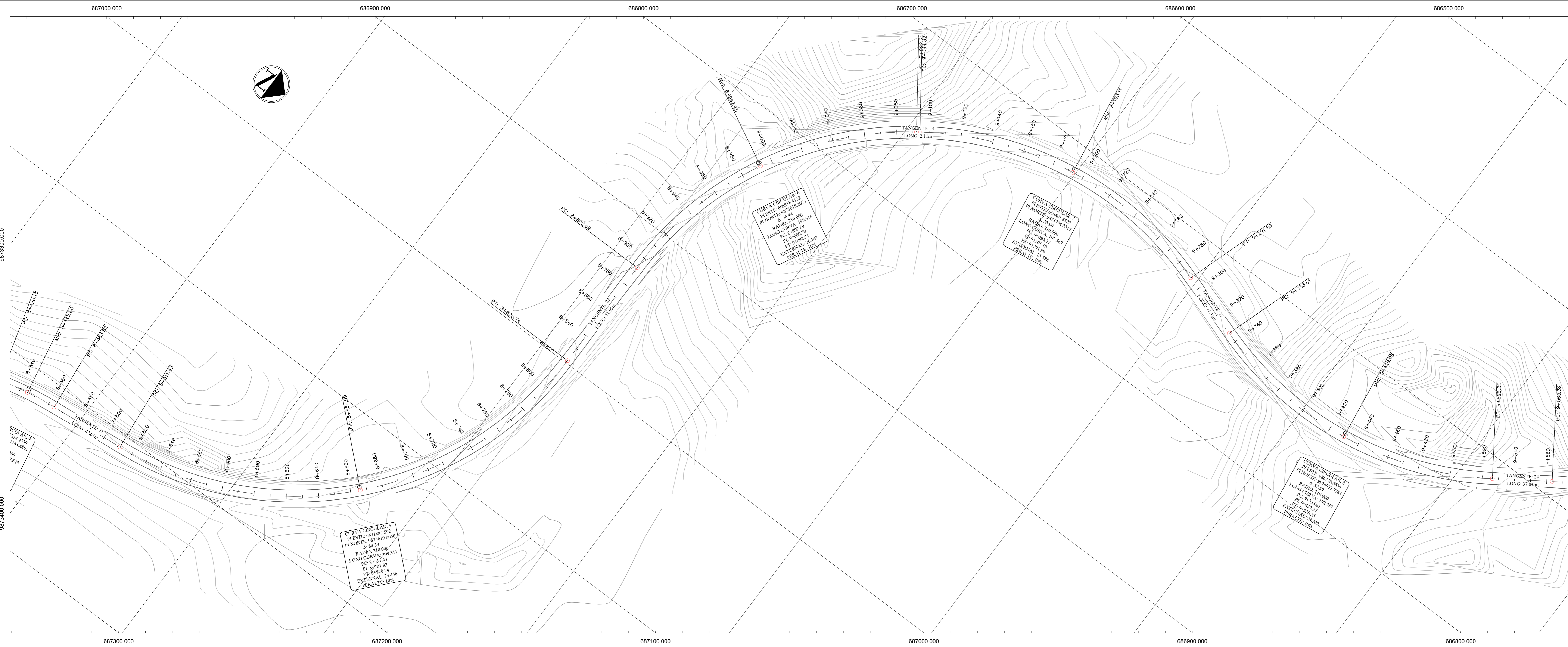
CONTIENE: Diseño Horizontal y Vertical

CARRERA CLASE: II	TRAMO:	ESCALA:	FECHA: 17 de Marzo del 2020
	Desde: 7+597.65	H: 1:3000	
Estado: Definitivo	Hasta: 8+520.00	V: 1:3000	LAMINA: 1/13
OBSERVACIONES:	TUTOR:	DISEÑO:	
	Ing. Mg. Rodrigo Acosta	Egib. Erick Torres	



PERFIL EJE
7+597.65-8+520.00





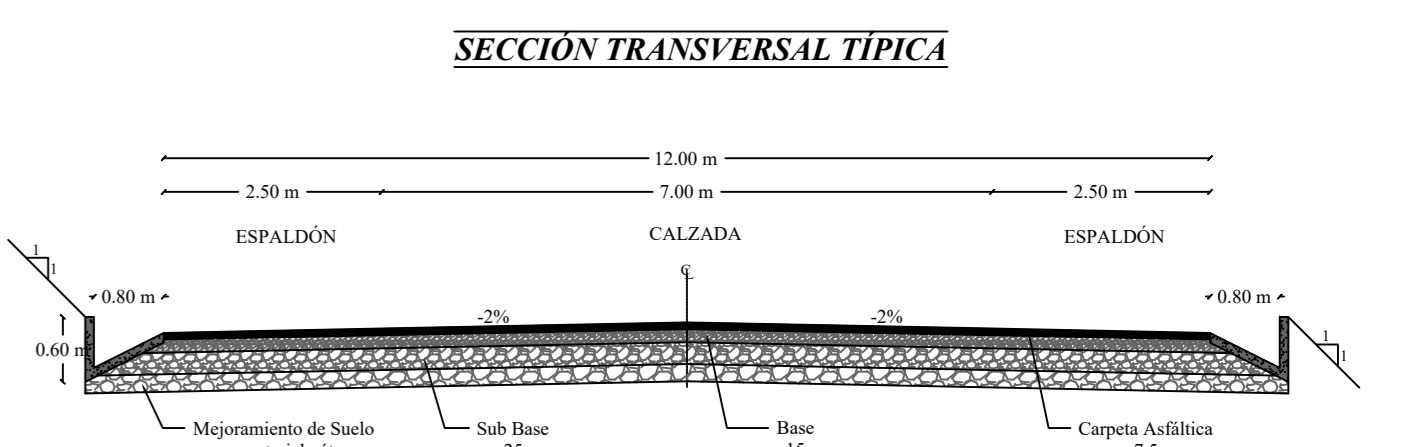
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUINGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTACACHI"

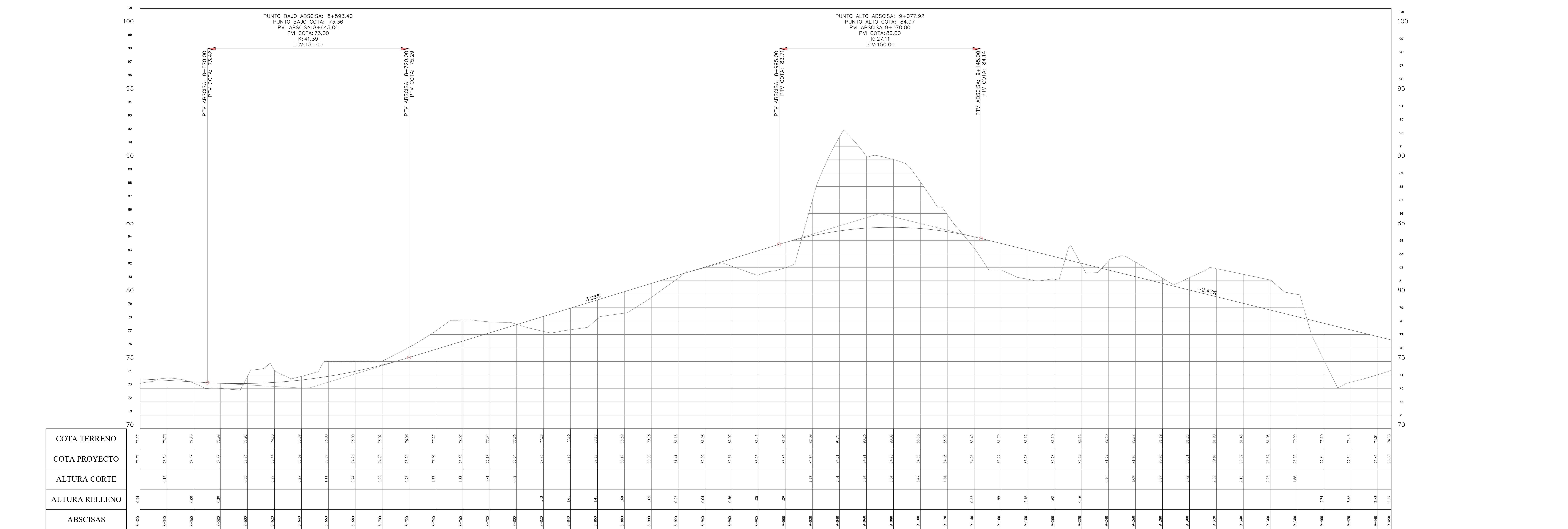
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotacachi

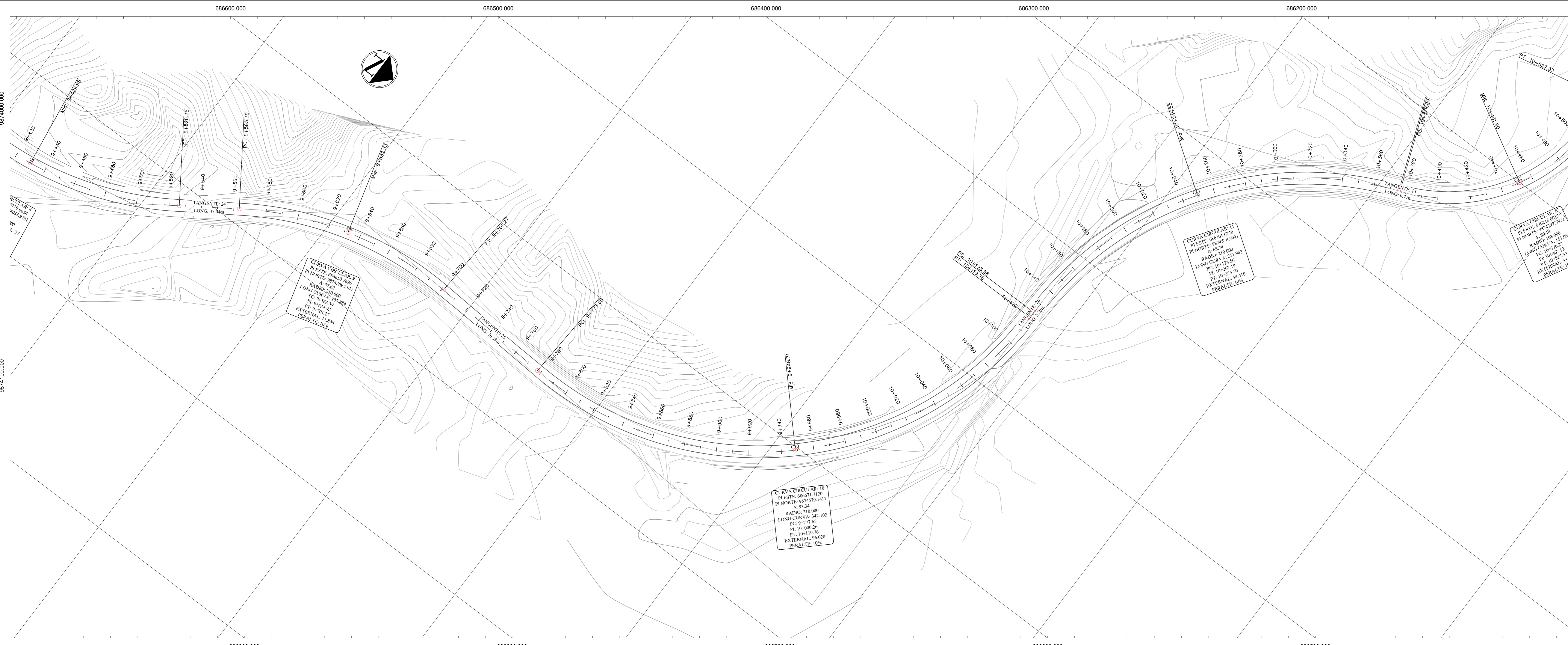
CONTIENE: Diseño Horizontal y Vertical

CARRERA CLASE: II	TRAMO: Desde 8+520.00 Hasta 9+450.00	ESCALA: H: 1:3000 V: 1:3000	FECHA: 17 de Marzo del 2020
Estado: Definitivo			LAMINA: 2/13
OBSERVACIONES:		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	DISEÑO: Eghb. Erick Torres



PERFIL EJE
8+520.00-9+450.00





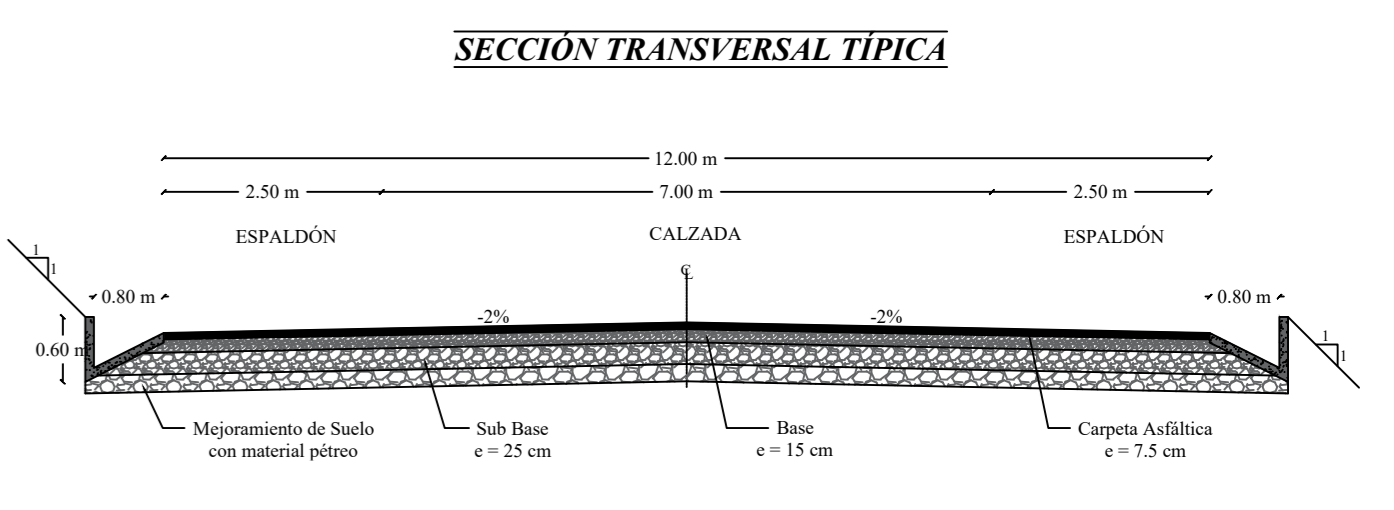
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTITA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARRQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTACACHI"

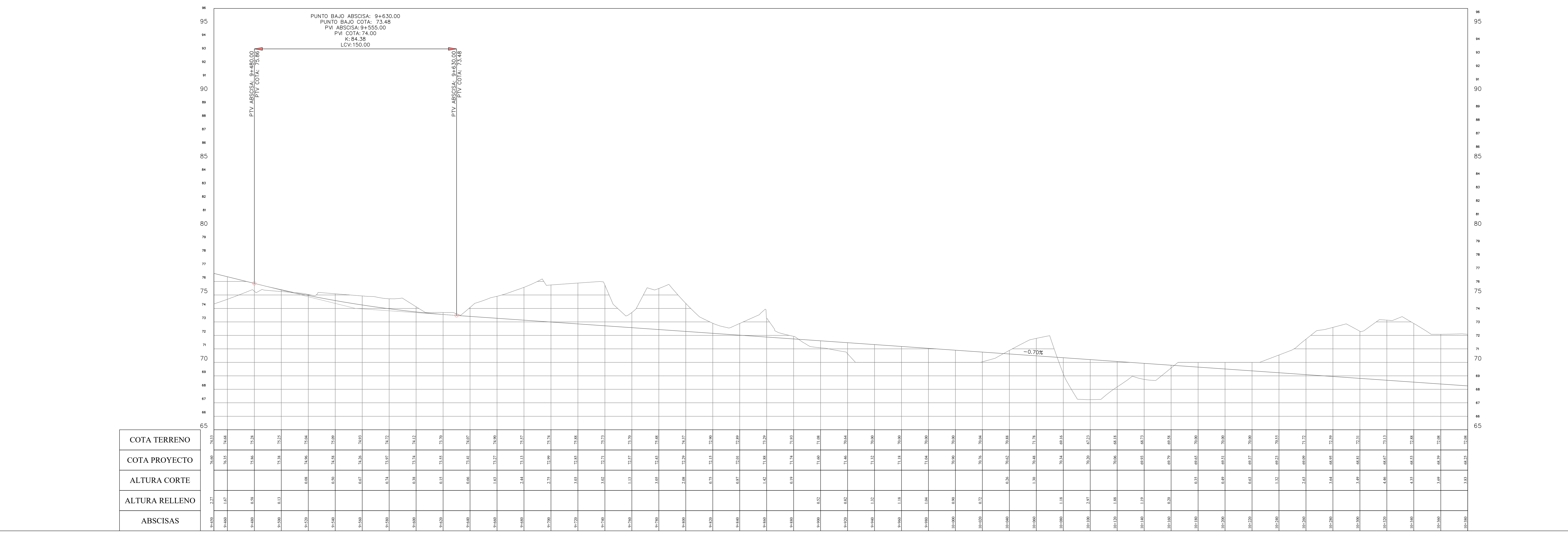
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotacachi

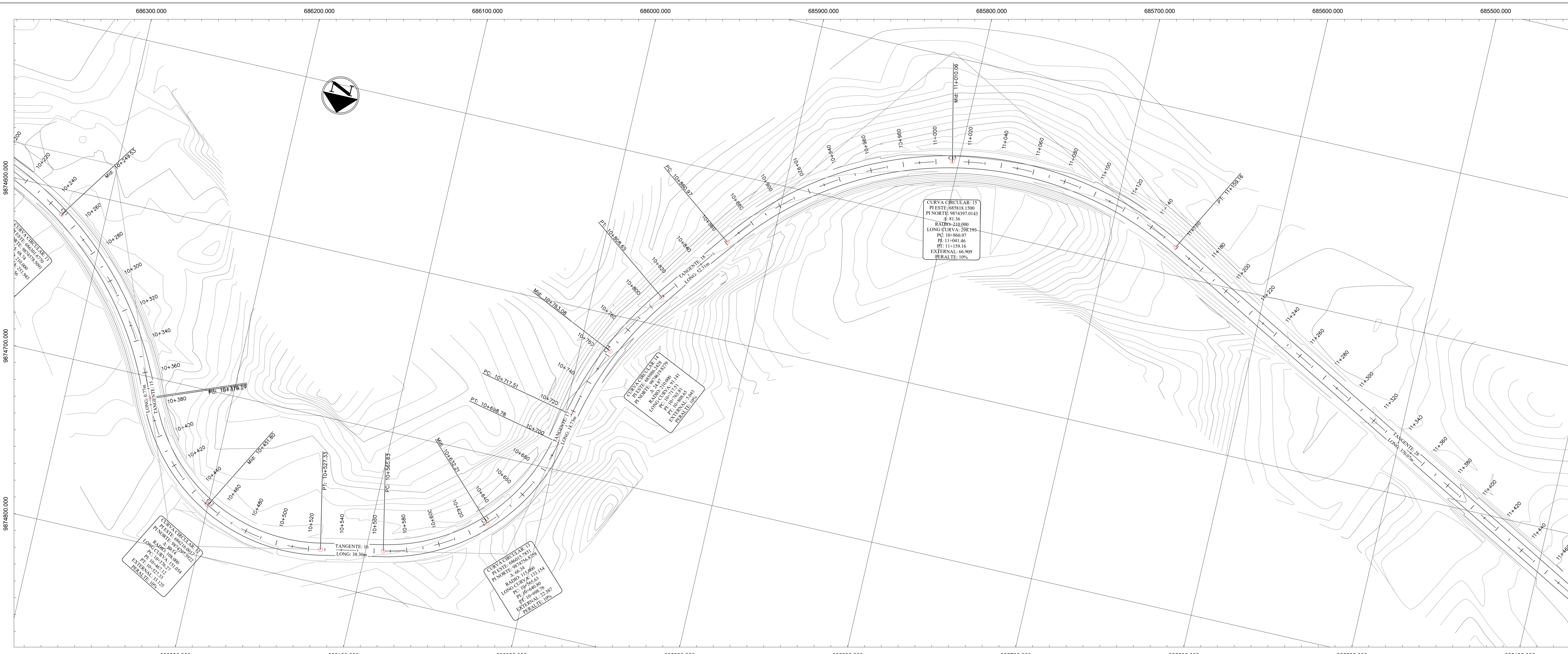
CONTIENE: Diseño Horizontal y Vertical

CARRERA CLASE: II	TRAMO:	ESCALA:	FECHA: 17 de Marzo del 2020
	Desde: 9+450.00	H: 1:3000	LAMINA: 5/13
Estado: Definitivo	Hasta: 10+380.00	V: 1:3000	
OBSERVACIONES:	TUTOR:	DISEÑO:	
	Ing. Mg. Rodrigo Acosta	Egla Erick Torres	



PERFIL EJE
 9+450.00-10+380.00





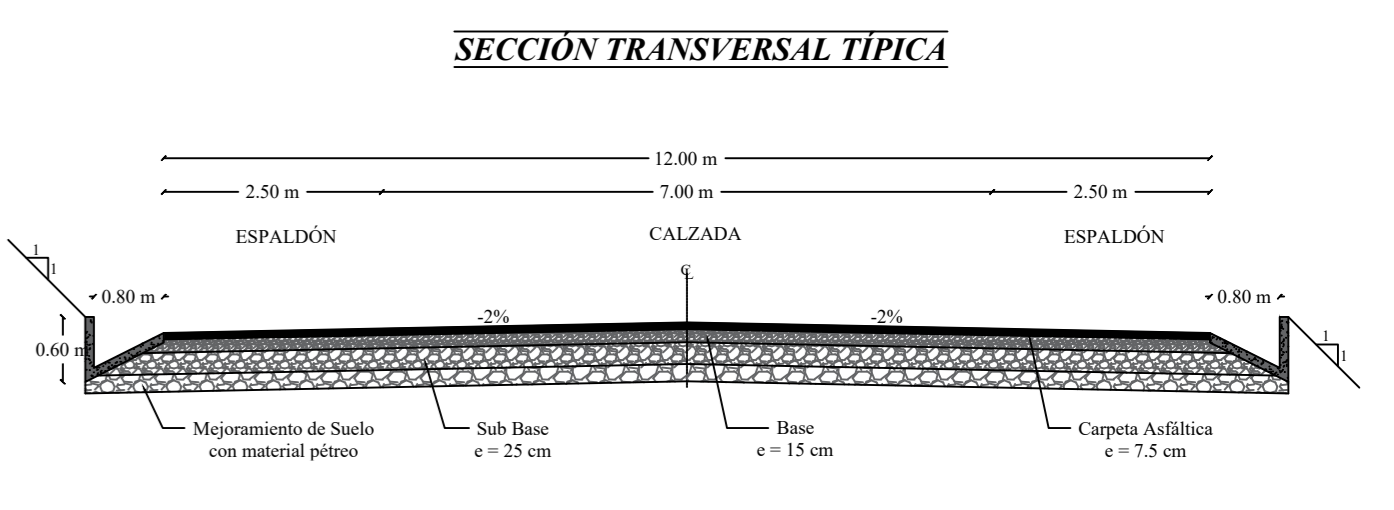
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARRQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTAPACHI"

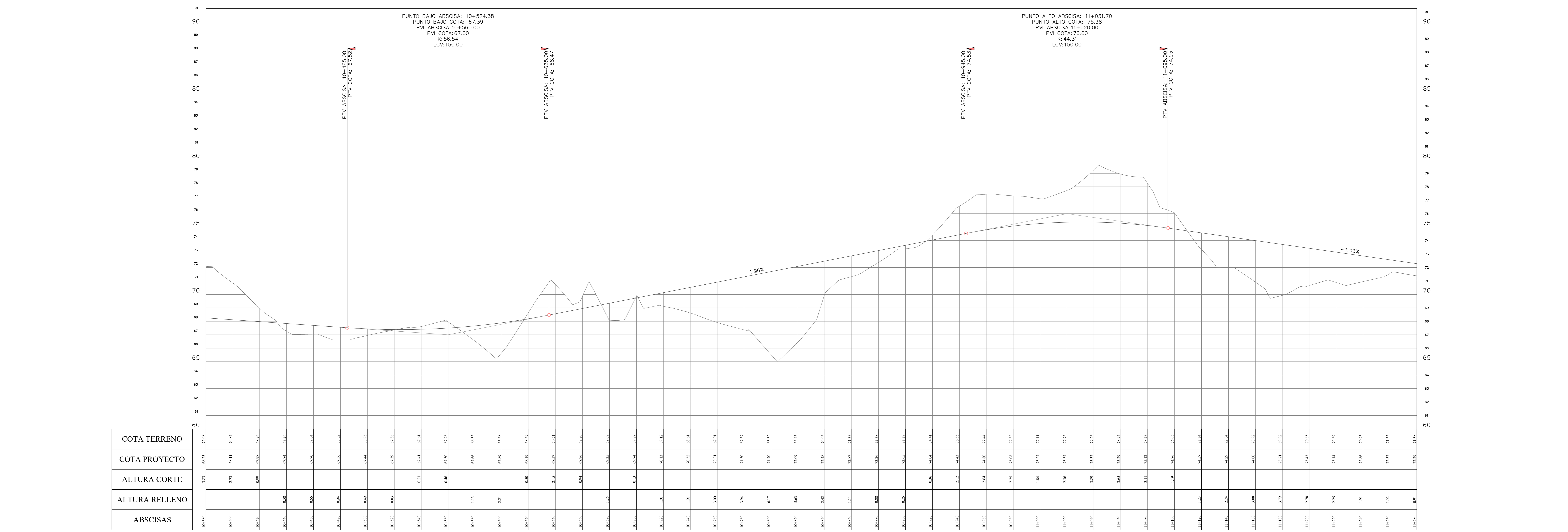
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotapachi

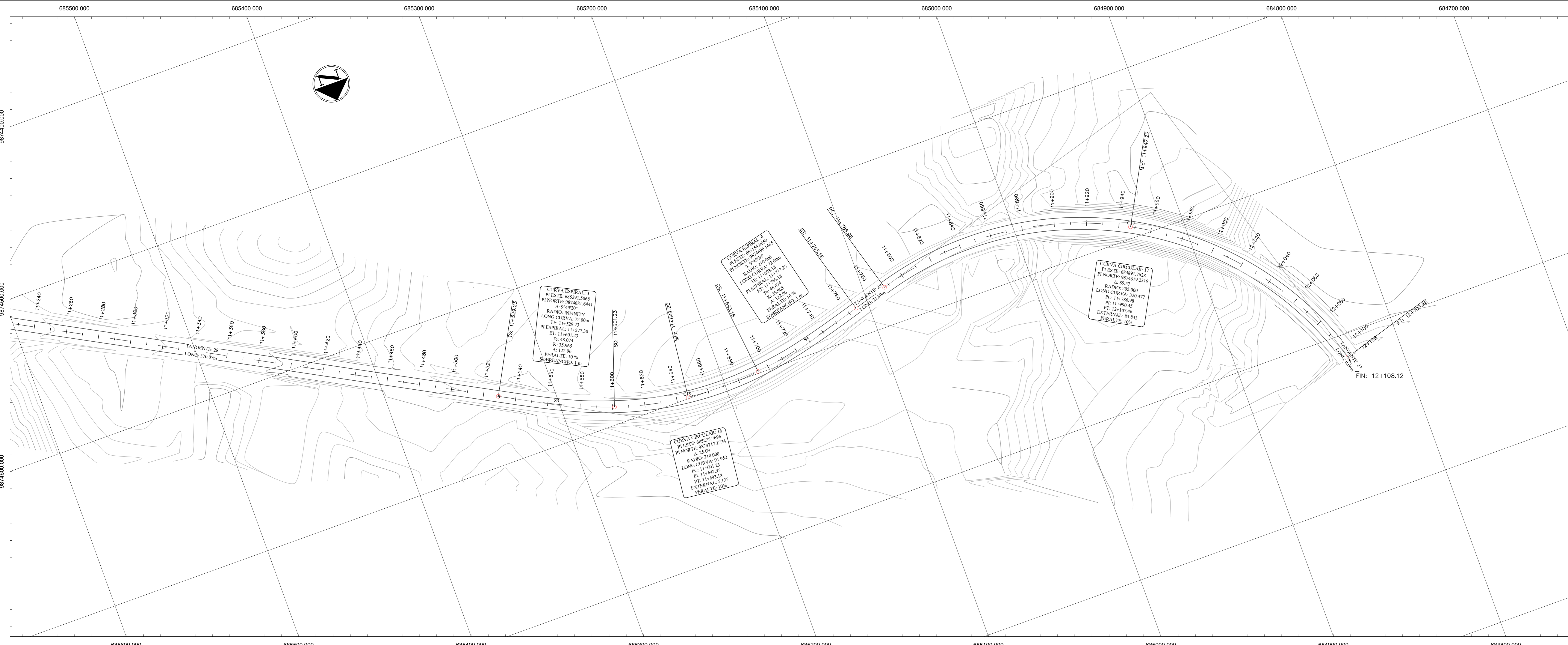
CONTIENE: Diseño Horizontal y Vertical

CARRERA CLASE: II	TRAMO:	ESCALA:	FECHA: 17 de Marzo del 2020
	Desde: 10+380.00	H: 1:3000	LAMINA: 4/13
Estado: Definitivo	Hasta: 11+280.00	V: 1:3000	
OBSERVACIONES:	TUTOR:	DISEÑO:	
	Ing. Mg. Rodrigo Acosta	Egib. Erick Torres	



PERFIL EJE
10+380.00-11+280.00





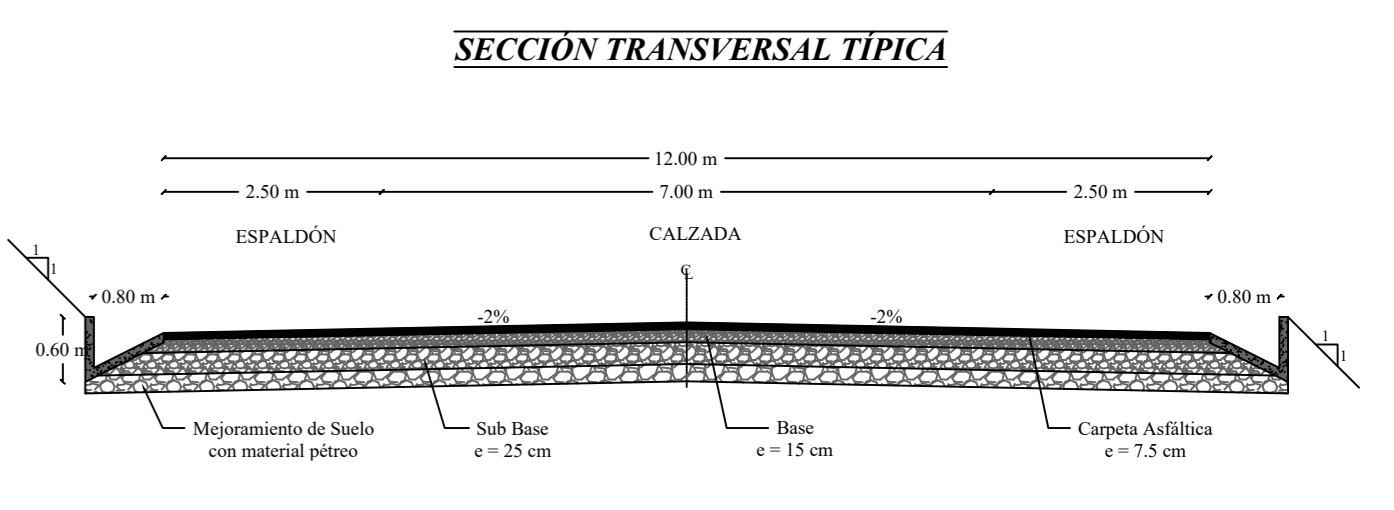
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN PANGUA, PROVINCIA DE COTACACHI"

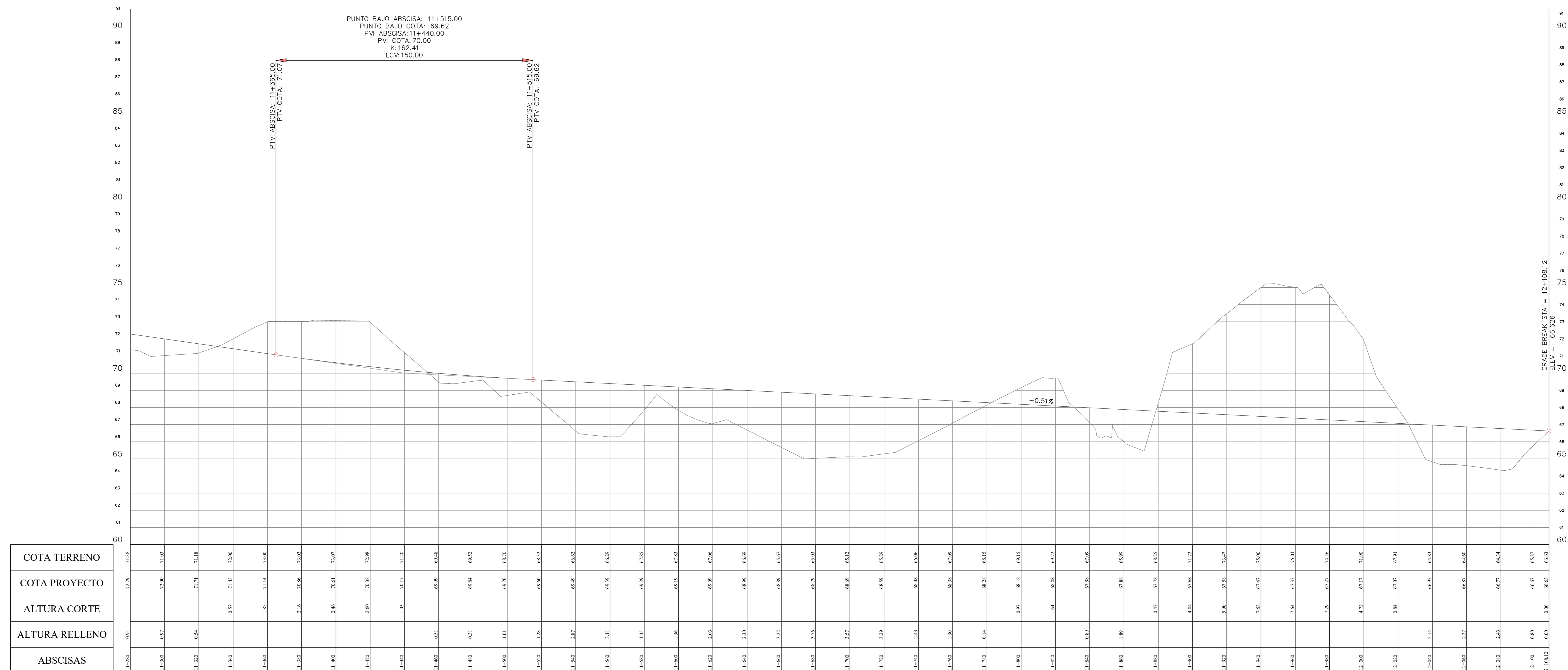
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Pangua, Provincia de Cotacachi

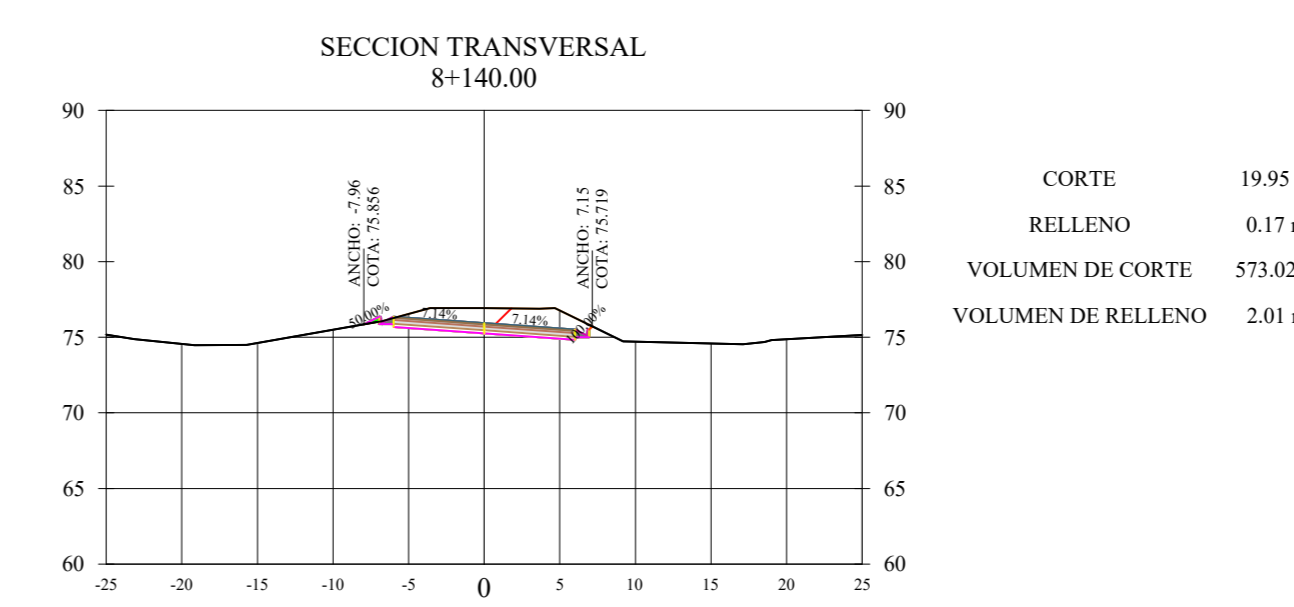
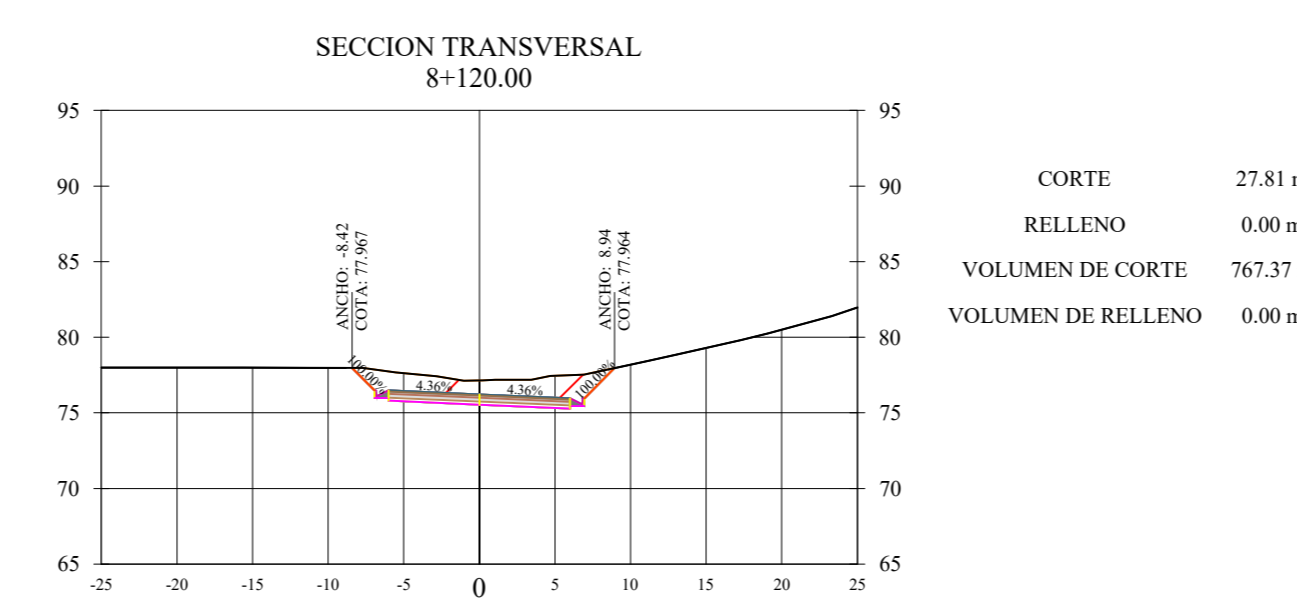
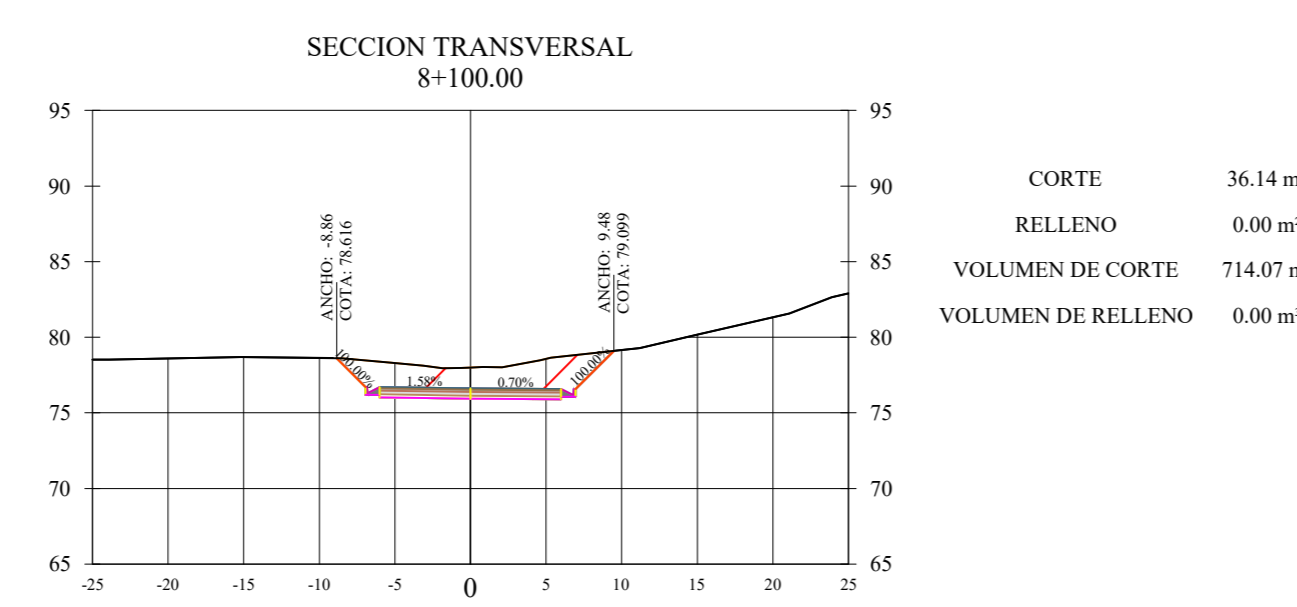
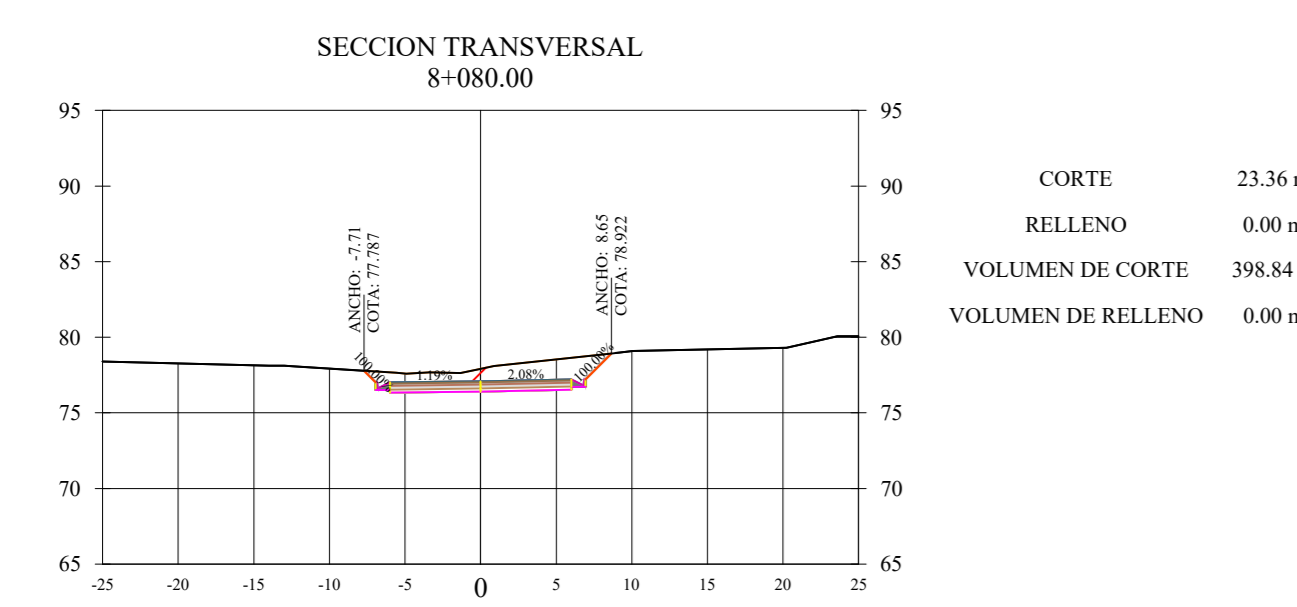
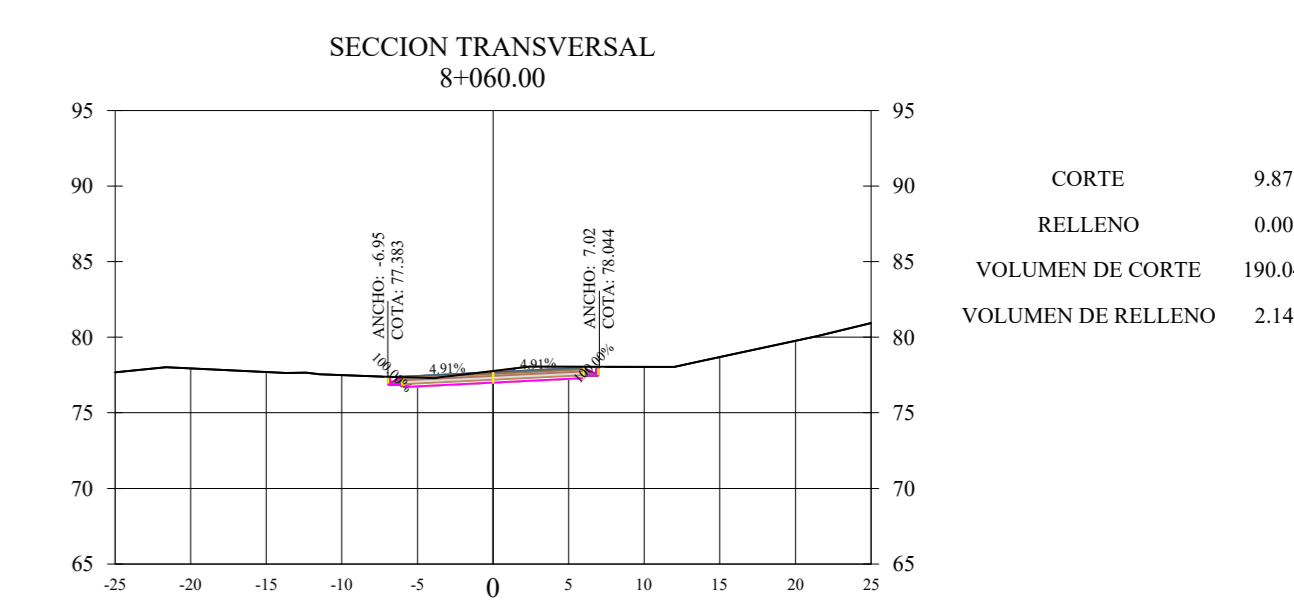
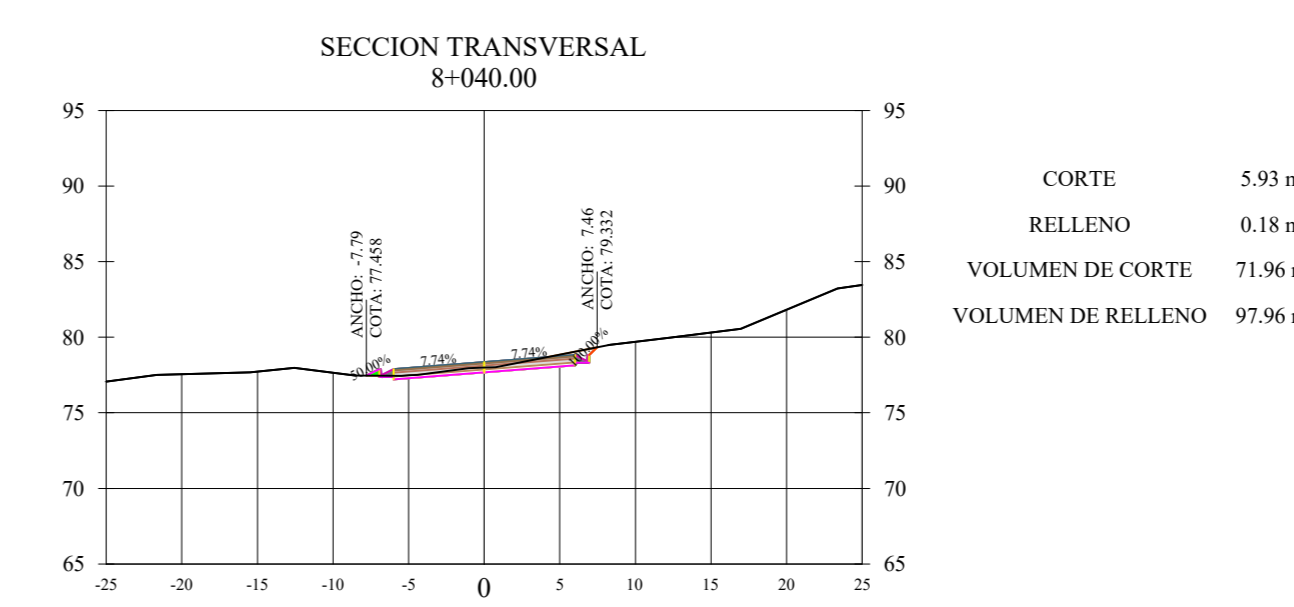
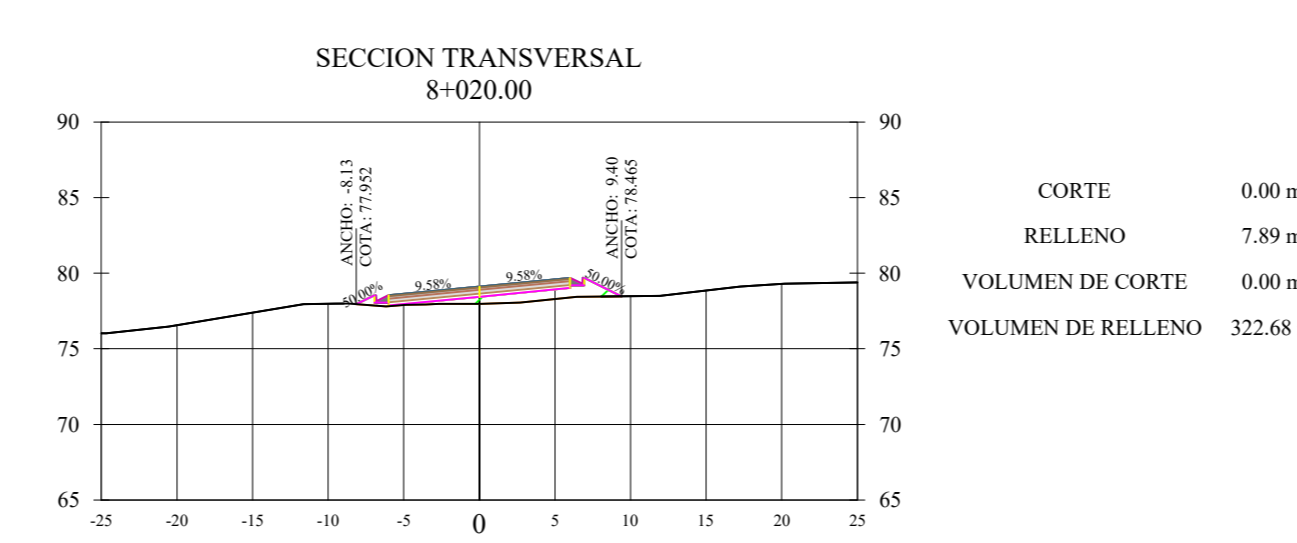
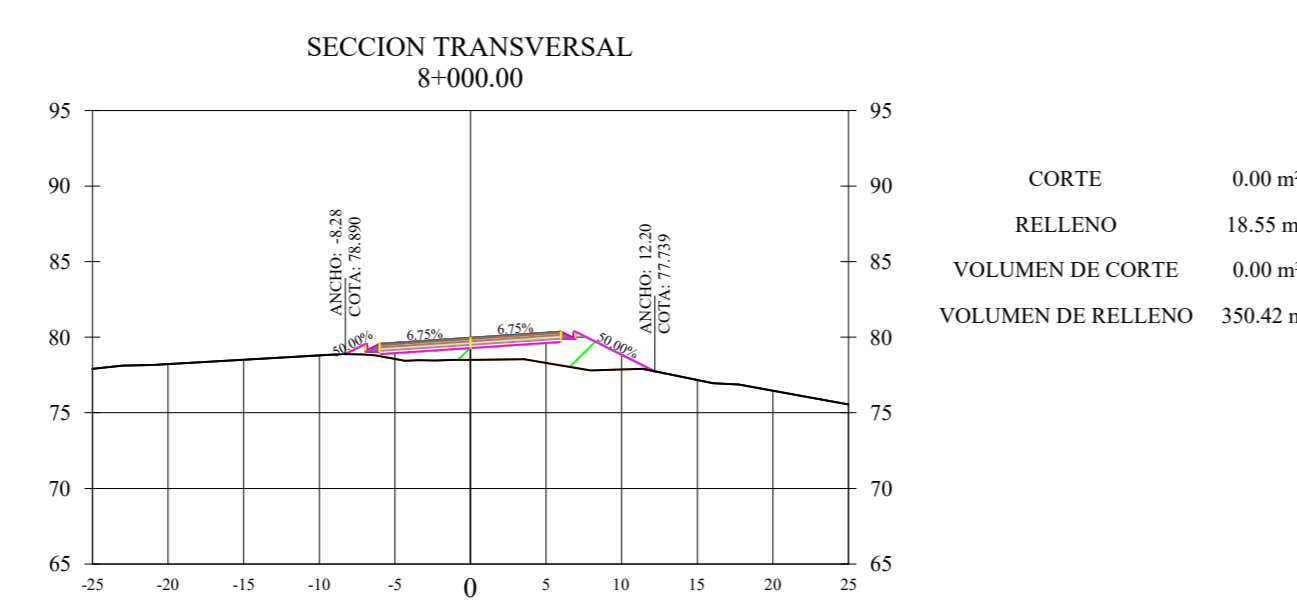
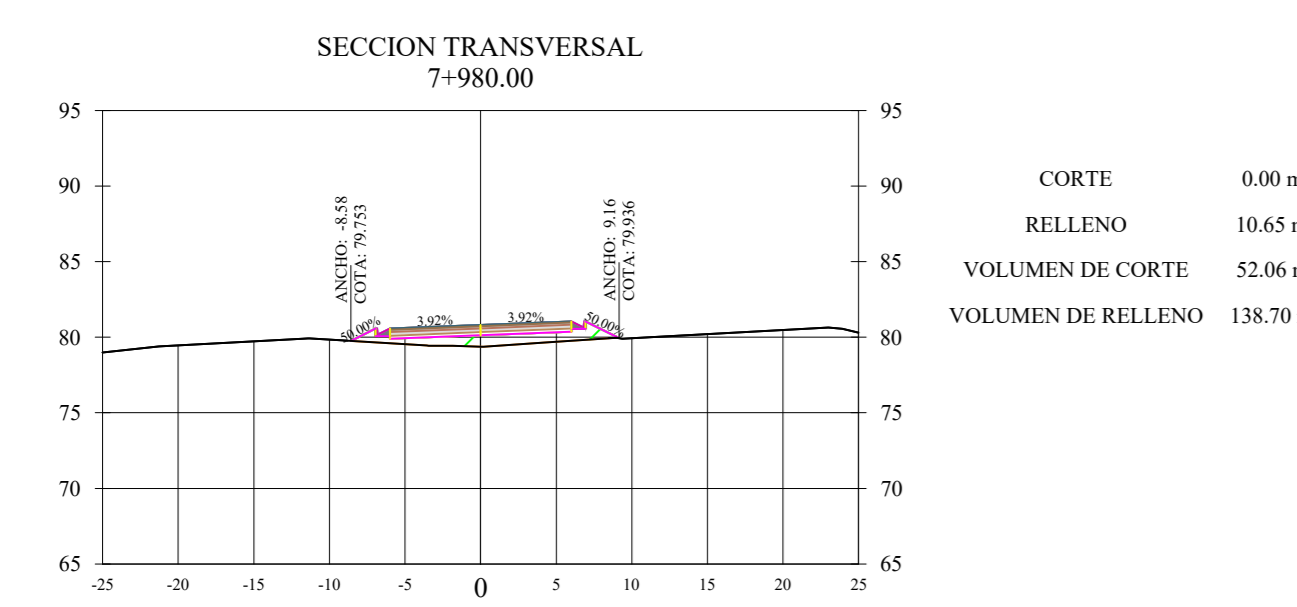
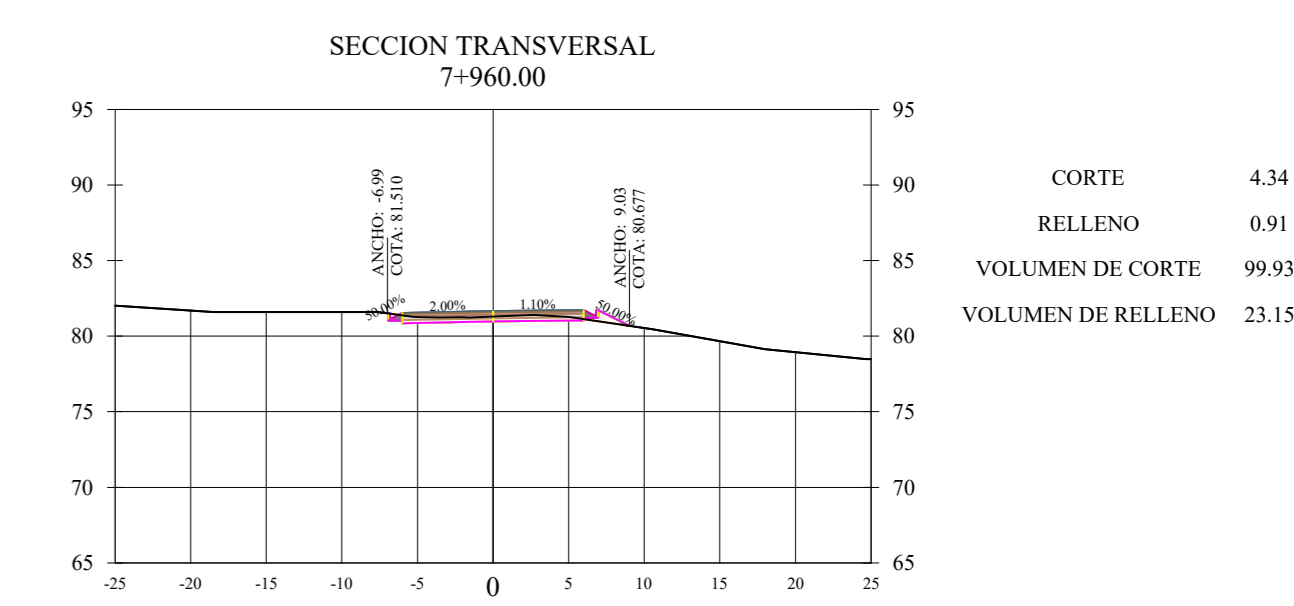
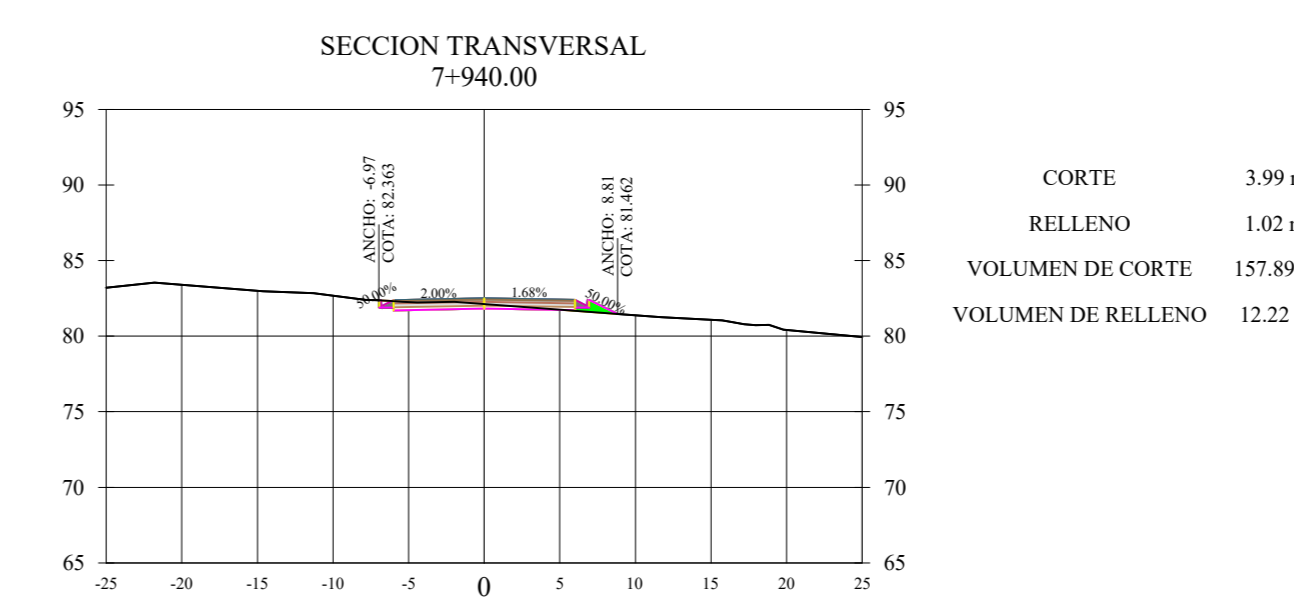
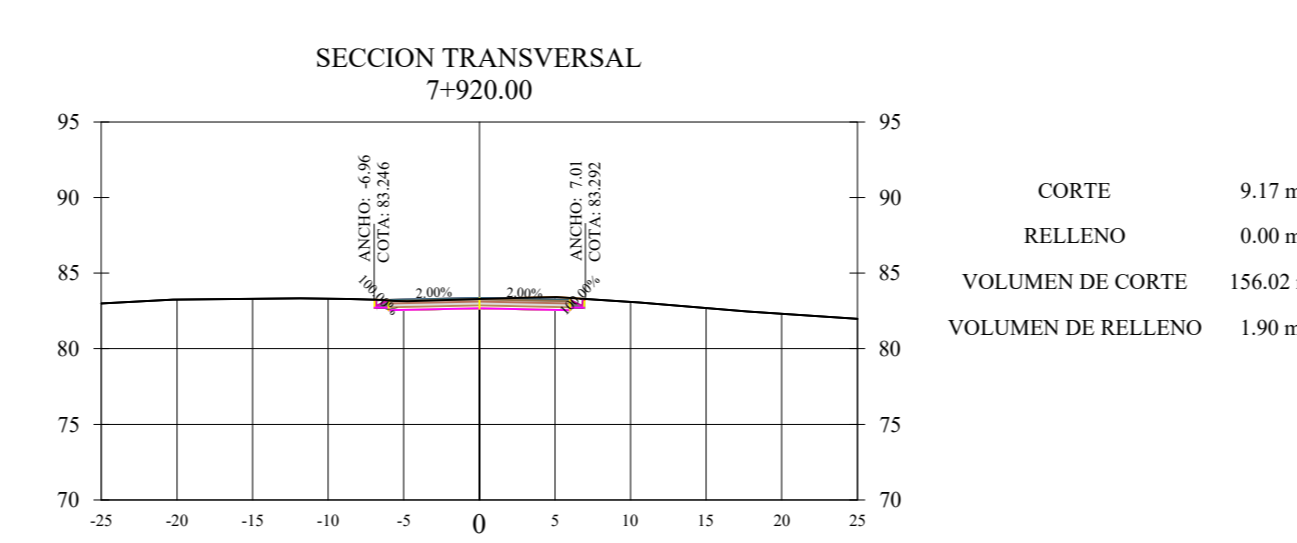
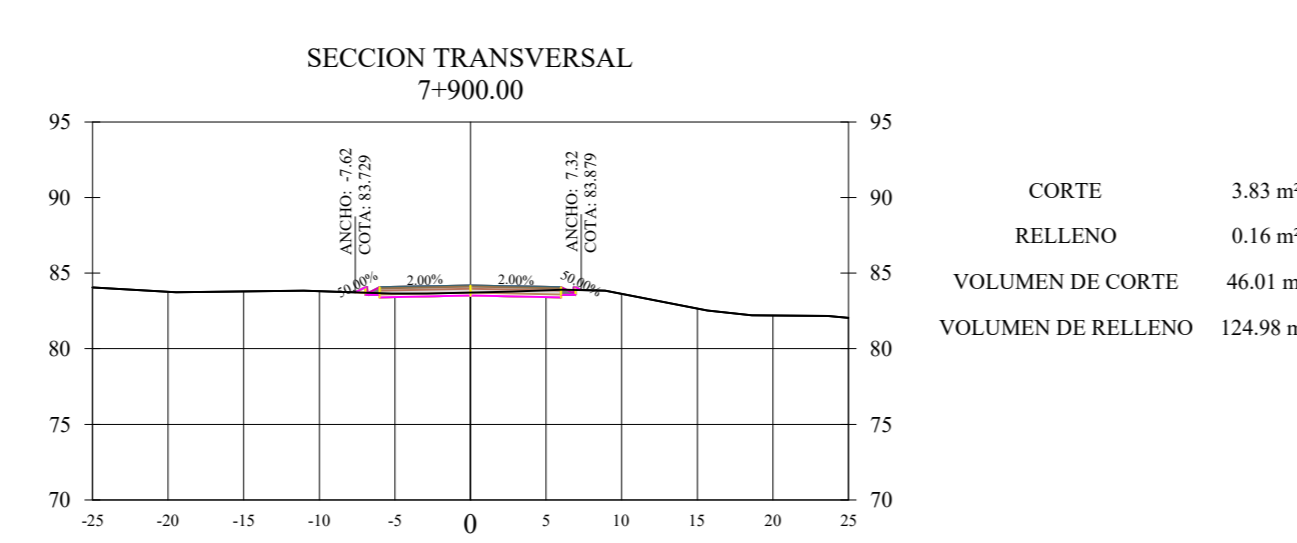
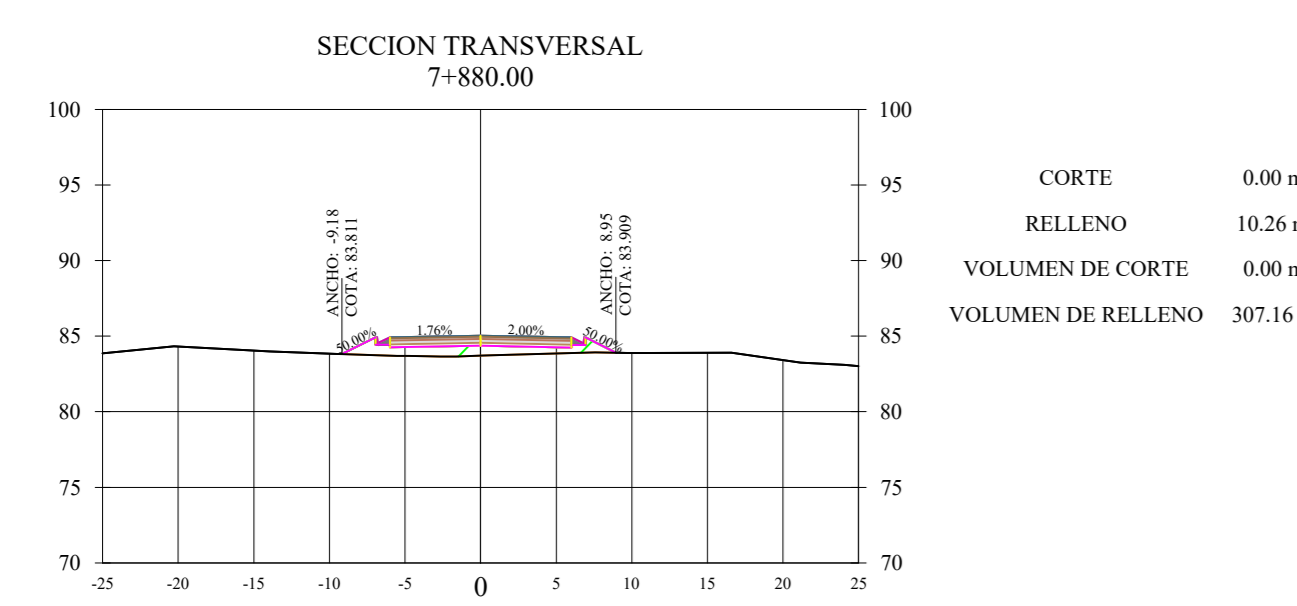
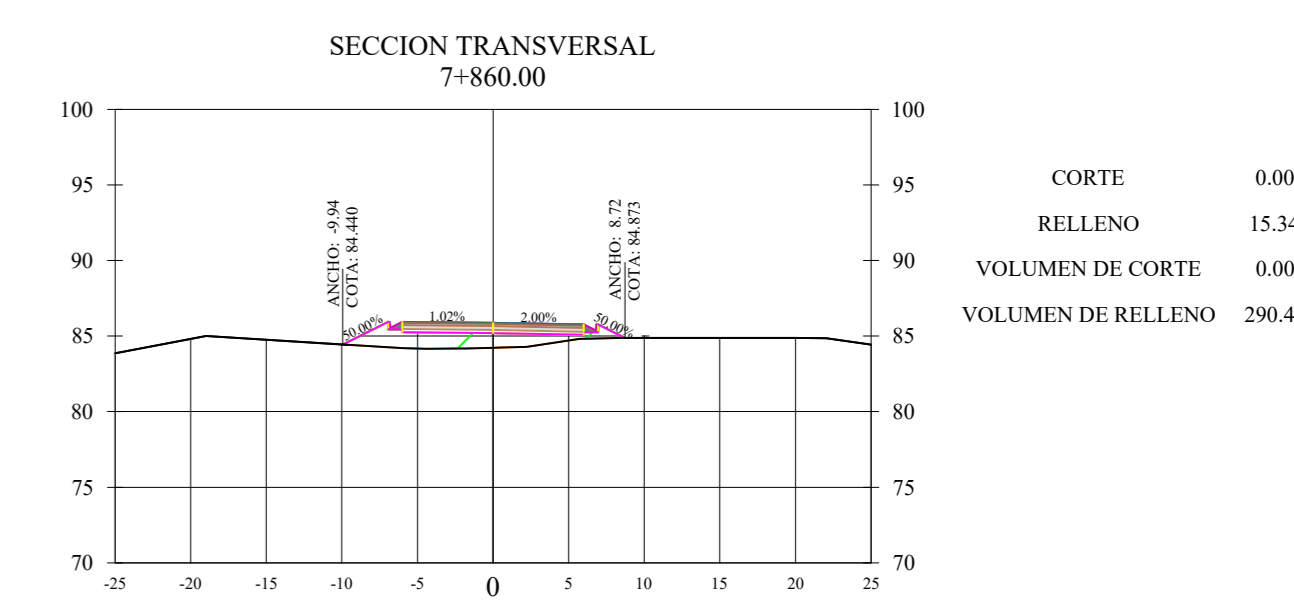
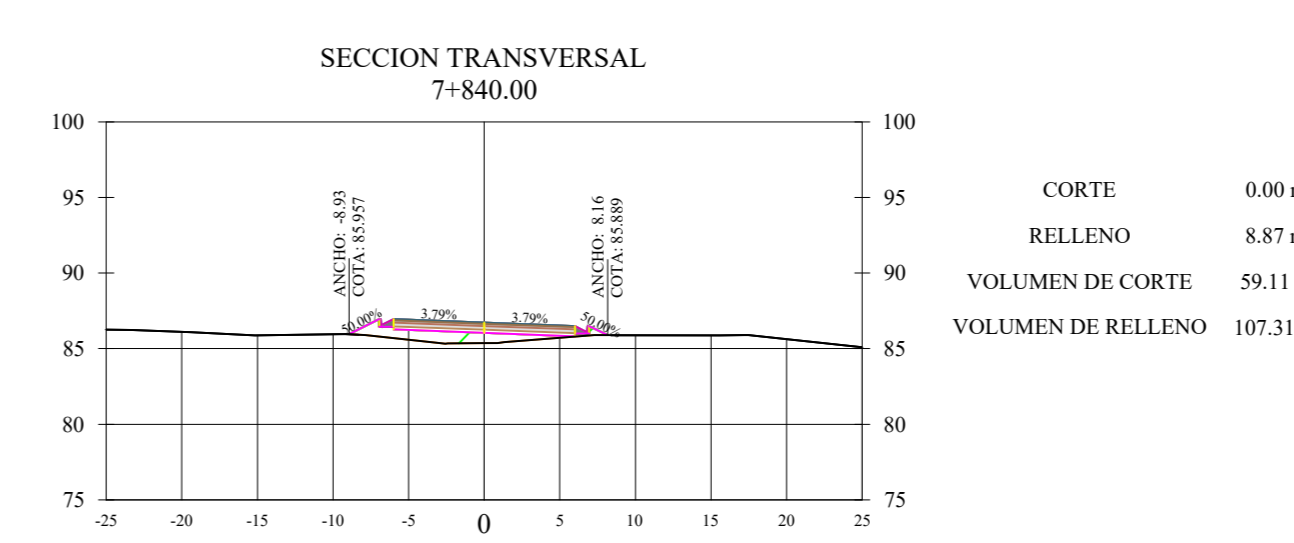
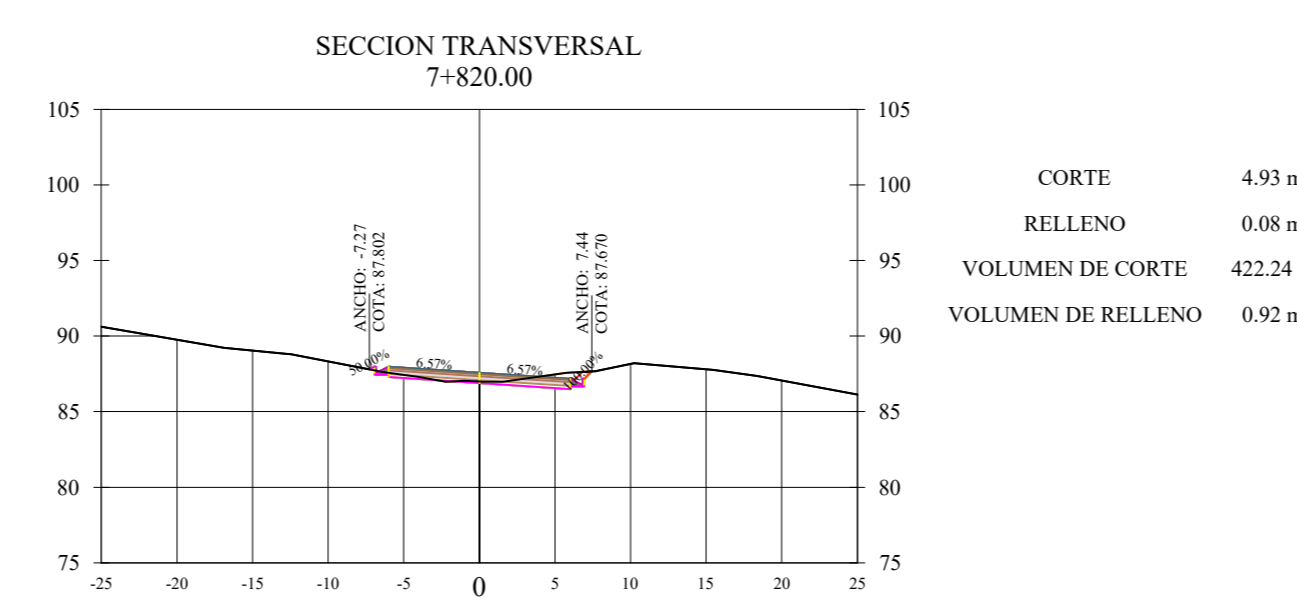
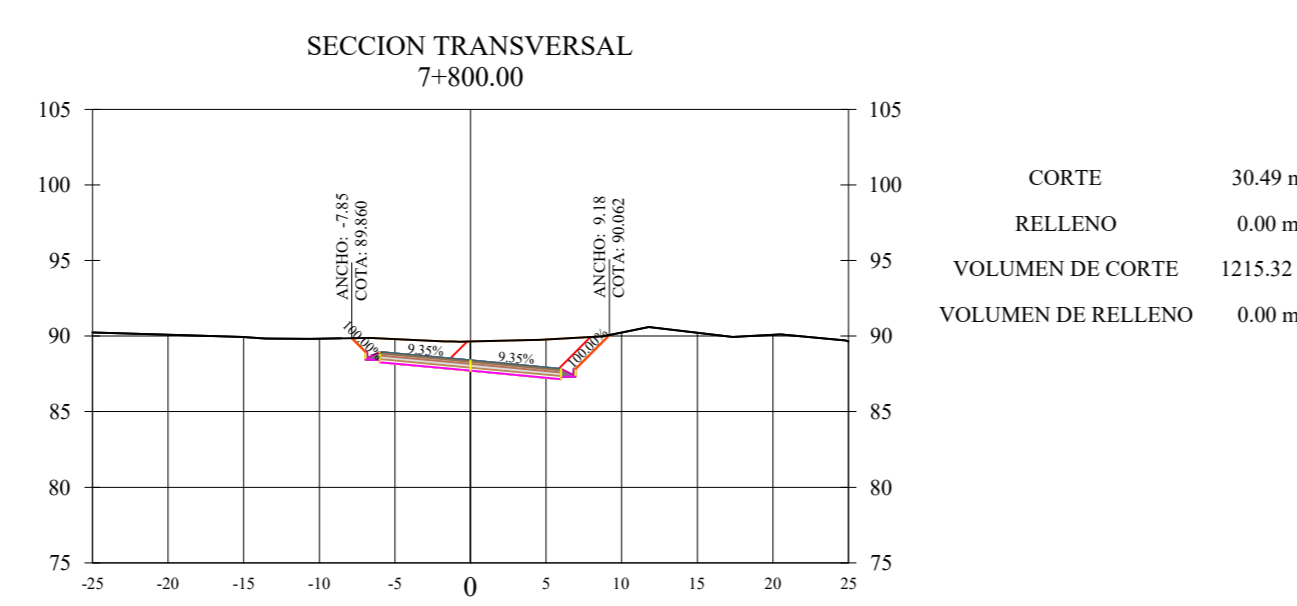
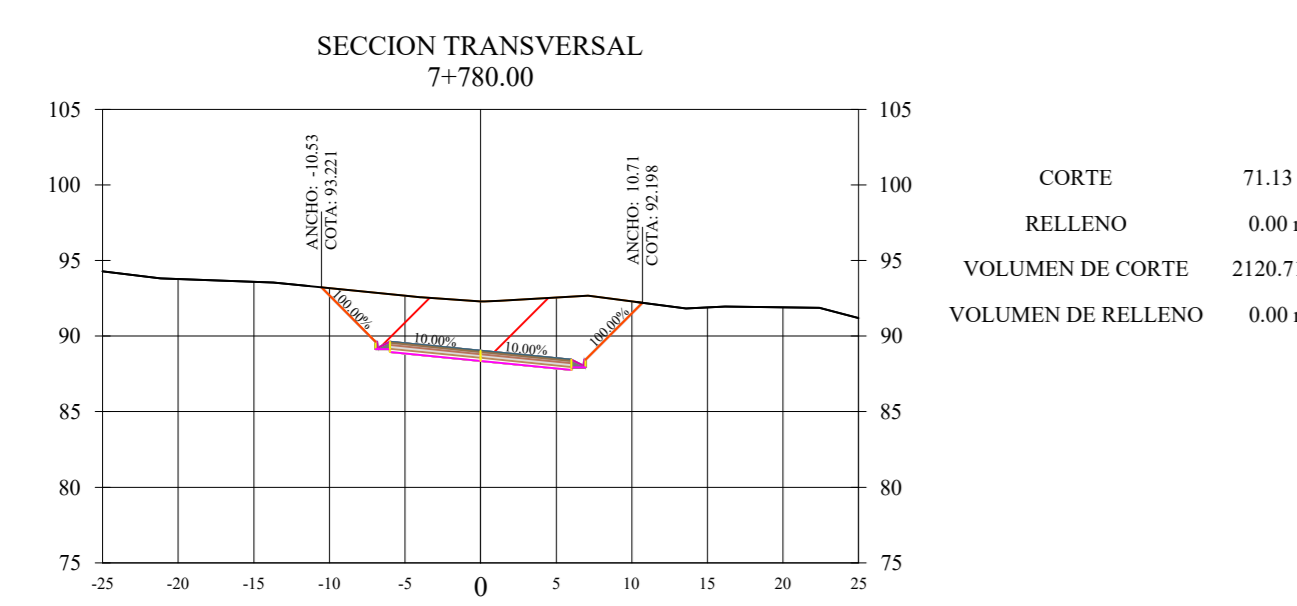
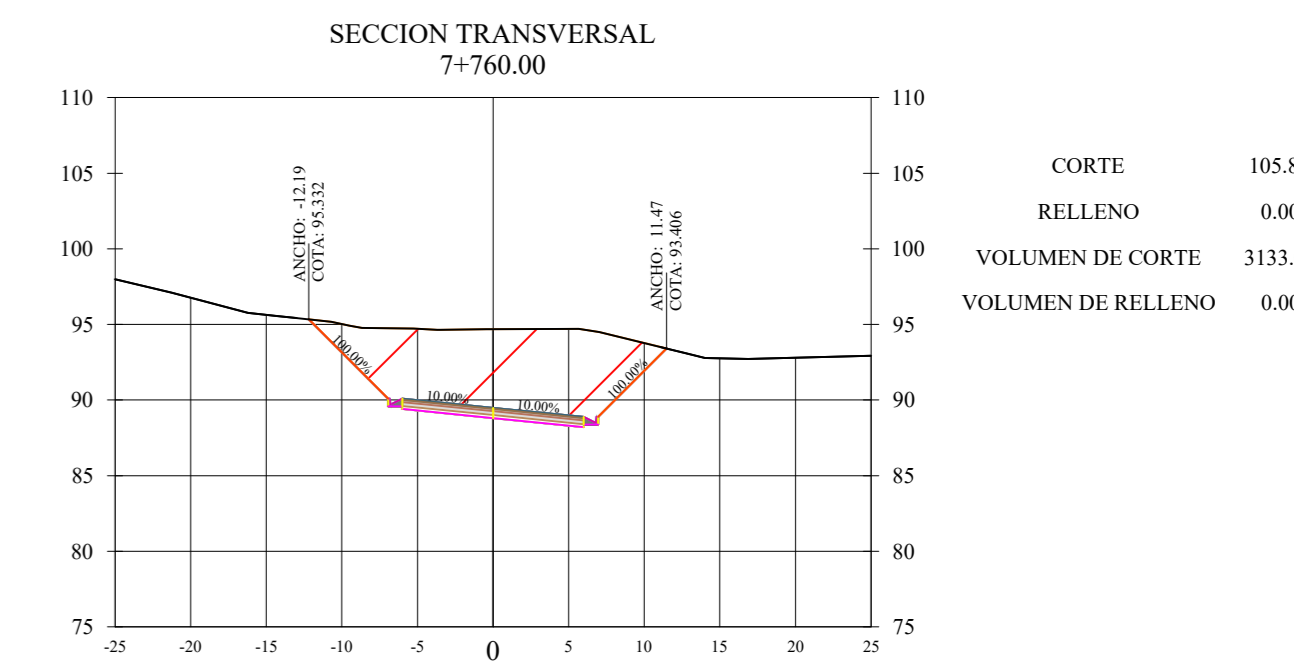
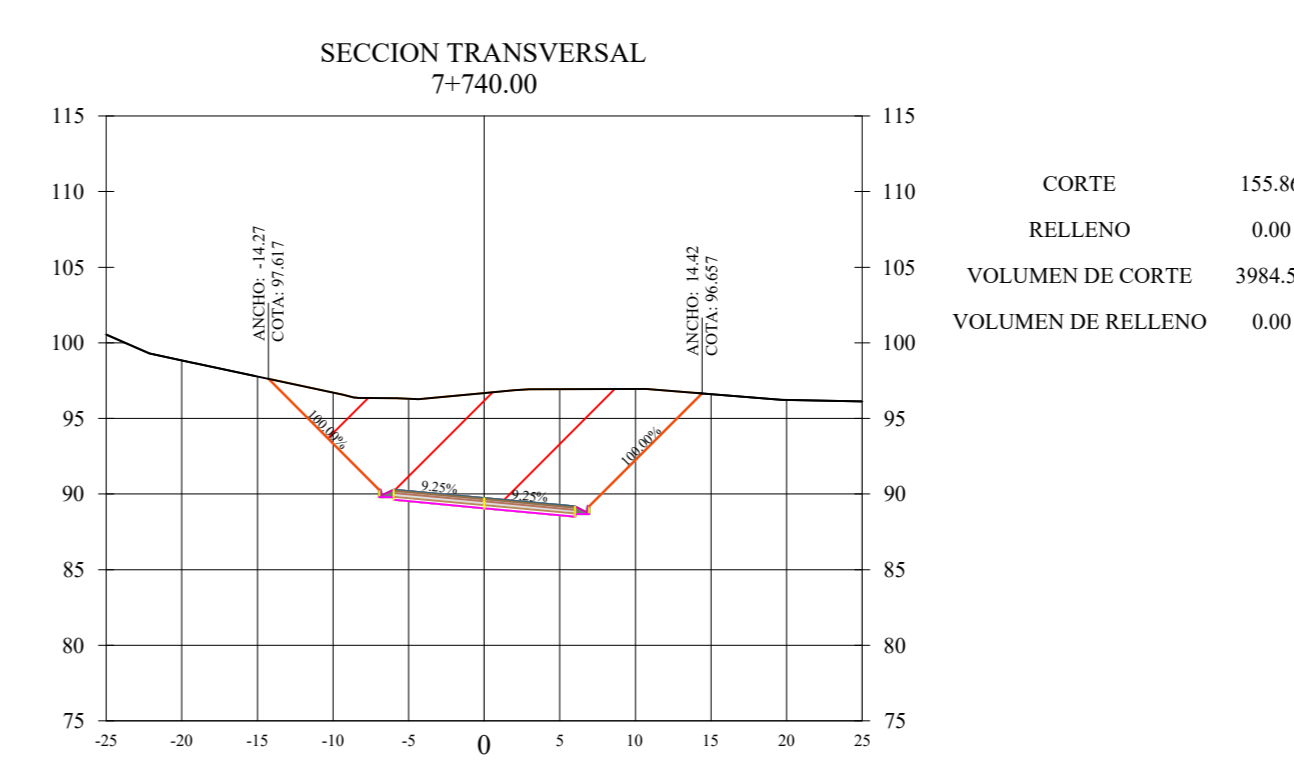
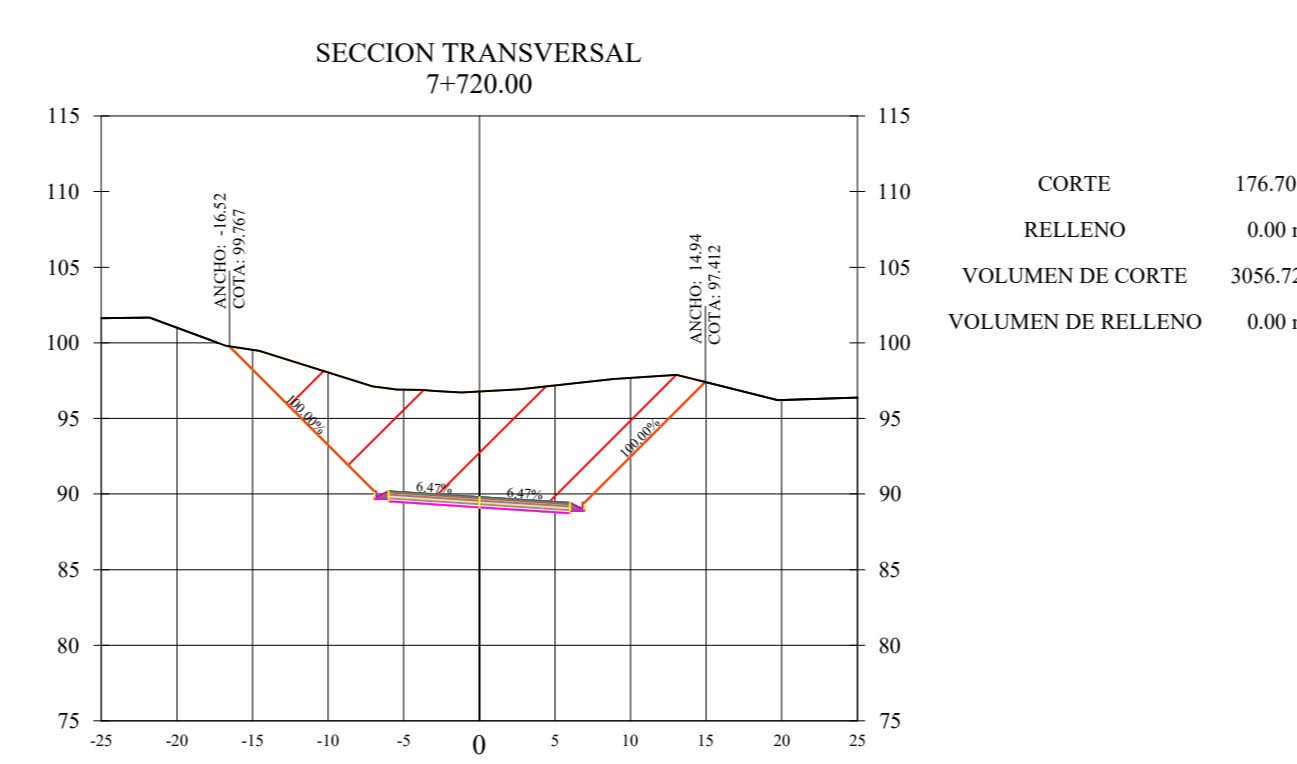
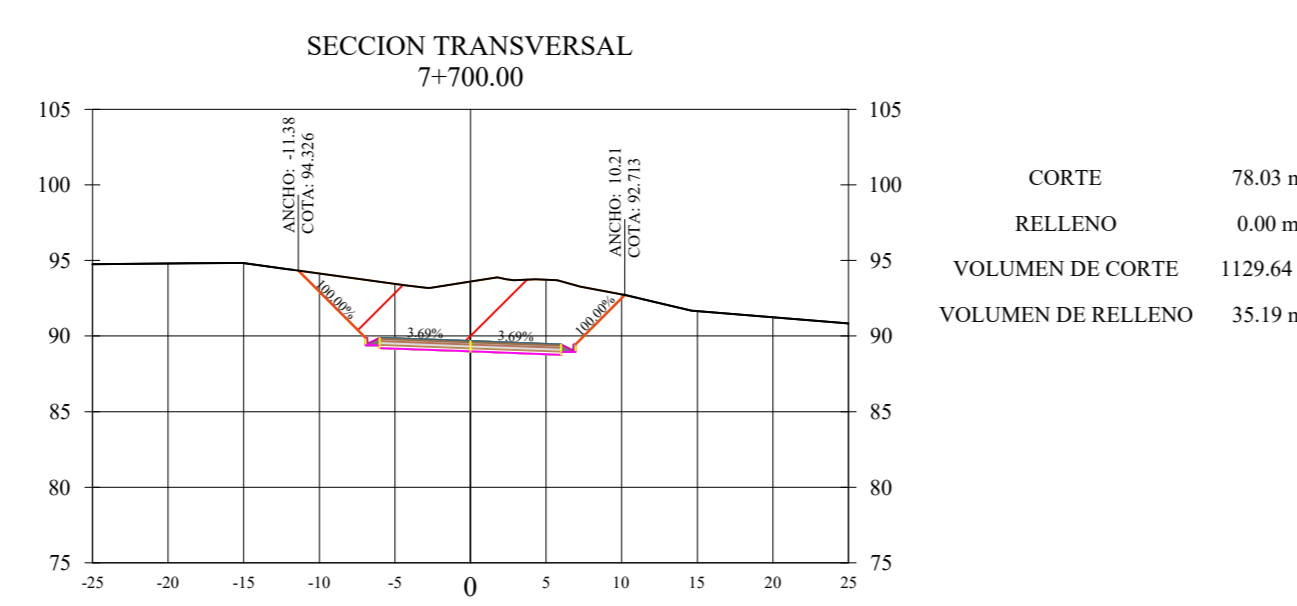
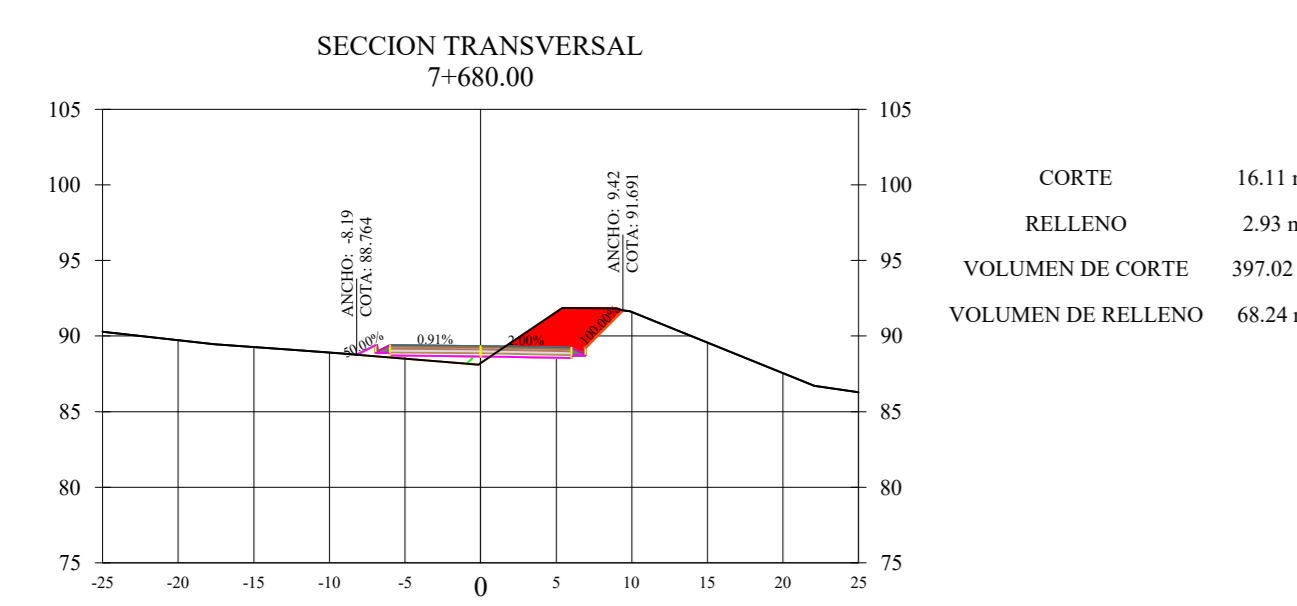
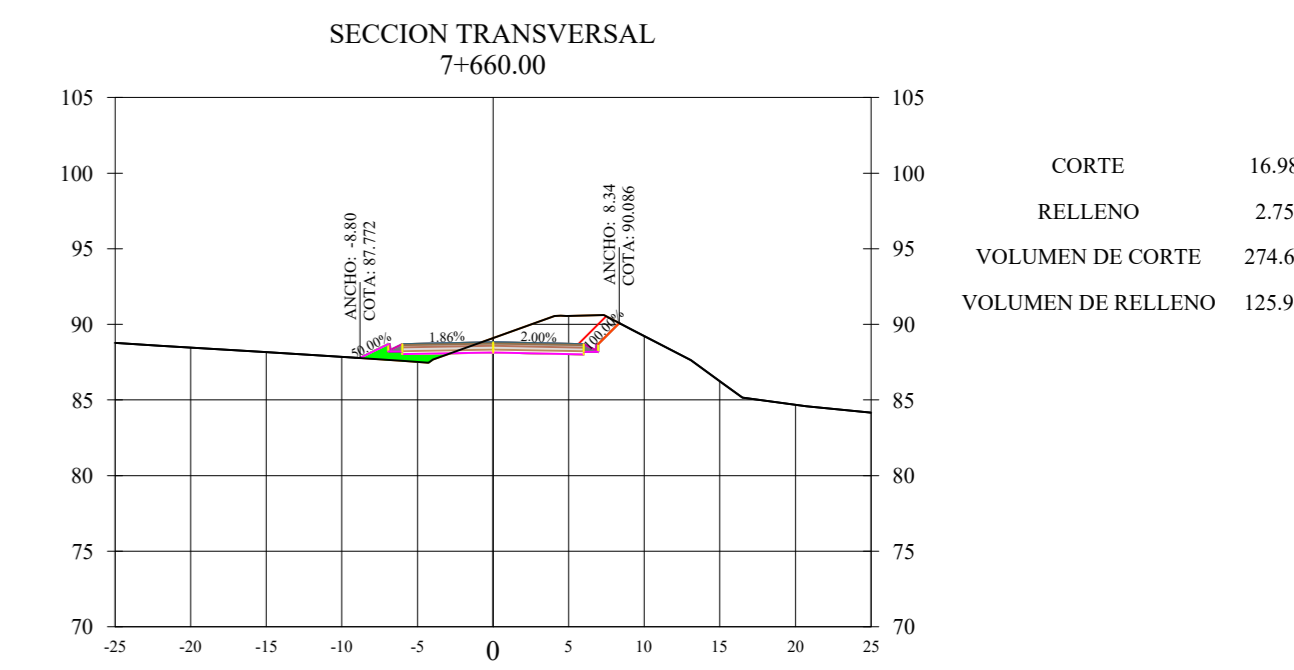
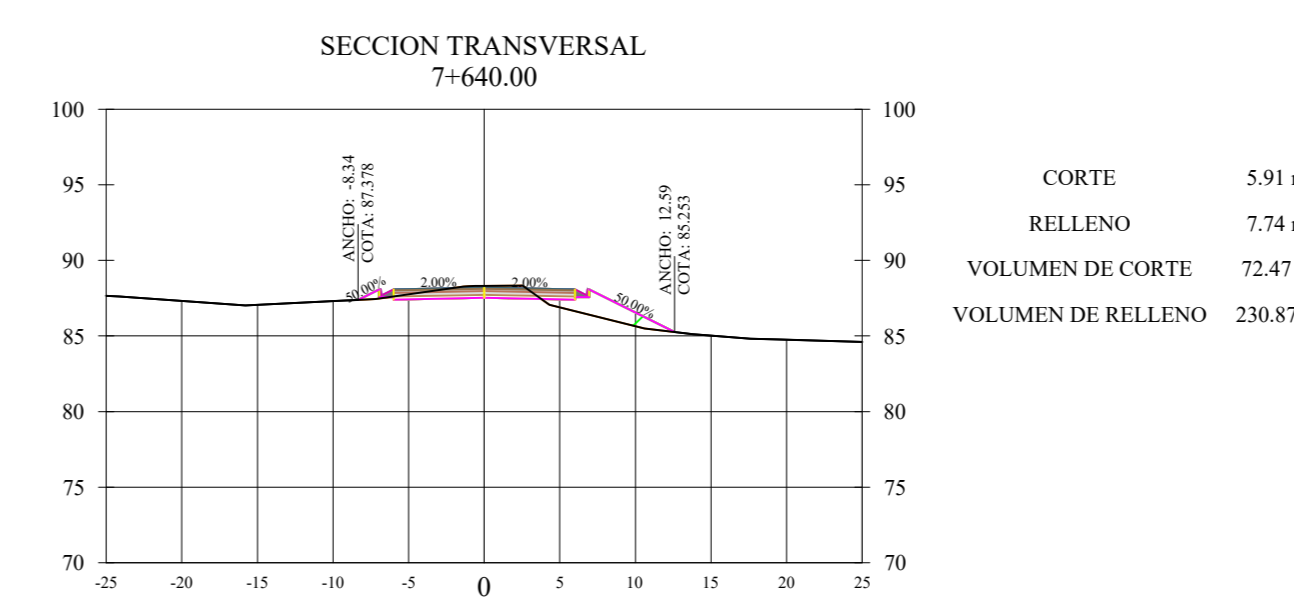
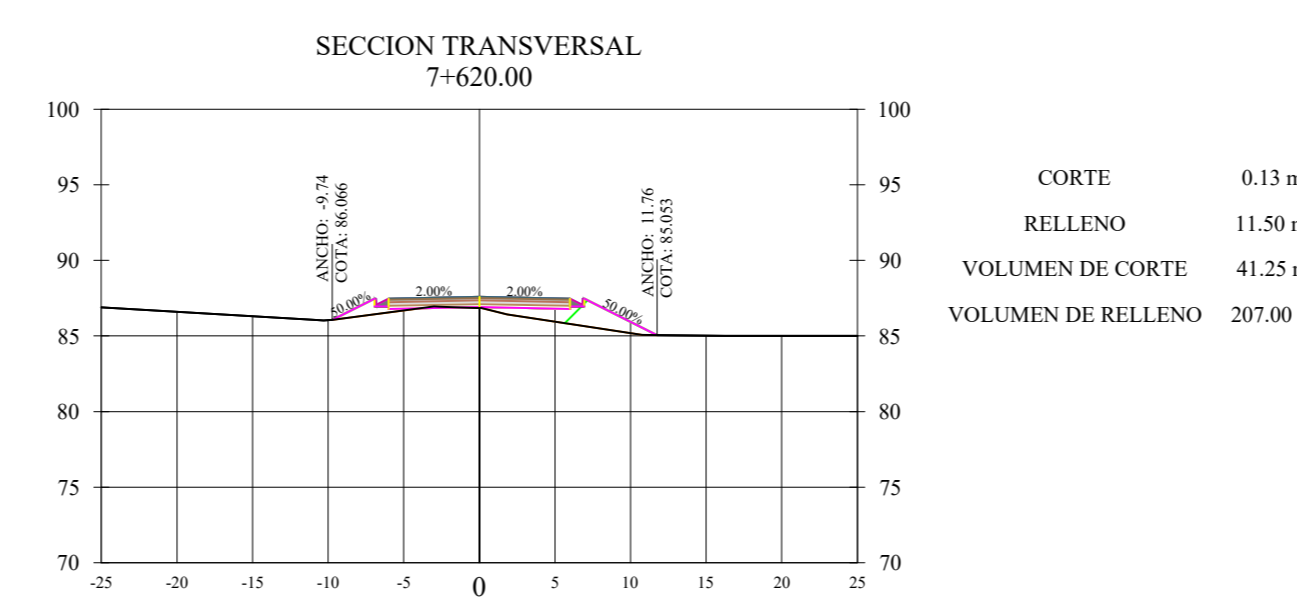
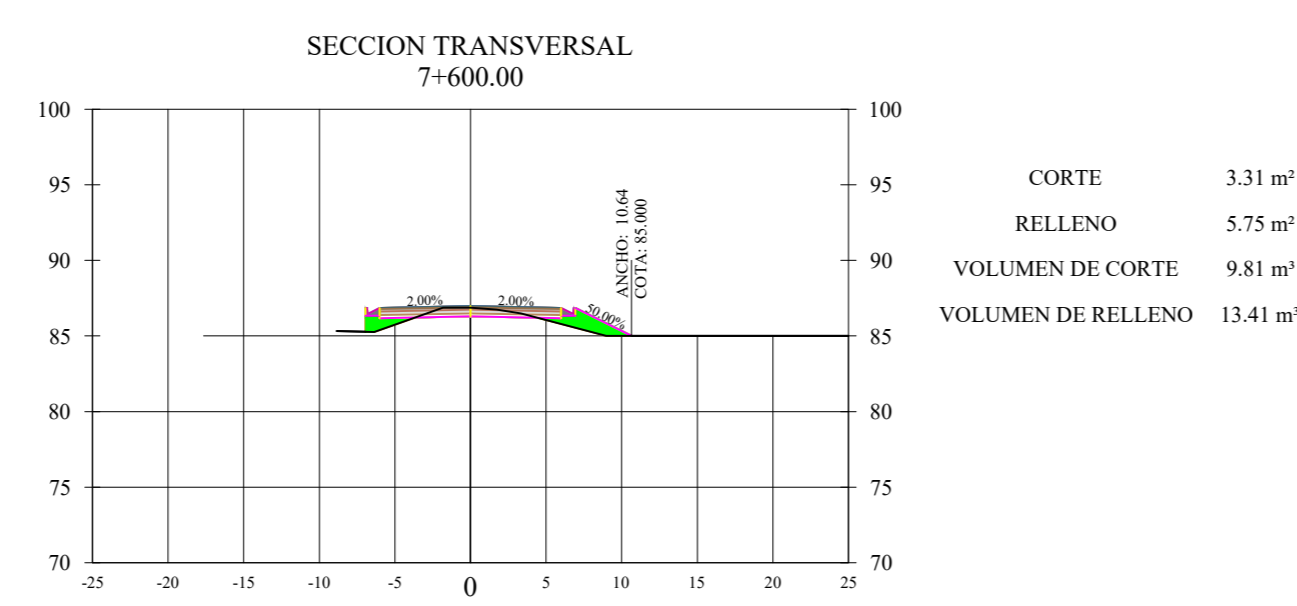
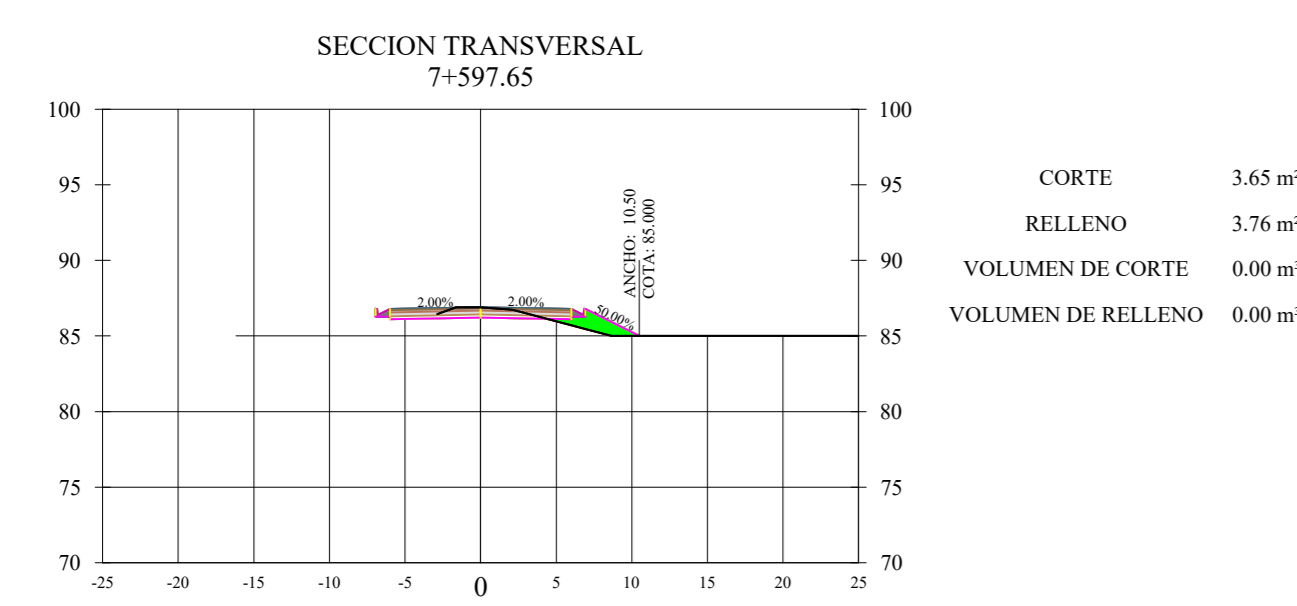
CONTIENE: Diseño Horizontal y Vertical



CARRERA CLASE: II	TRAMO:	ESCALA:	FECHA: 17 de Marzo del 2020
	Desde: 11+280.00	H: 1:3000	LAMINA: 5/13
Estado: Definitivo	Hasta: 12+108.12	V: 1:3000	
OBSERVACIONES:		TUTOR:	DISEÑO:
		Ing. Mg. Rodrigo Acosta	Eggh. Erick Torres

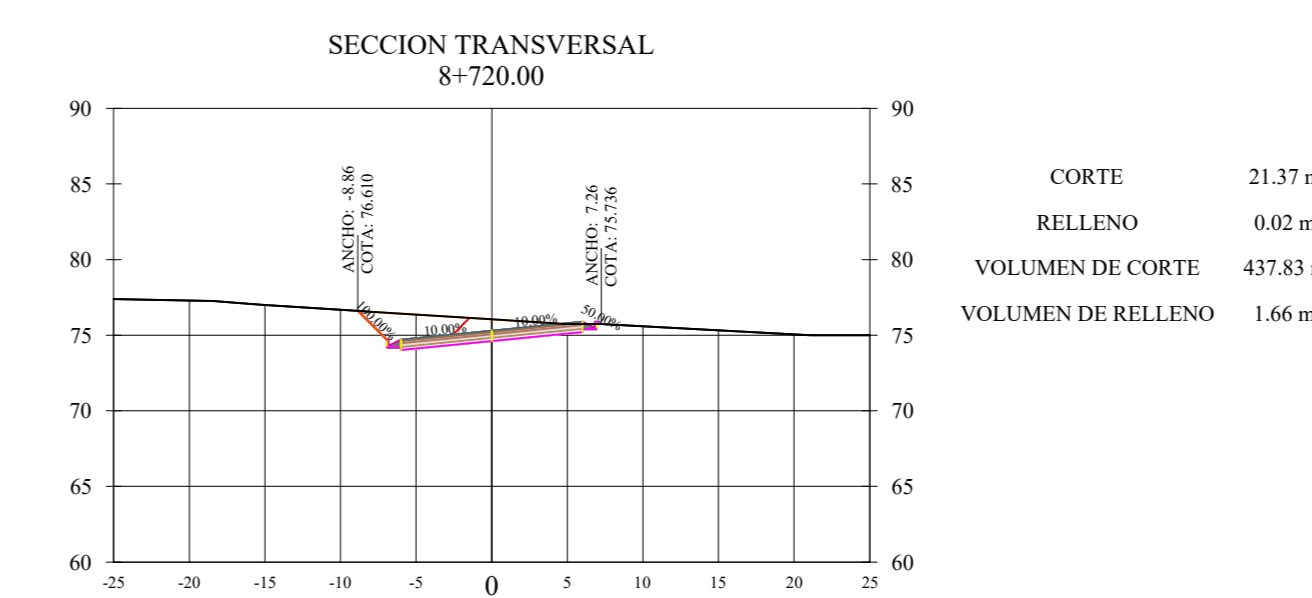
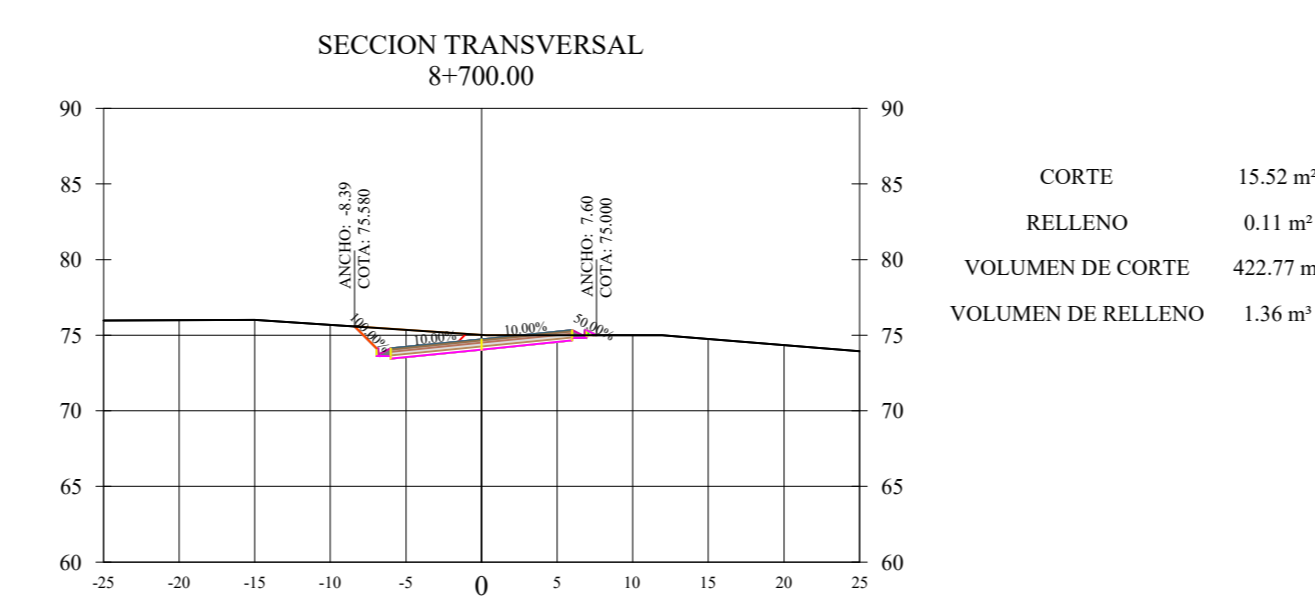
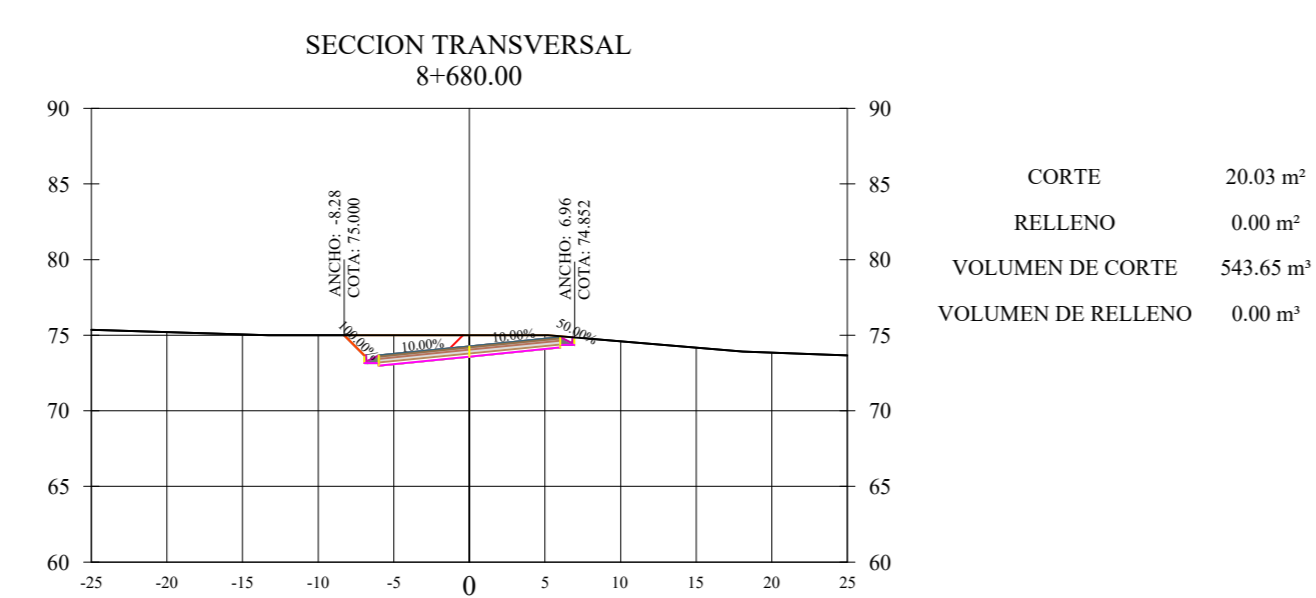
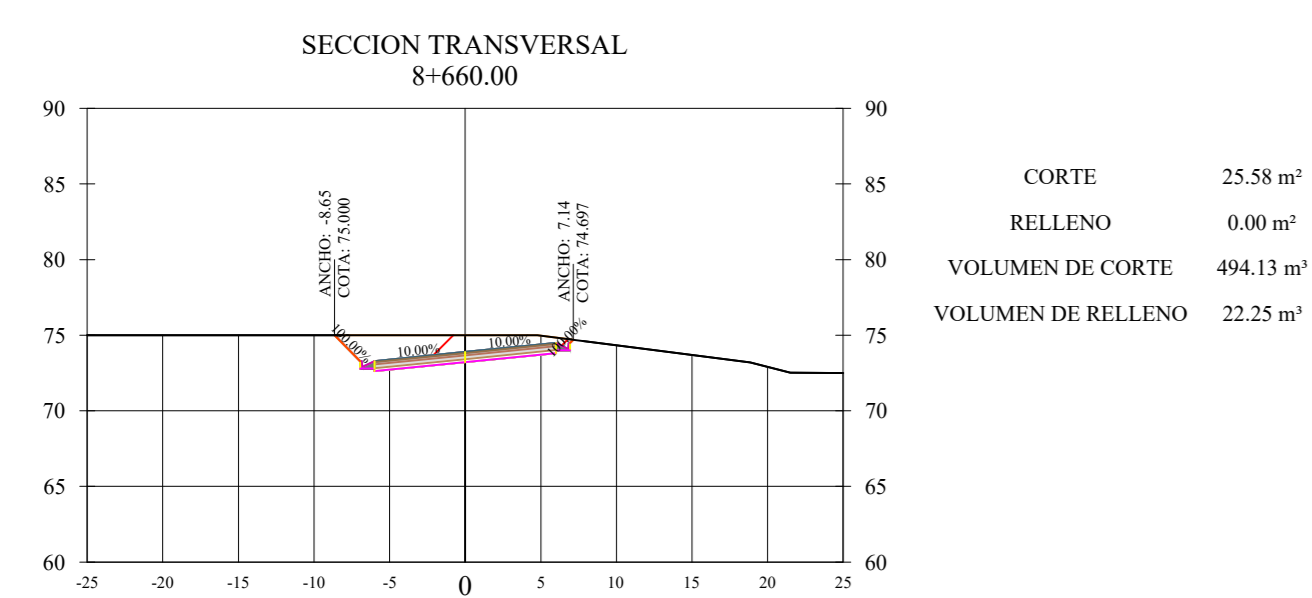
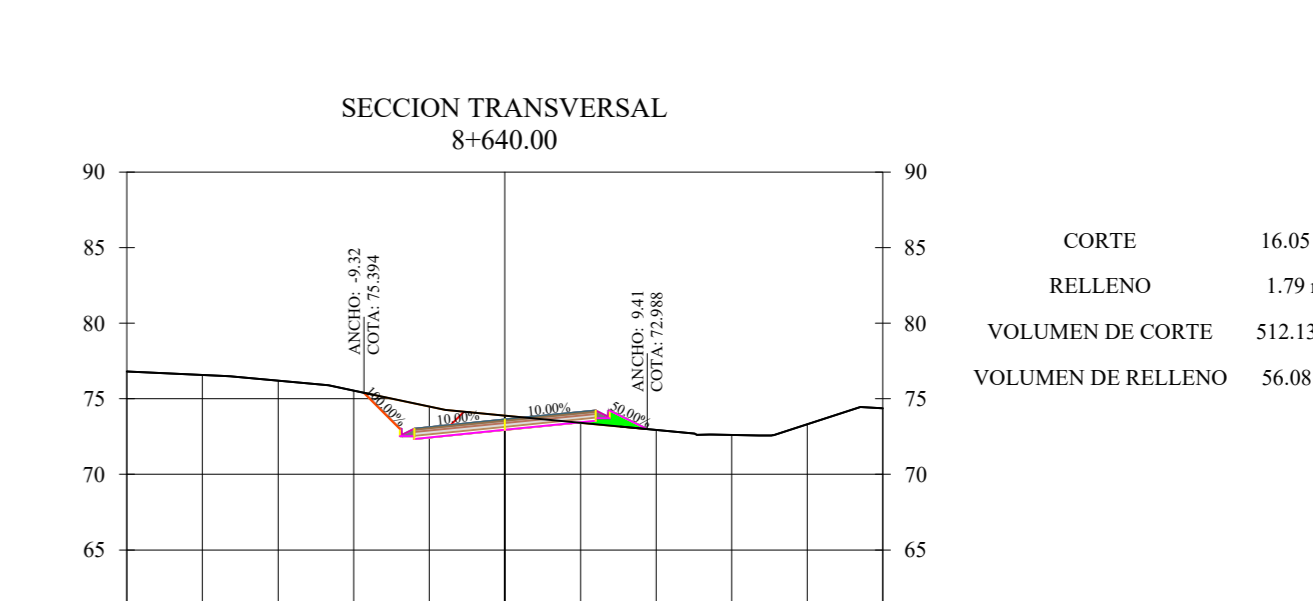
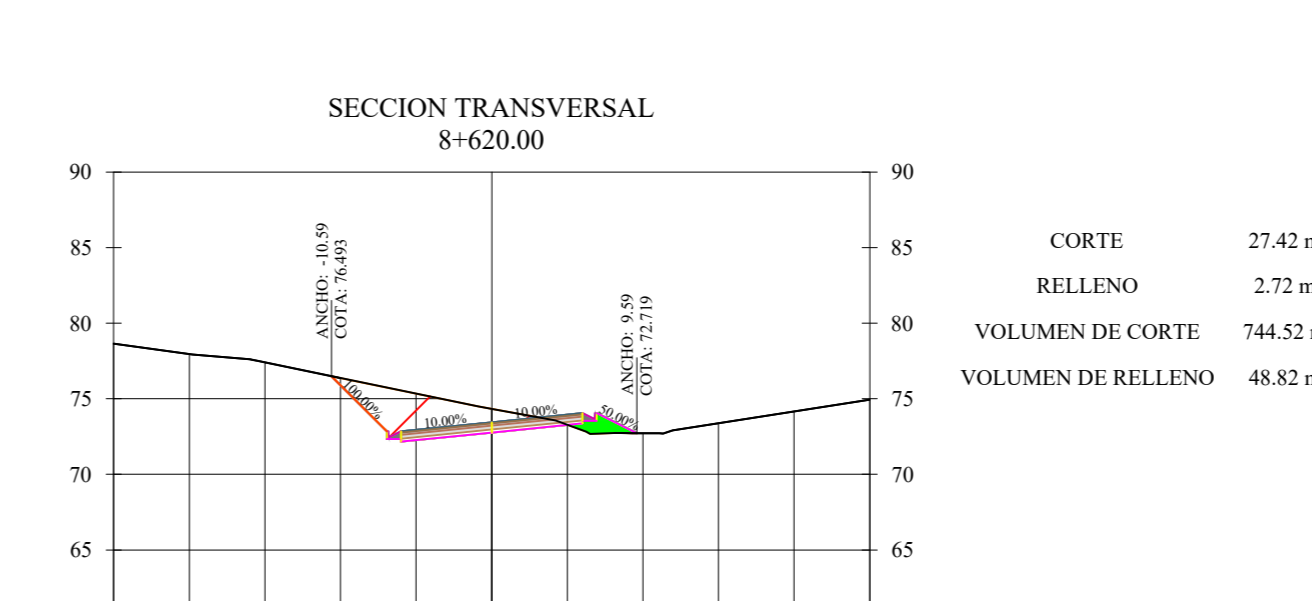
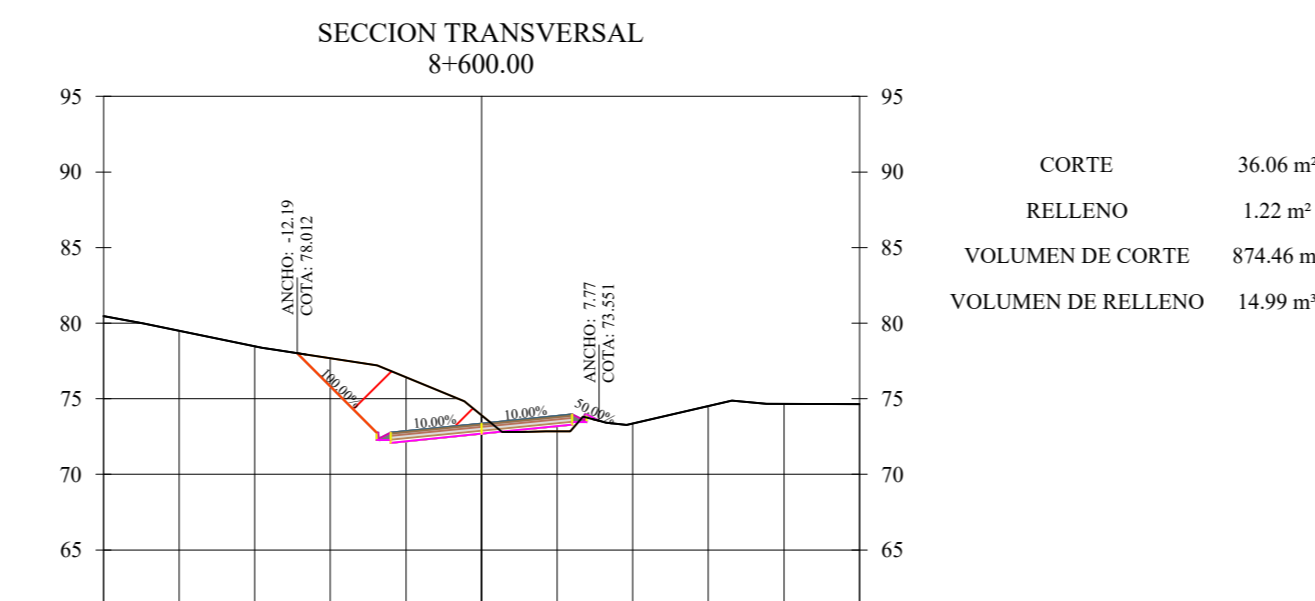
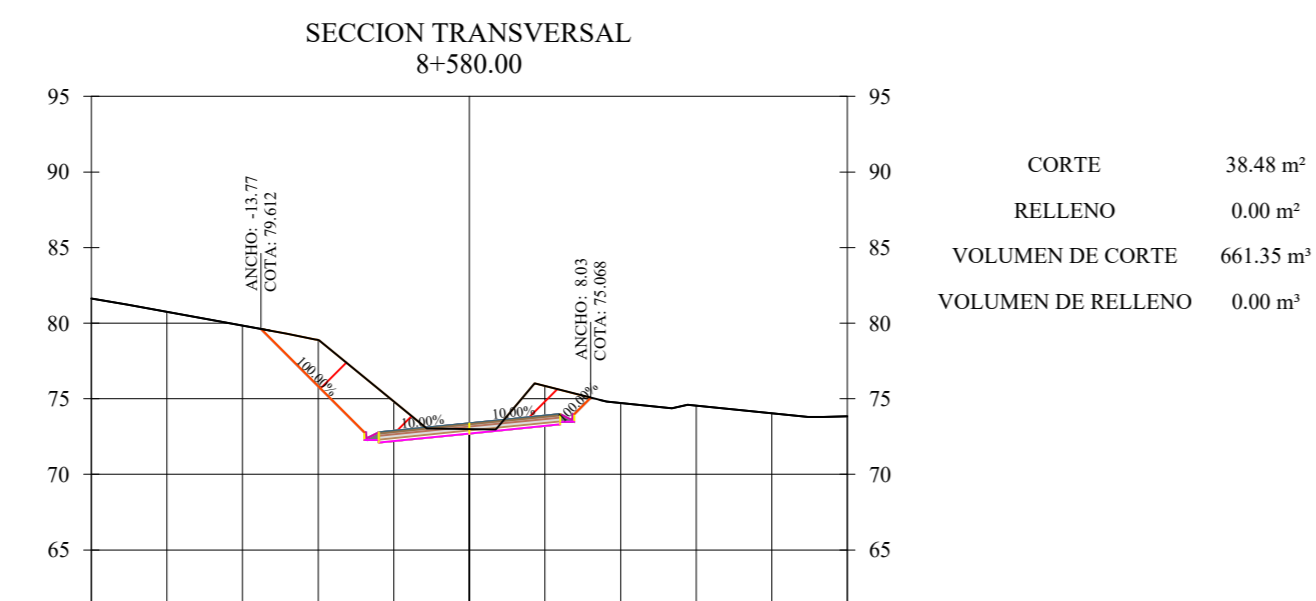
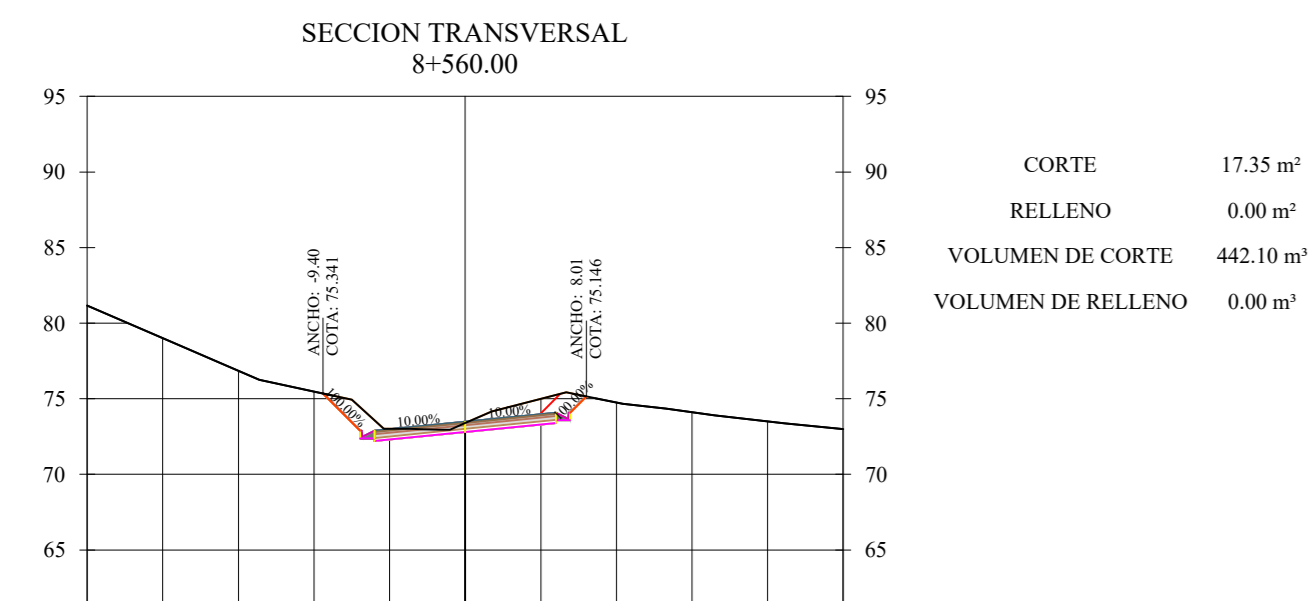
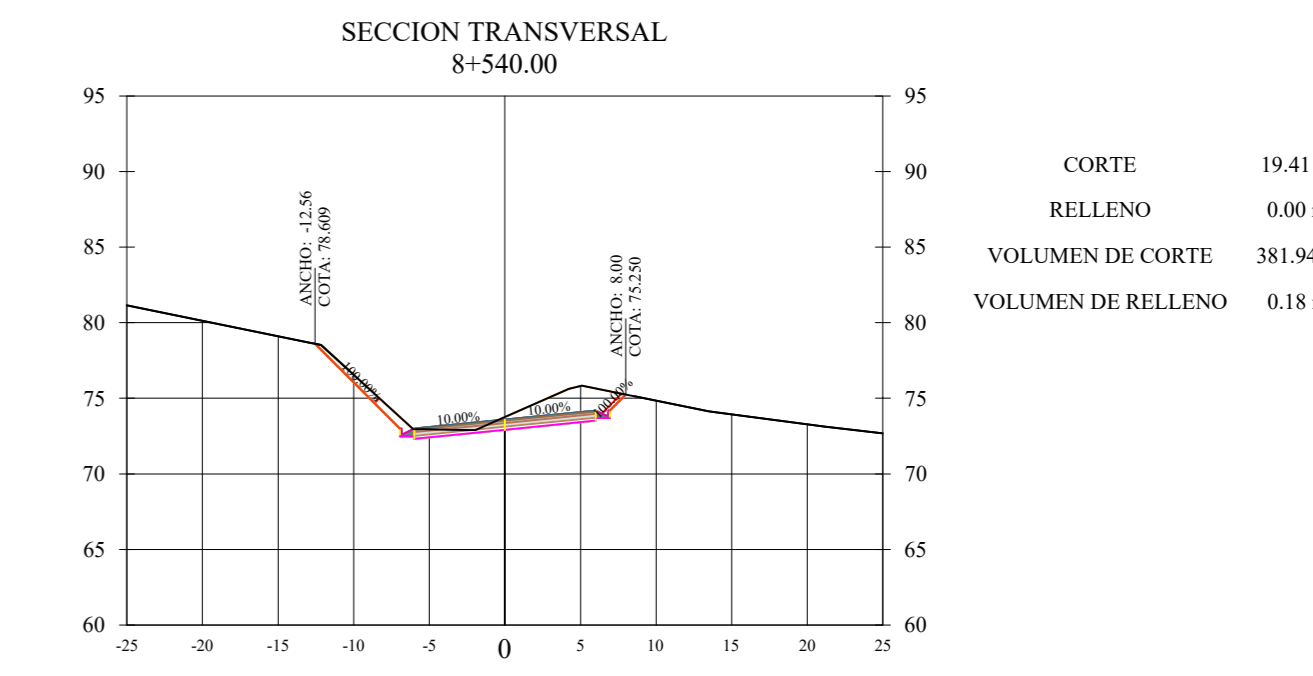
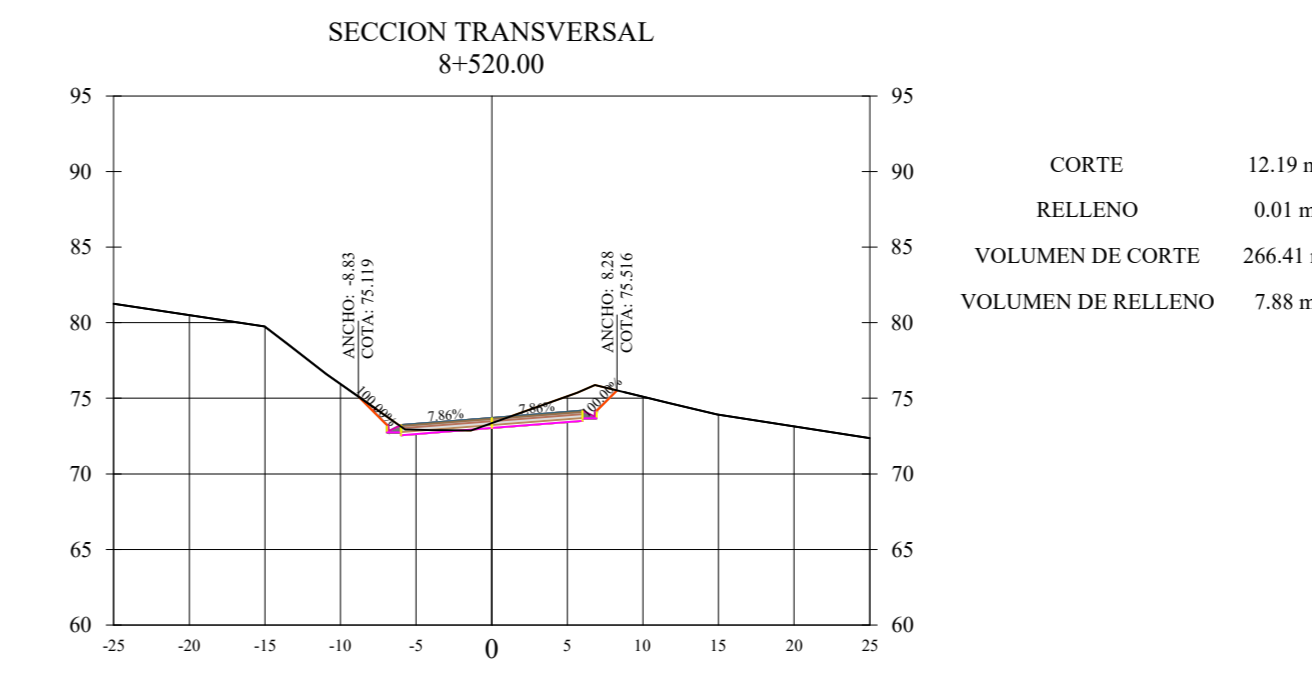
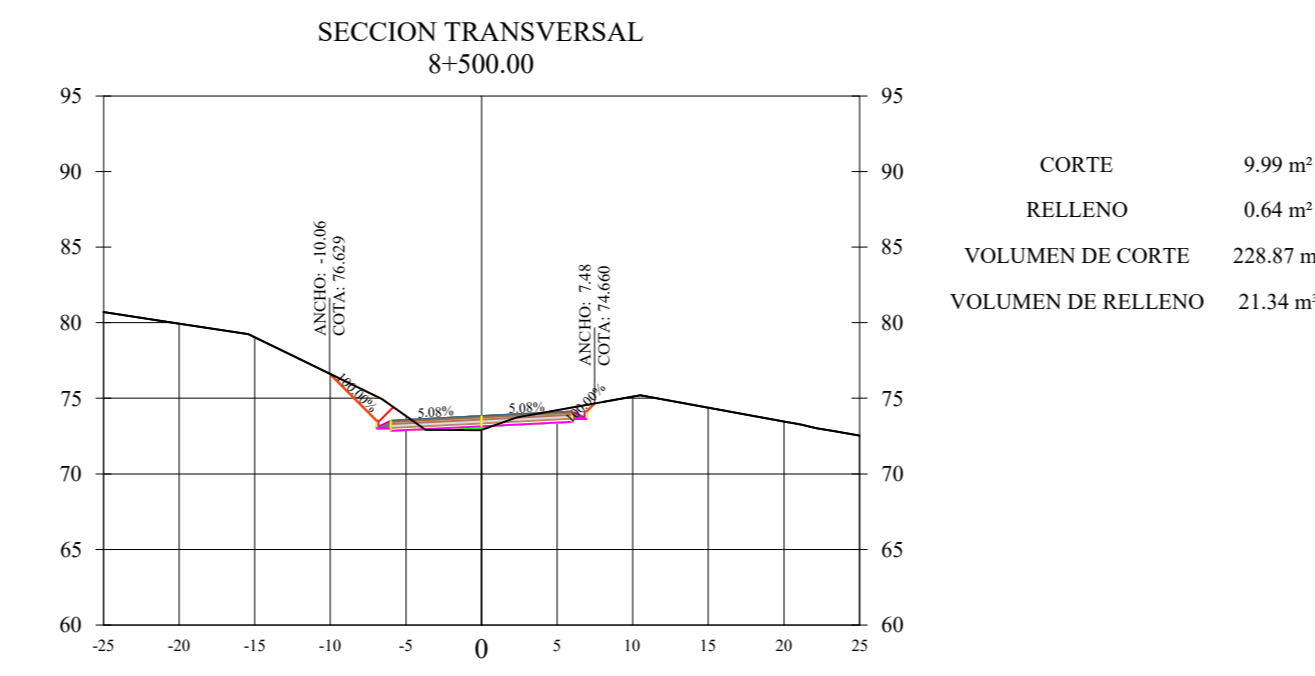
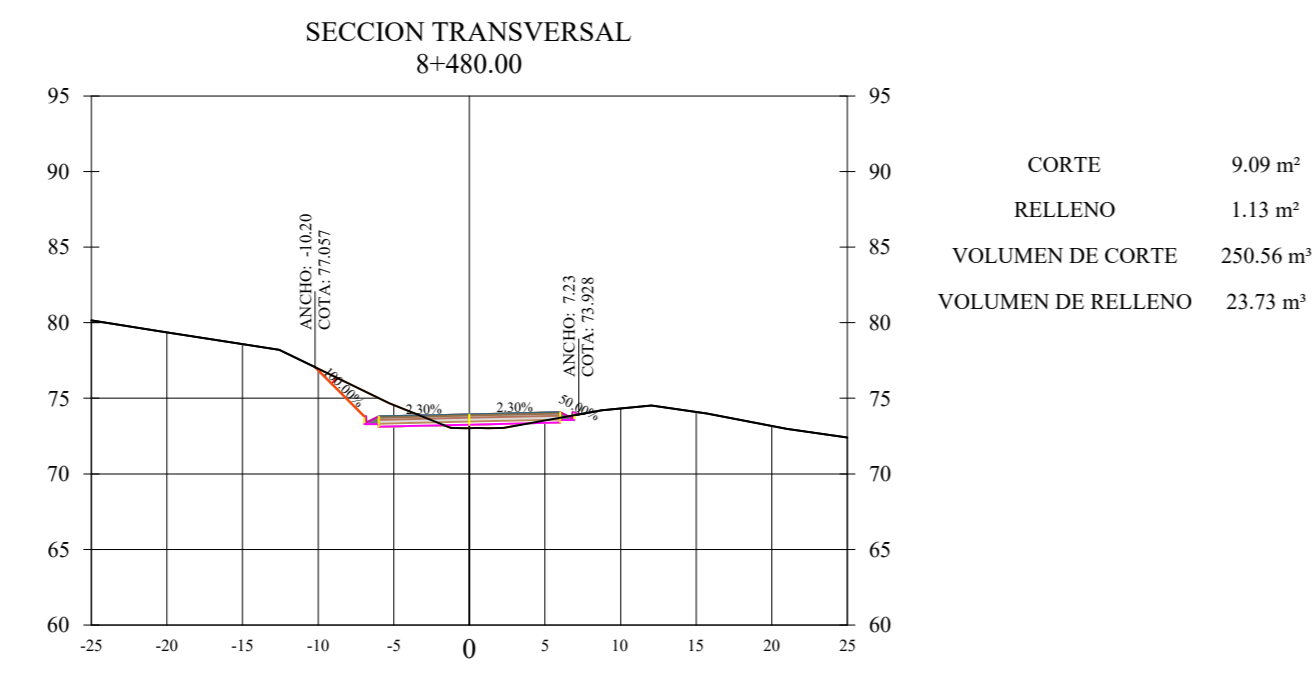
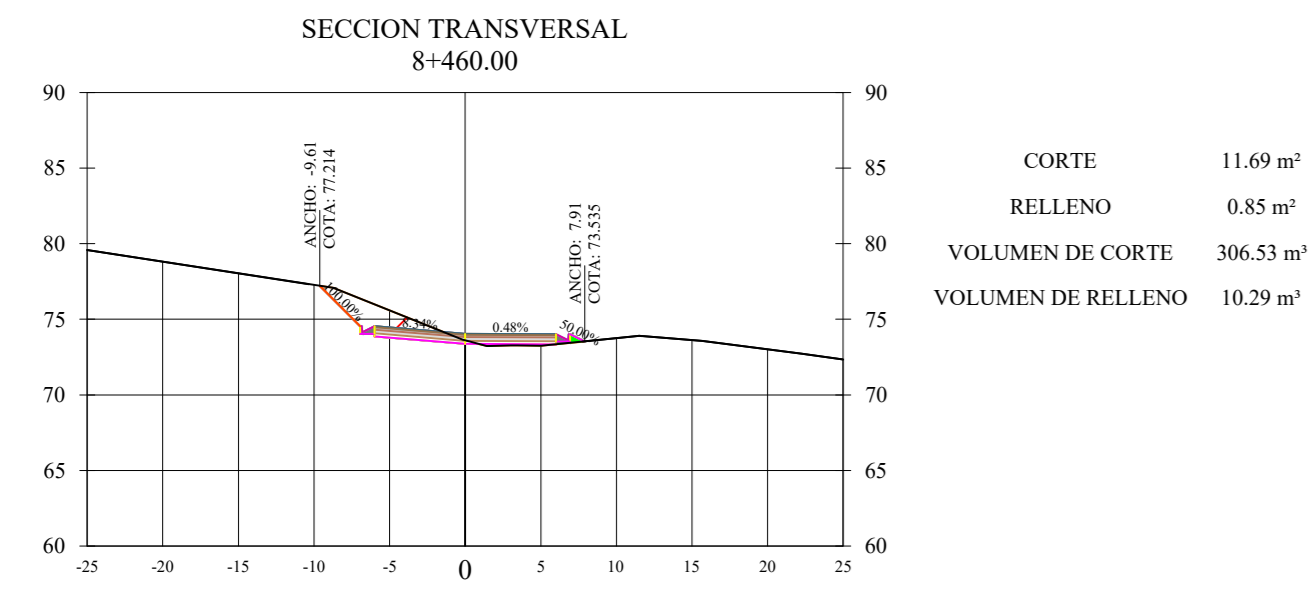
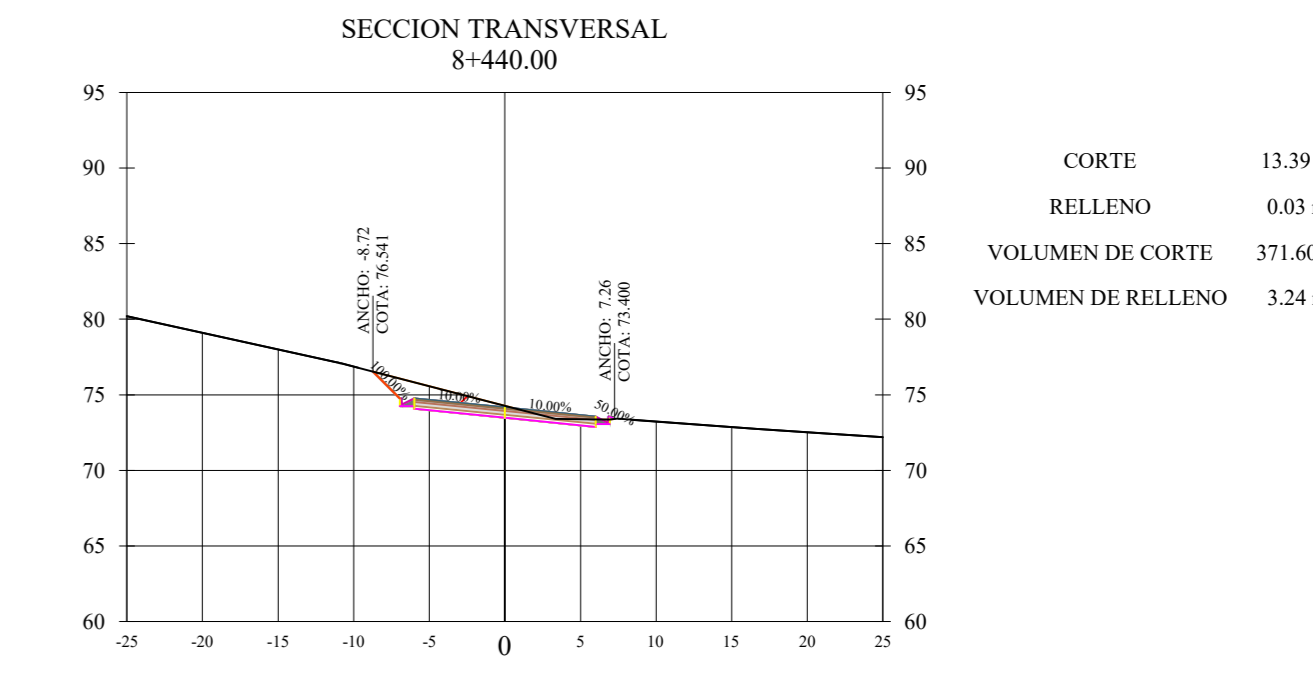
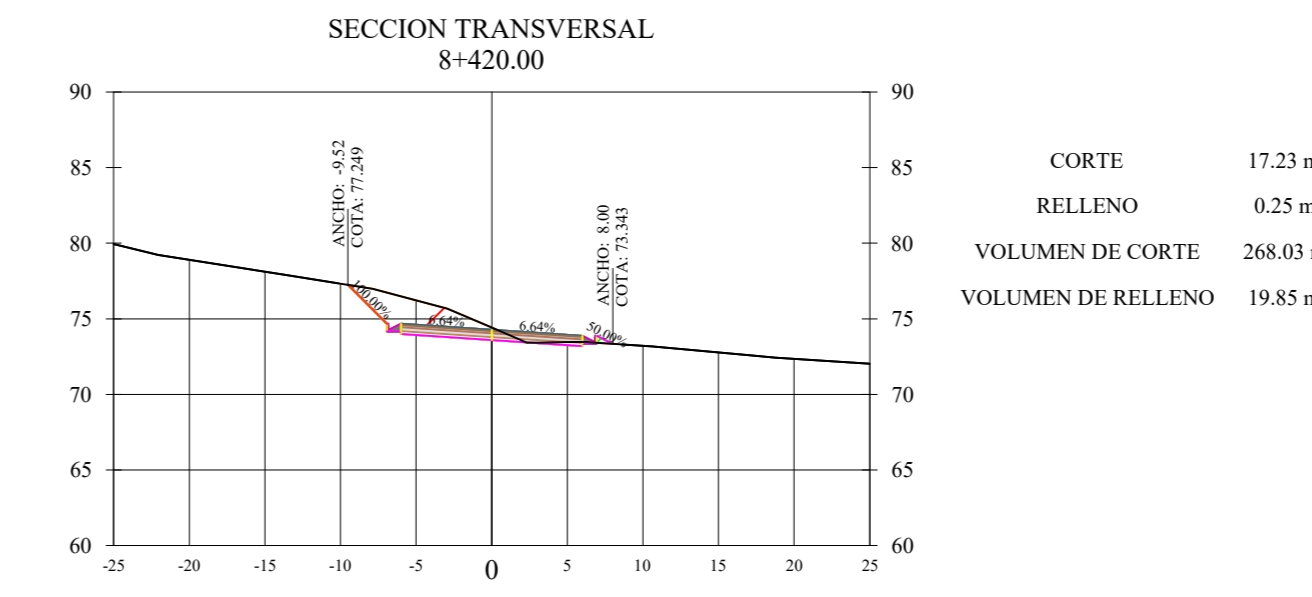
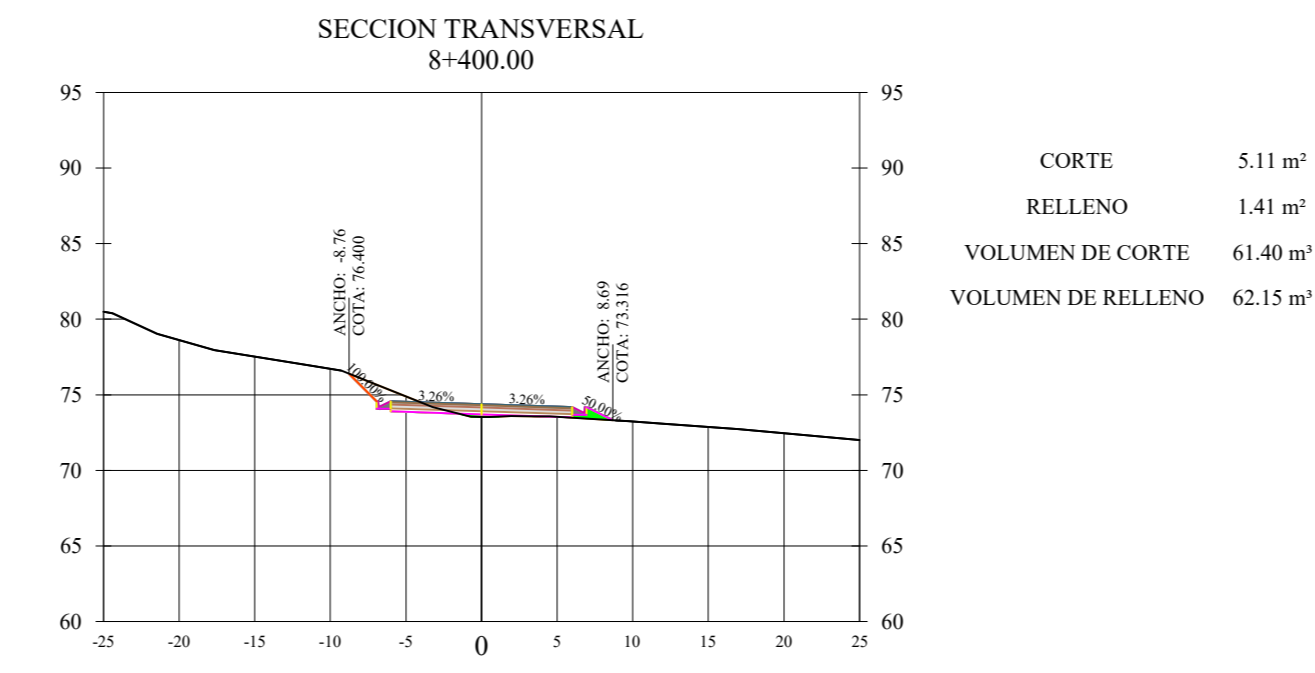
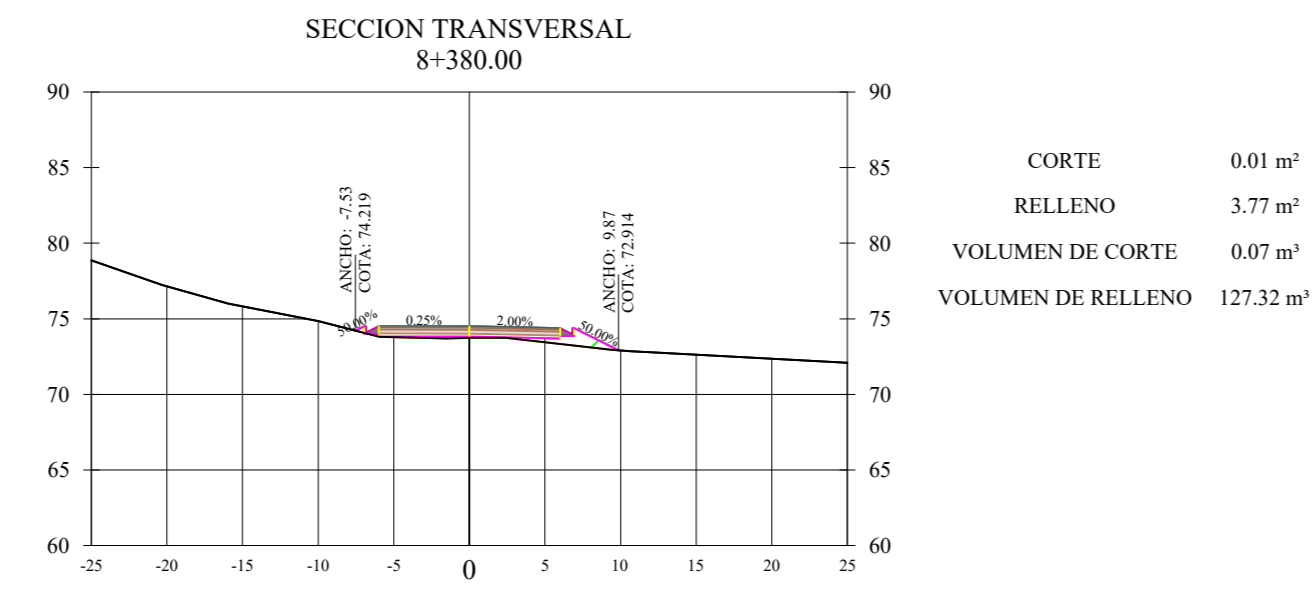
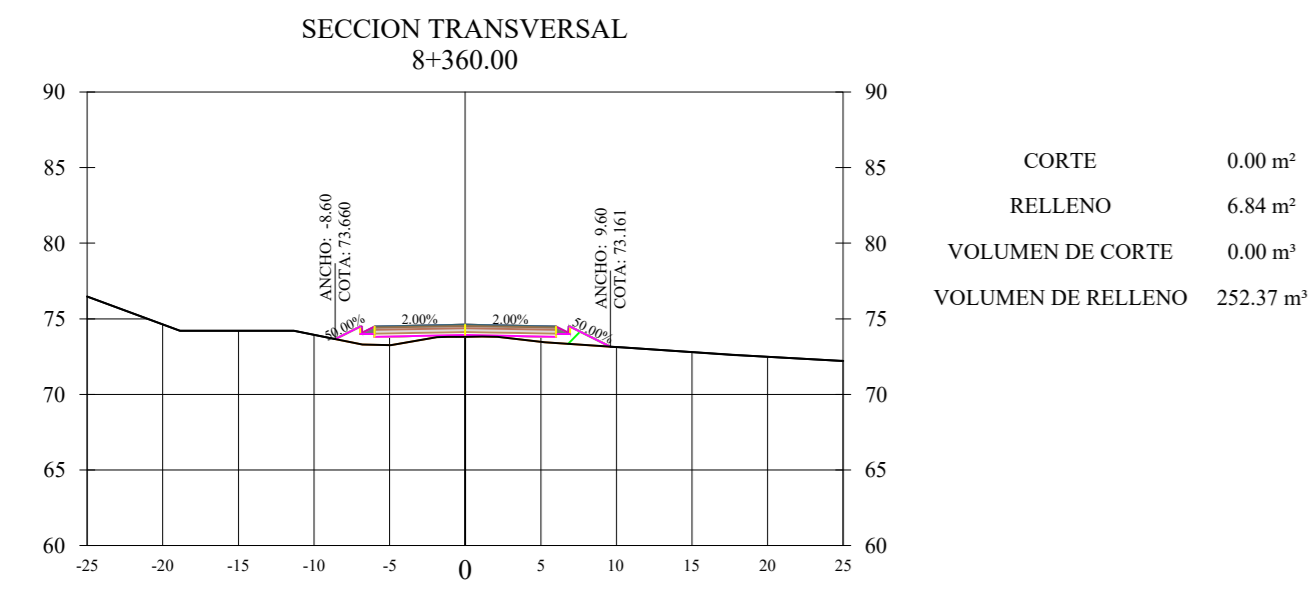
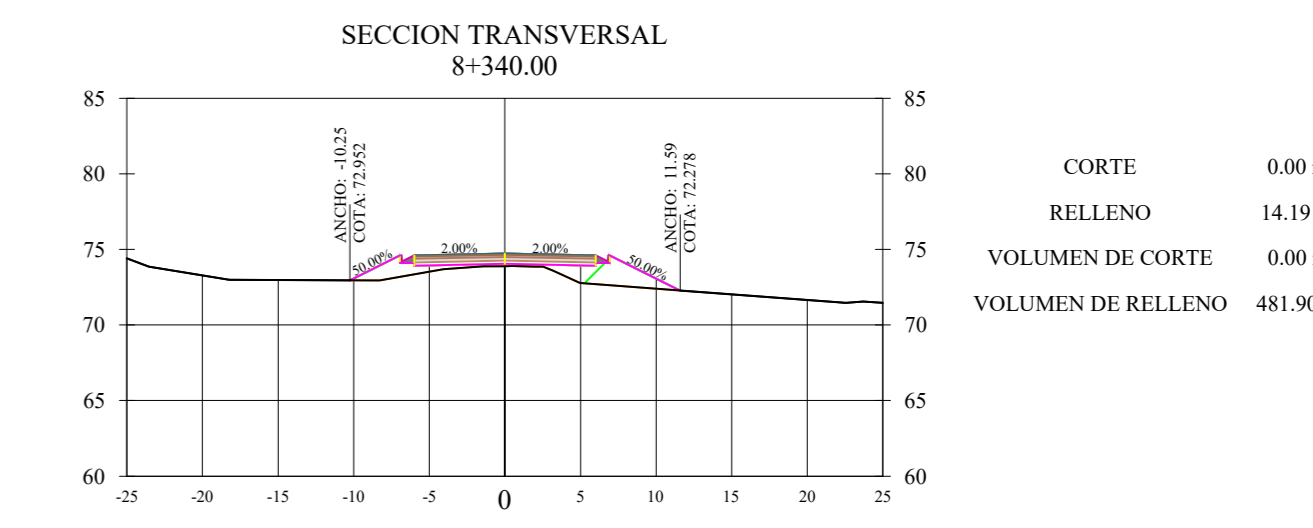
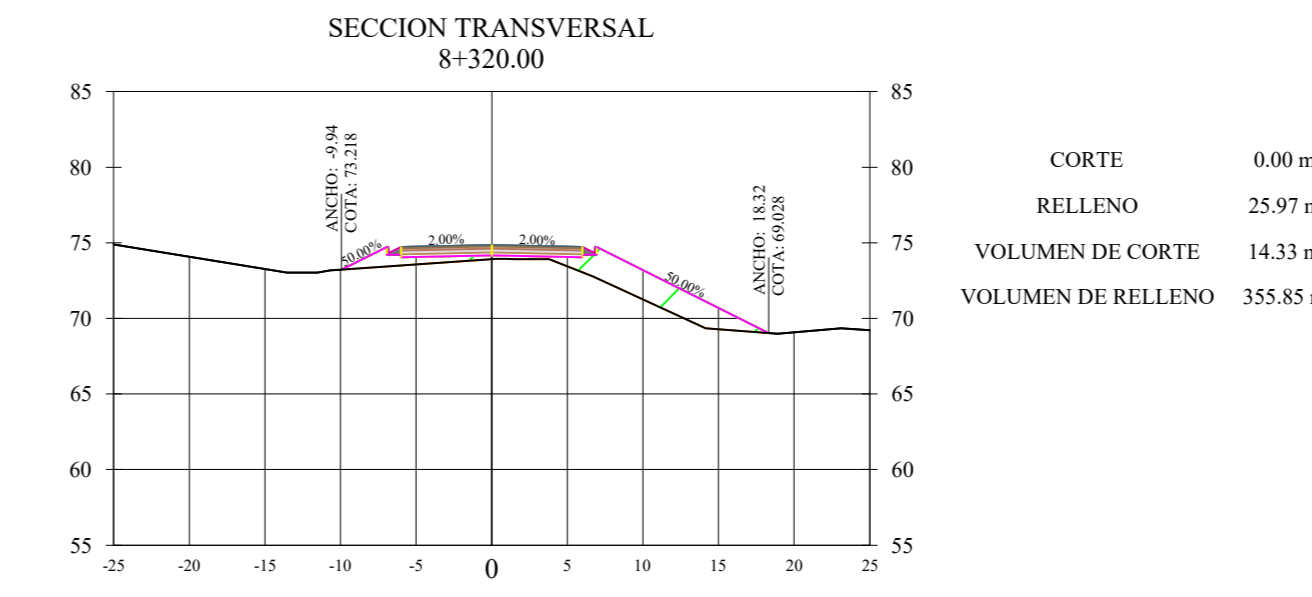
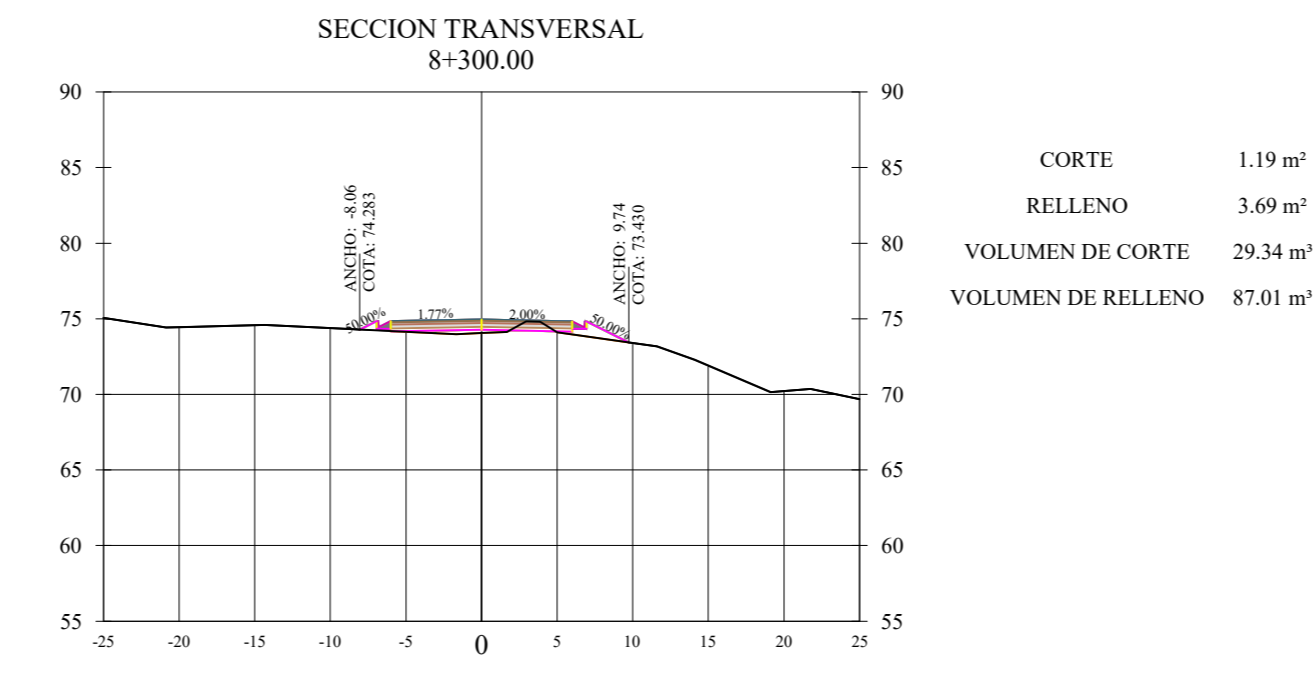
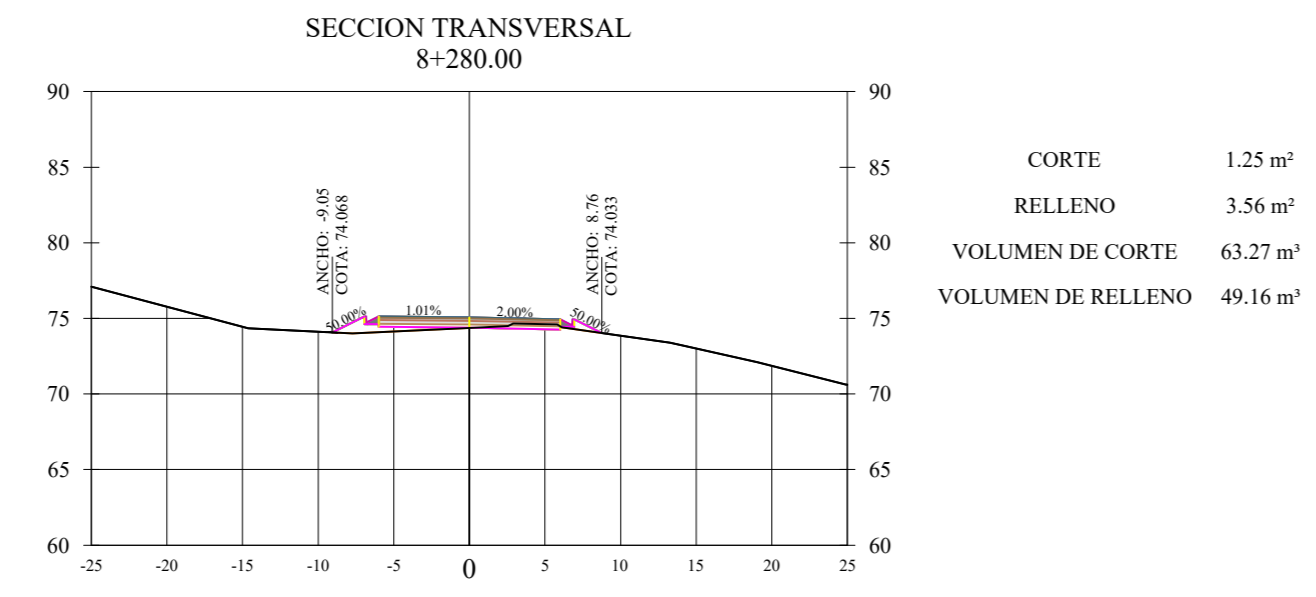
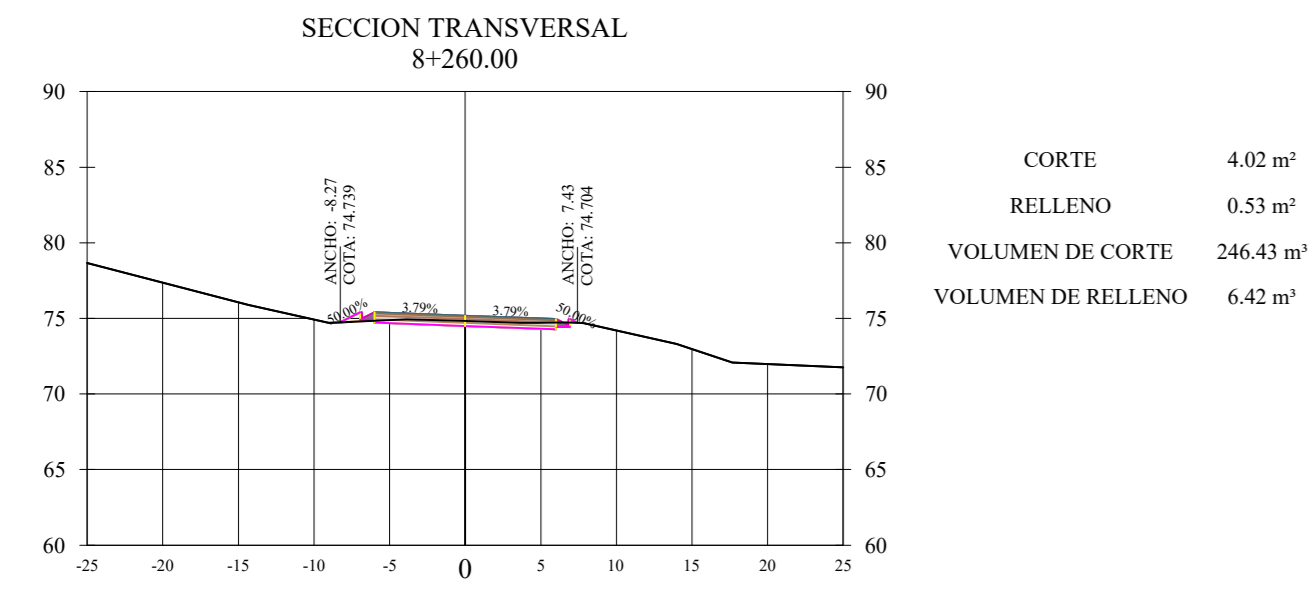
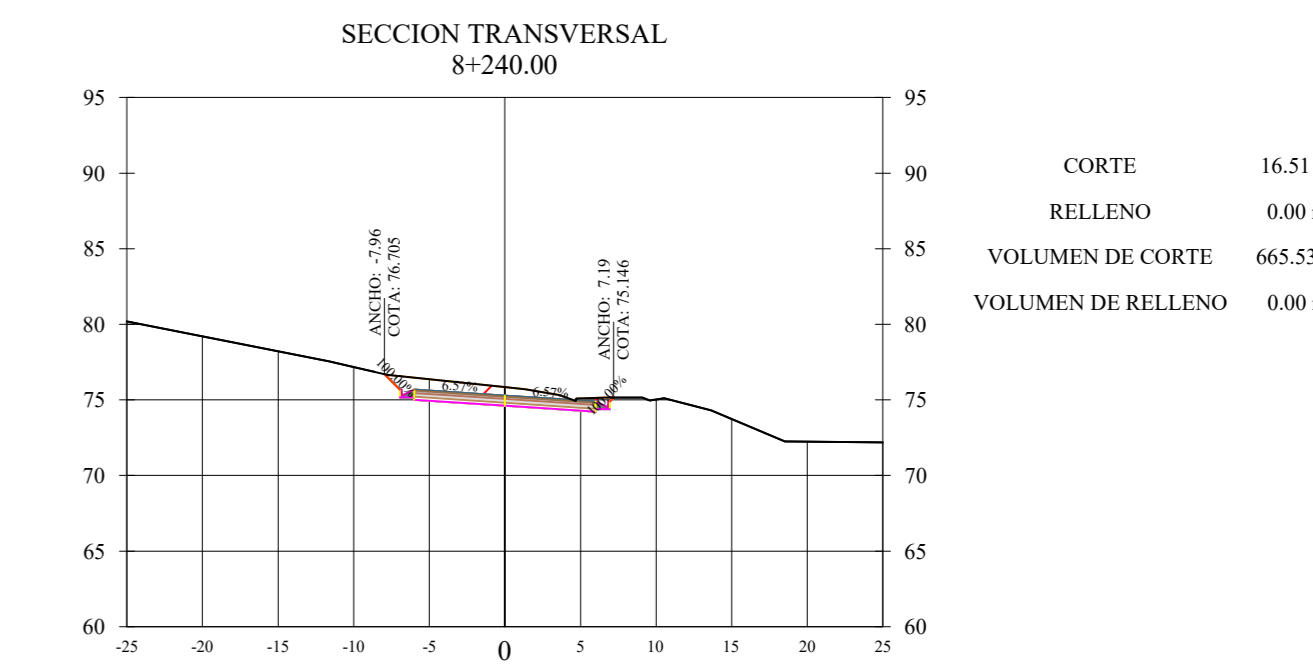
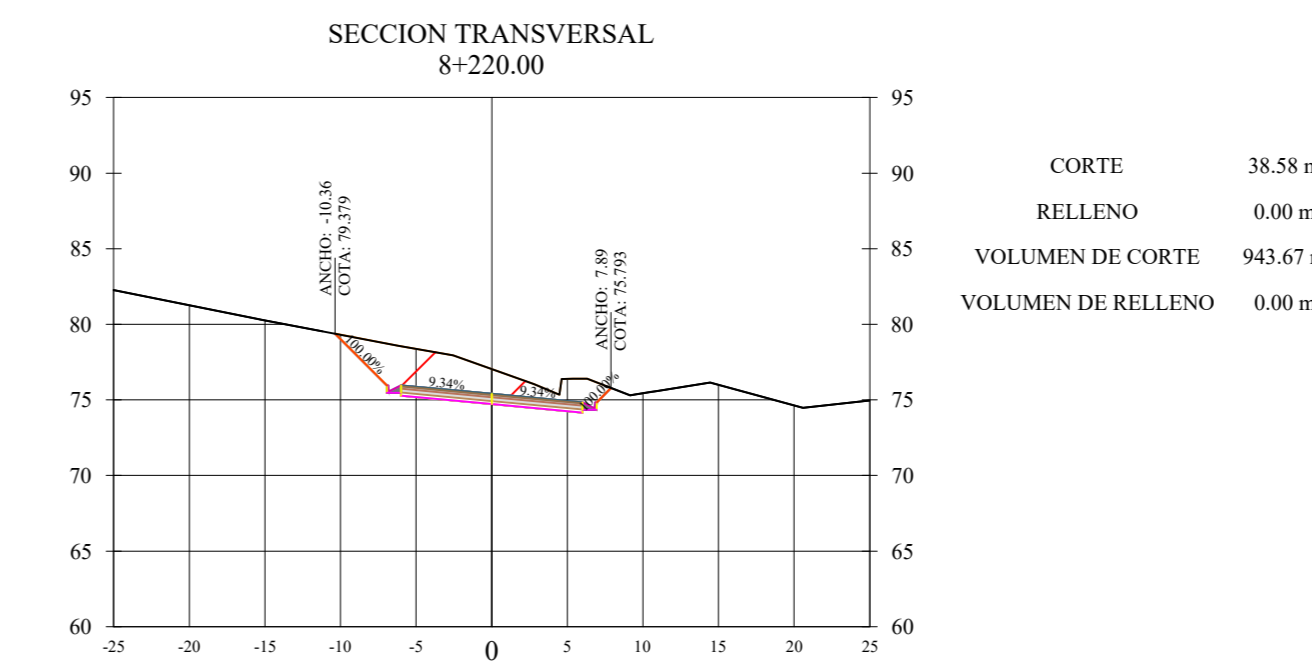
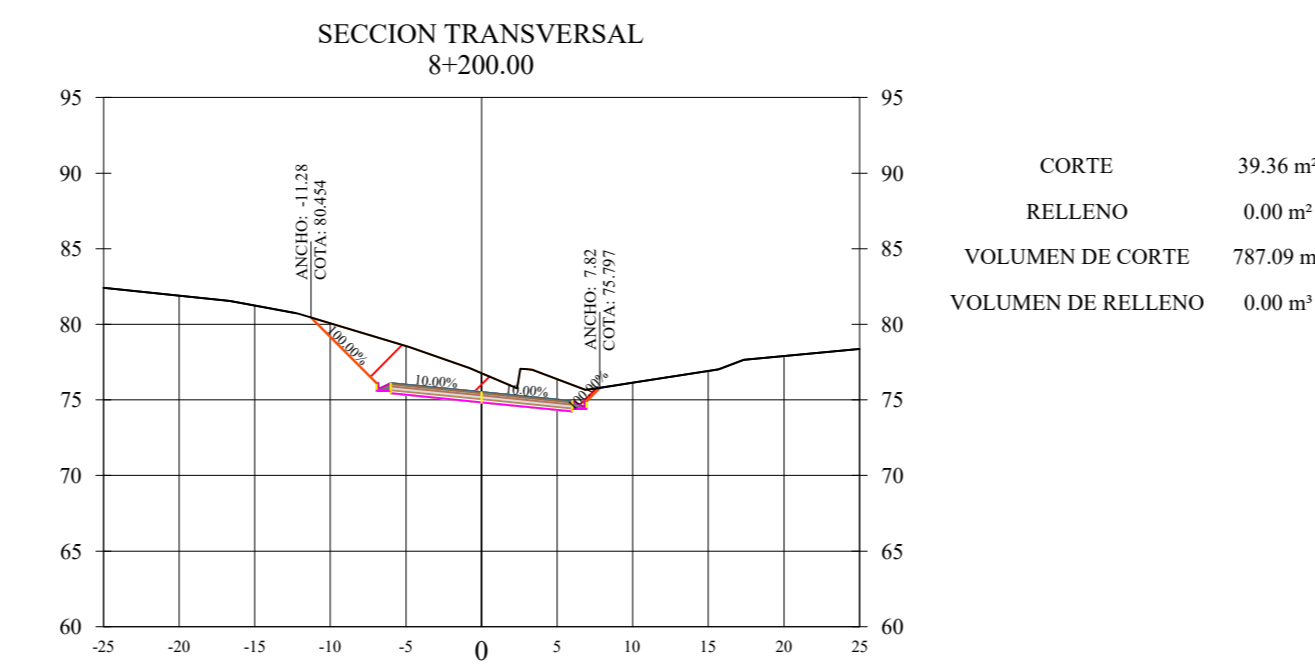
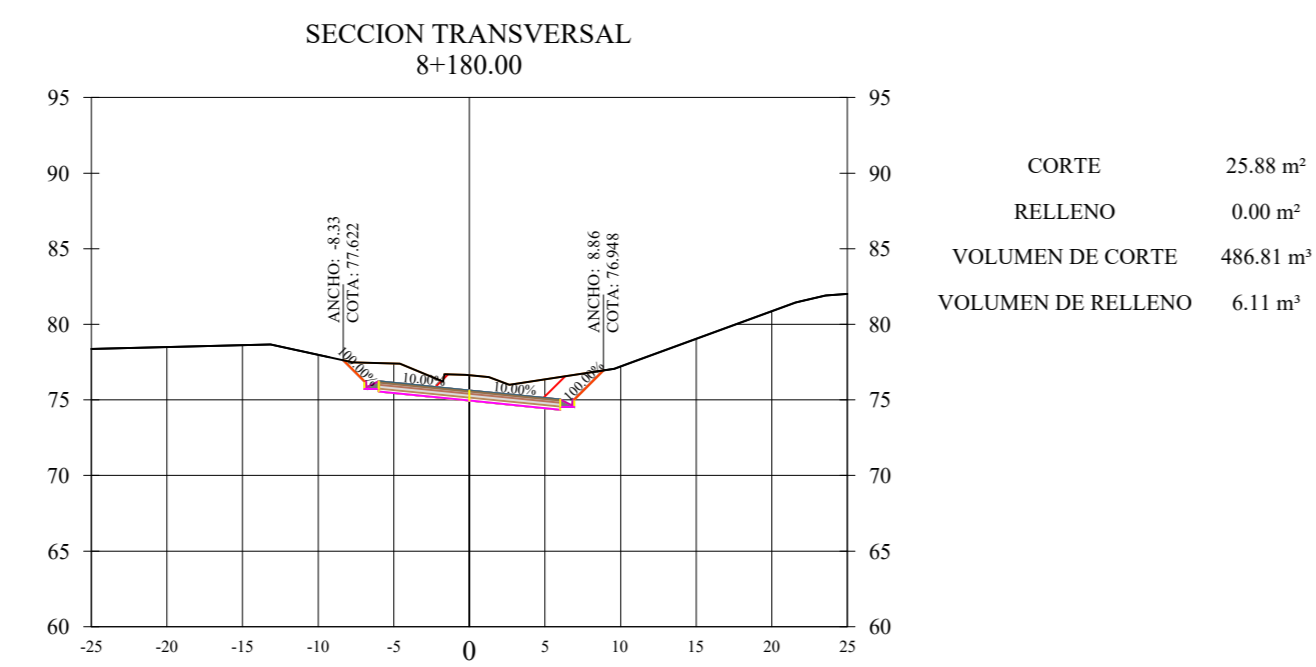
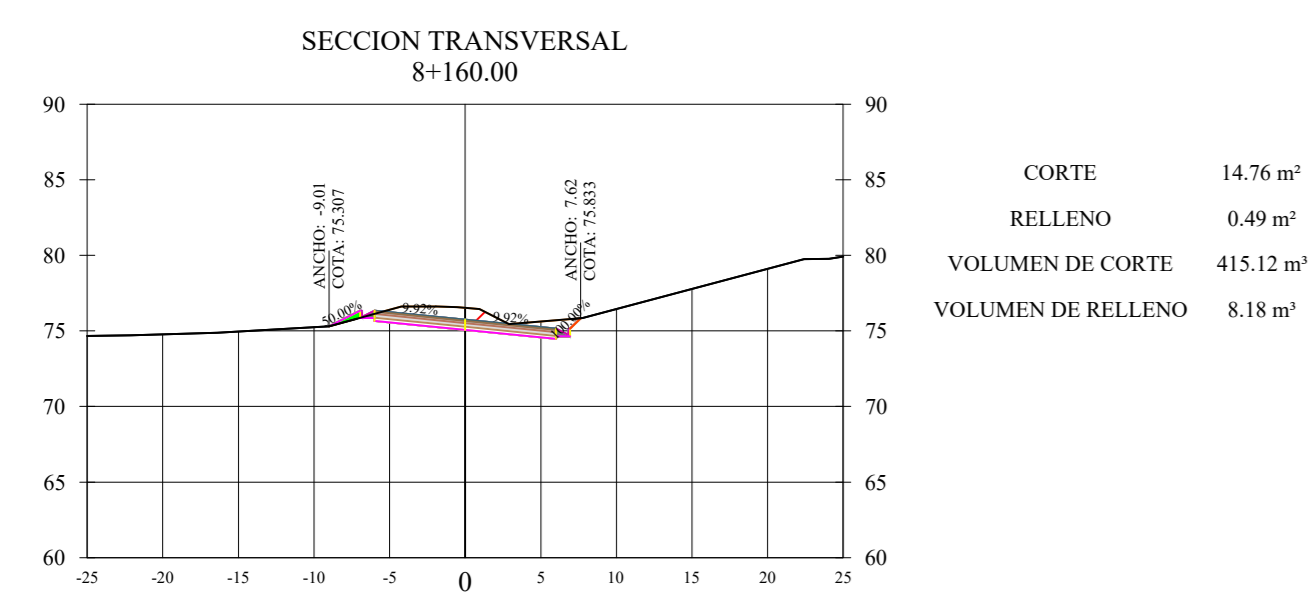


PERFIL EJE
11+280.00-12+108.12

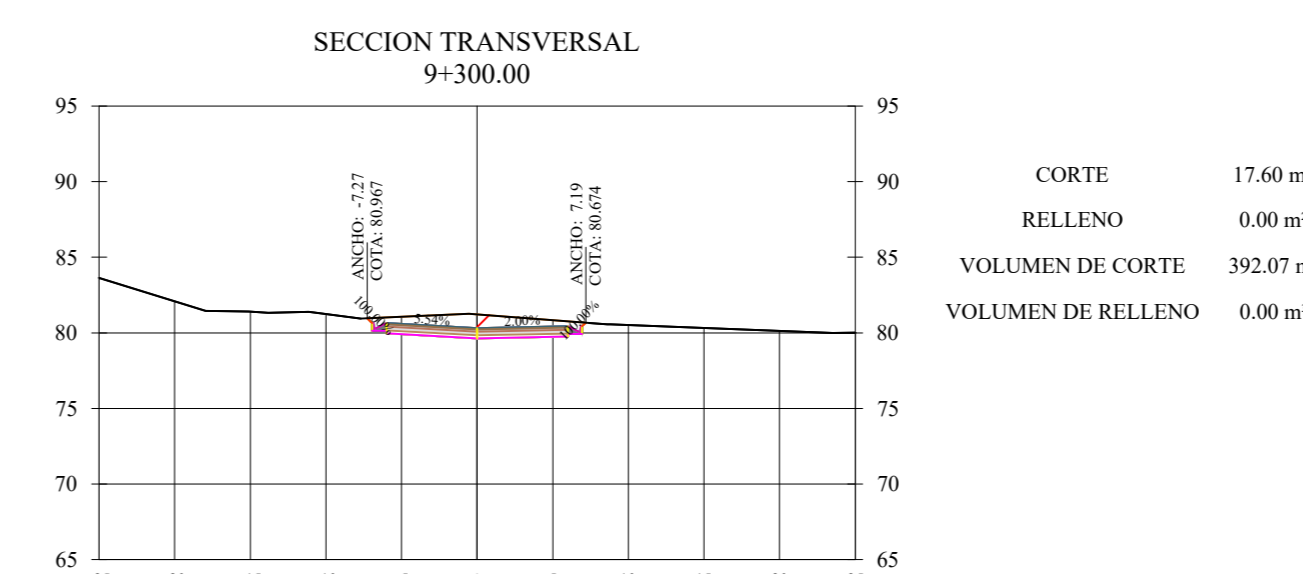
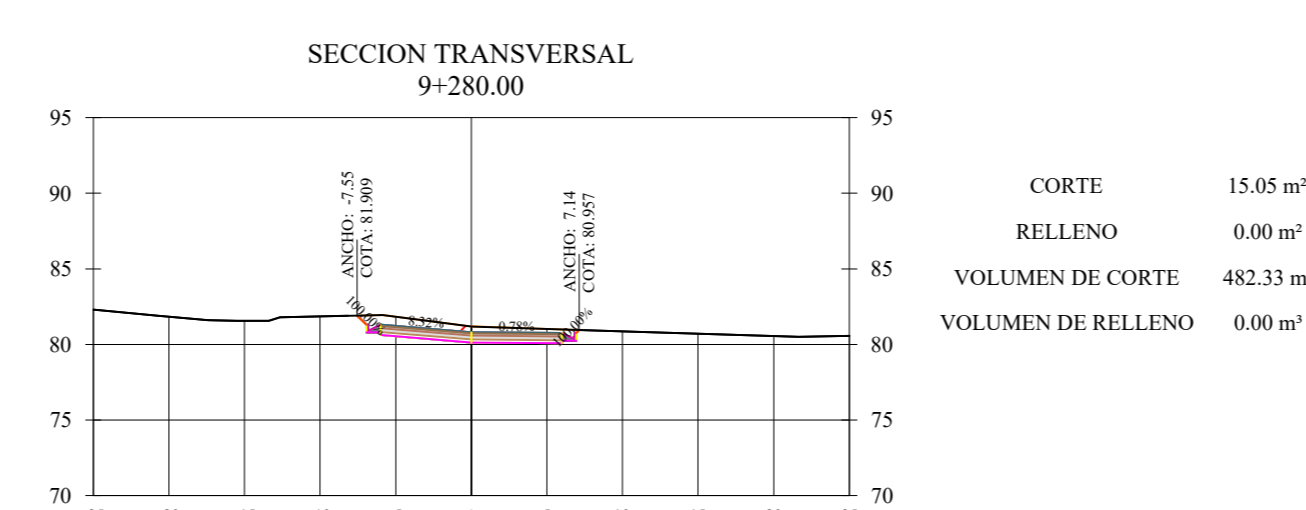
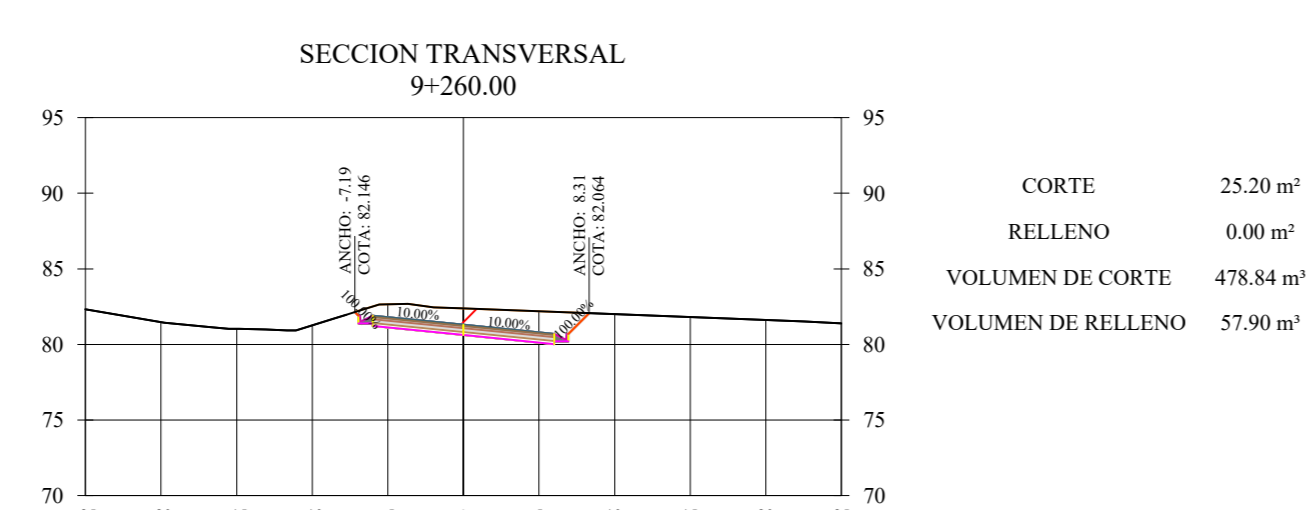
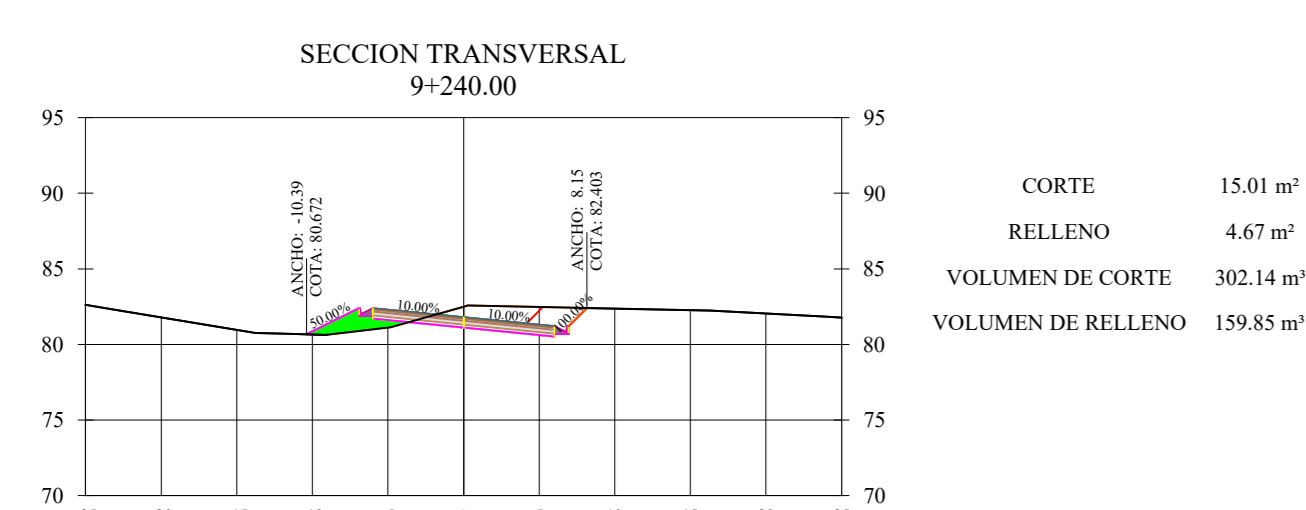
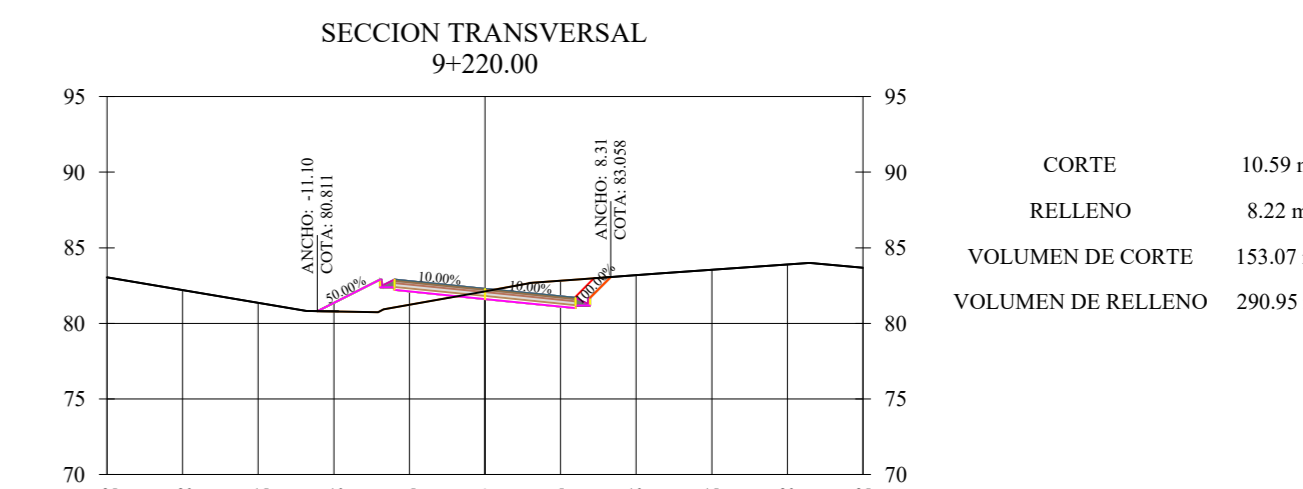
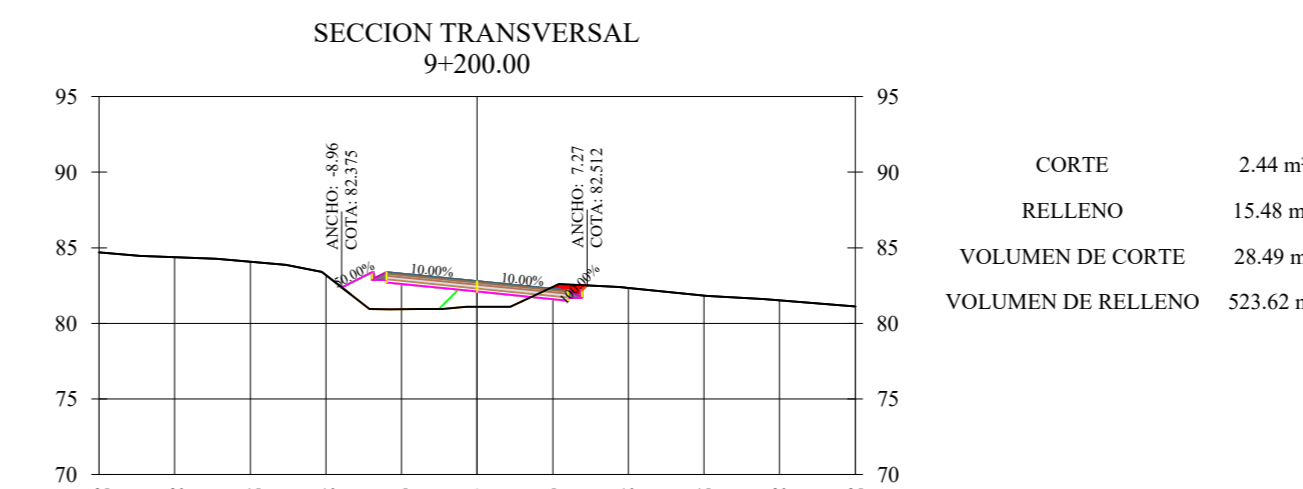
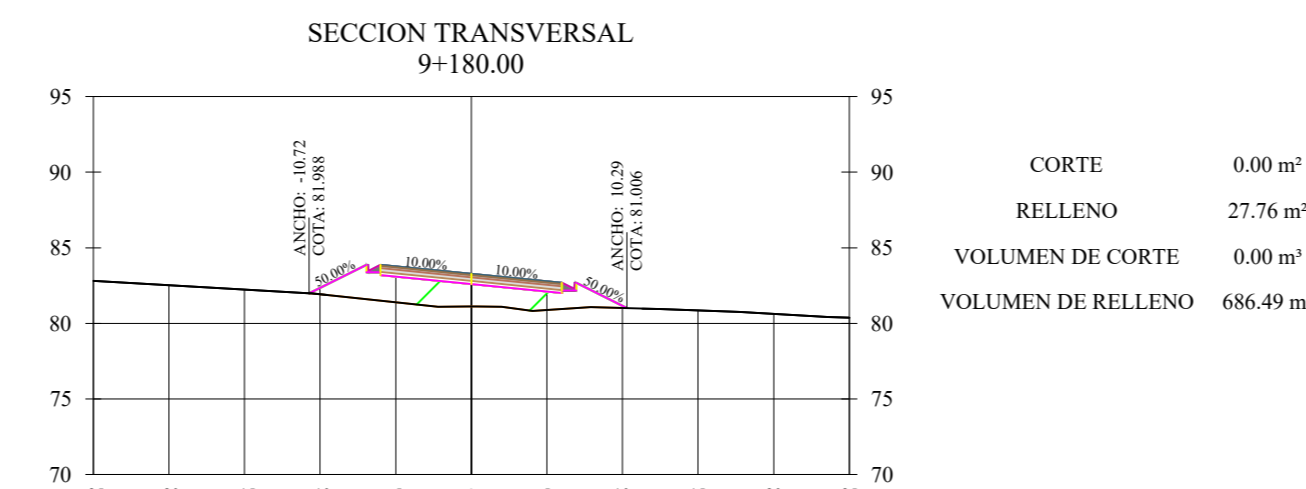
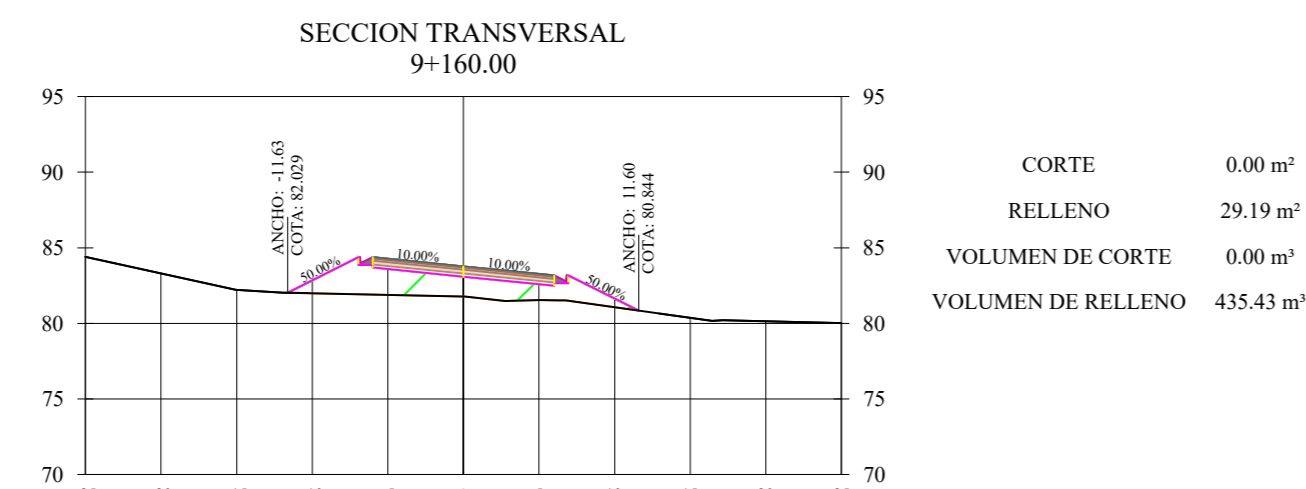
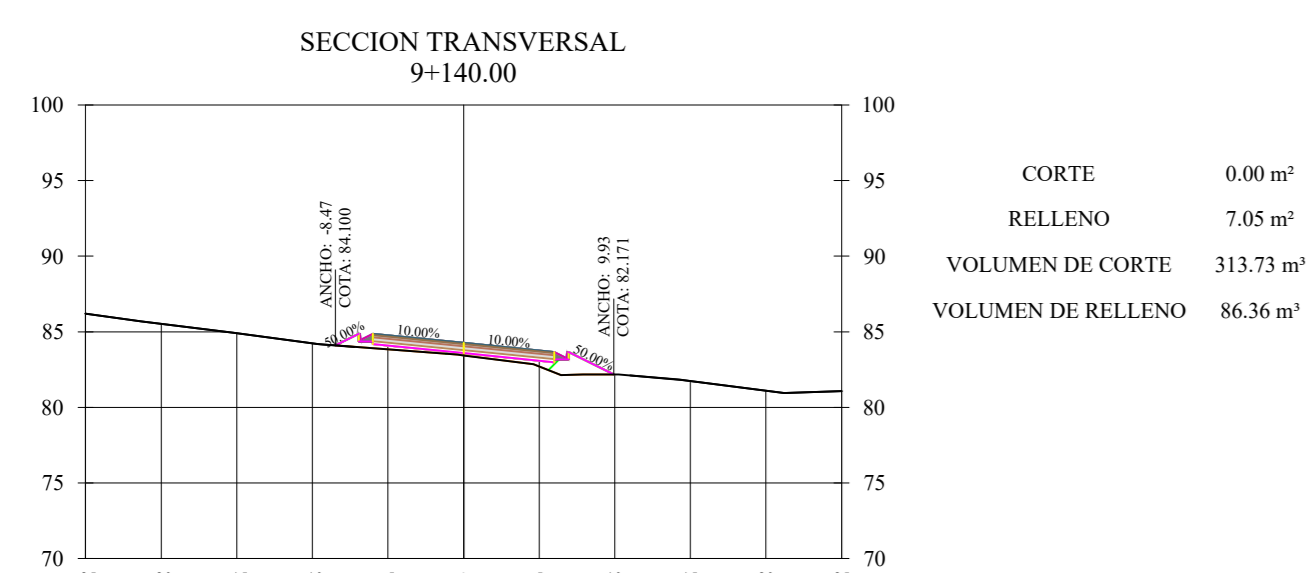
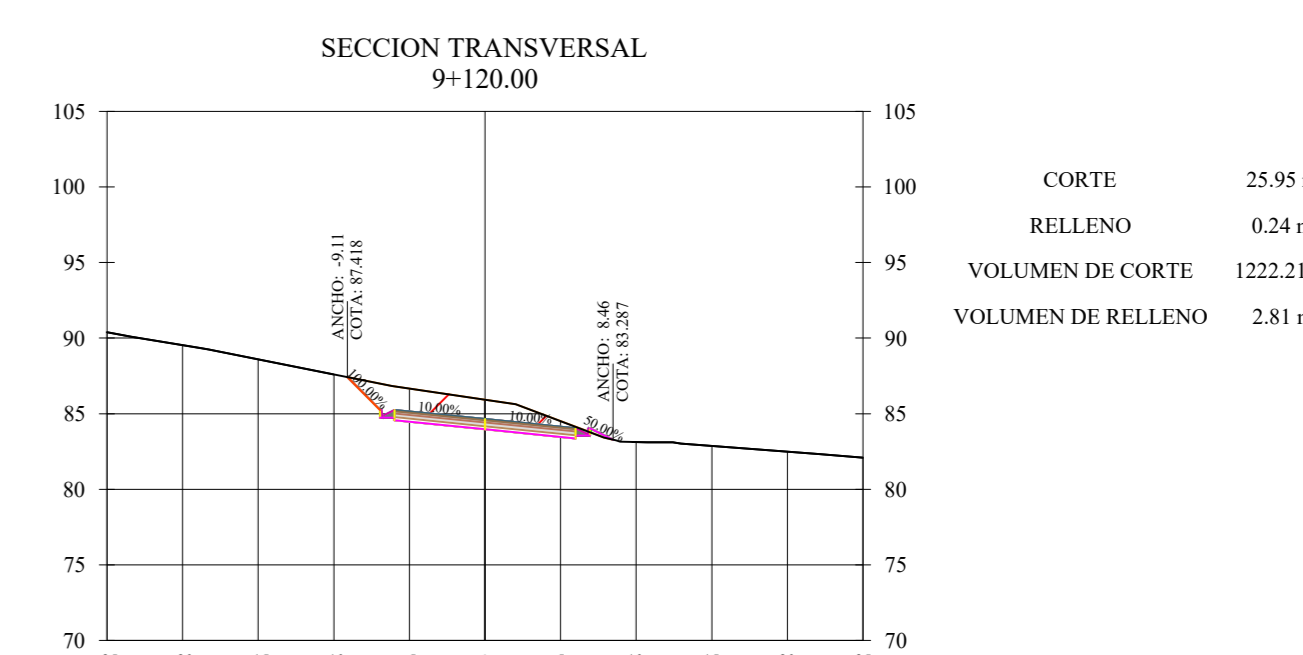
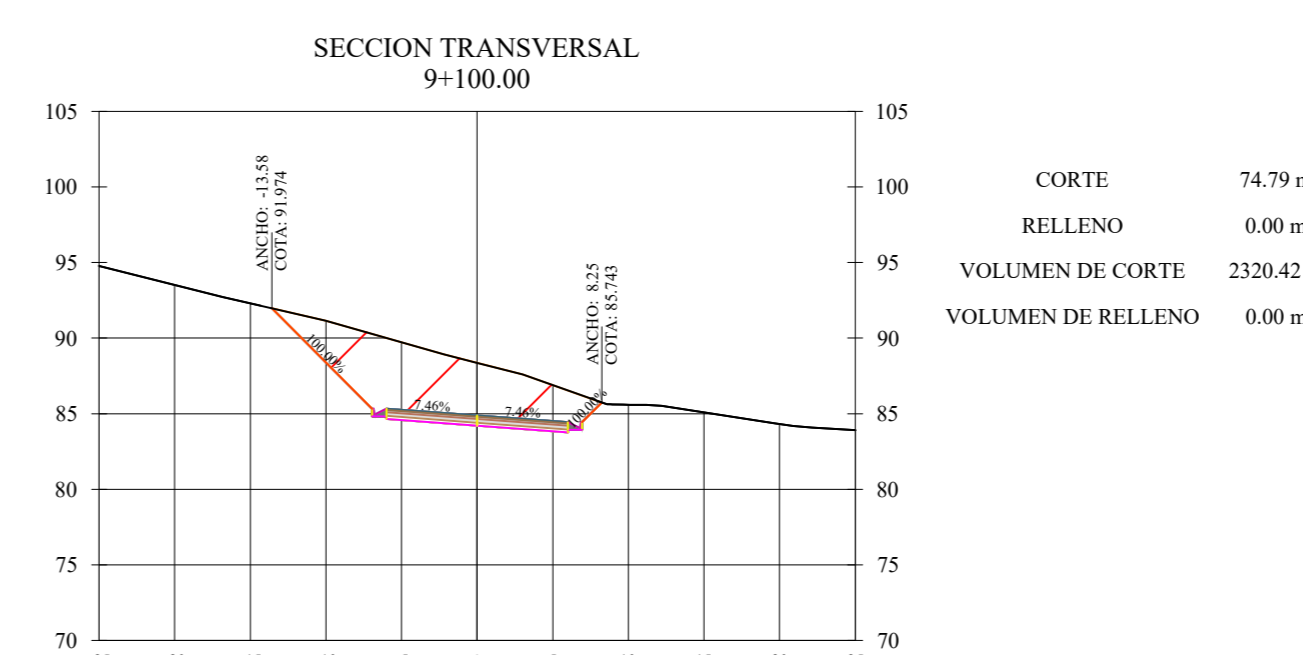
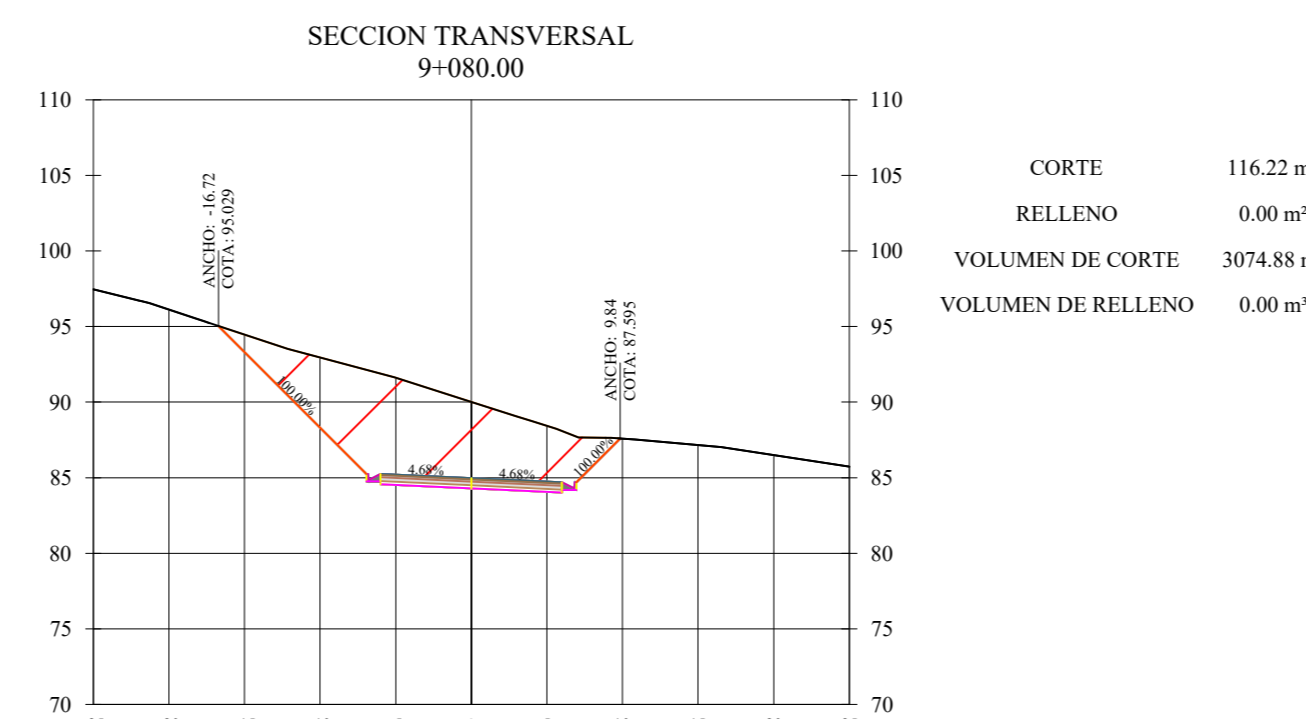
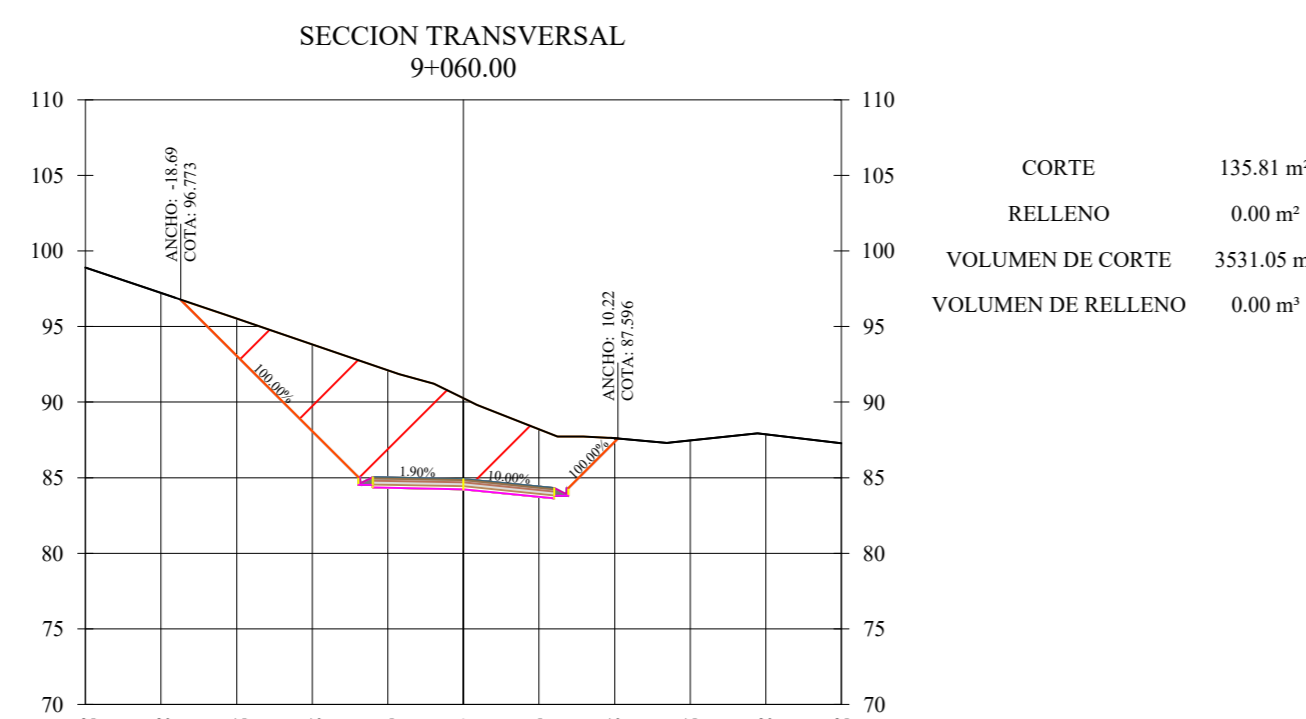
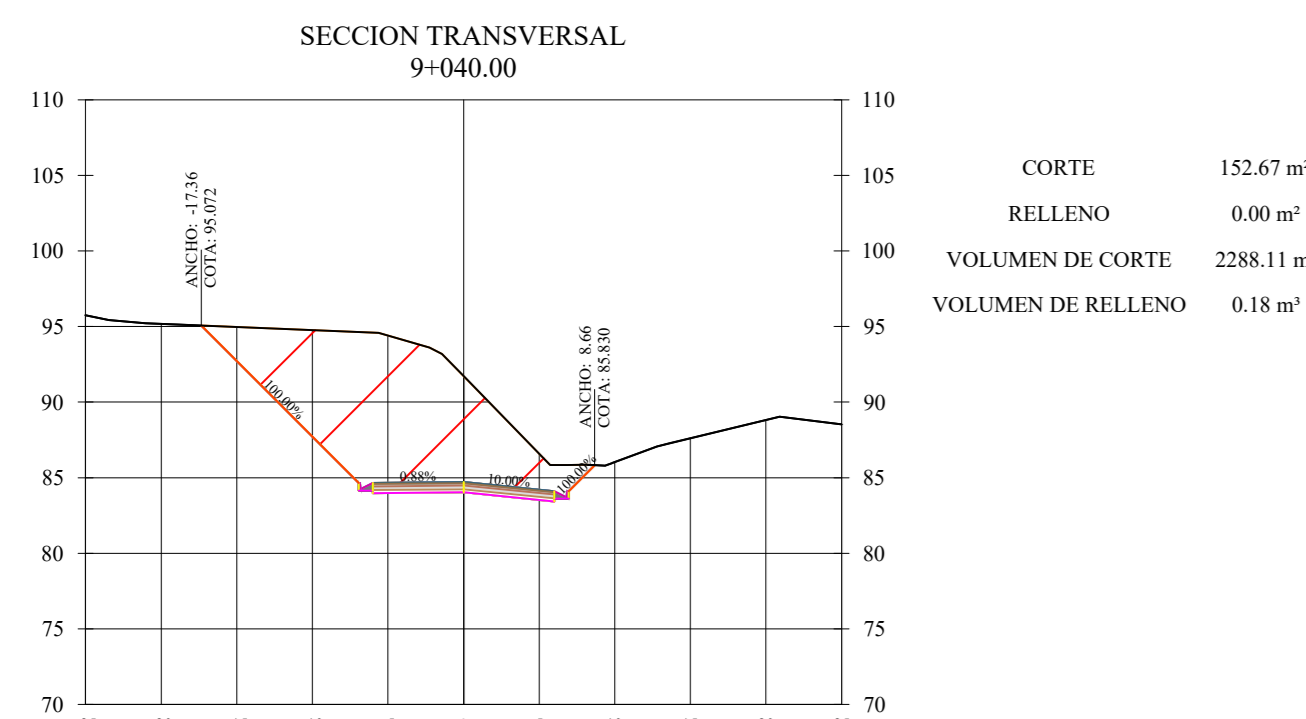
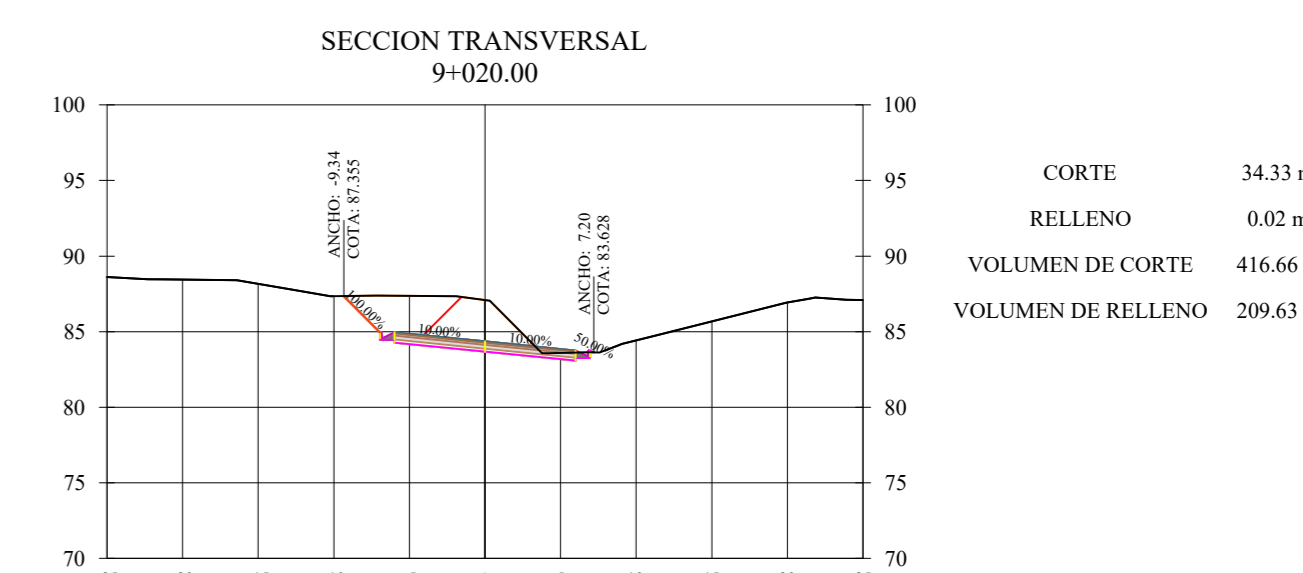
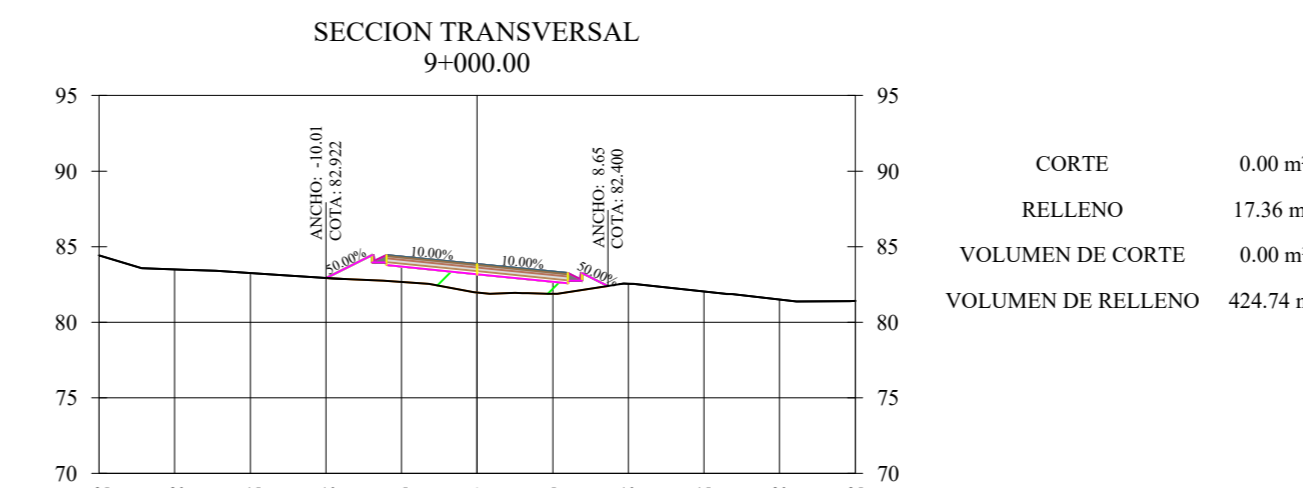
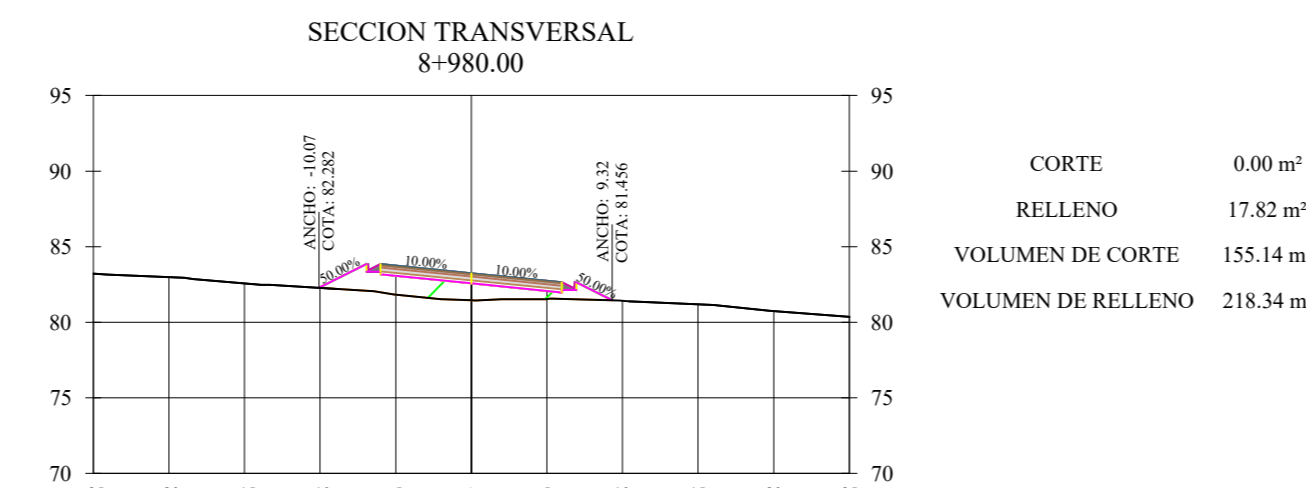
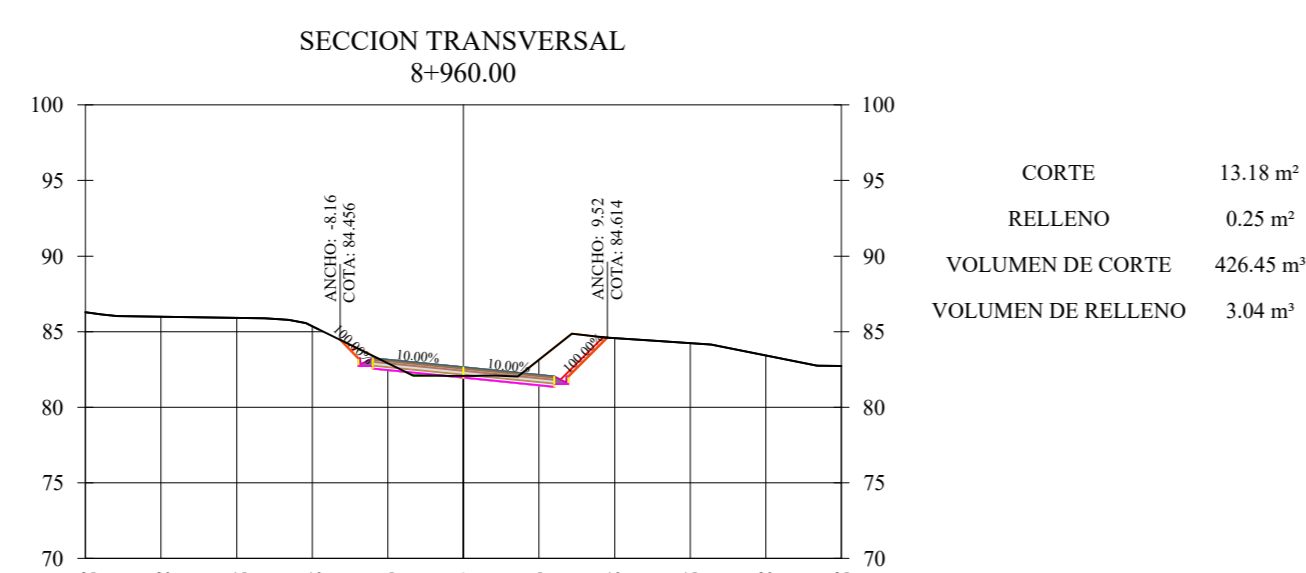
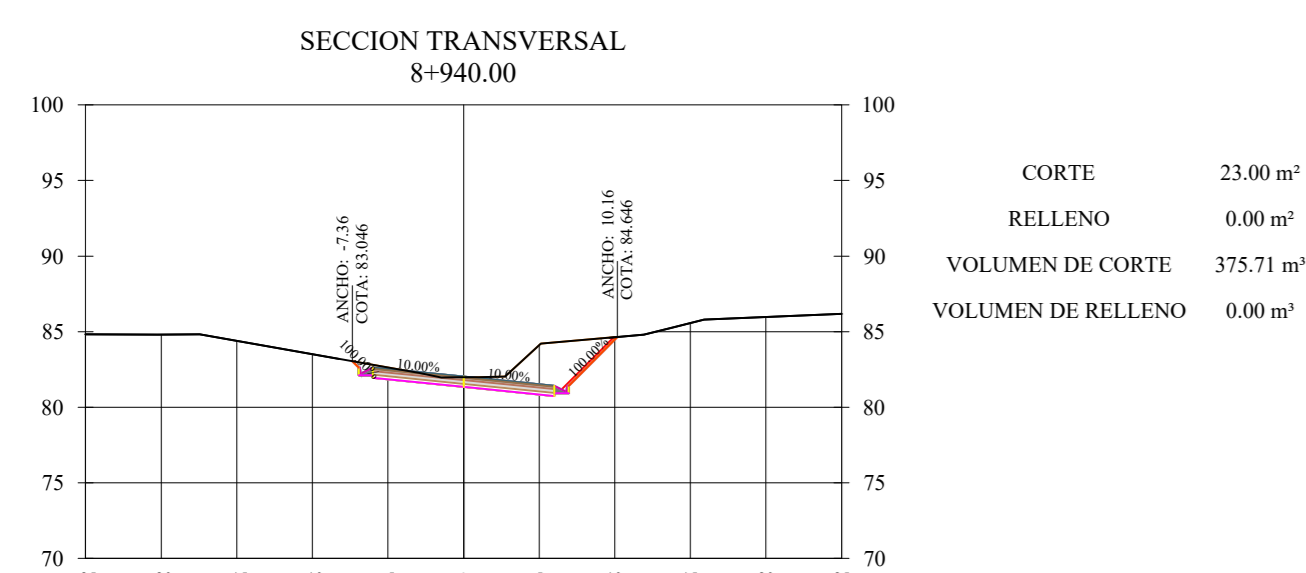
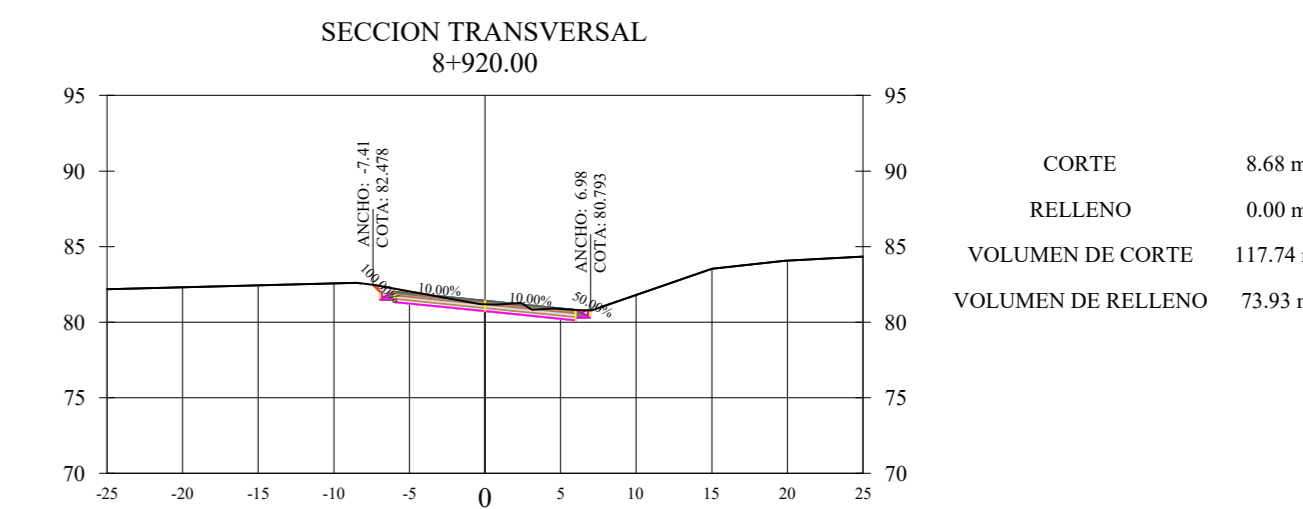
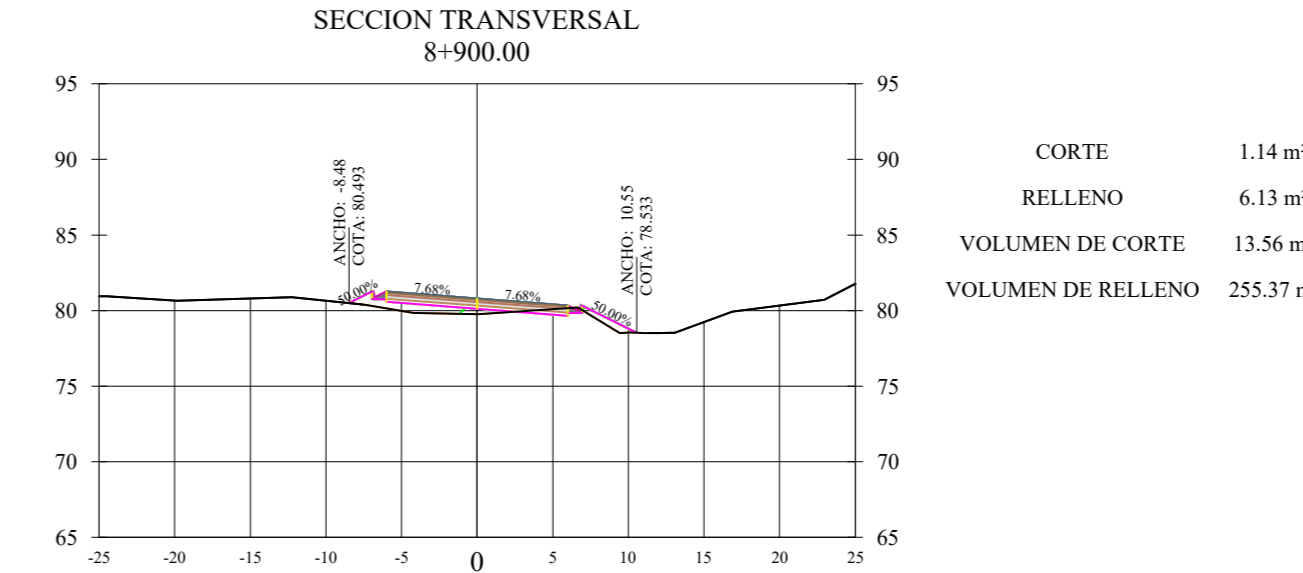
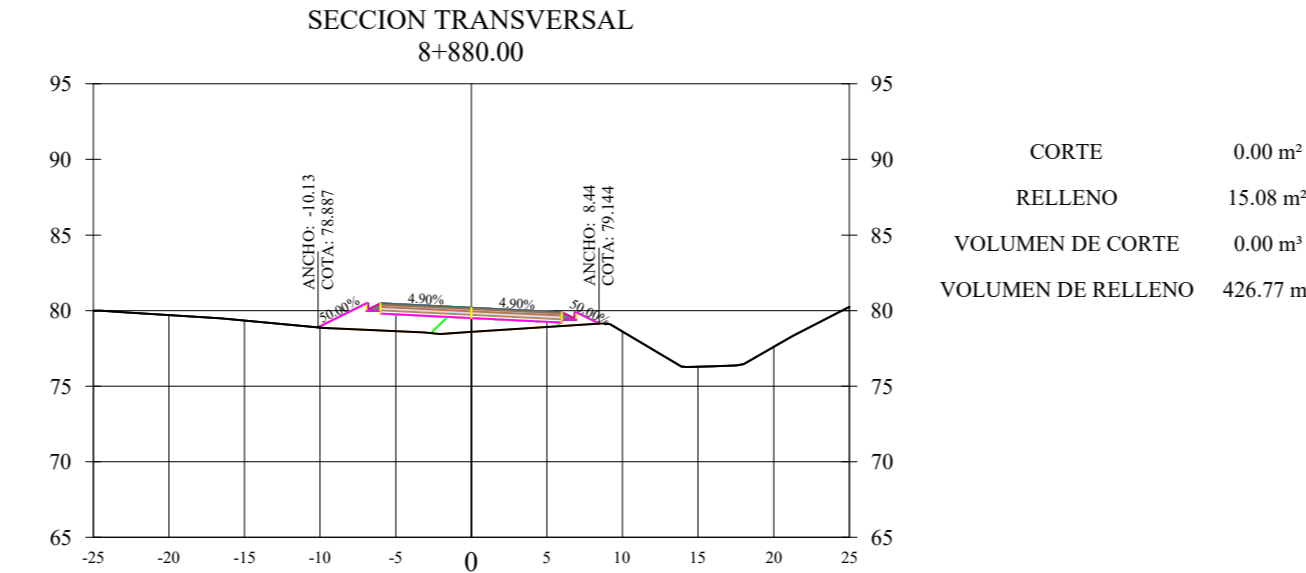
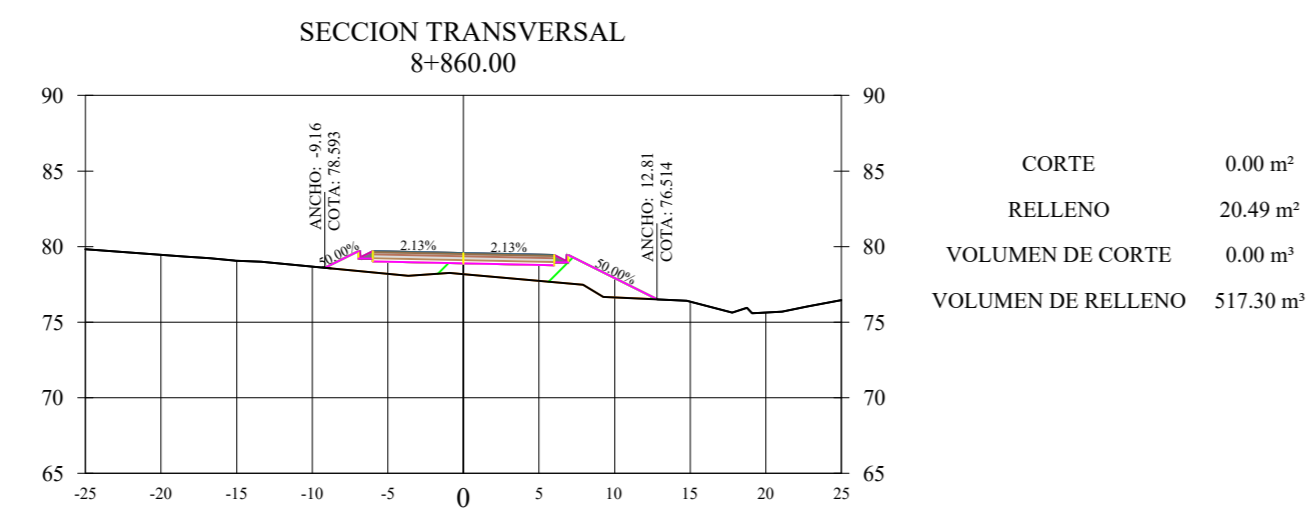
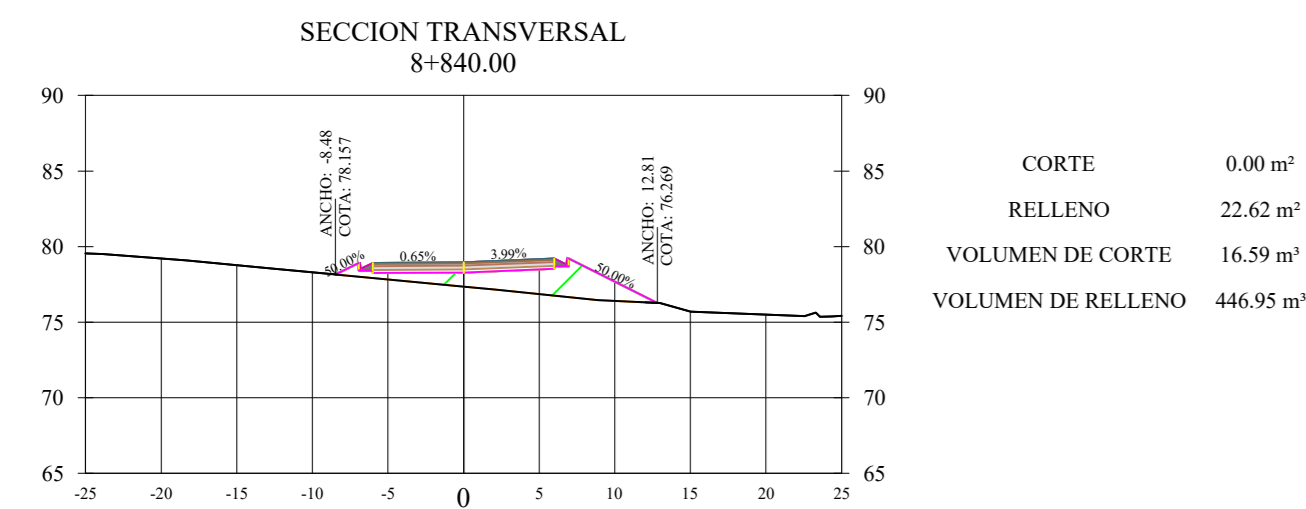
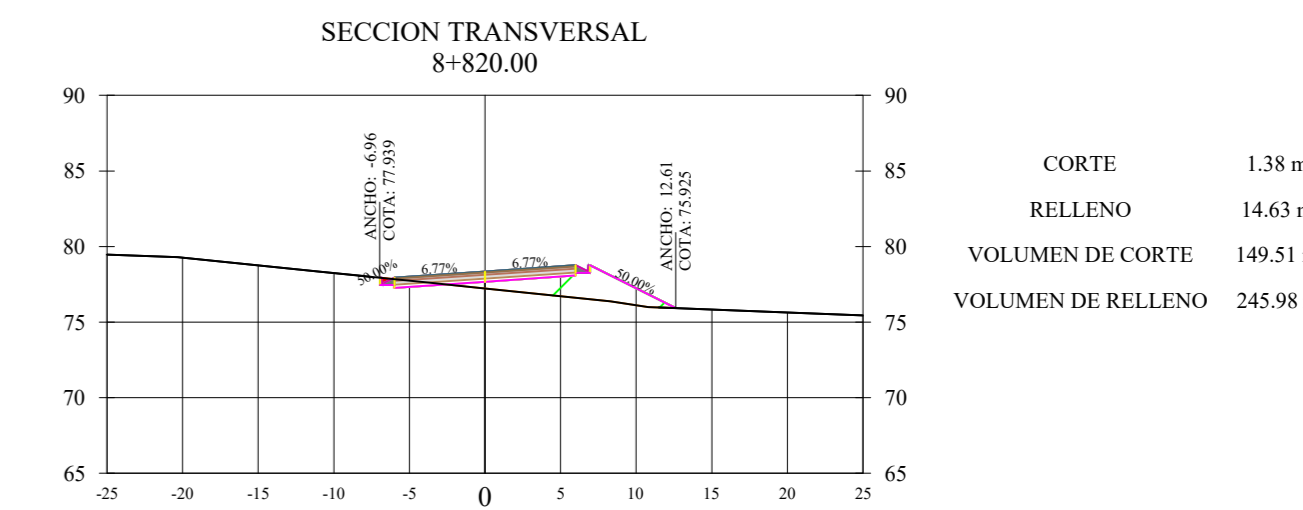
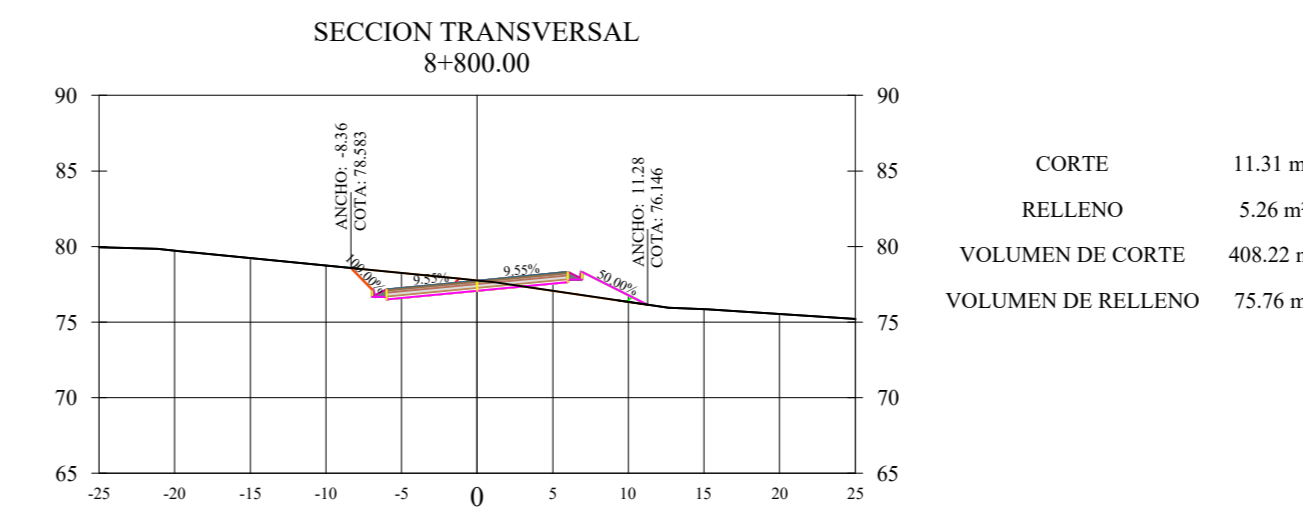
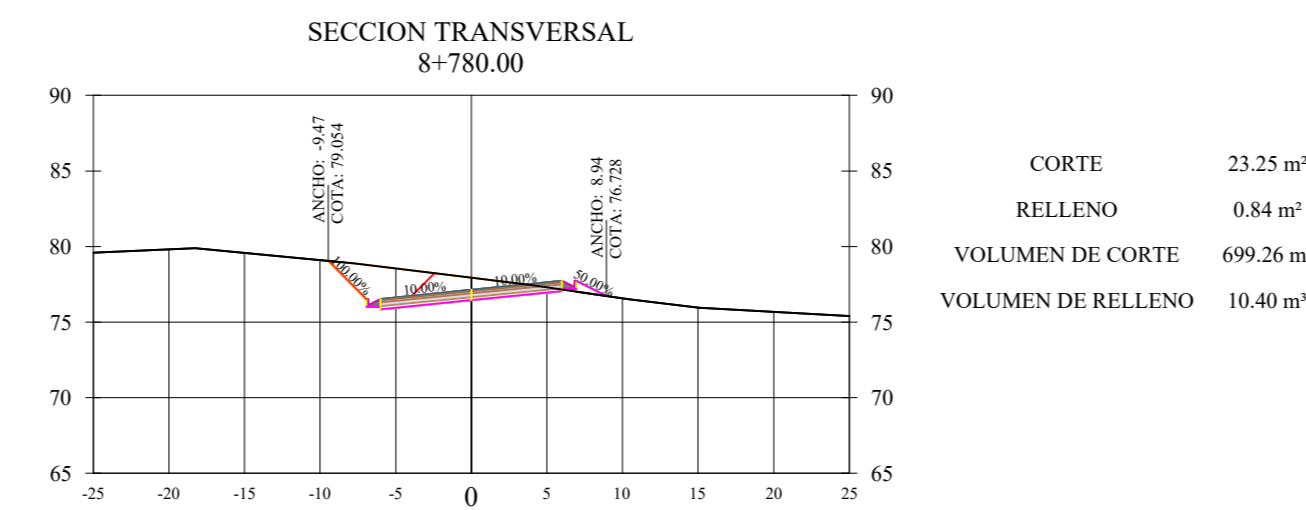
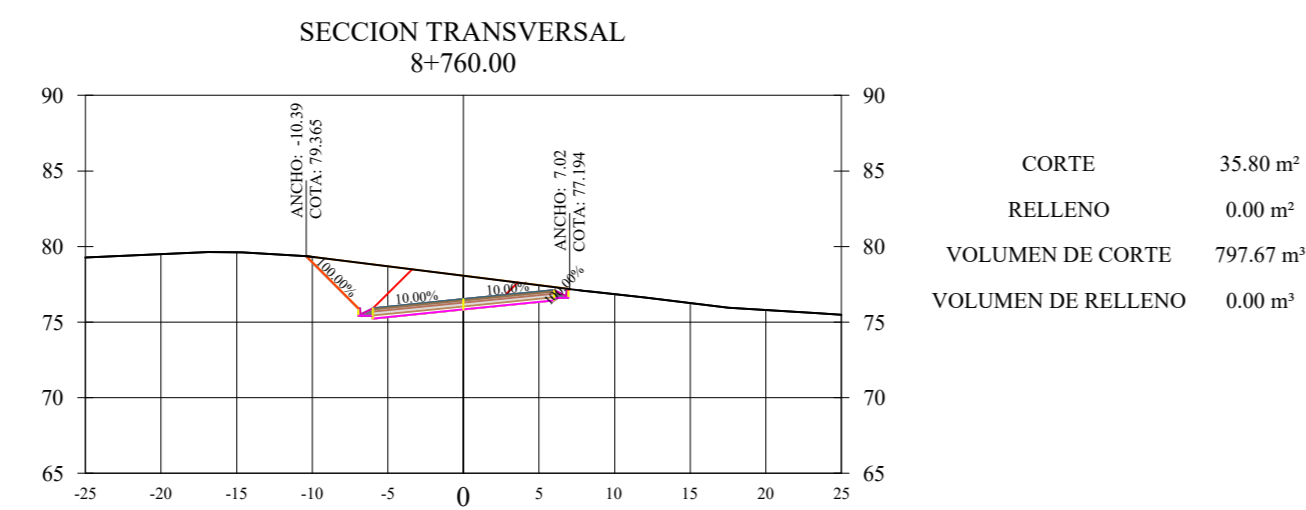
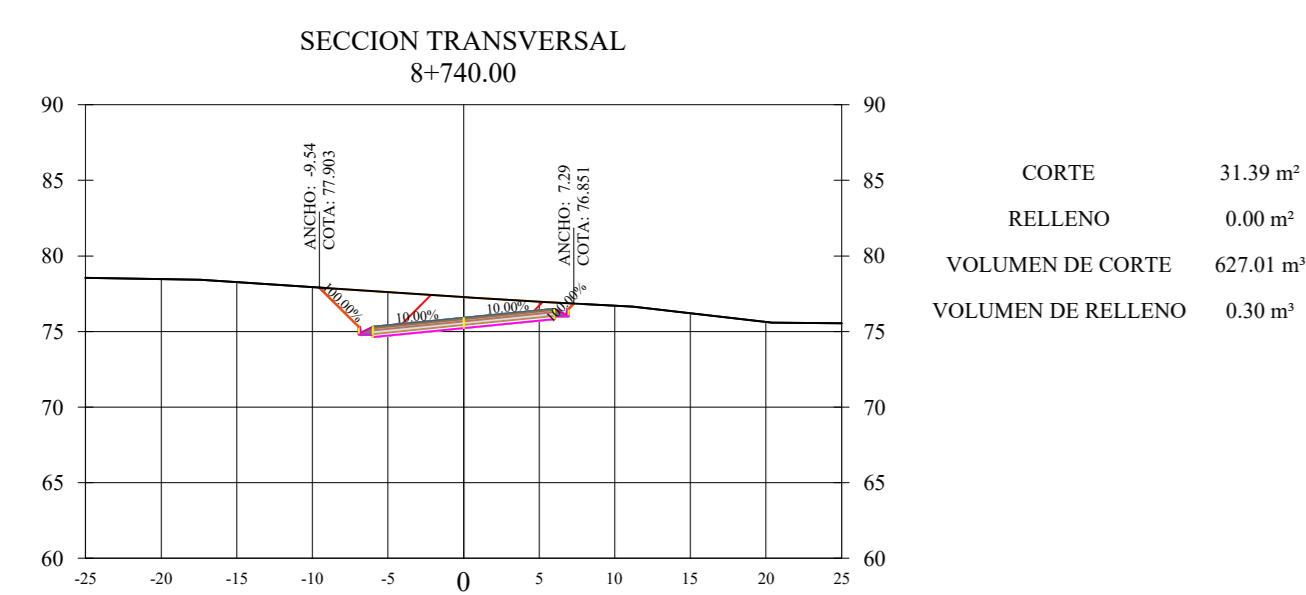




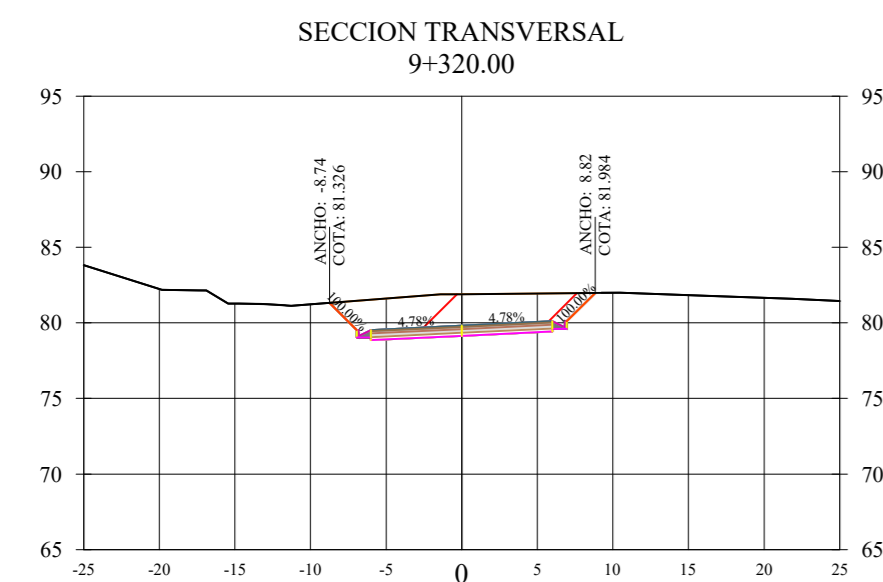
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTENIDO: Sección Transversal			
CABRERA CLASE: II Estudio: Definitivo	TRAMO: Desde: 7+597.65 Hasta: 8+140.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020 LAMINA: 6/13
OBSERVACIONES:		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	DISEÑO: Ego. Erick Torres



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTIENE: Sección Transversal			
CARRERA CLASE: II	TRAMO: Desde: 8+160.00 Hasta: 8+720.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020
Estado: Definitivo	TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta		LAMINA: 7:13
OBSERVACIONES:		DISEÑO: Egdo. Erick Torres	

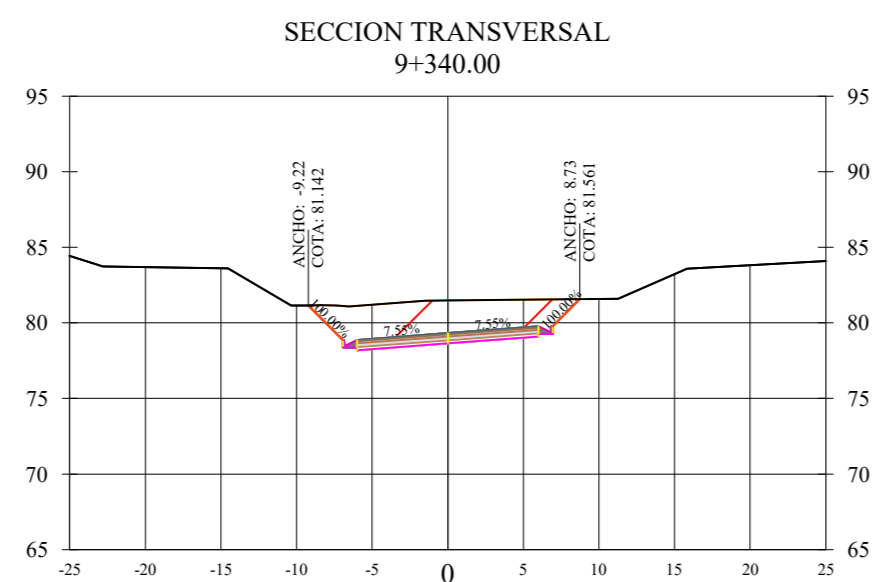


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTIENE: Sección Transversal			
CARRERA CLASE: II	TRAMO: Desde: 8+740.00 Hasta: 9+300.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020
Estado: Definitivo	TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta		LAMINA: 8/13 DISEÑO: Ego. Erick Torres



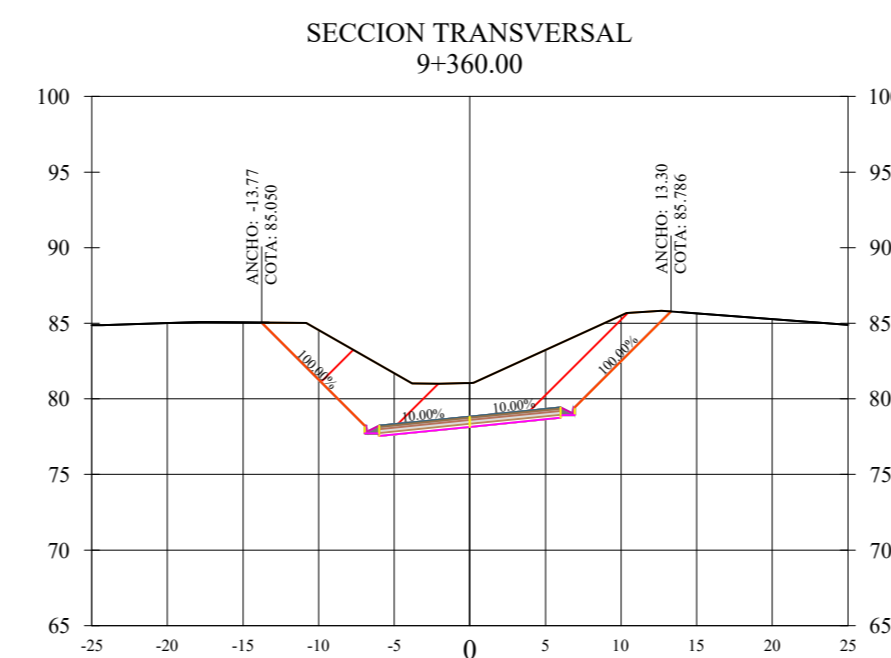
SECCION TRANSVERSAL
9+320.00

CORTE 40.85 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 406.54 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



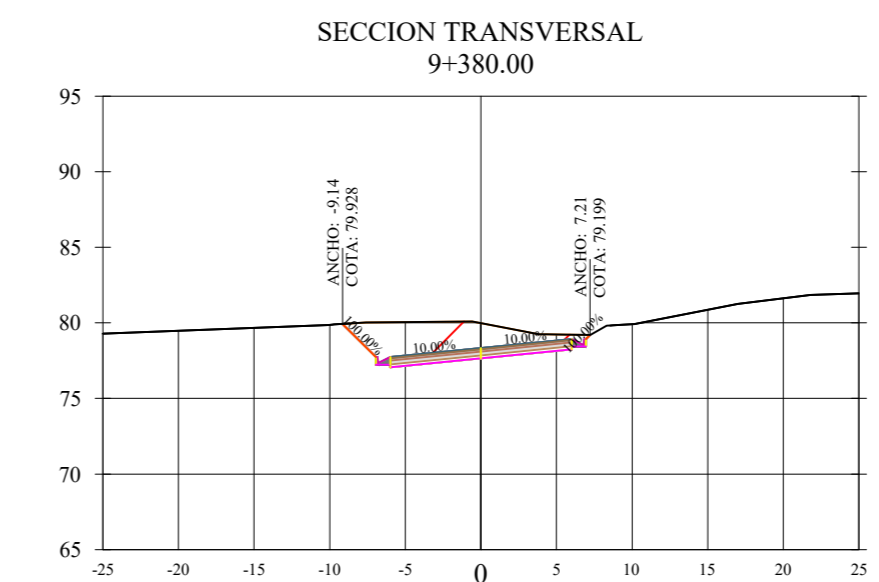
SECCION TRANSVERSAL
9+340.00

CORTE 42.27 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 892.21 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



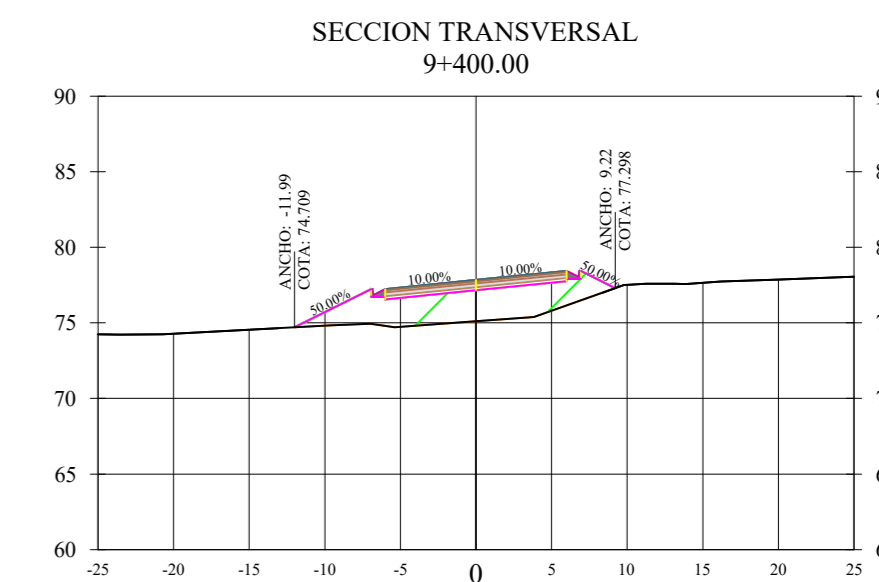
SECCION TRANSVERSAL
9+360.00

CORTE 88.74 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1570.59 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



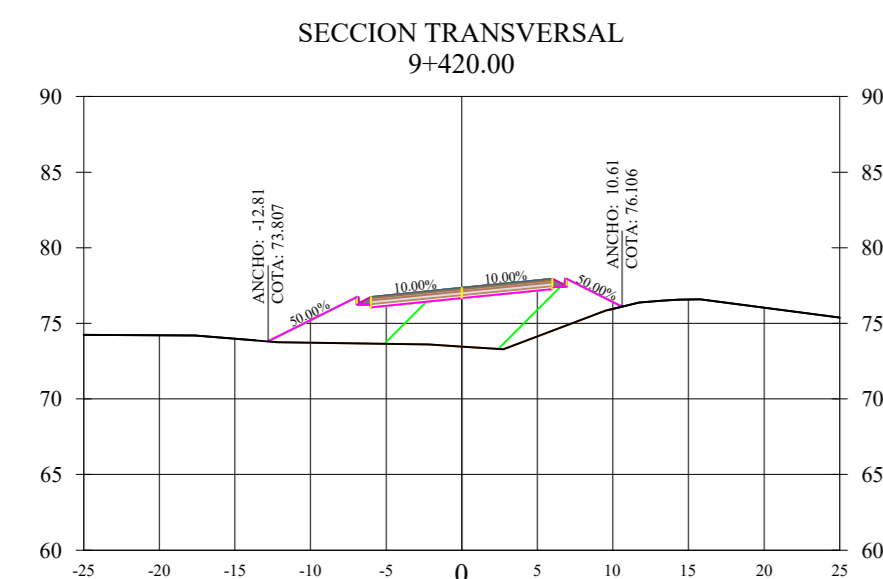
SECCION TRANSVERSAL
9+380.00

CORTE 31.41 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1437.93 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



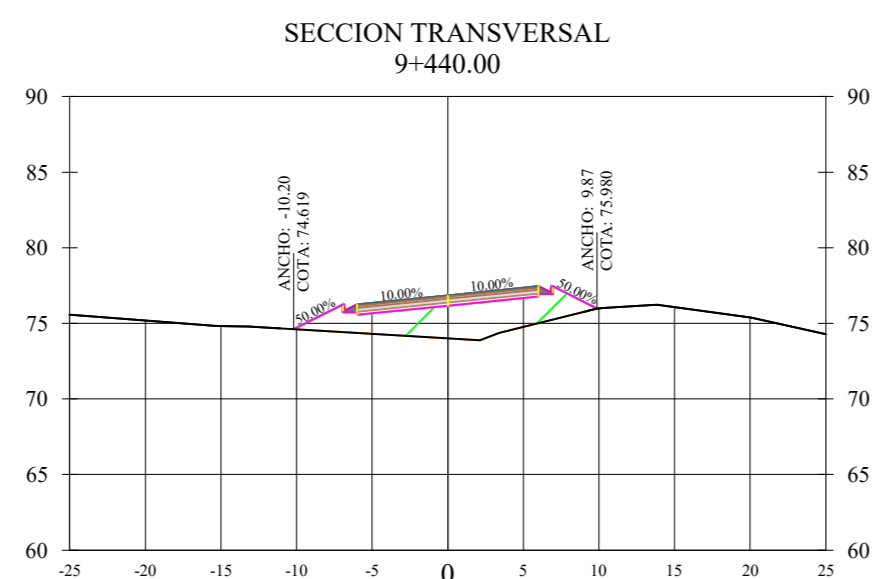
SECCION TRANSVERSAL
9+400.00

CORTE 0.00 m²
RELLENO 35.24 m²
VOLUMEN DE CORTE 373.56 m³
VOLUMEN DE RELLENO 420.90 m³



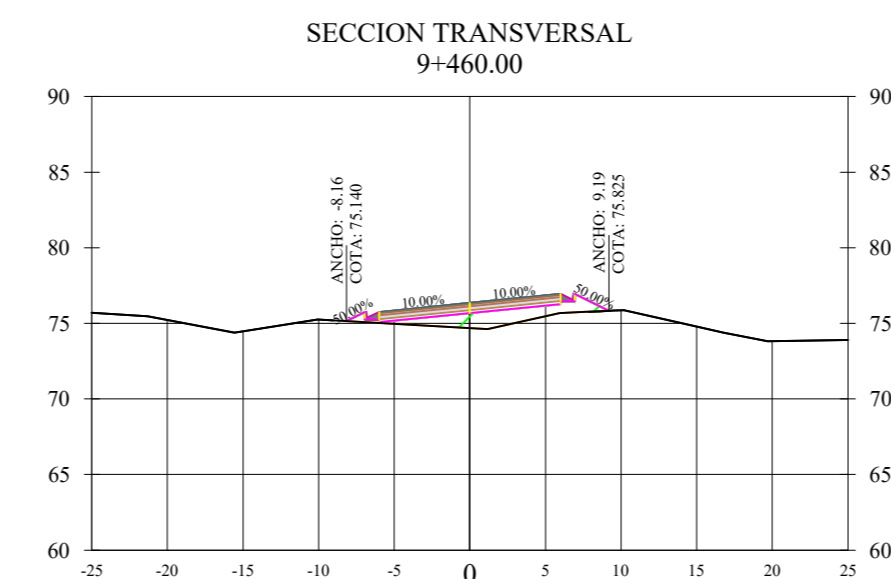
SECCION TRANSVERSAL
9+420.00

CORTE 0.00 m²
RELLENO 56.10 m²
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 1092.65 m³



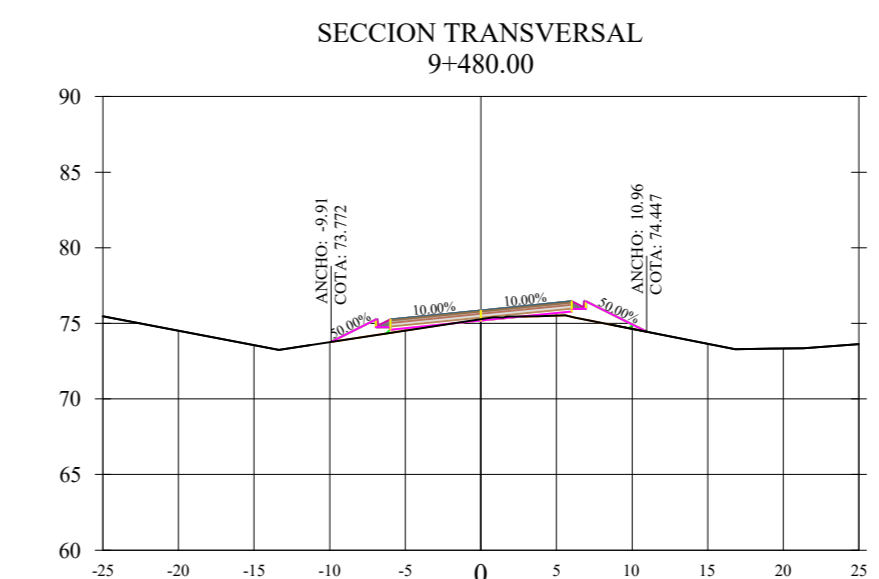
SECCION TRANSVERSAL
9+440.00

CORTE 0.00 m²
RELLENO 32.21 m²
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 1059.10 m³



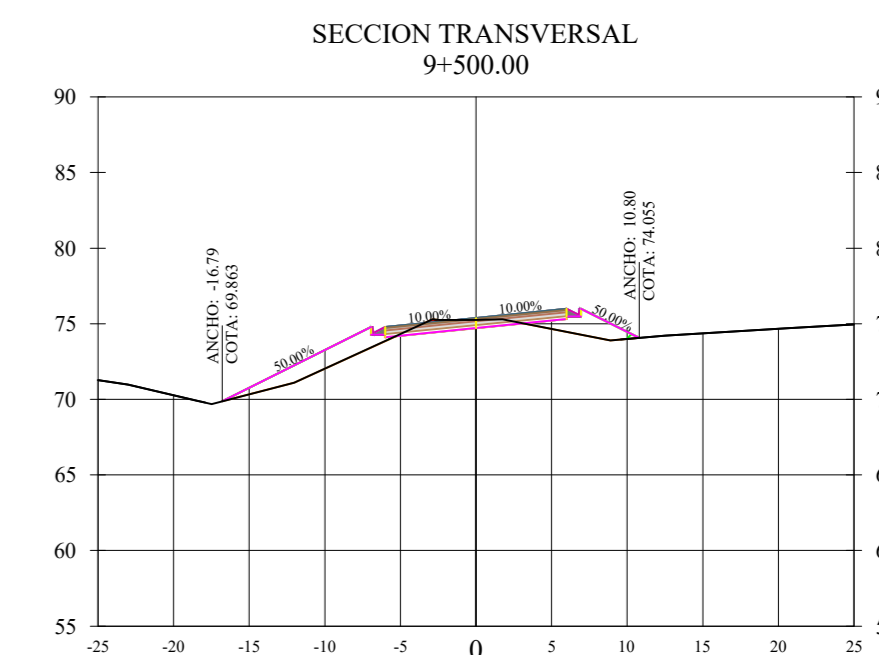
SECCION TRANSVERSAL
9+460.00

CORTE 0.00 m²
RELLENO 11.41 m²
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 525.37 m³



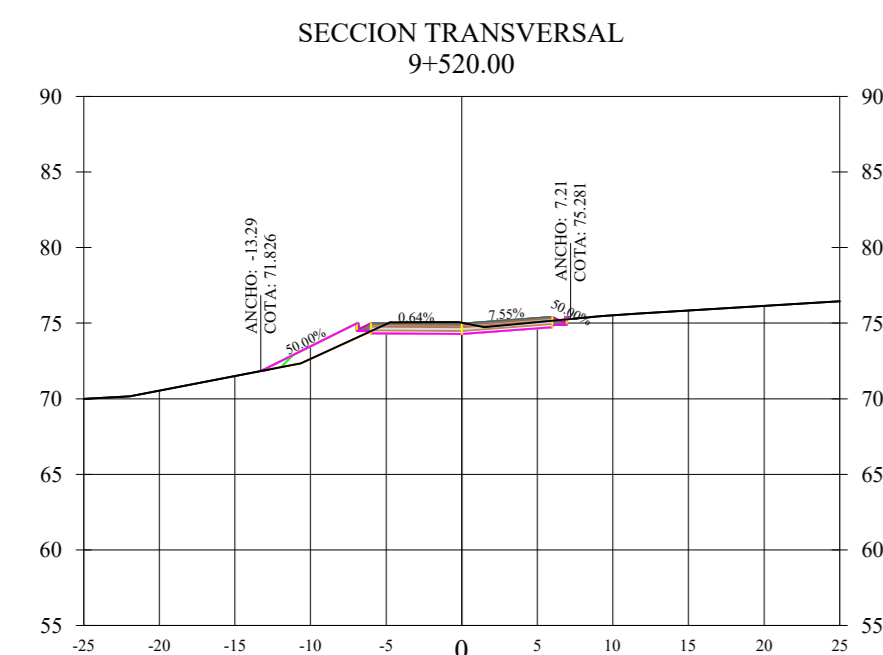
SECCION TRANSVERSAL
9+480.00

CORTE 0.22 m²
RELLENO 5.88 m²
VOLUMEN DE CORTE 1.80 m³
VOLUMEN DE RELLENO 299.11 m³



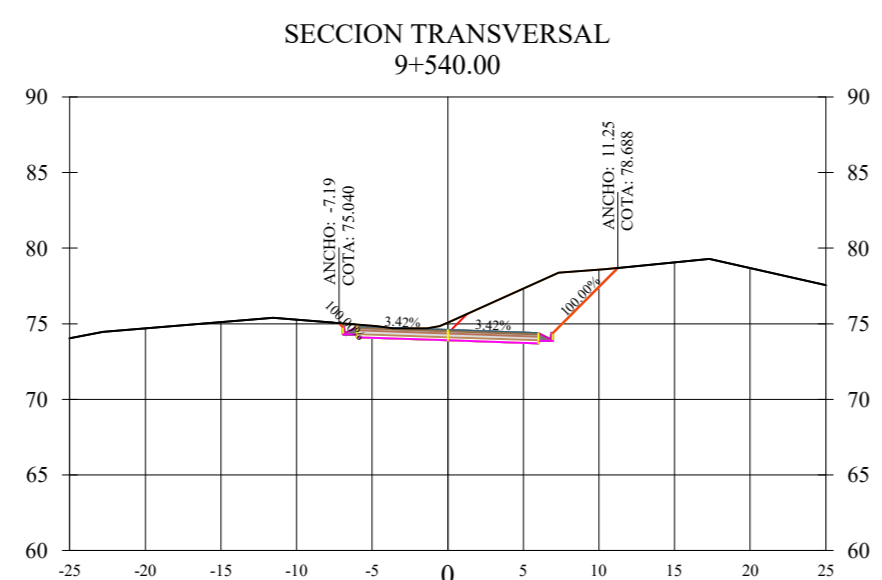
SECCION TRANSVERSAL
9+500.00

CORTE 4.12 m²
RELLENO 15.84 m²
VOLUMEN DE CORTE 52.95 m³
VOLUMEN DE RELLENO 257.91 m³



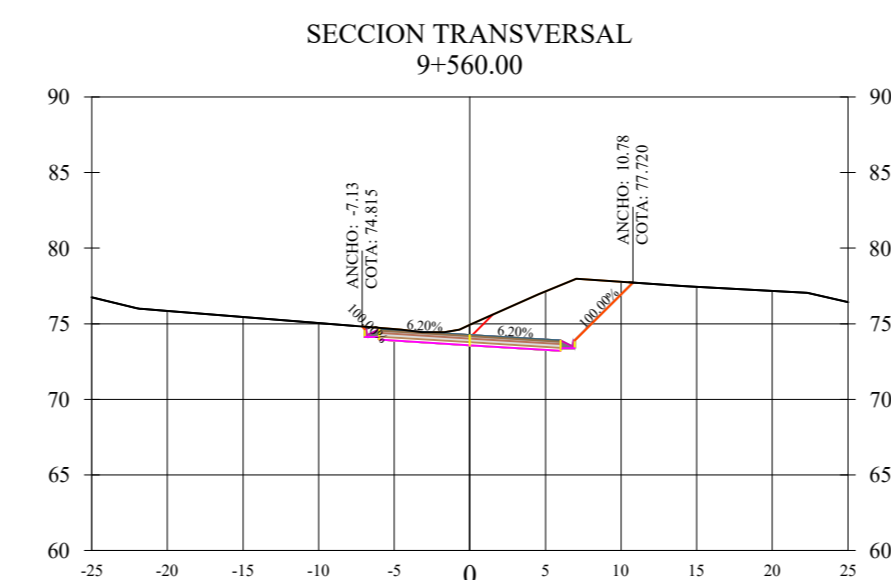
SECCION TRANSVERSAL
9+520.00

CORTE 6.99 m²
RELLENO 4.64 m²
VOLUMEN DE CORTE 132.86 m³
VOLUMEN DE RELLENO 240.08 m³



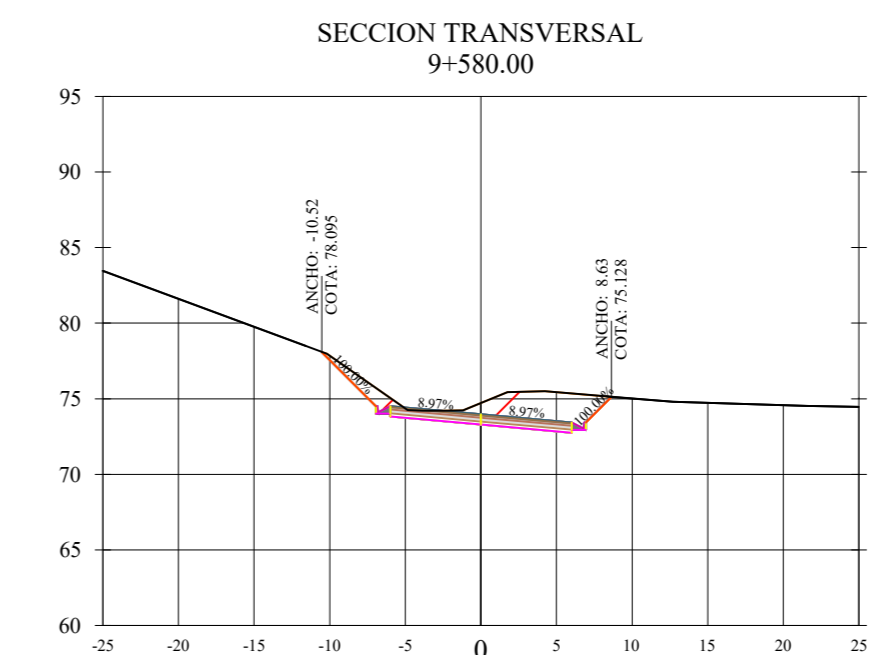
SECCION TRANSVERSAL
9+540.00

CORTE 33.42 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 487.31 m³
VOLUMEN DE RELLENO 54.92 m³



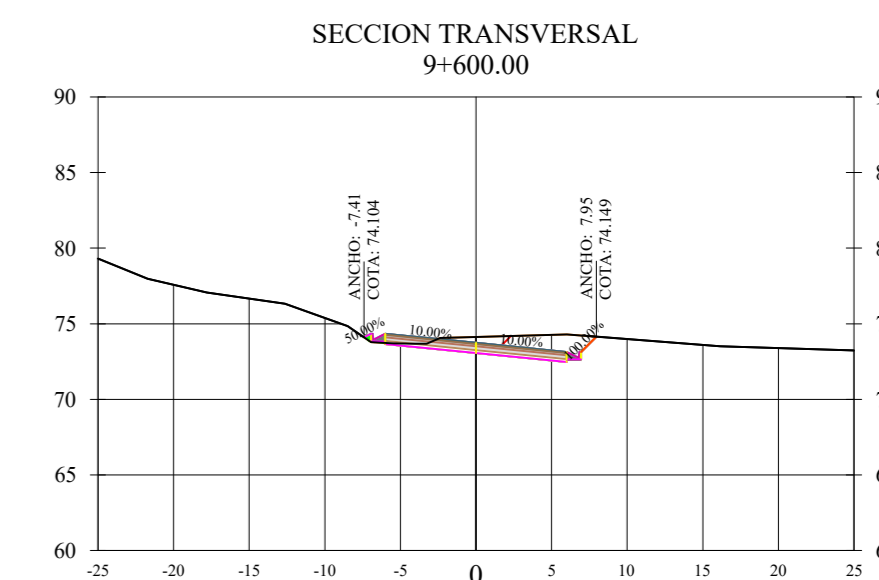
SECCION TRANSVERSAL
9+560.00

CORTE 34.59 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 816.22 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



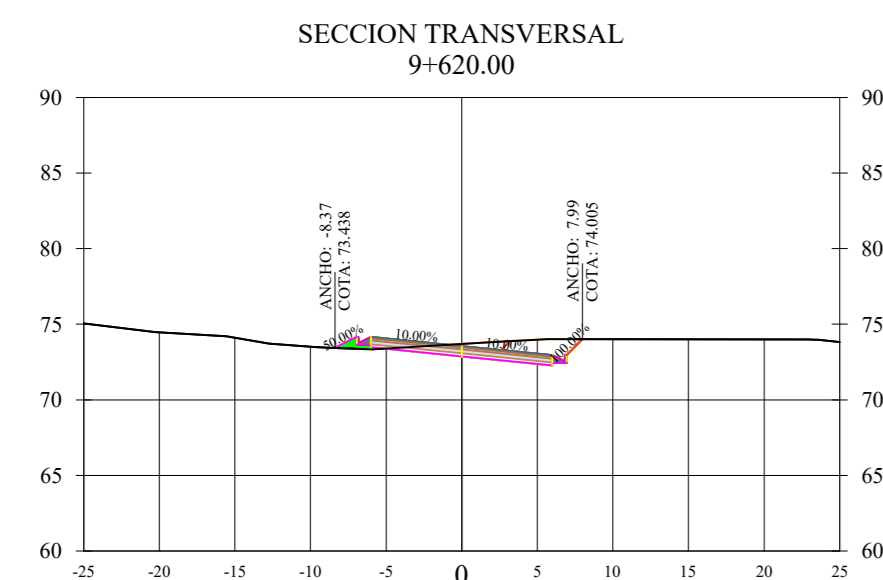
SECCION TRANSVERSAL
9+580.00

CORTE 25.99 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 718.73 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



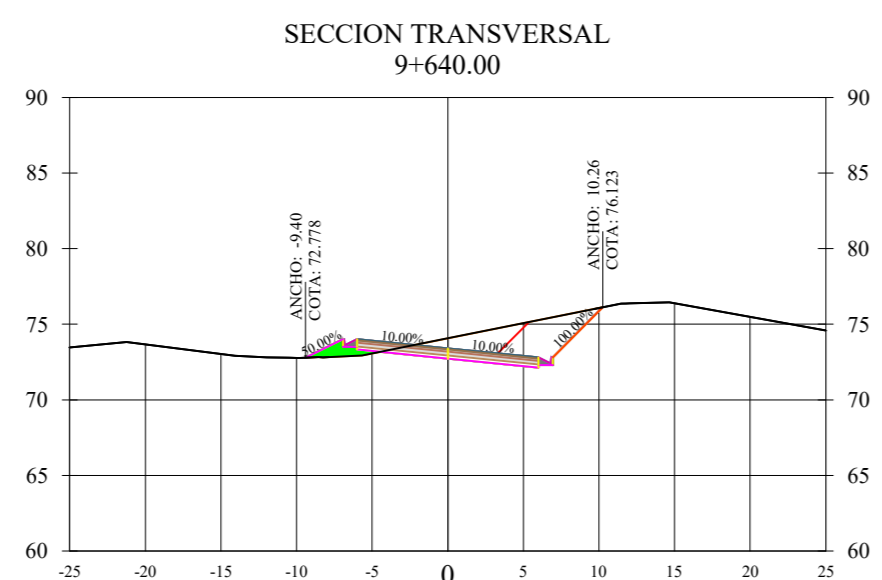
SECCION TRANSVERSAL
9+600.00

CORTE 13.82 m²
RELLENO 0.21 m²
VOLUMEN DE CORTE 473.45 m³
VOLUMEN DE RELLENO 2.58 m³



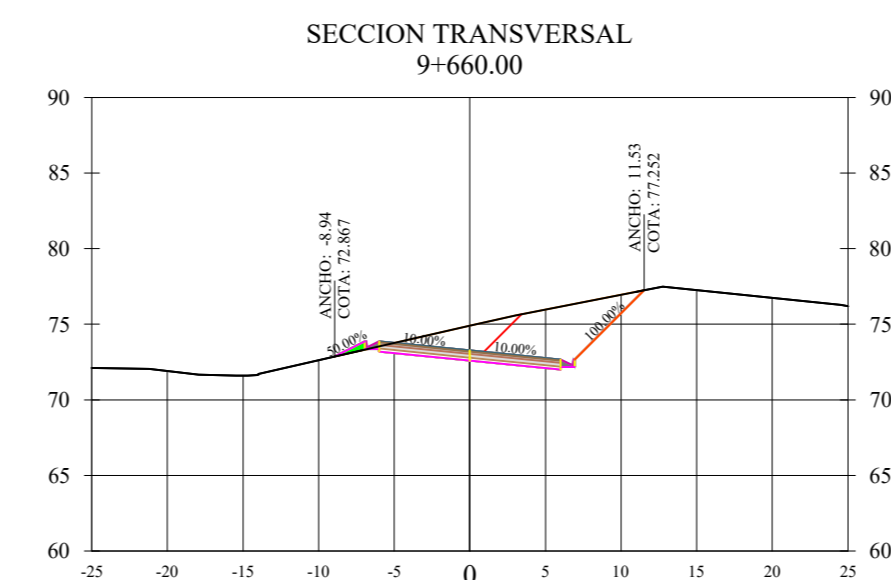
SECCION TRANSVERSAL
9+620.00

CORTE 11.87 m²
RELLENO 0.88 m²
VOLUMEN DE CORTE 304.20 m³
VOLUMEN DE RELLENO 13.47 m³



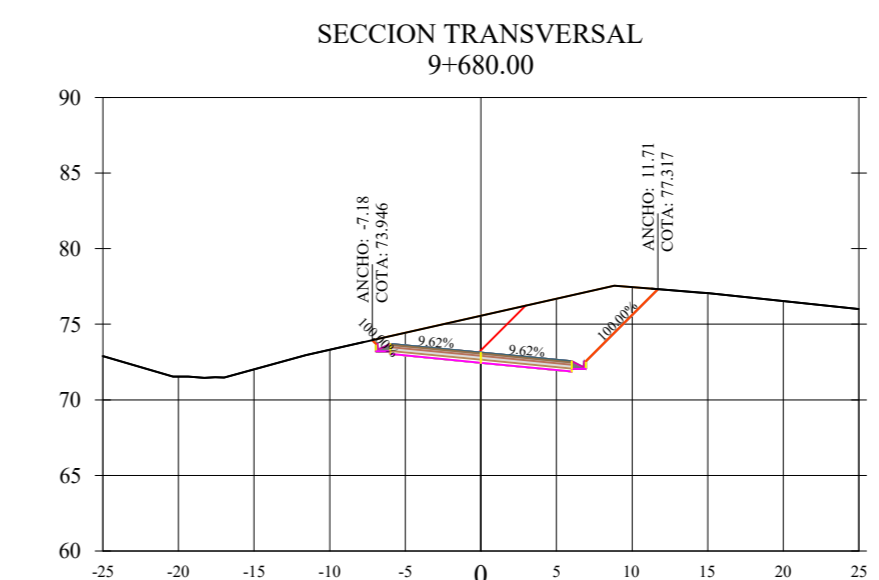
SECCION TRANSVERSAL
9+640.00

CORTE 23.68 m²
RELLENO 2.32 m²
VOLUMEN DE CORTE 419.19 m³
VOLUMEN DE RELLENO 39.68 m³



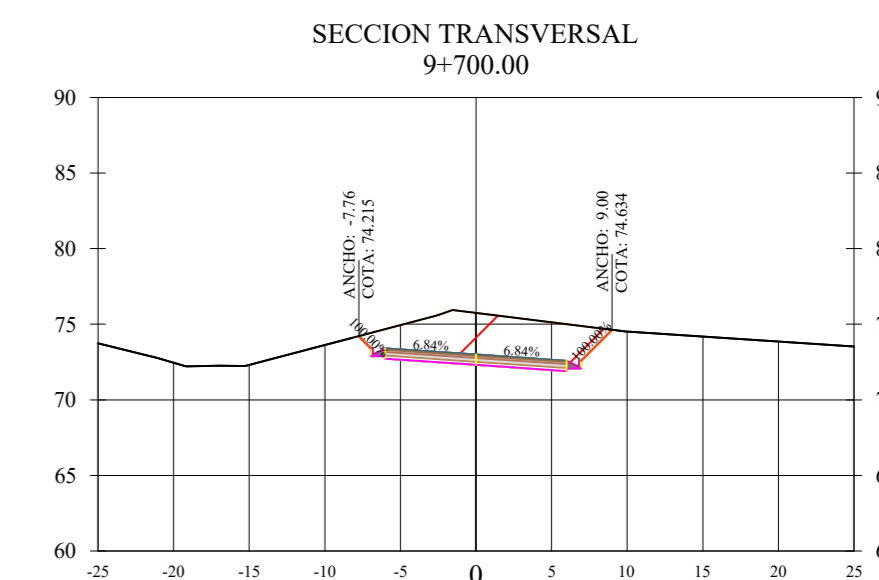
SECCION TRANSVERSAL
9+660.00

CORTE 39.90 m²
RELLENO 0.55 m²
VOLUMEN DE CORTE 749.43 m³
VOLUMEN DE RELLENO 35.65 m³



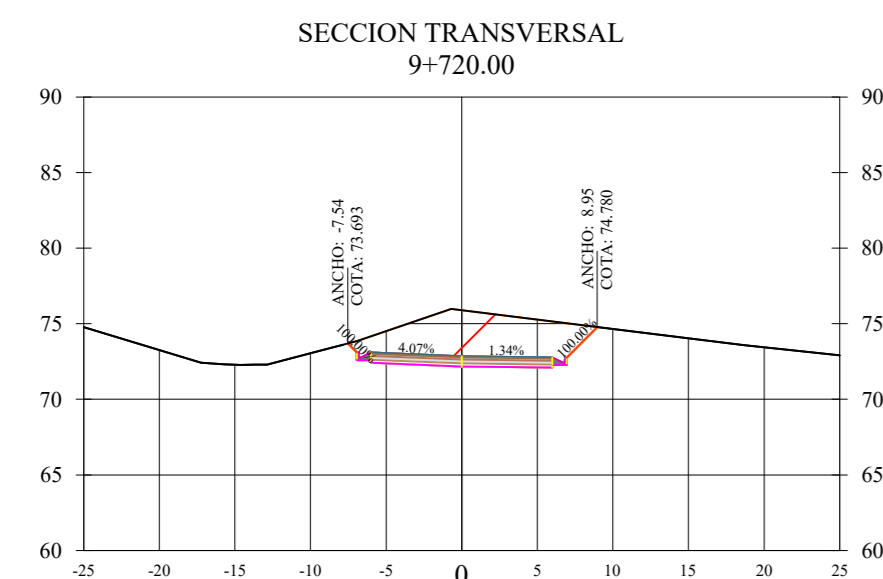
SECCION TRANSVERSAL
9+680.00

CORTE 54.61 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1116.16 m³
VOLUMEN DE RELLENO 6.86 m³



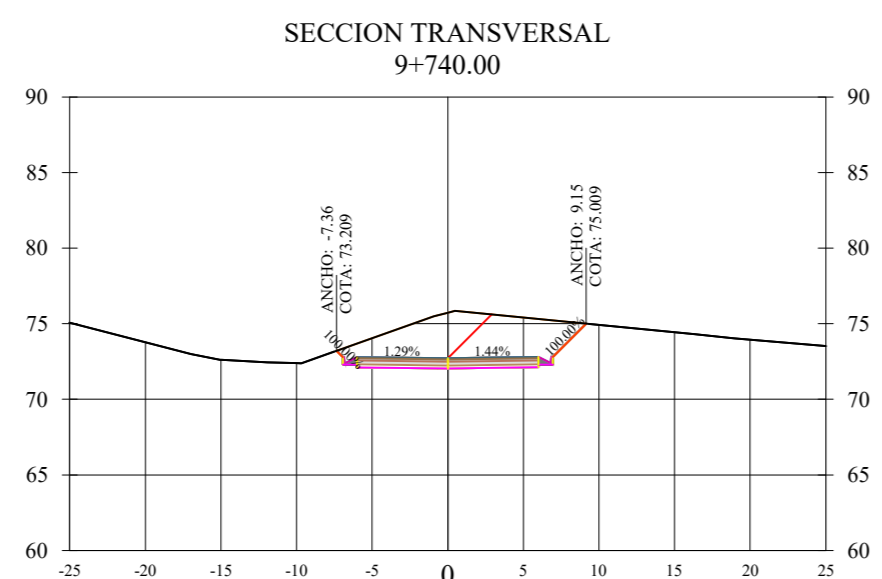
SECCION TRANSVERSAL
9+700.00

CORTE 44.02 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1171.83 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



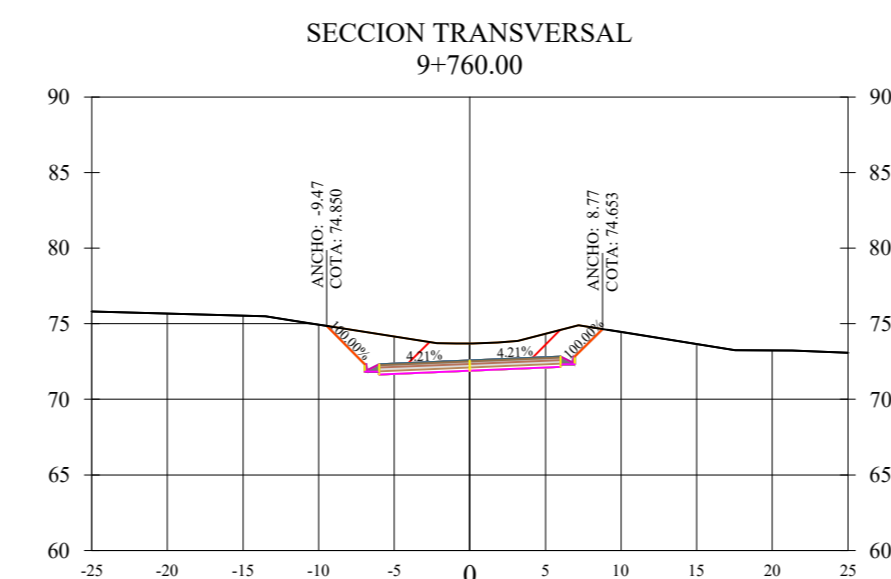
SECCION TRANSVERSAL
9+720.00

CORTE 43.96 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1055.80 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



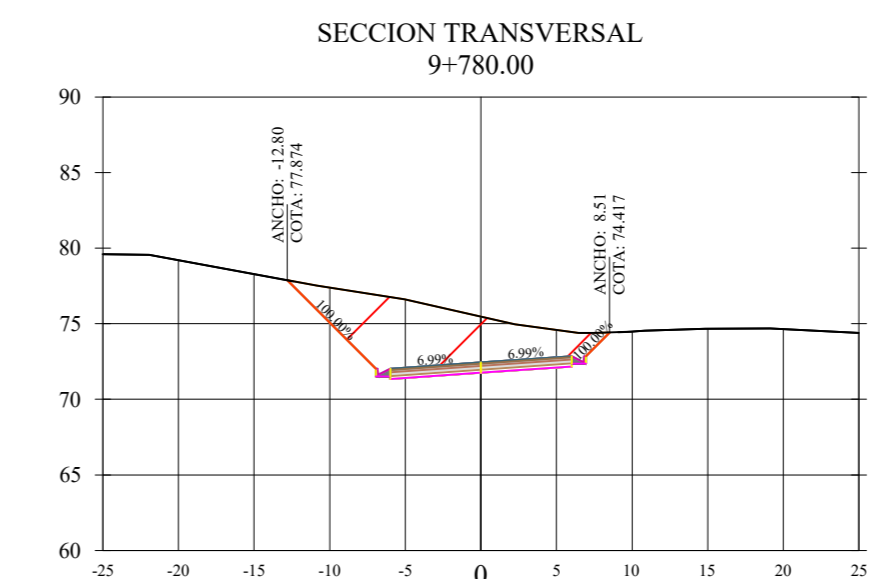
SECCION TRANSVERSAL
9+740.00

CORTE 43.95 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1054.92 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



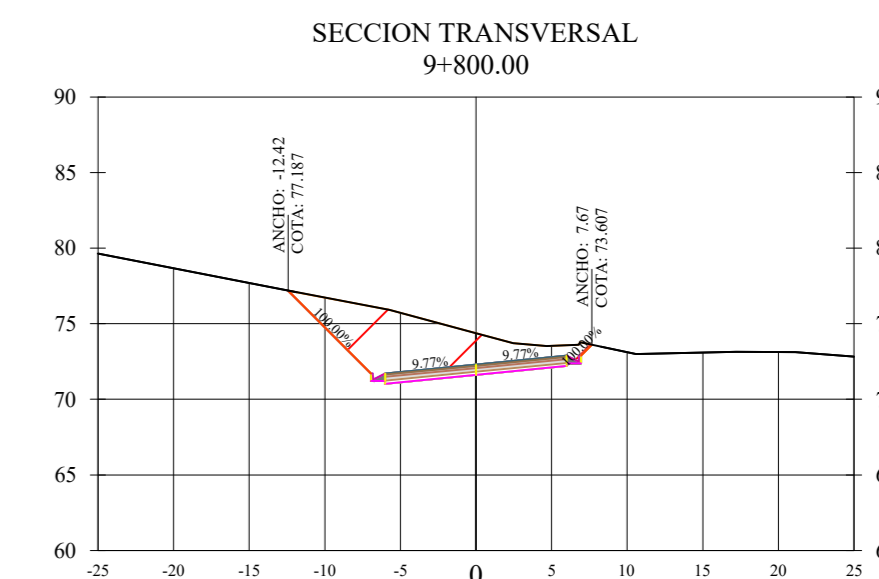
SECCION TRANSVERSAL
9+760.00

CORTE 33.76 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 932.46 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



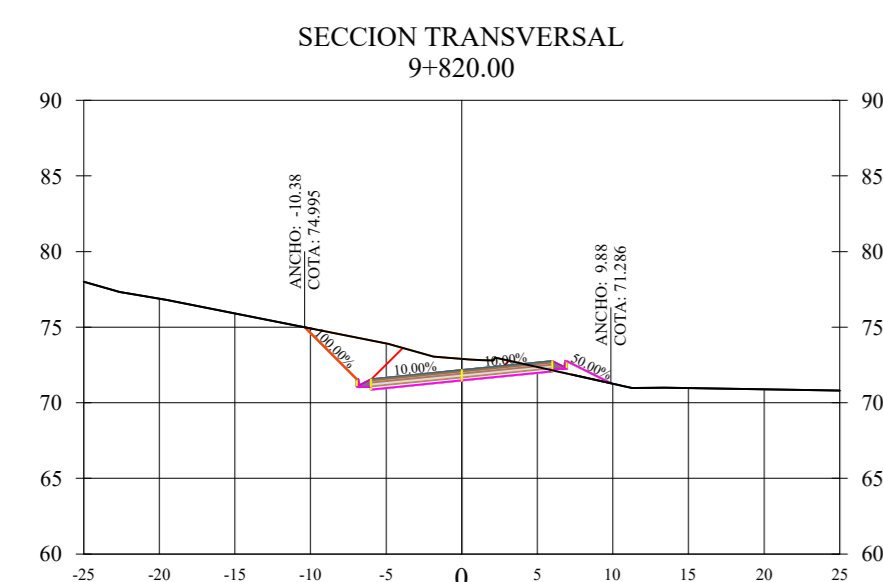
SECCION TRANSVERSAL
9+780.00

CORTE 67.58 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1216.03 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



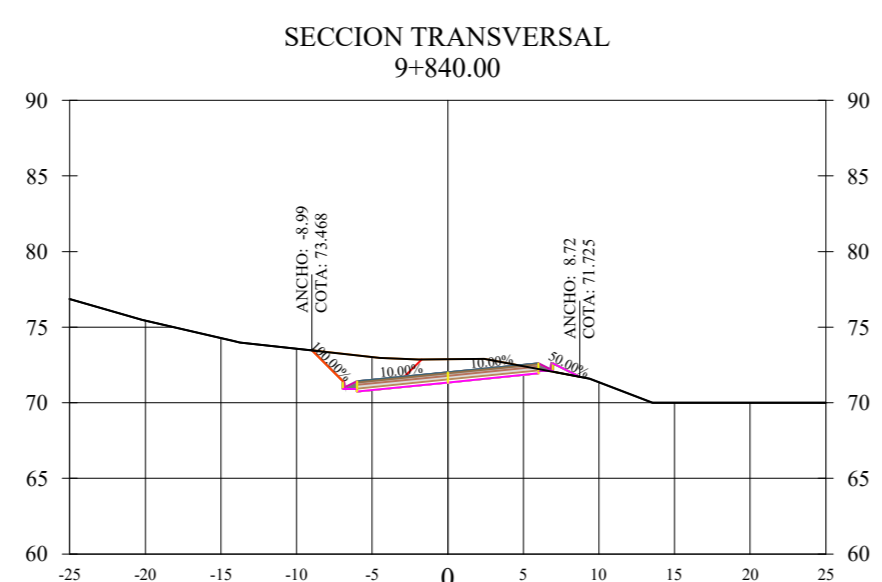
SECCION TRANSVERSAL
9+800.00

CORTE 52.53 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1421.26 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



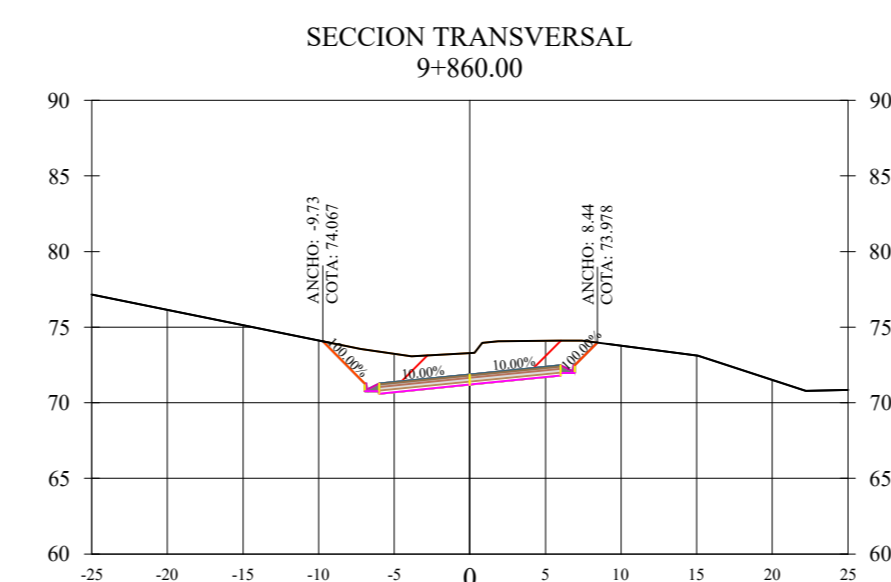
SECCION TRANSVERSAL
9+820.00

CORTE 26.55 m²
RELLENO 1.39 m²
VOLUMEN DE CORTE 933.74 m³
VOLUMEN DE RELLENO 17.34 m³



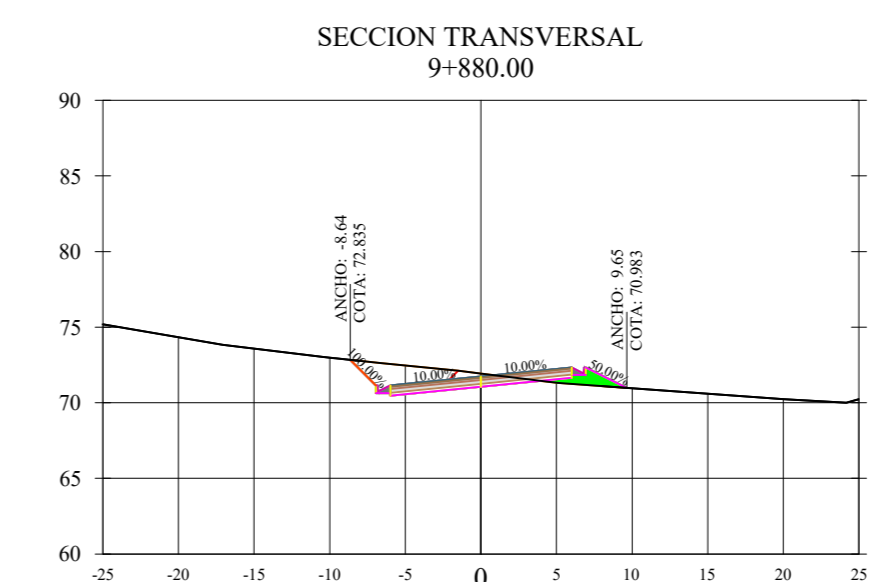
SECCION TRANSVERSAL
9+840.00

CORTE 21.85 m²
RELLENO 0.50 m²
VOLUMEN DE CORTE 572.66 m³
VOLUMEN DE RELLENO 23.59 m³



SECCION TRANSVERSAL
9+860.00

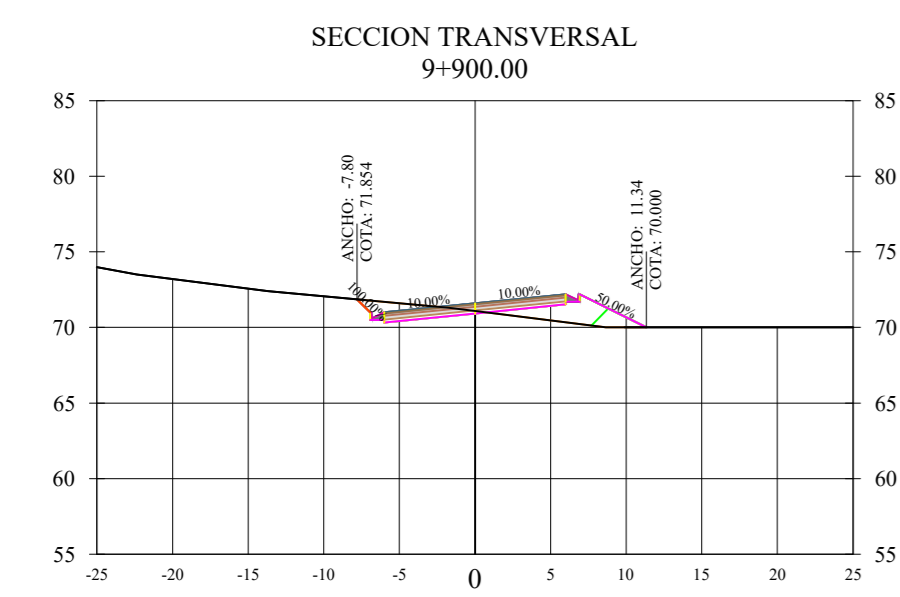
CORTE 37.73 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 711.11 m³
VOLUMEN DE RELLENO 6.25 m³



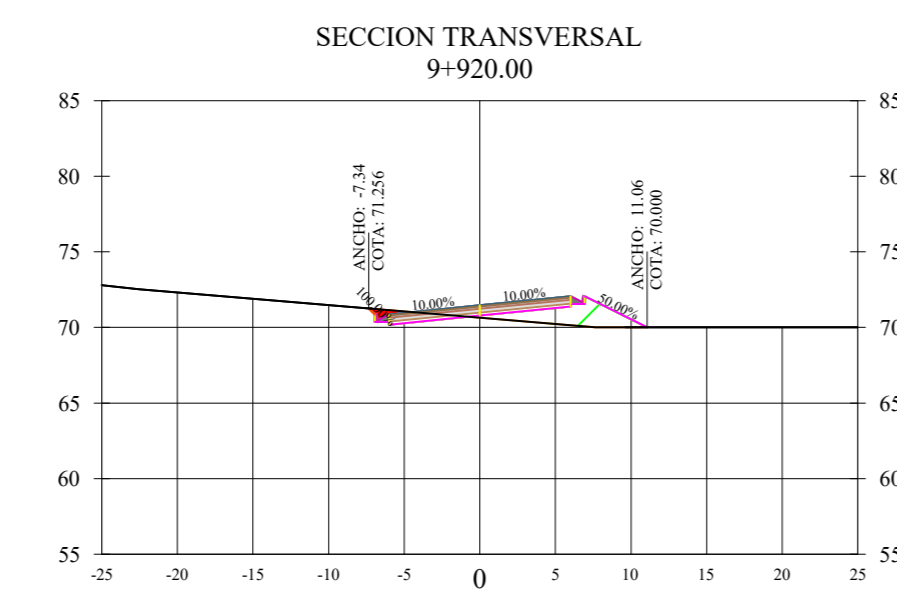
SECCION TRANSVERSAL
9+880.00

CORTE 13.89 m²
RELLENO 2.63 m²
VOLUMEN DE CORTE 615.57 m³
VOLUMEN DE RELLENO 32.59 m³

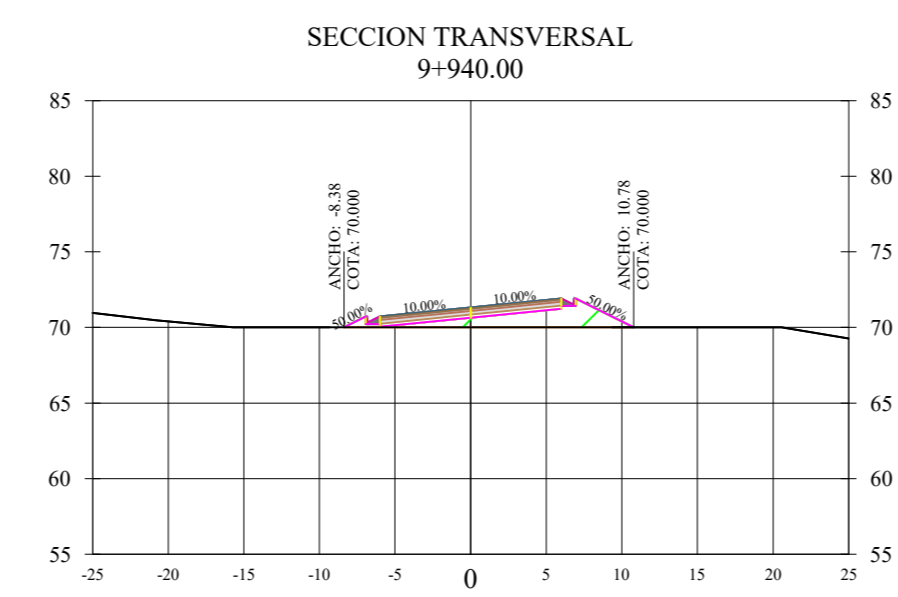
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTINA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTIENE: Sección Transversal			
CARRERA CLASE: II Estudio Definitivo	TRAMO: Desde 9+320.00 Hasta 9+880.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020 LÁMINA: 9/13
OBSERVACIONES:		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	DISEÑO: Ego. Erick Torres



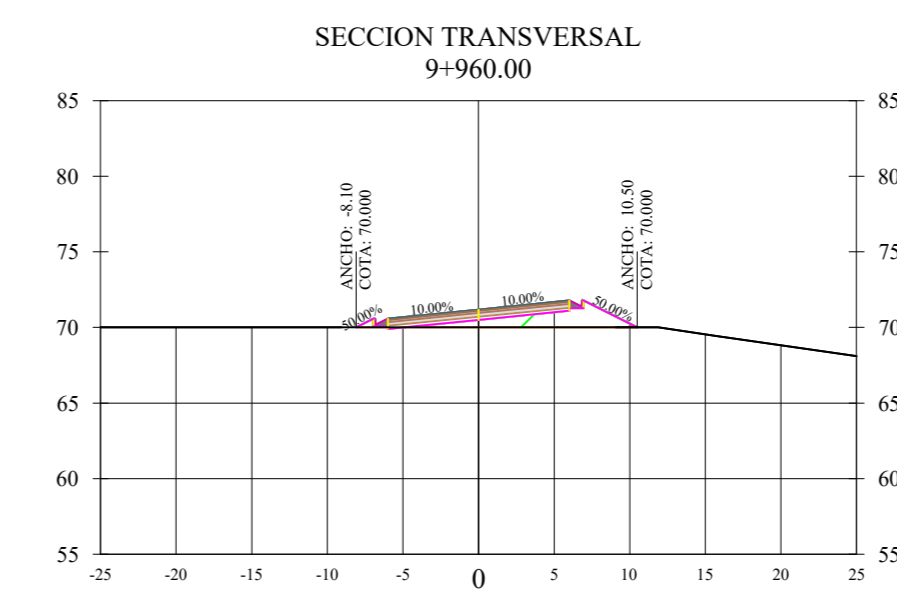
CORTE 6.24 m²
RELLENO 9.15 m²
VOLUMEN DE CORTE 237.09 m³
VOLUMEN DE RELLENO 145.84 m³



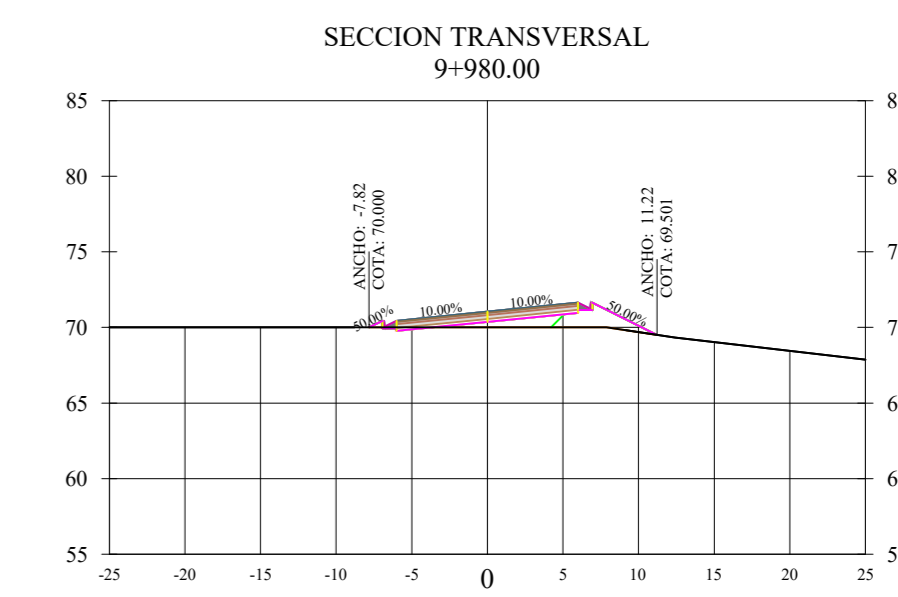
CORTE 3.36 m²
RELLENO 9.81 m²
VOLUMEN DE CORTE 112.72 m³
VOLUMEN DE RELLENO 234.34 m³



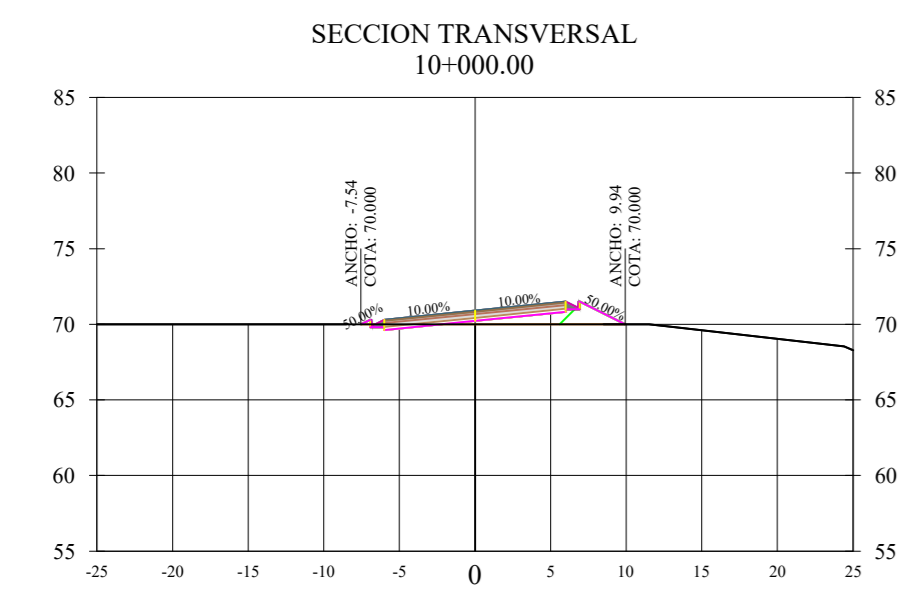
CORTE 0.00 m²
RELLENO 13.46 m²
VOLUMEN DE CORTE 39.42 m³
VOLUMEN DE RELLENO 285.36 m³



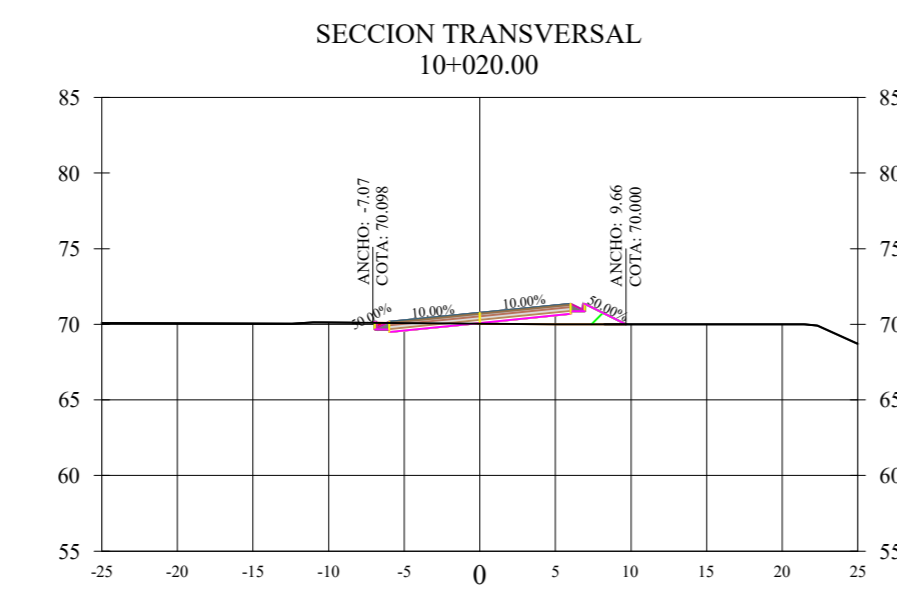
CORTE 0.85 m²
RELLENO 10.88 m²
VOLUMEN DE CORTE 0.54 m³
VOLUMEN DE RELLENO 297.33 m³



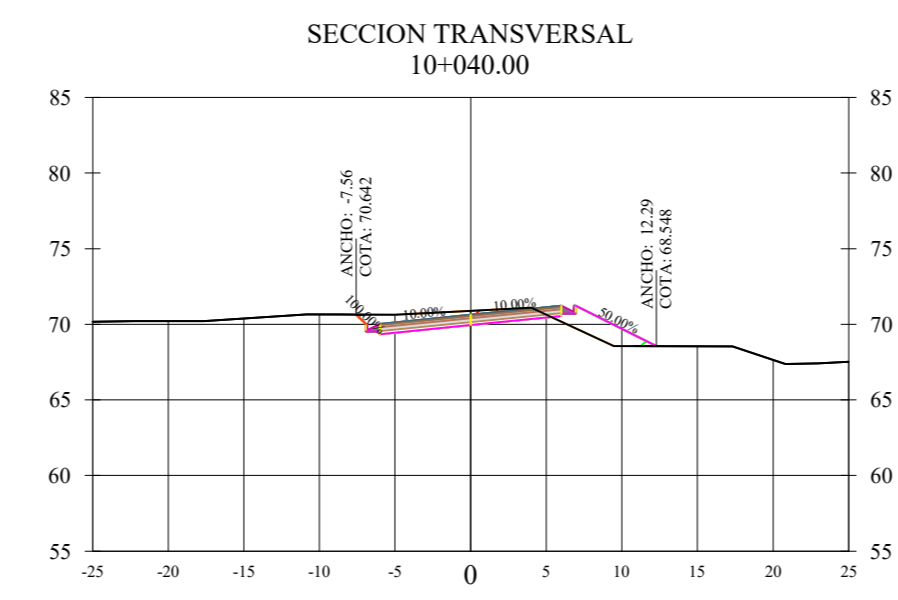
CORTE 0.33 m²
RELLENO 9.20 m²
VOLUMEN DE CORTE 4.43 m³
VOLUMEN DE RELLENO 246.06 m³



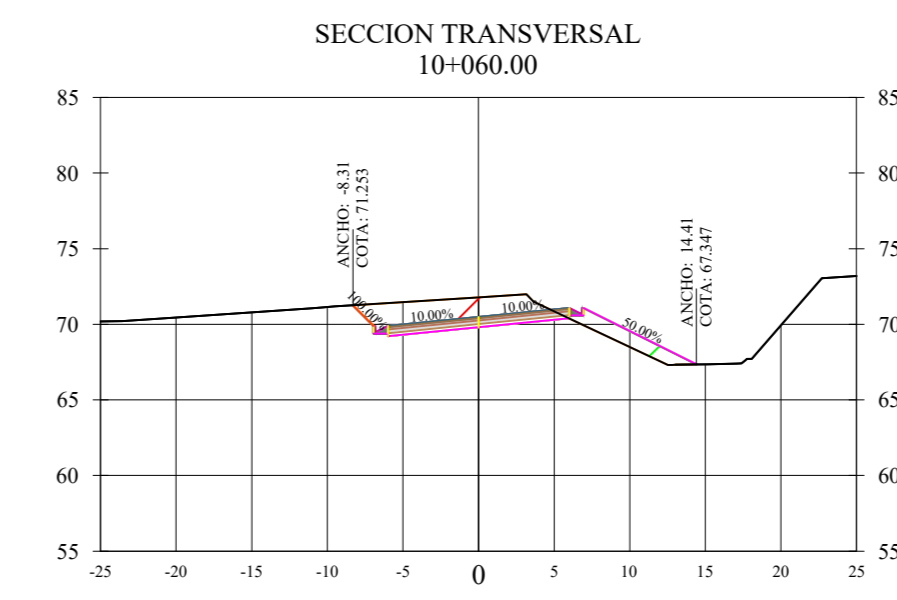
CORTE 0.89 m²
RELLENO 6.69 m²
VOLUMEN DE CORTE 14.30 m³
VOLUMEN DE RELLENO 195.26 m³



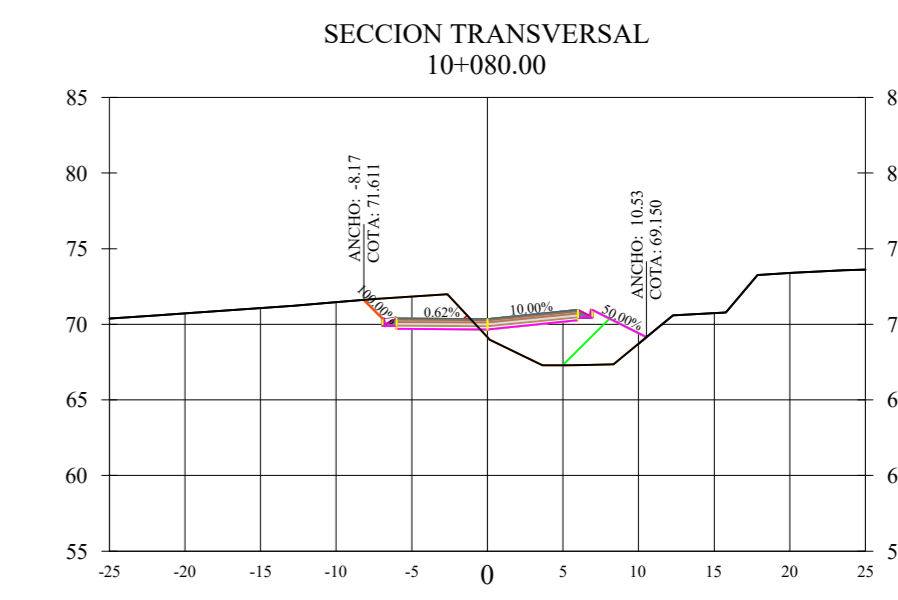
CORTE 2.09 m²
RELLENO 4.89 m²
VOLUMEN DE CORTE 34.91 m³
VOLUMEN DE RELLENO 142.62 m³



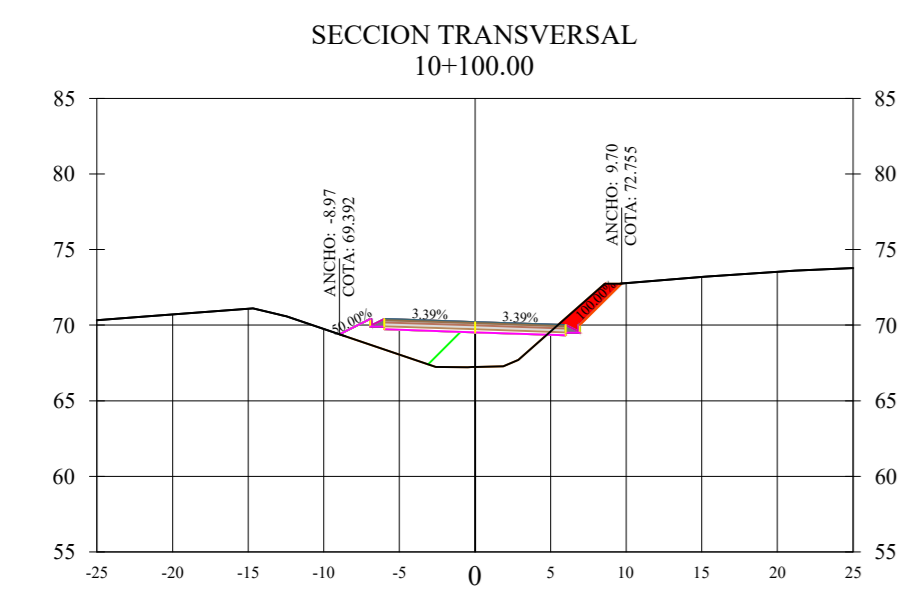
CORTE 11.64 m²
RELLENO 22.96 m²
VOLUMEN DE CORTE 163.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 141.68 m³



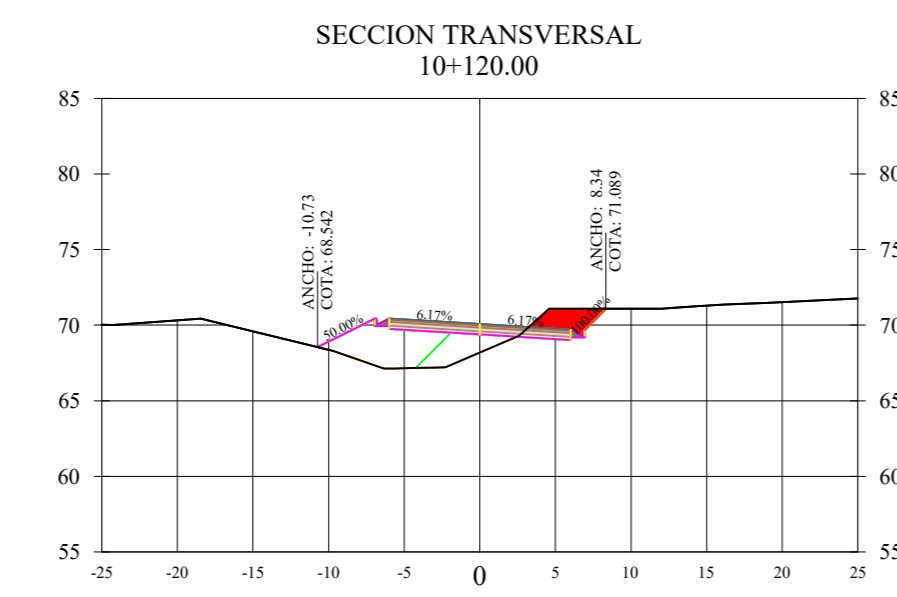
CORTE 23.68 m²
RELLENO 7.23 m²
VOLUMEN DE CORTE 420.45 m³
VOLUMEN DE RELLENO 172.59 m³



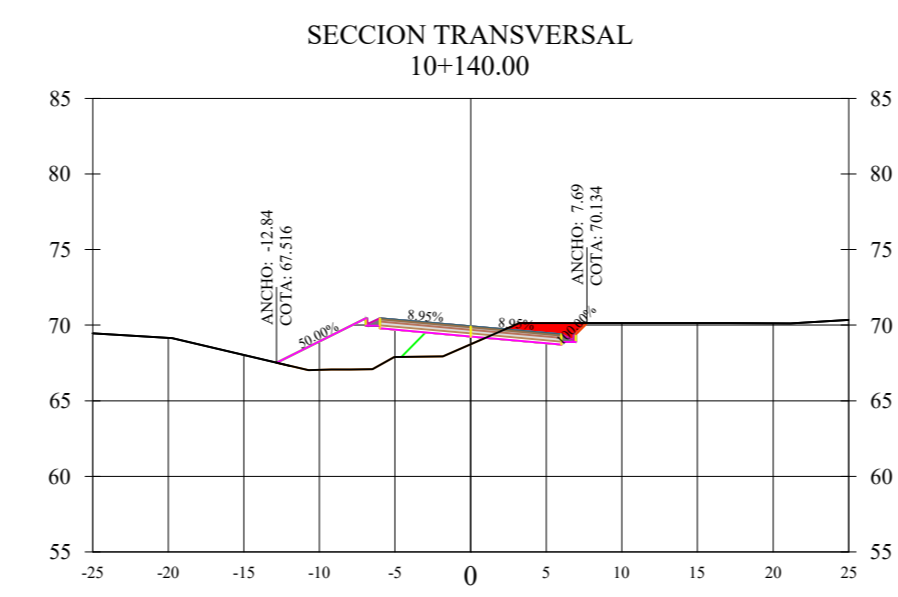
CORTE 12.34 m²
RELLENO 23.70 m²
VOLUMEN DE CORTE 427.05 m³
VOLUMEN DE RELLENO 382.58 m³



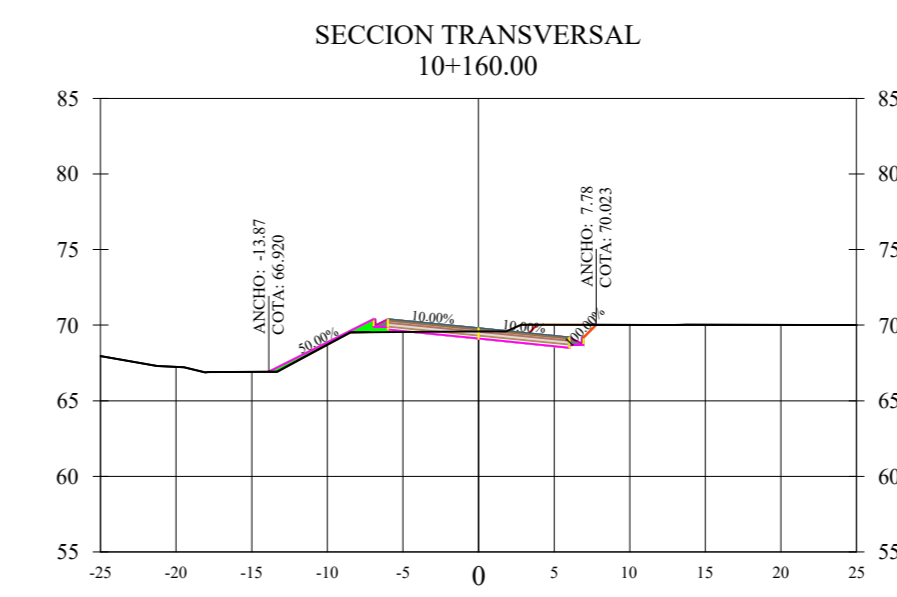
CORTE 4.36 m²
RELLENO 23.27 m²
VOLUMEN DE CORTE 201.72 m³
VOLUMEN DE RELLENO 568.56 m³



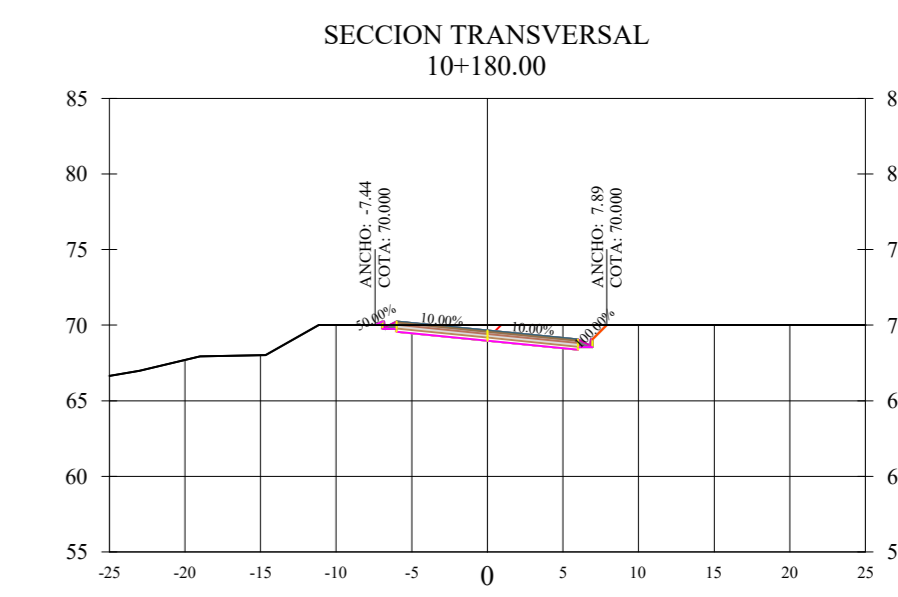
CORTE 7.66 m²
RELLENO 22.66 m²
VOLUMEN DE CORTE 560.99 m³
VOLUMEN DE RELLENO 547.36 m³



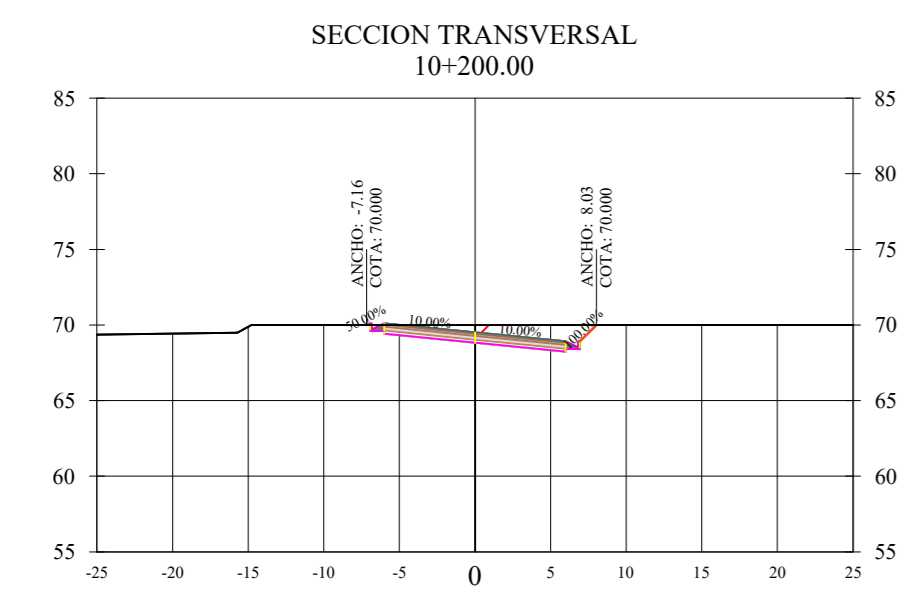
CORTE 6.38 m²
RELLENO 22.96 m²
VOLUMEN DE CORTE 145.12 m³
VOLUMEN DE RELLENO 583.90 m³



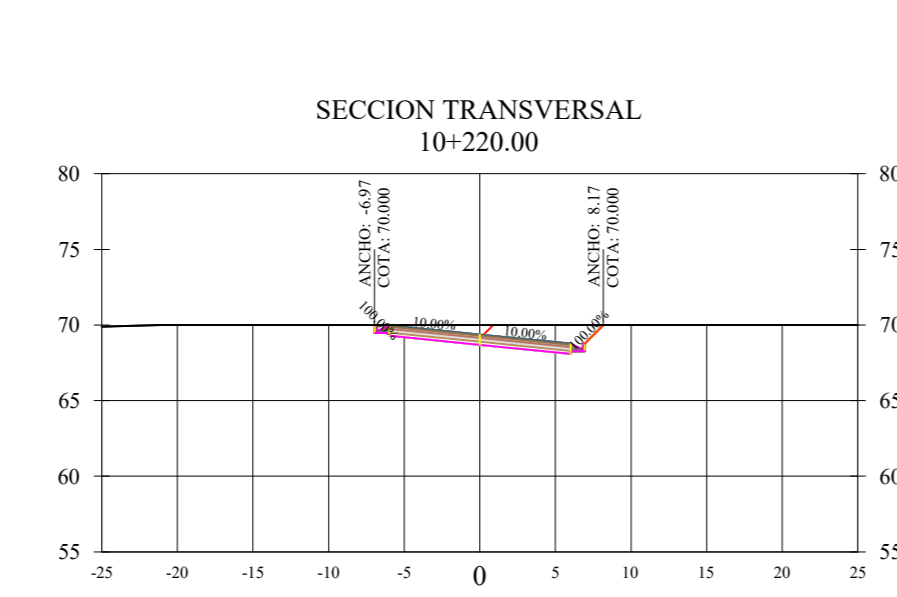
CORTE 8.99 m²
RELLENO 2.11 m²
VOLUMEN DE CORTE 180.19 m³
VOLUMEN DE RELLENO 310.34 m³



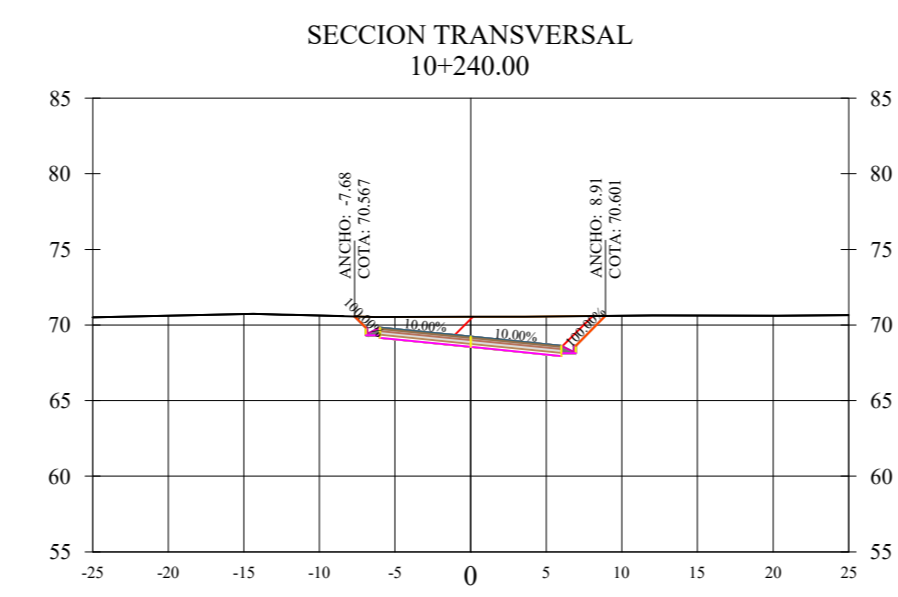
CORTE 14.40 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 256.06 m³
VOLUMEN DE RELLENO 271.12 m³



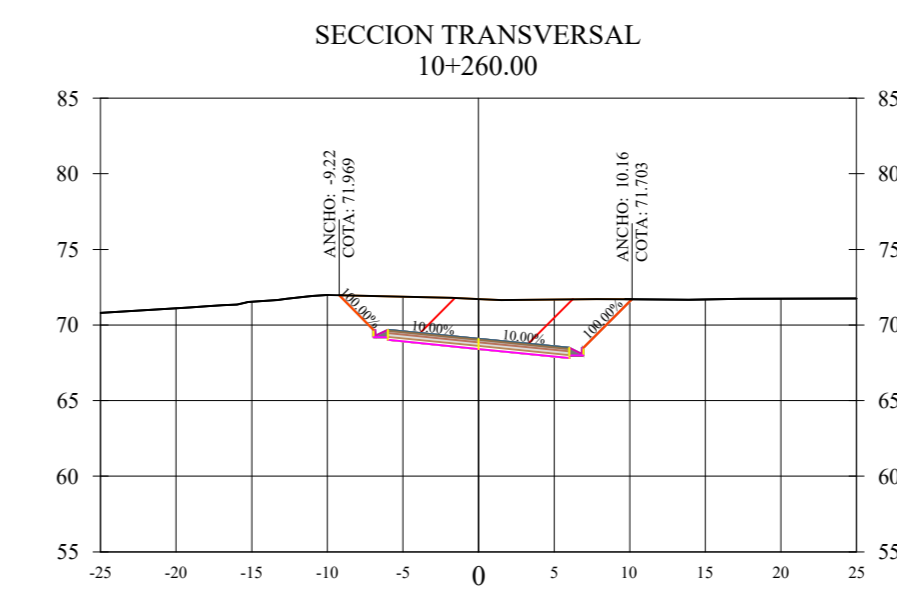
CORTE 16.48 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 367.59 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



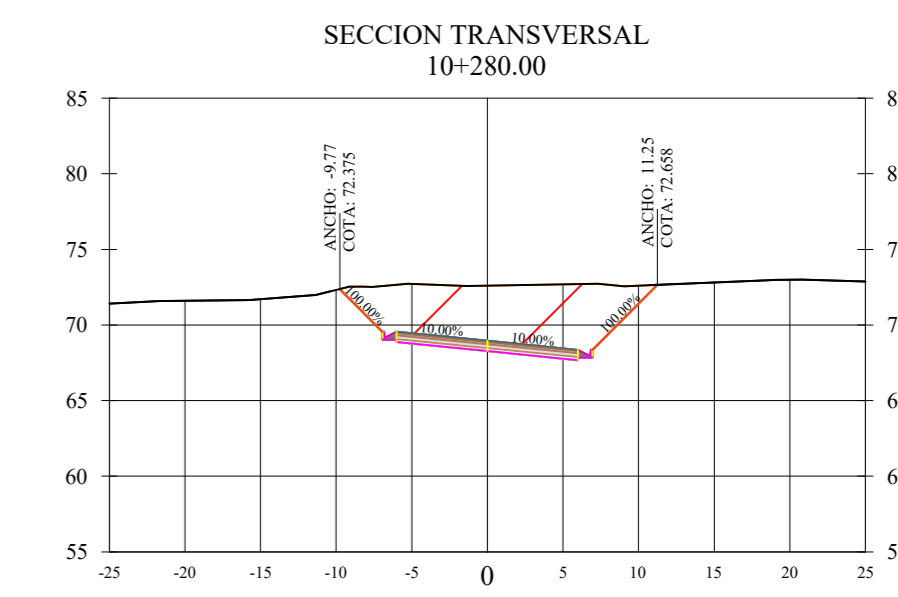
CORTE 18.57 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 417.54 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.14 m³



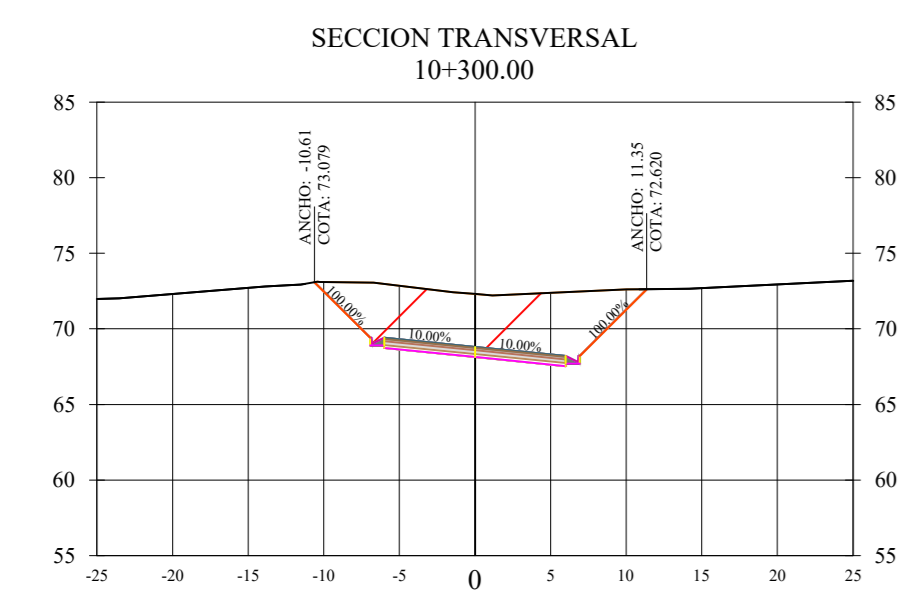
CORTE 29.57 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 574.14 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



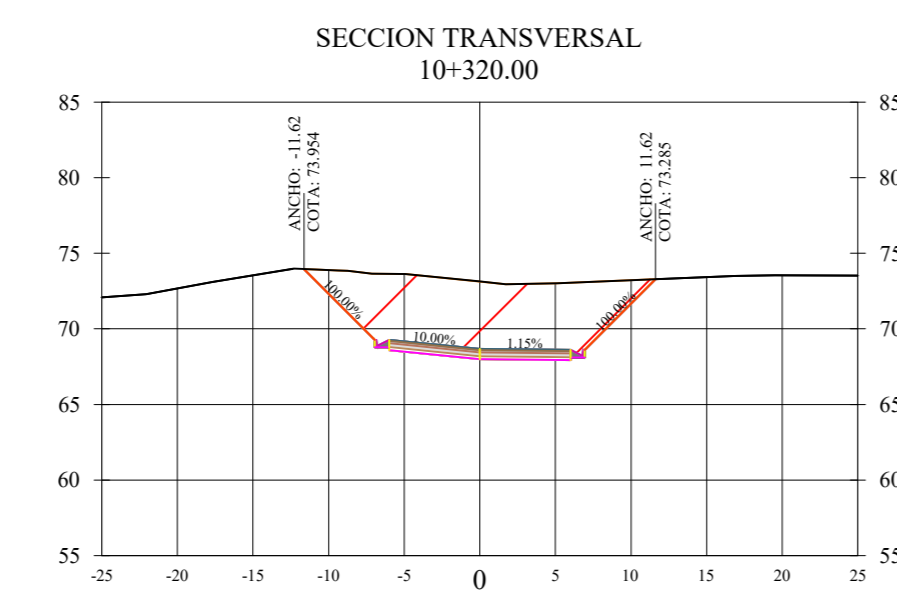
CORTE 53.81 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 996.35 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



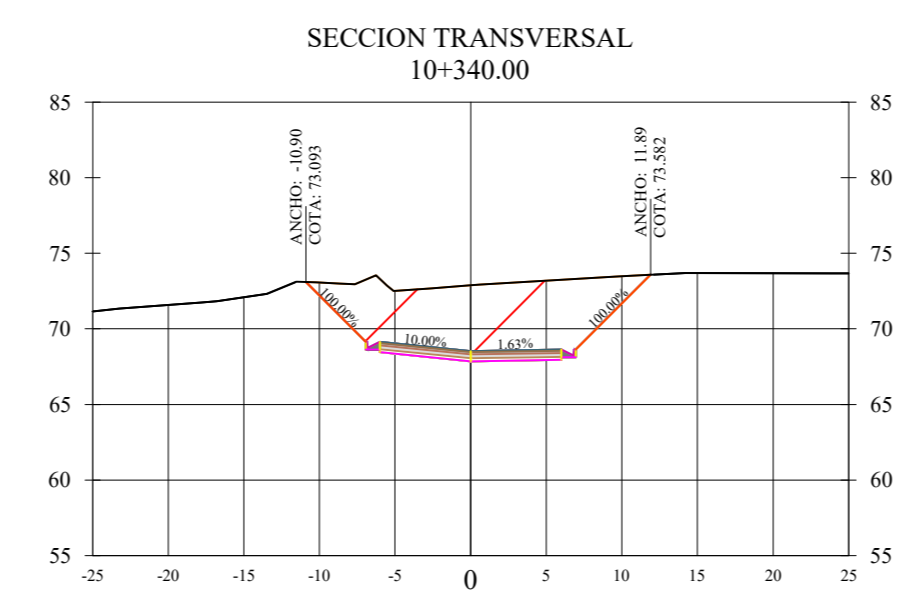
CORTE 73.92 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1526.92 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



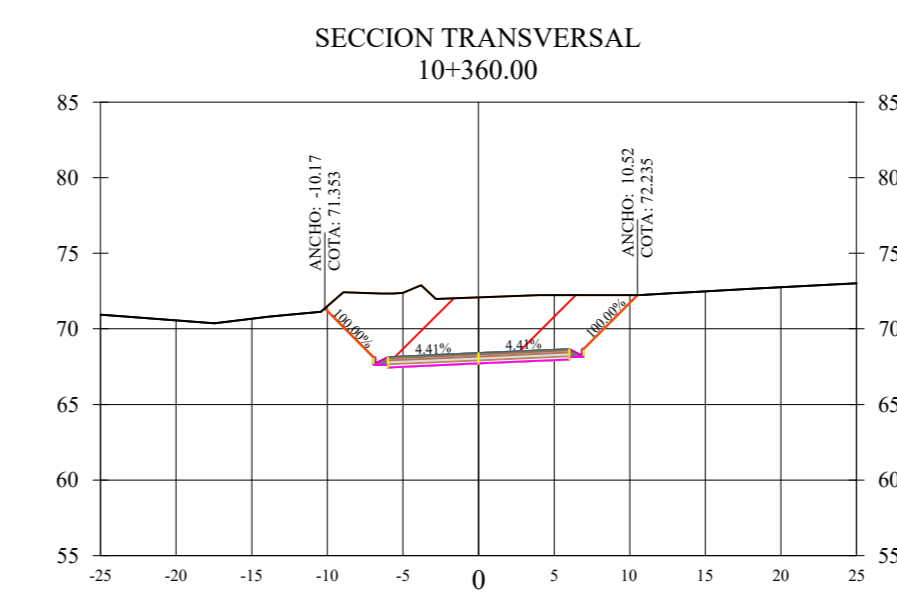
CORTE 76.49 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1799.21 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



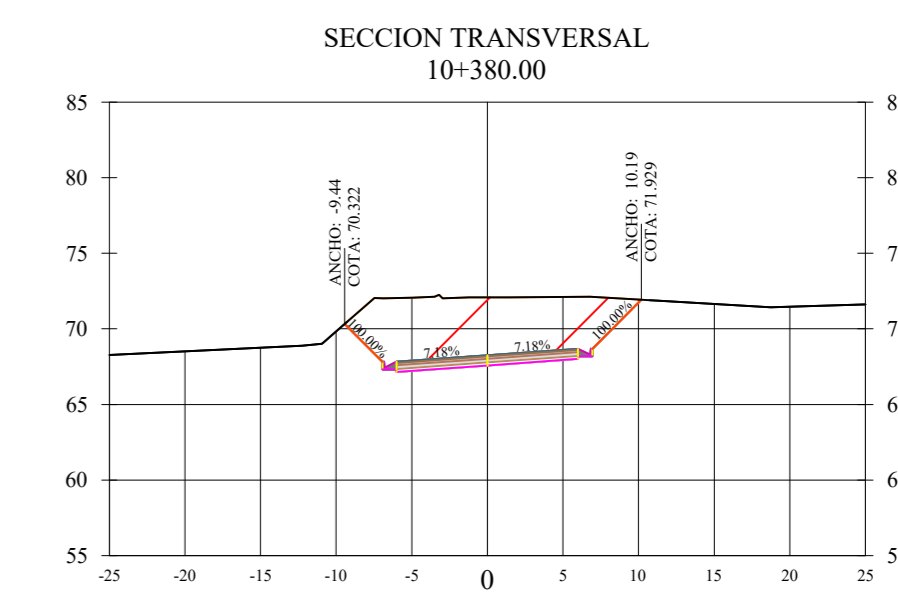
CORTE 91.24 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 2010.64 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



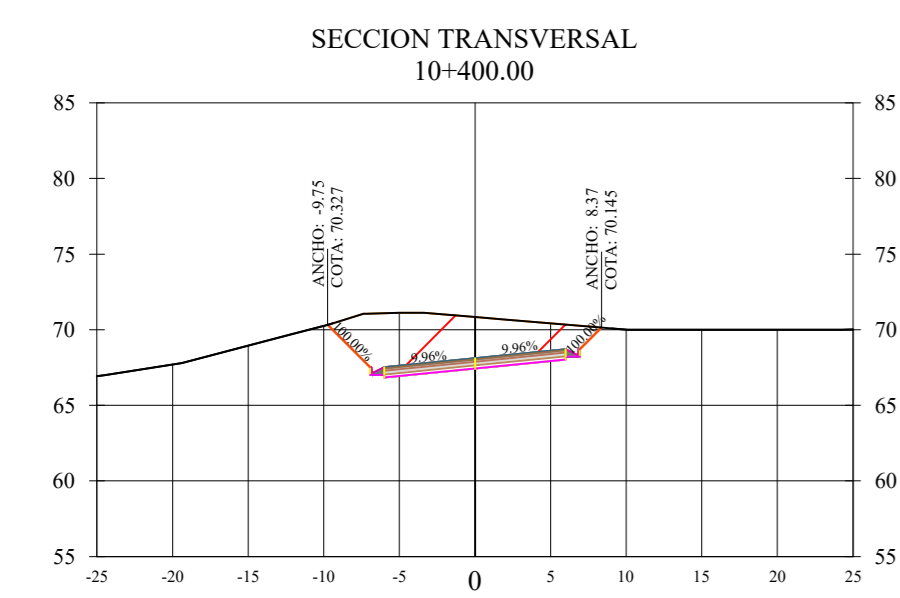
CORTE 86.92 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 2134.85 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



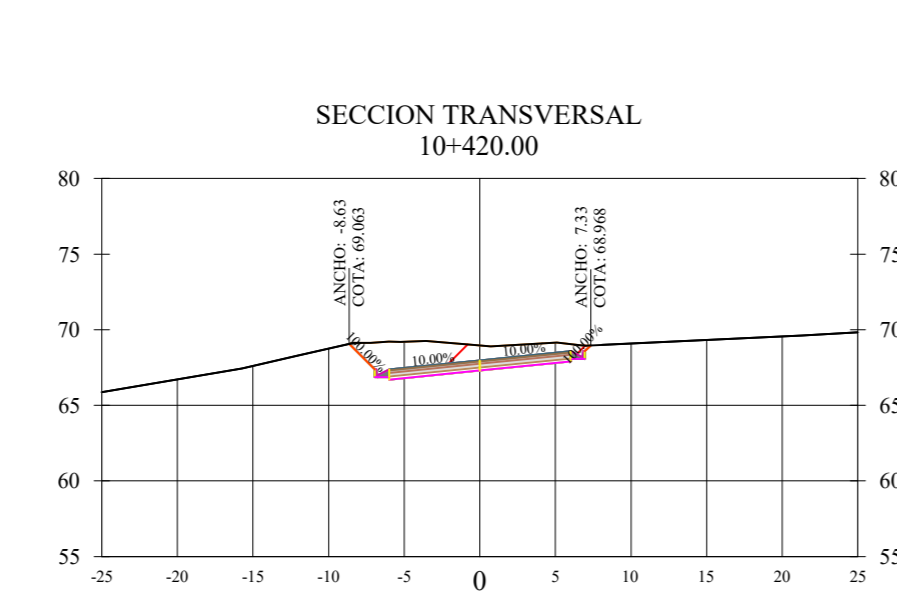
CORTE 76.66 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1961.38 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



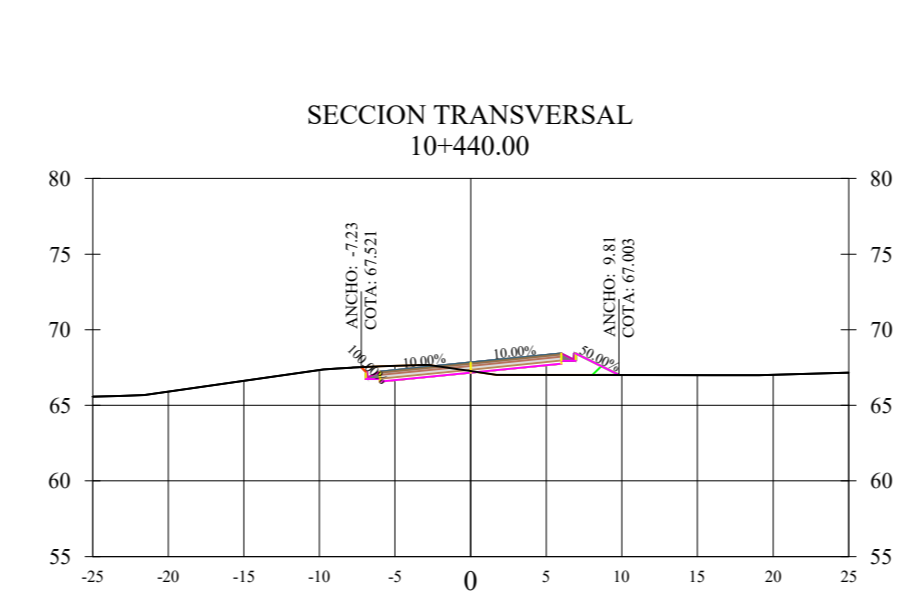
CORTE 73.53 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1803.25 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



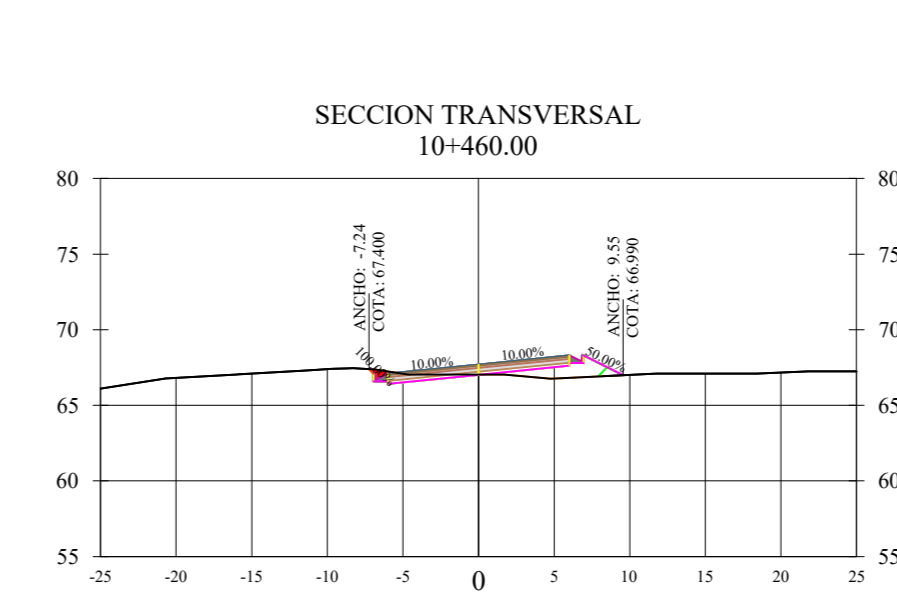
CORTE 52.60 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 1594.36 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³





CORTE 26.15 m²
RELLENO 0.00 m²
VOLUMEN DE CORTE 933.33 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³

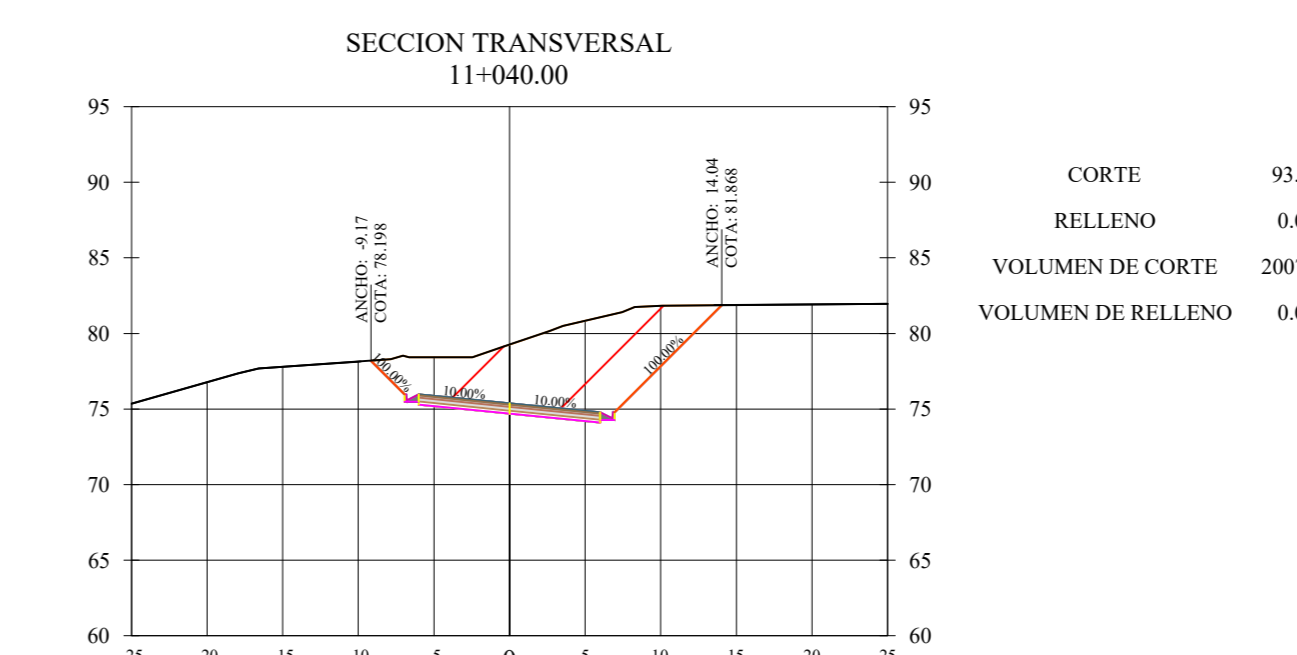
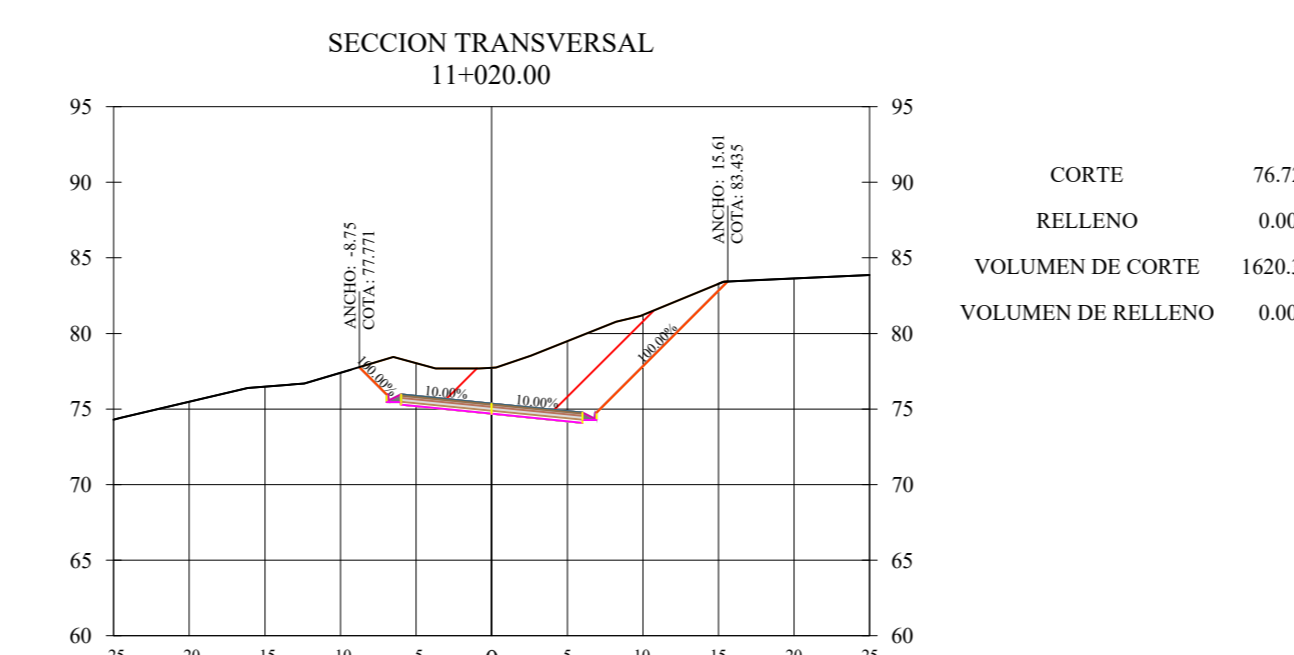
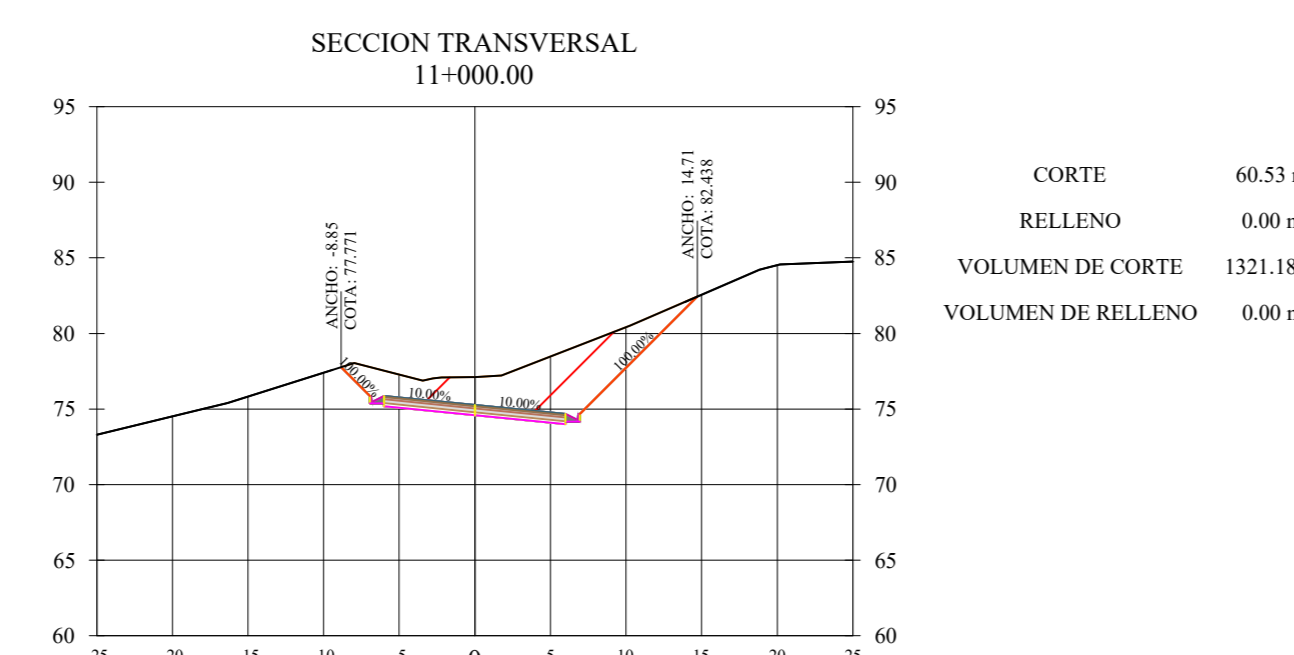
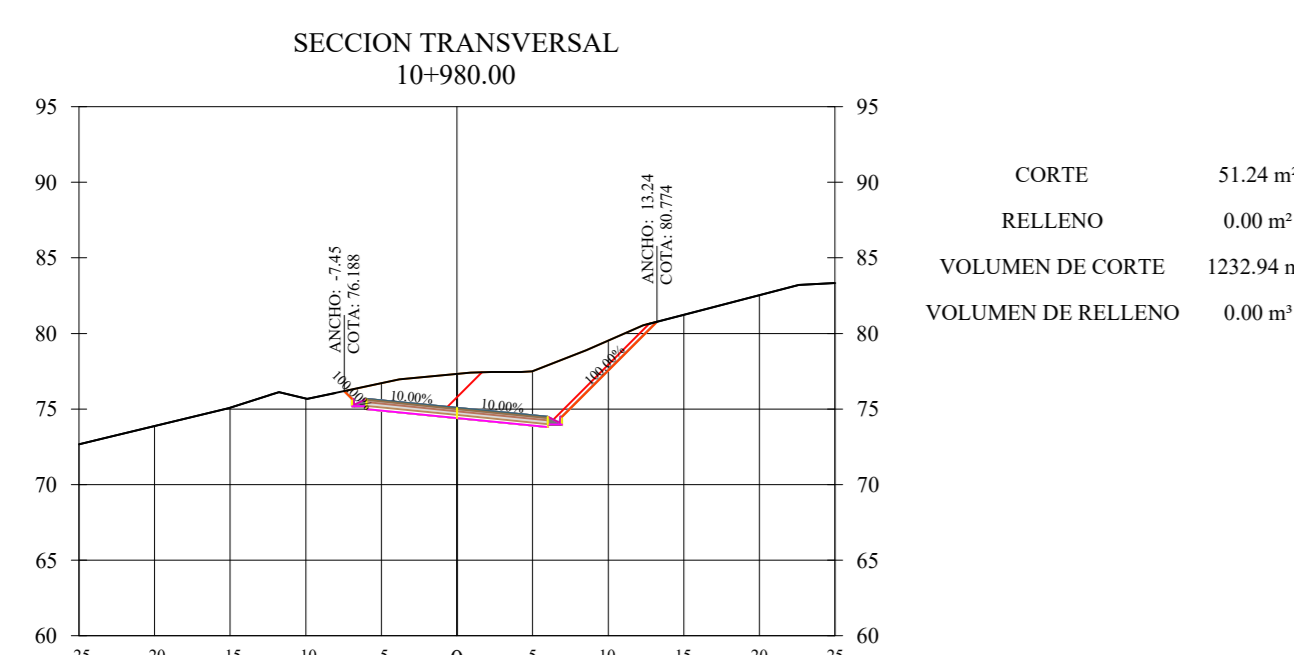
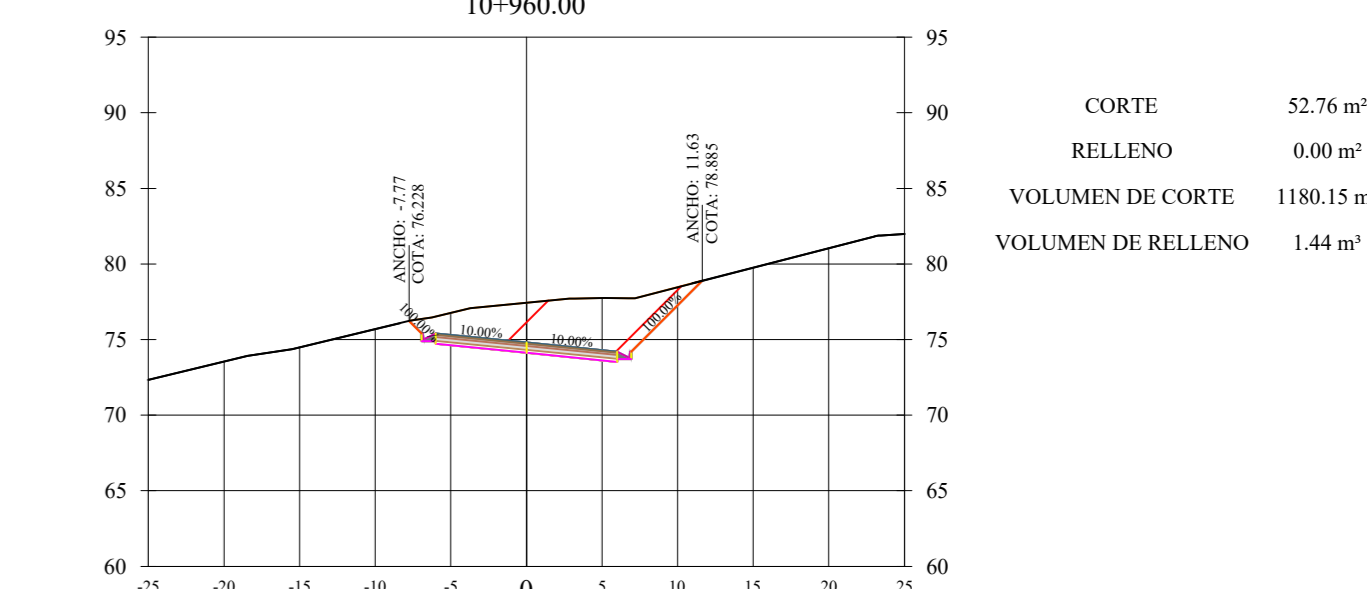
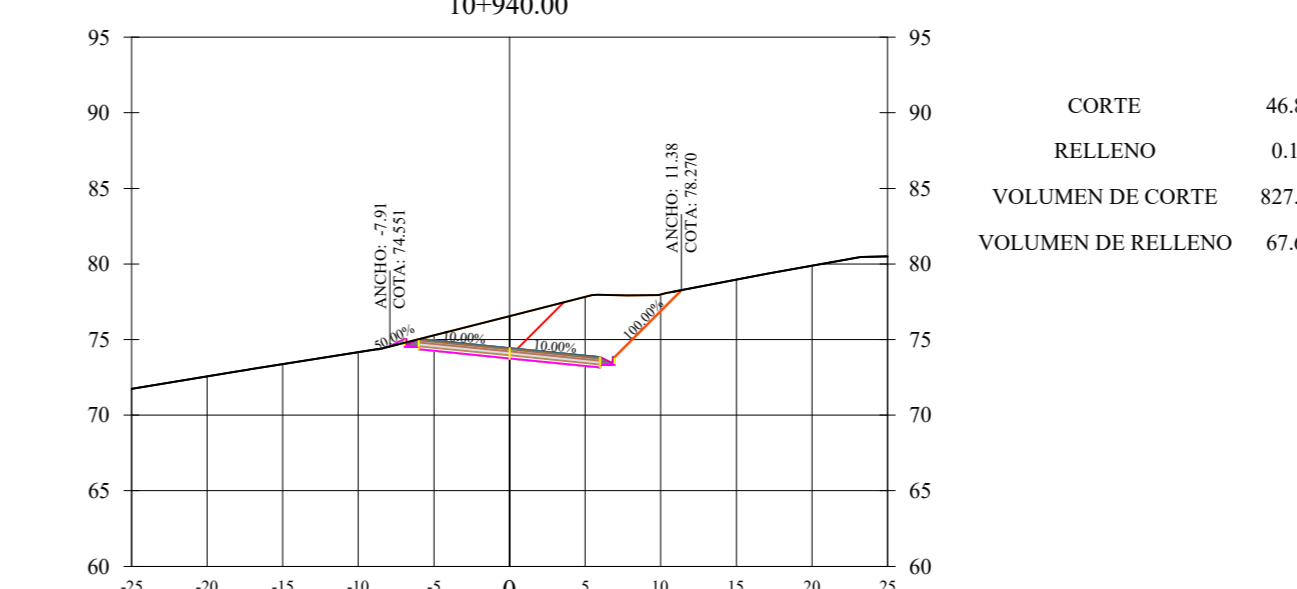
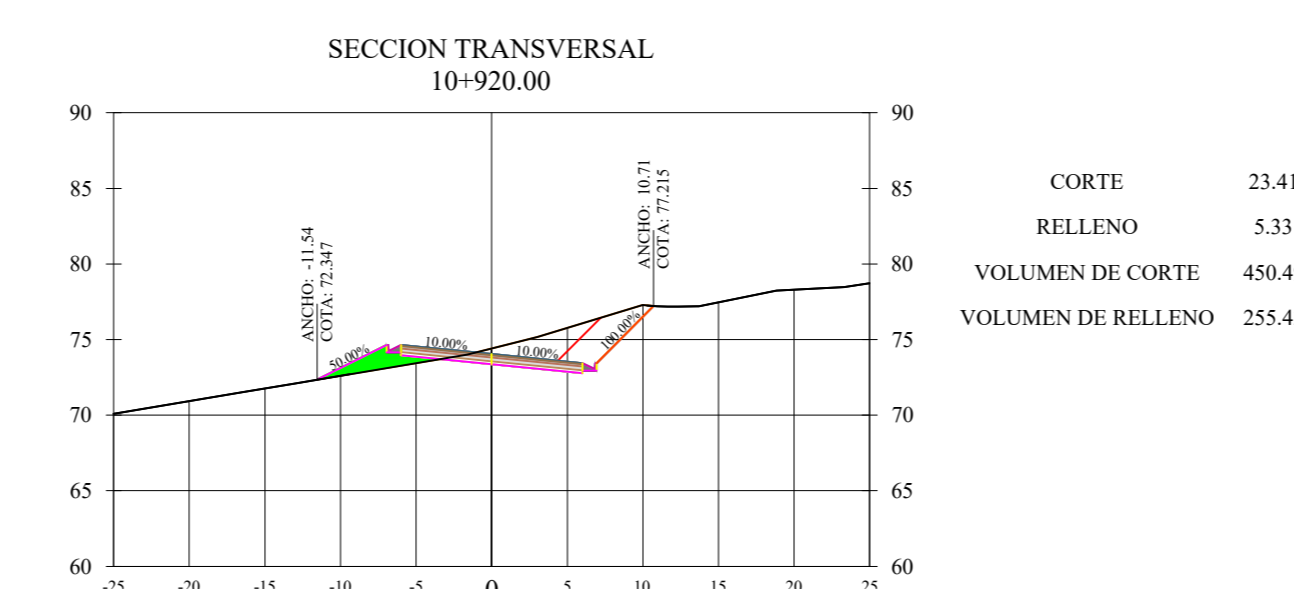
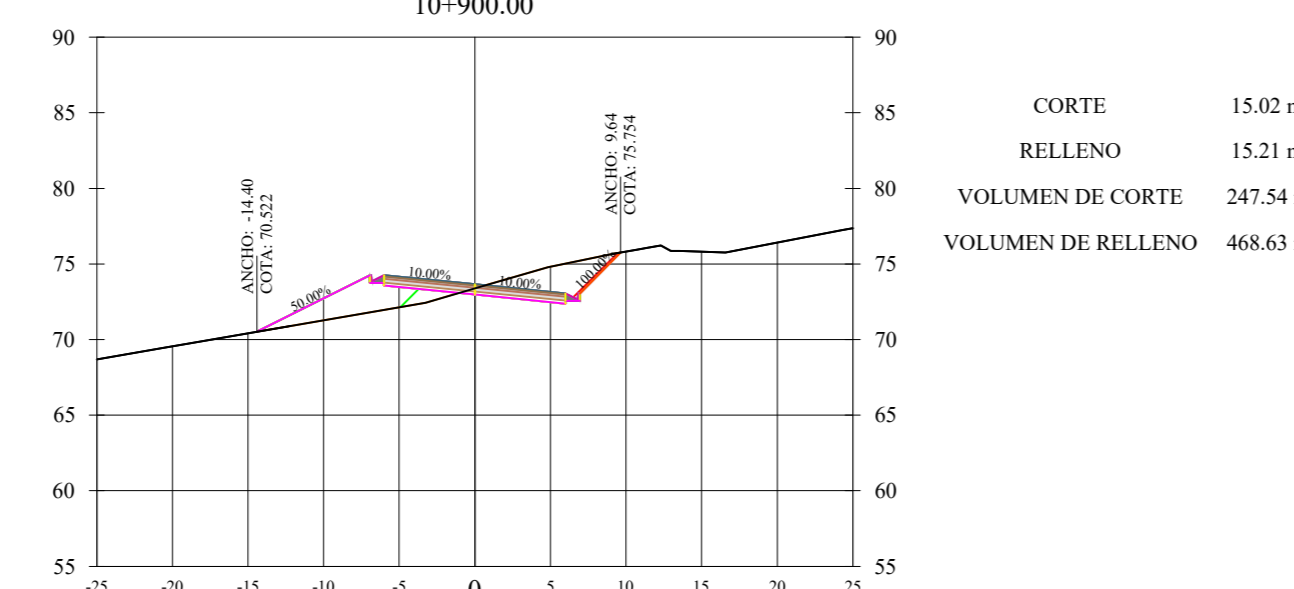
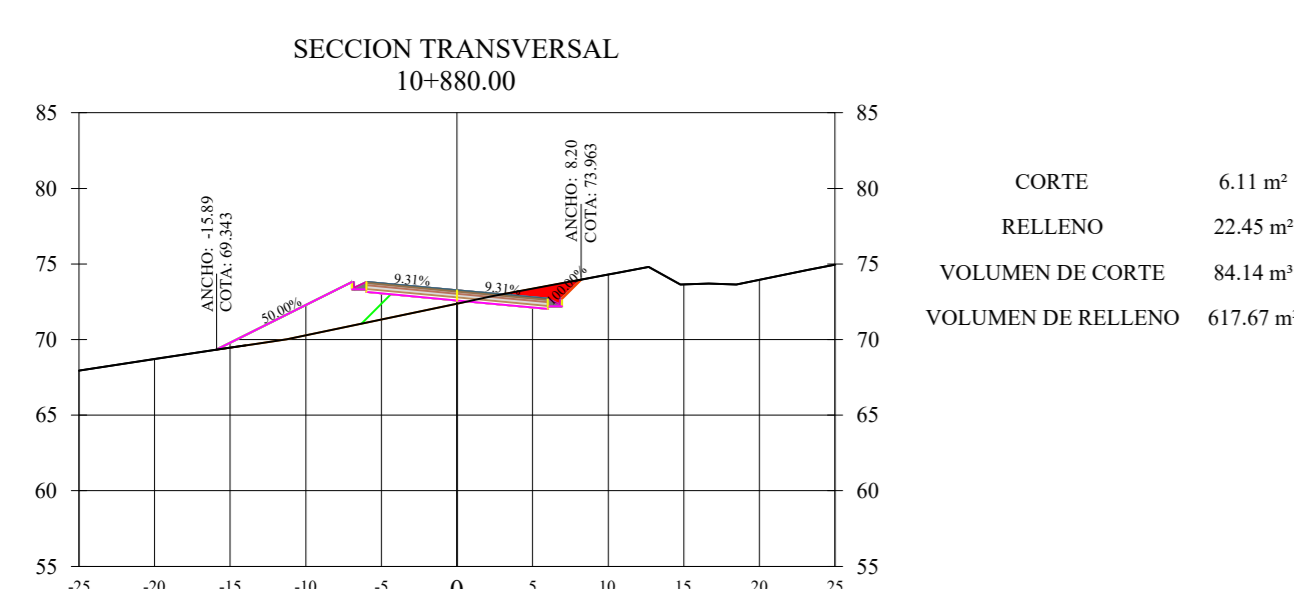
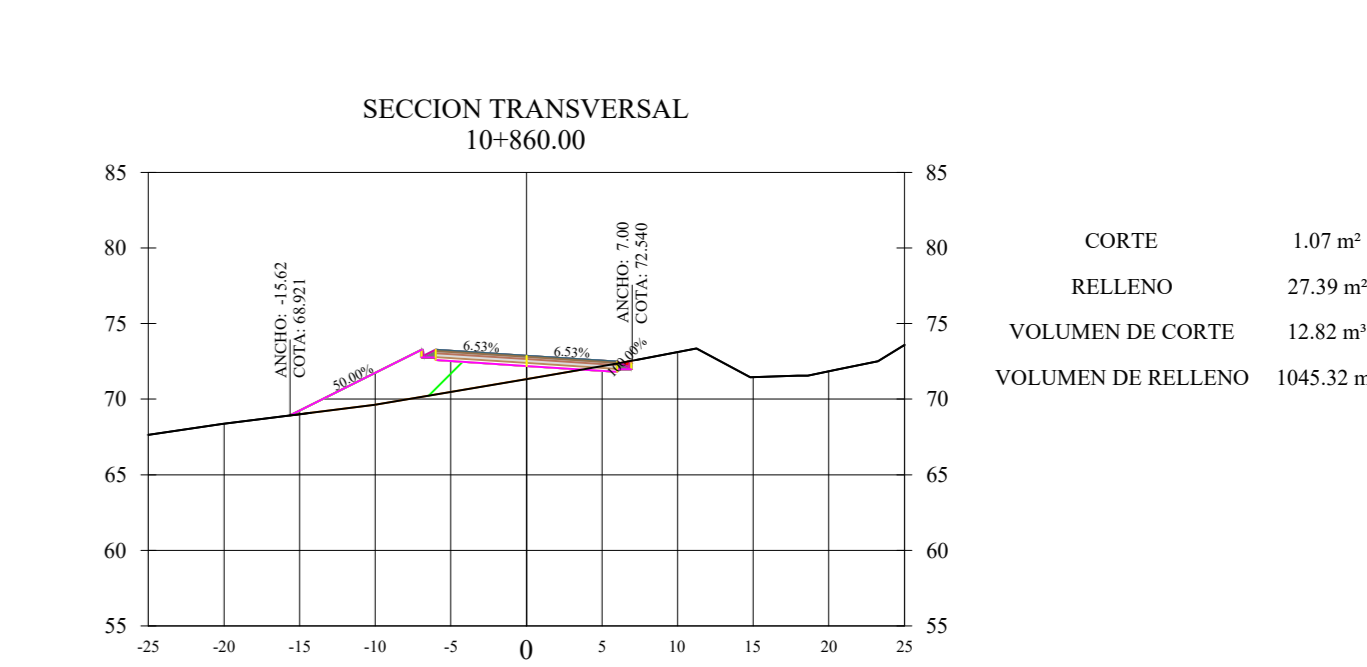
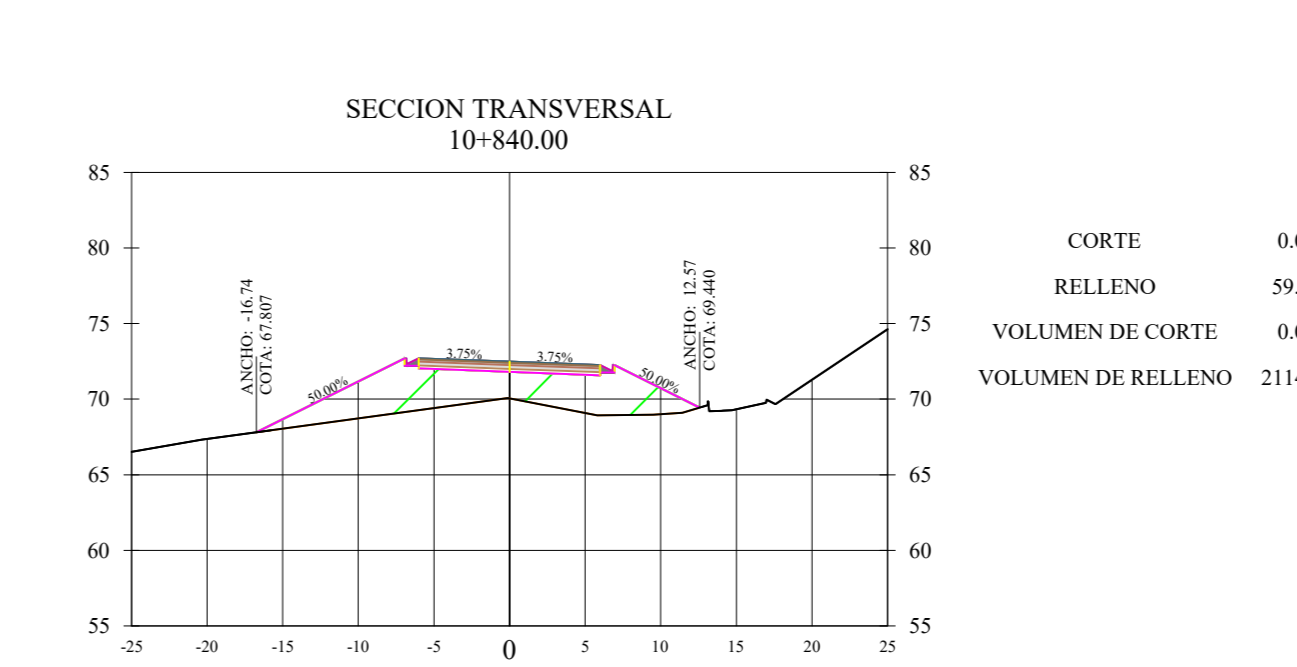
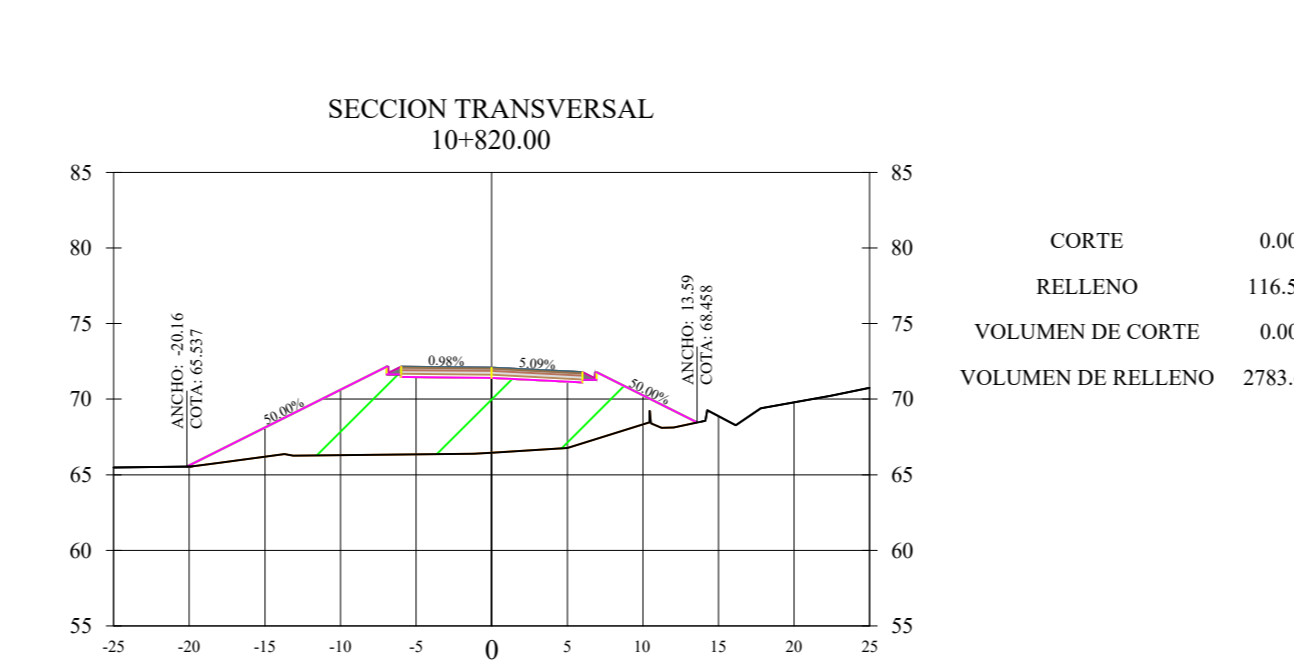
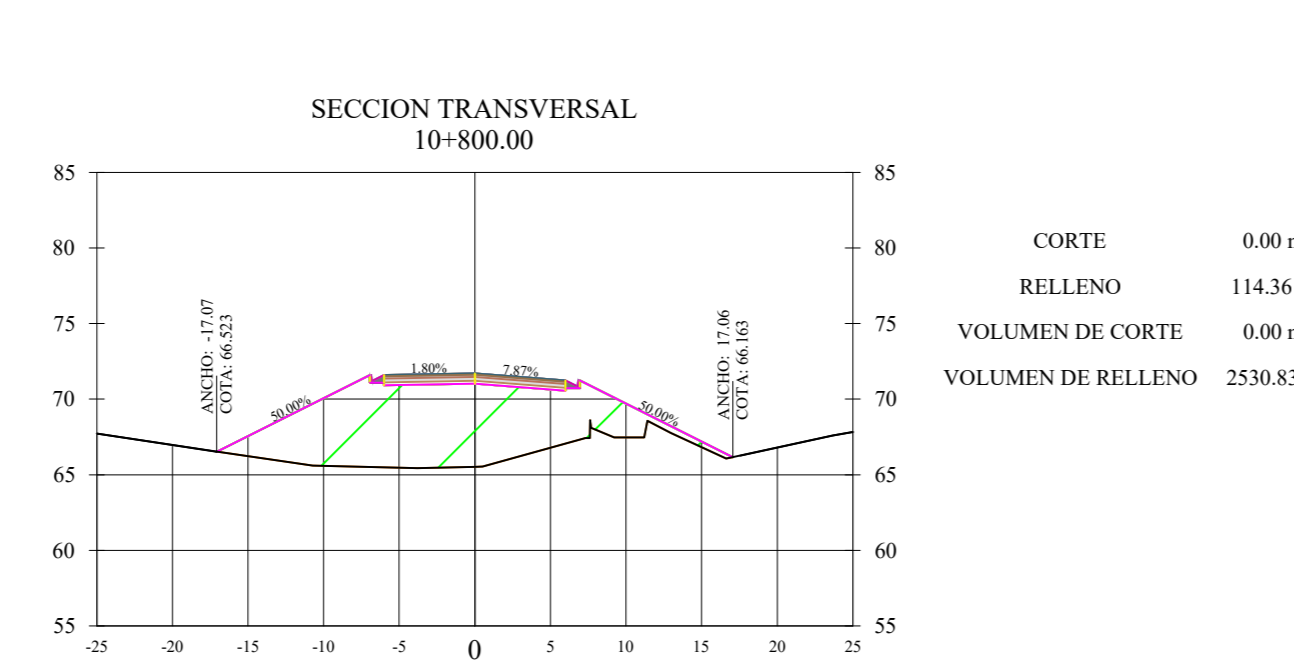
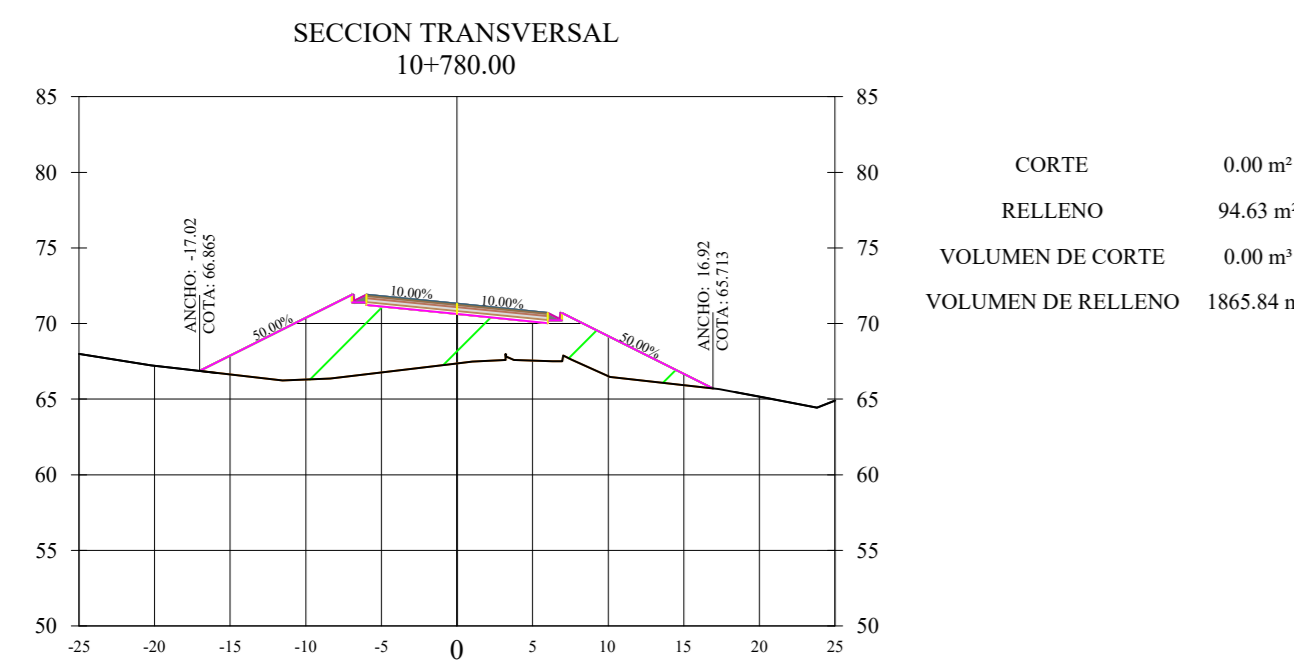
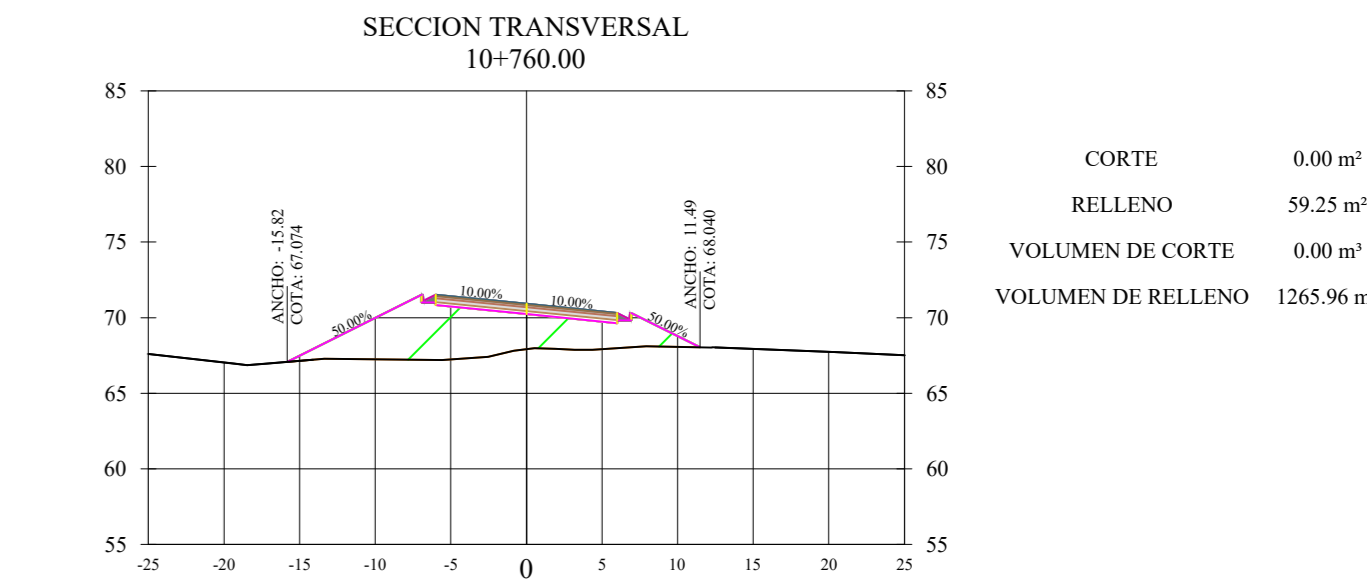
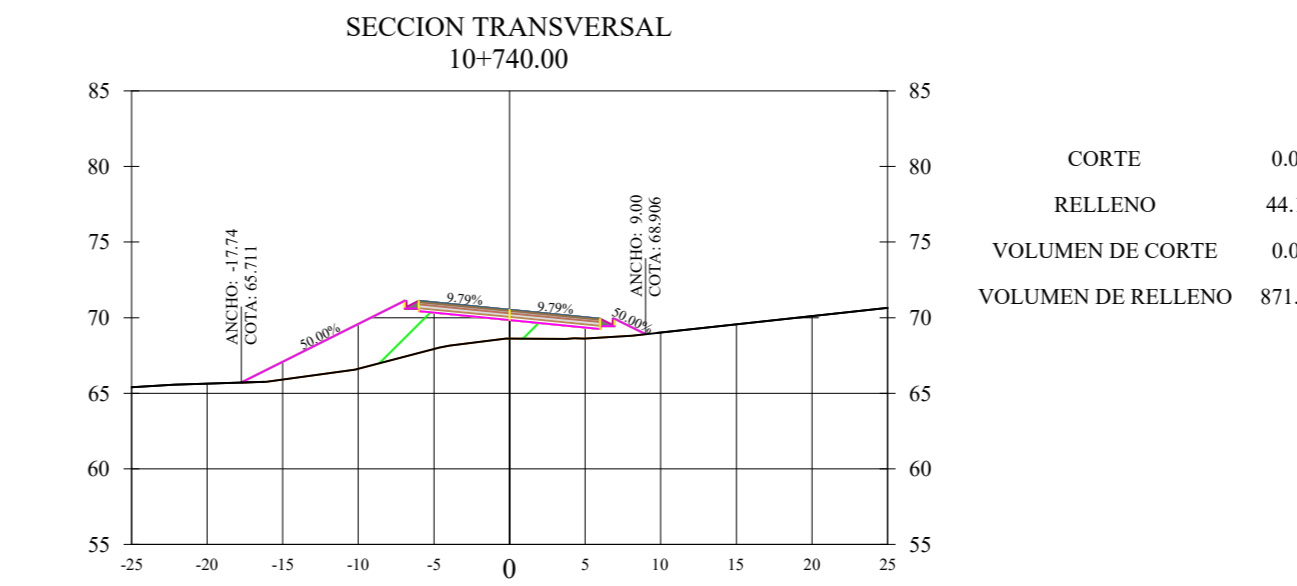
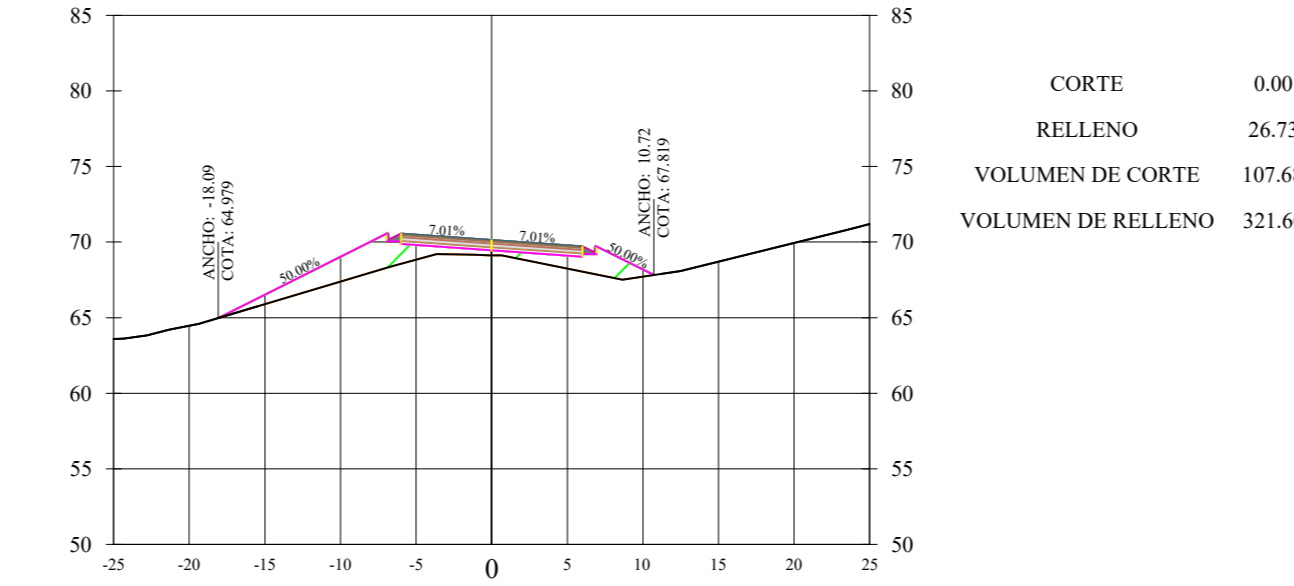
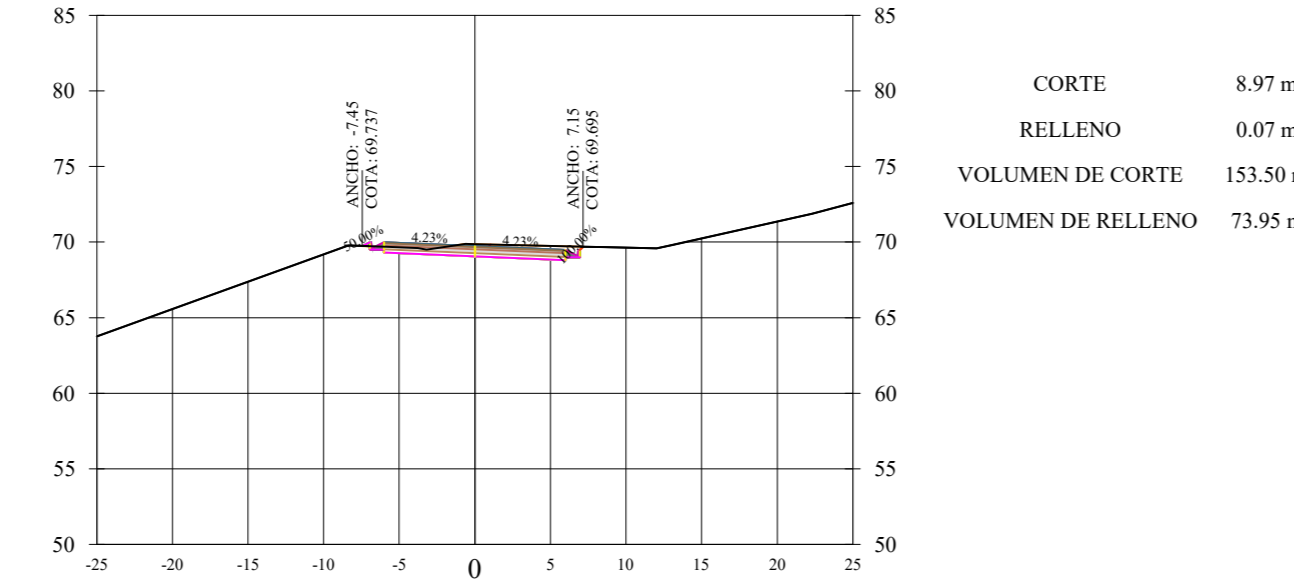
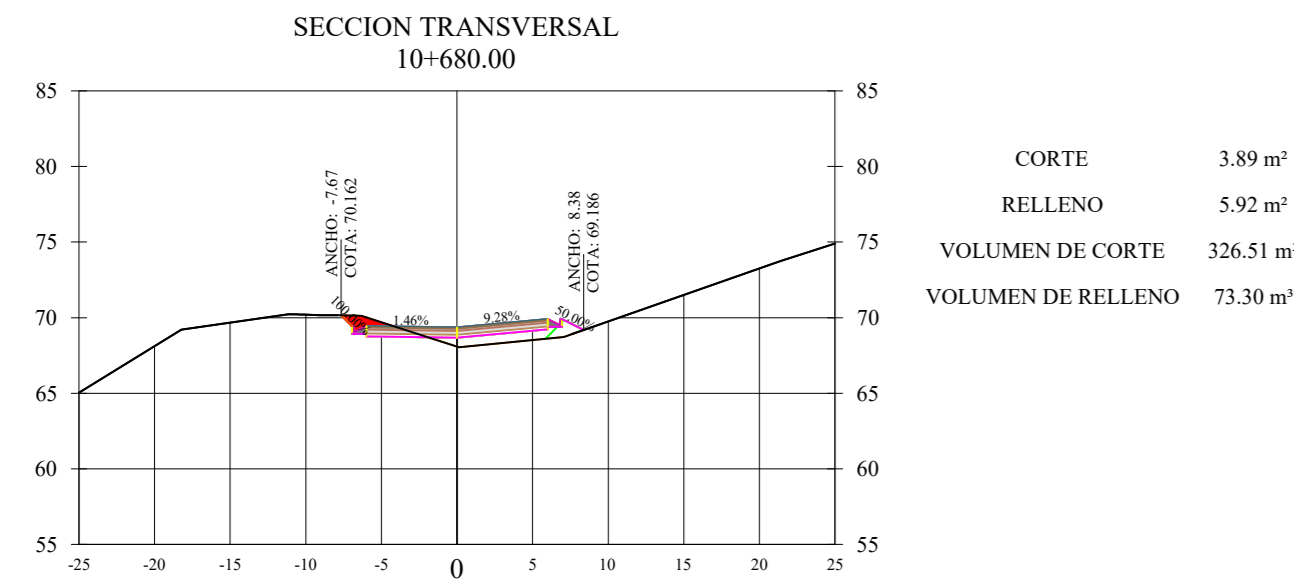
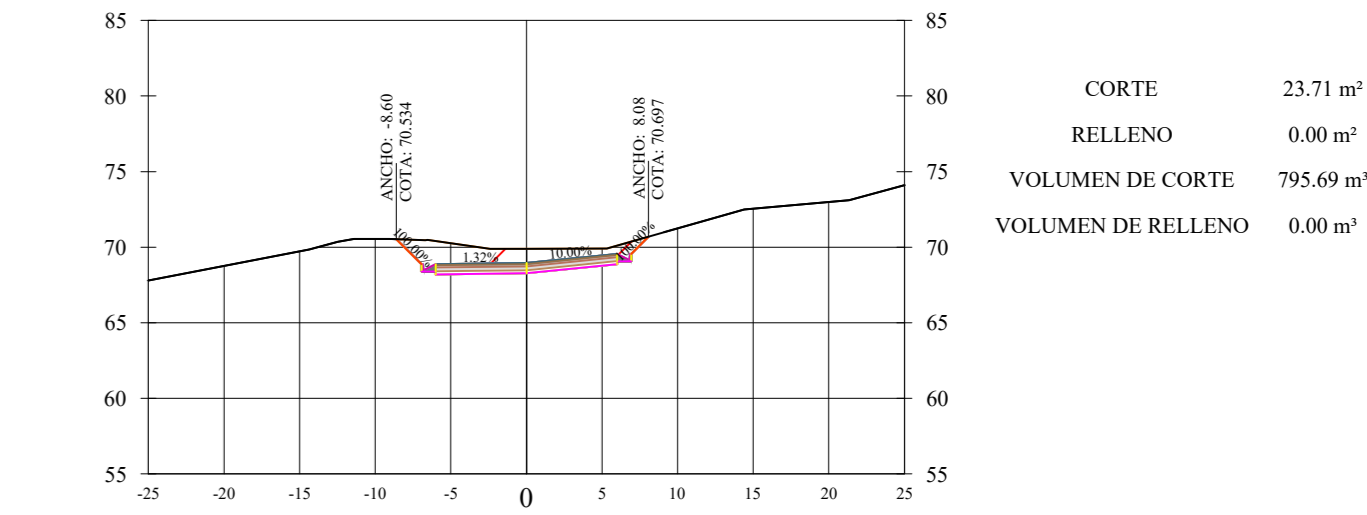
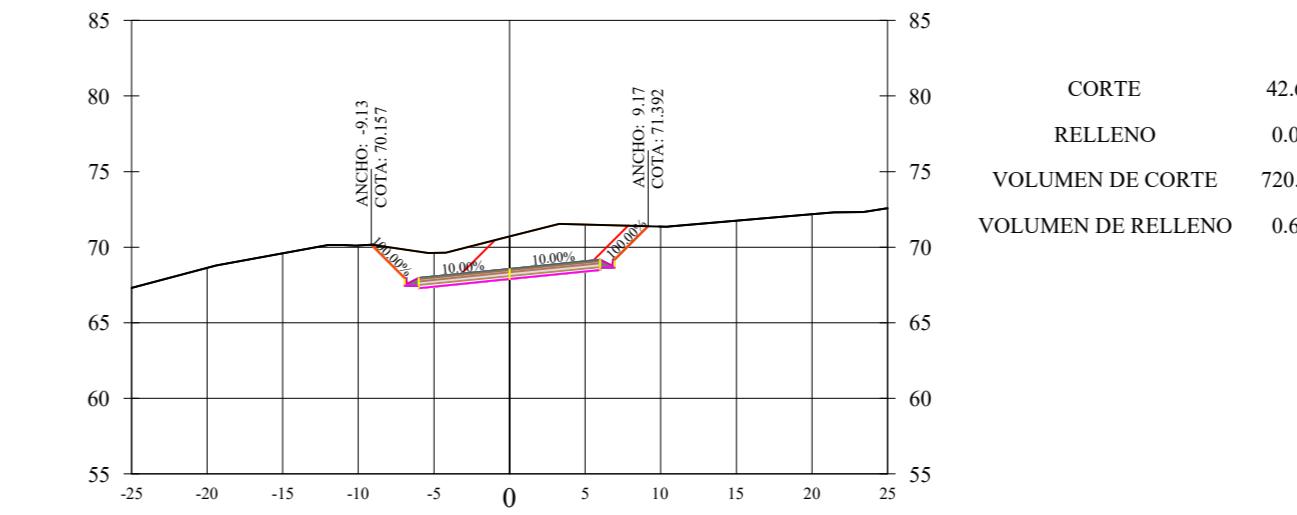
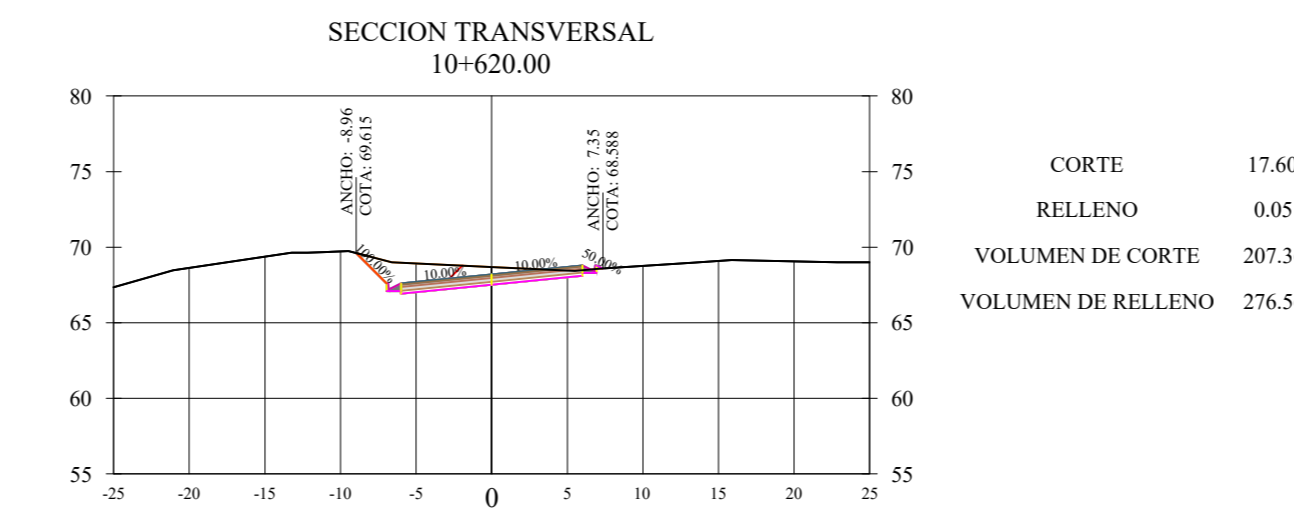
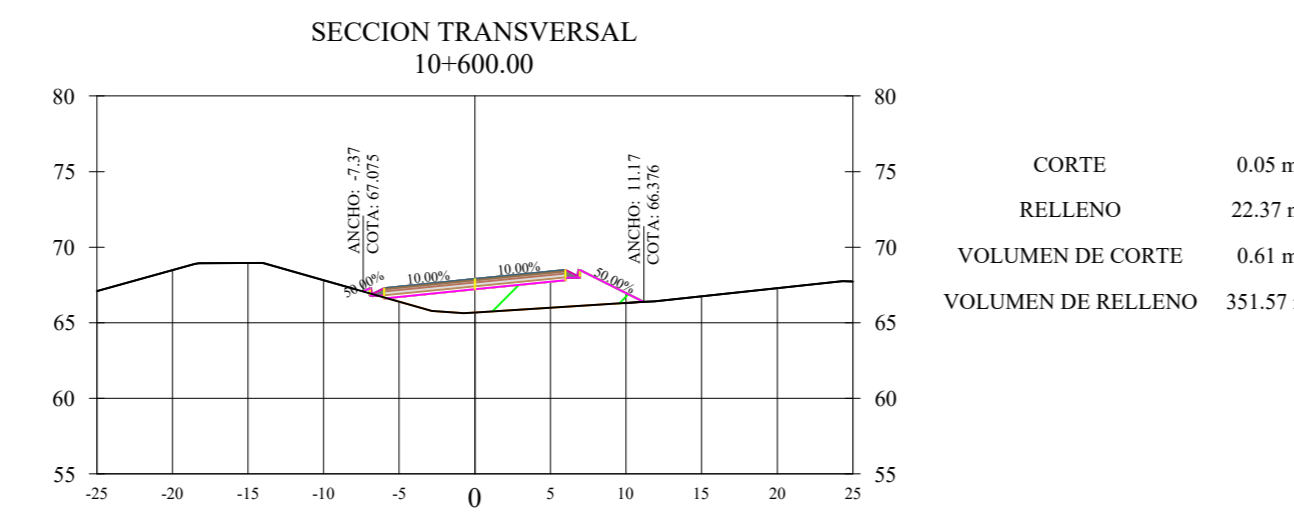
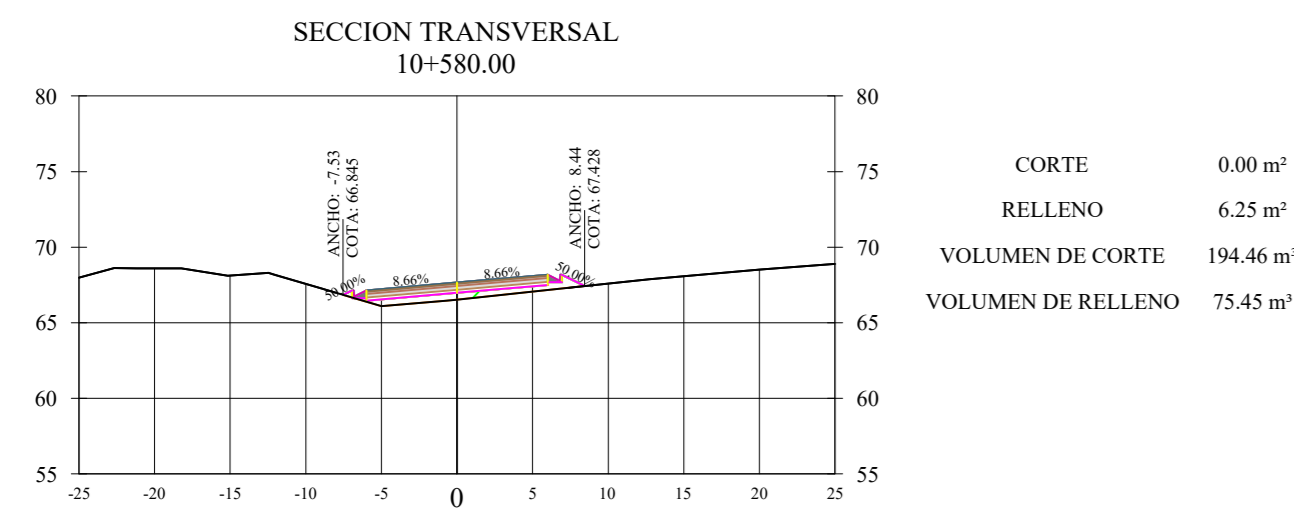
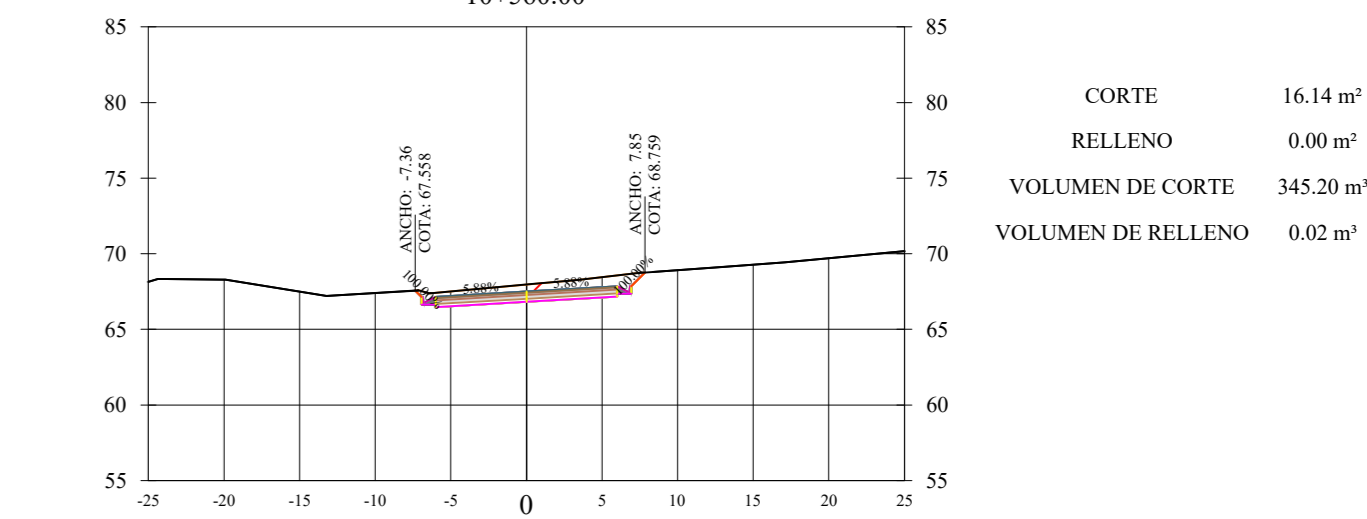
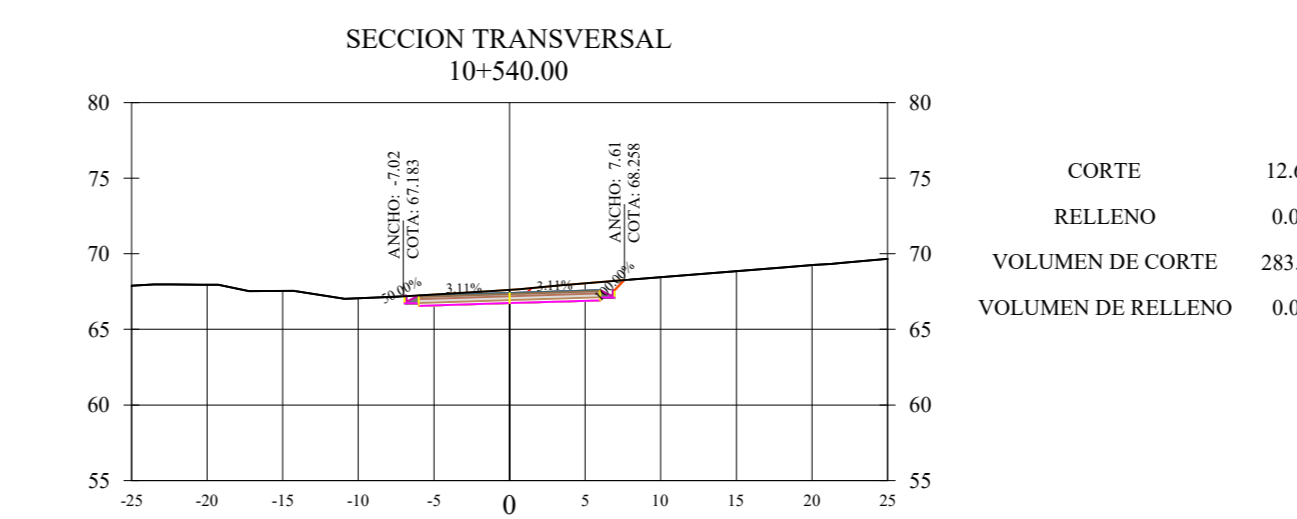
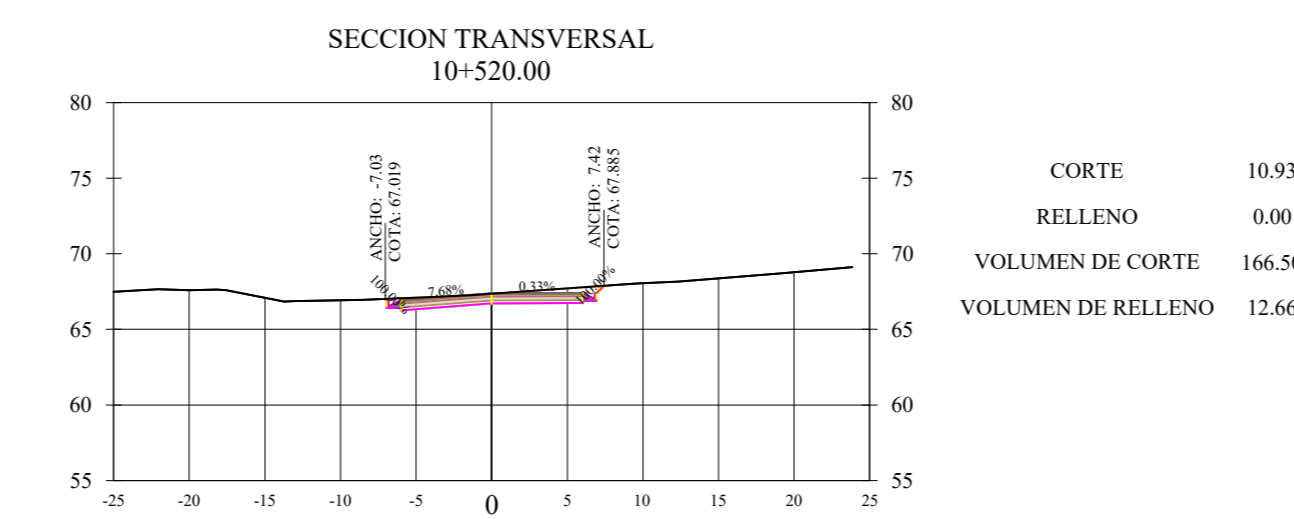
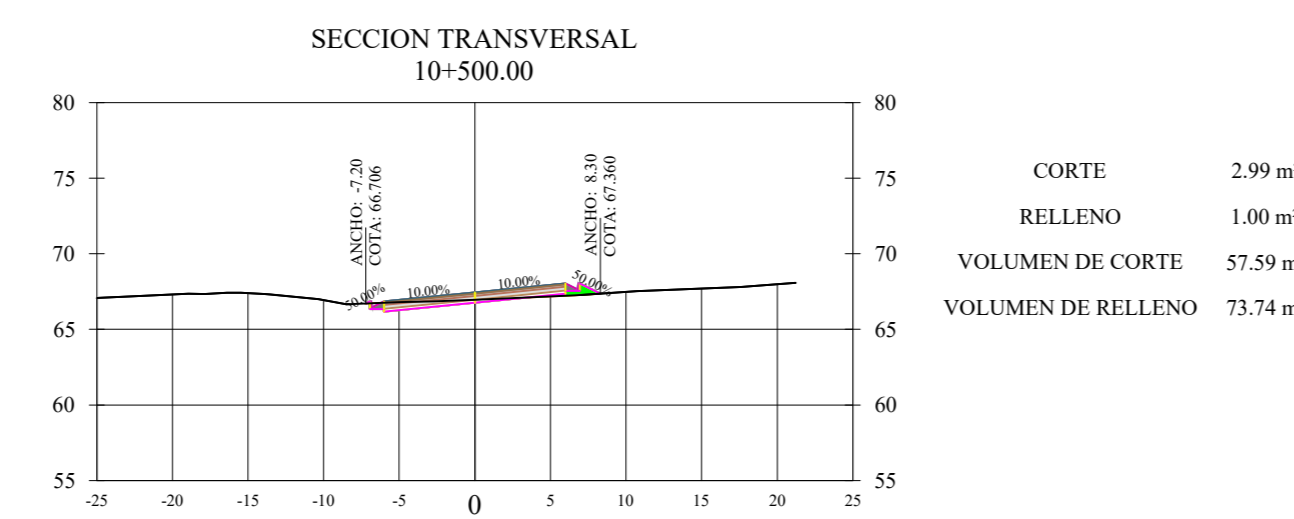
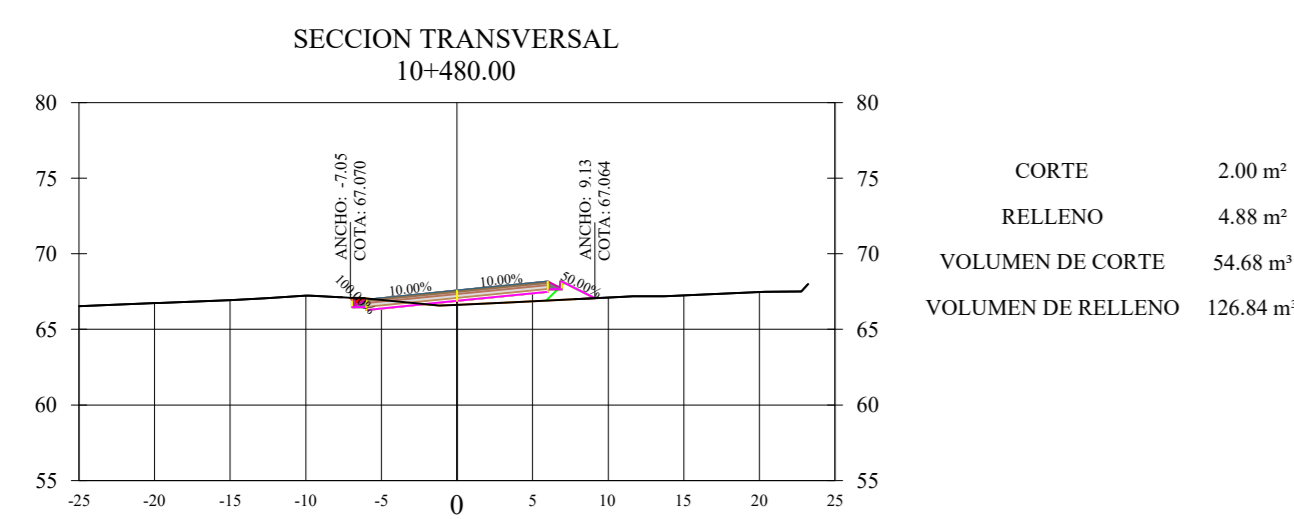


CORTE 5.00 m²
RELLENO 5.46 m²
VOLUMEN DE CORTE 367.53 m³
VOLUMEN DE RELLENO 69.07 m³

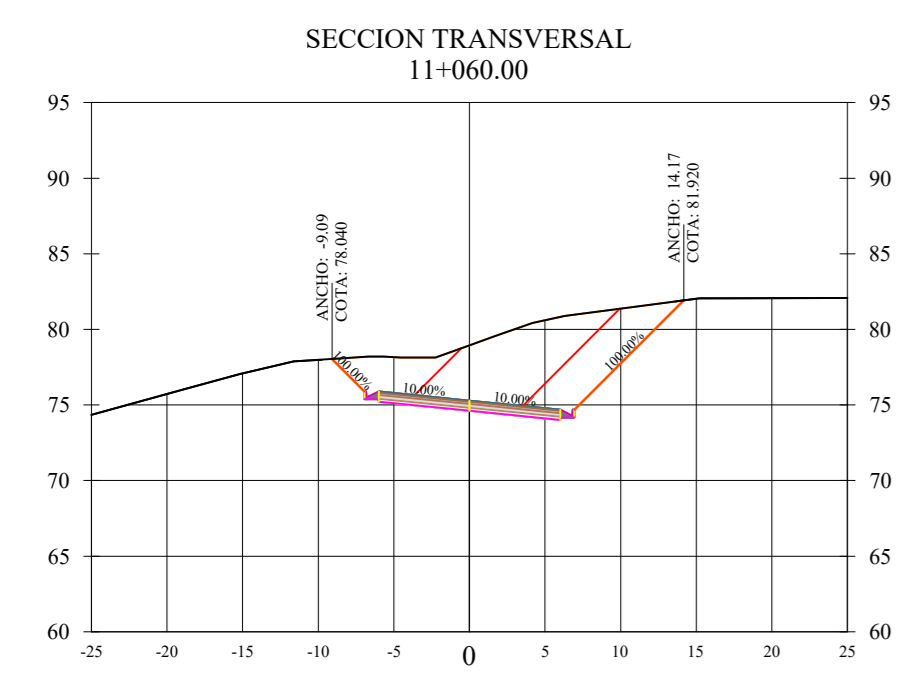


CORTE 2.77 m²
RELLENO 5.20 m²
VOLUMEN DE CORTE 89.62 m³
VOLUMEN DE RELLENO 134.84 m³

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTIENE: Sección Transversal			
CARRETERA CLASE: II	TRAMO: Desde: 9+900.00 Hasta: 10+460.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020
Estado: Definitivo		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	LAMINA: 1013
OBSERVACIONES:		DISEÑO: Egdo. Erick Torres	

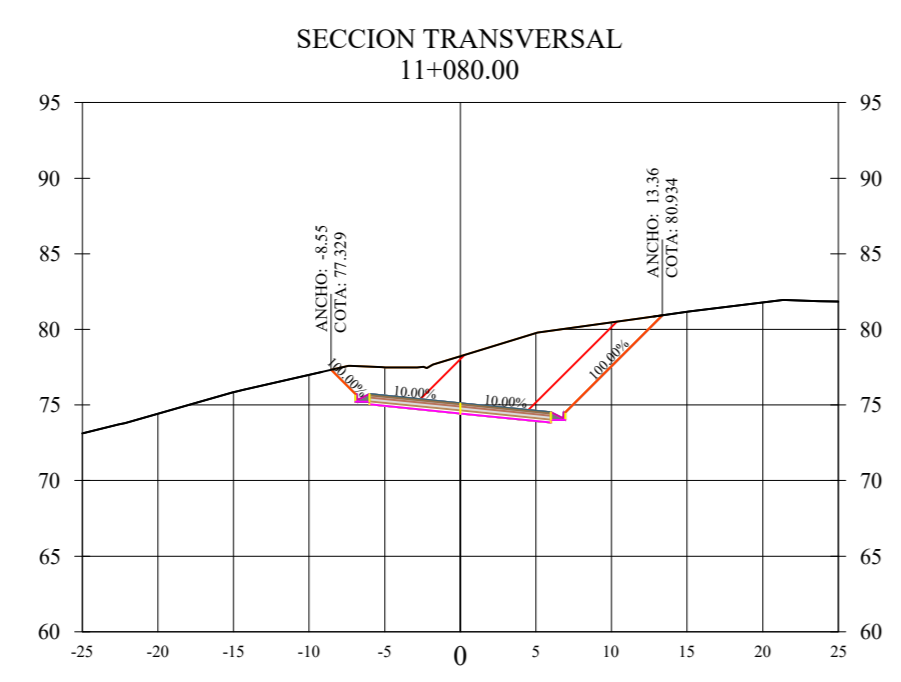


 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTIENE: Sección Transversal			
CARRERA CLASE: II	TRAMO: Desde: 10+480.00 Hasta: 11+040.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020
Estado: Definitivo		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	LAMINA: 1113
OBSERVACIONES:		DISEÑO: Egdo. Erick Torres	



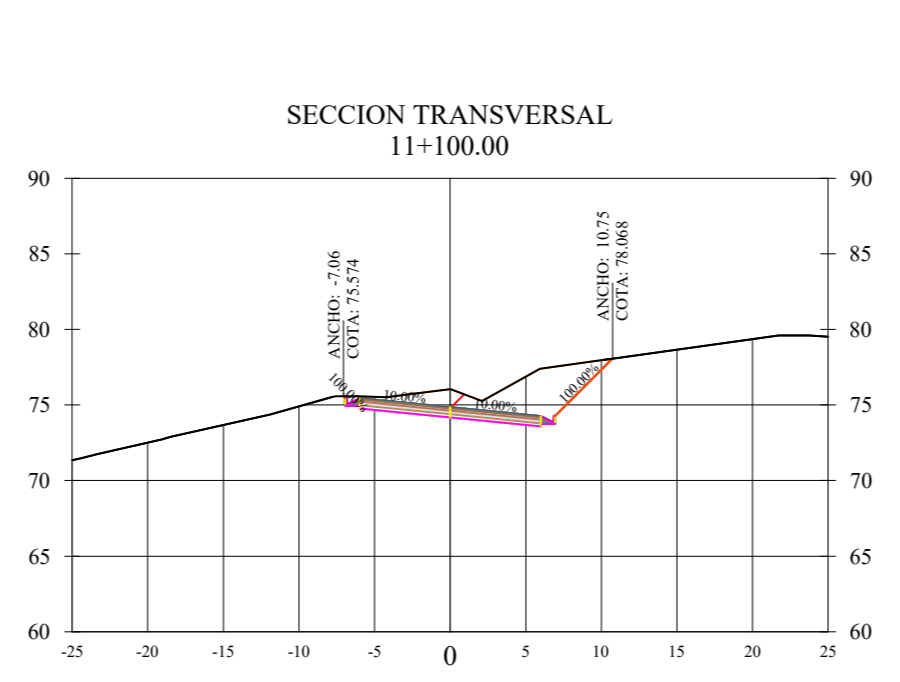
SECCION TRANSVERSAL
11+060.00

CORTE 88.38 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 2147.18 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



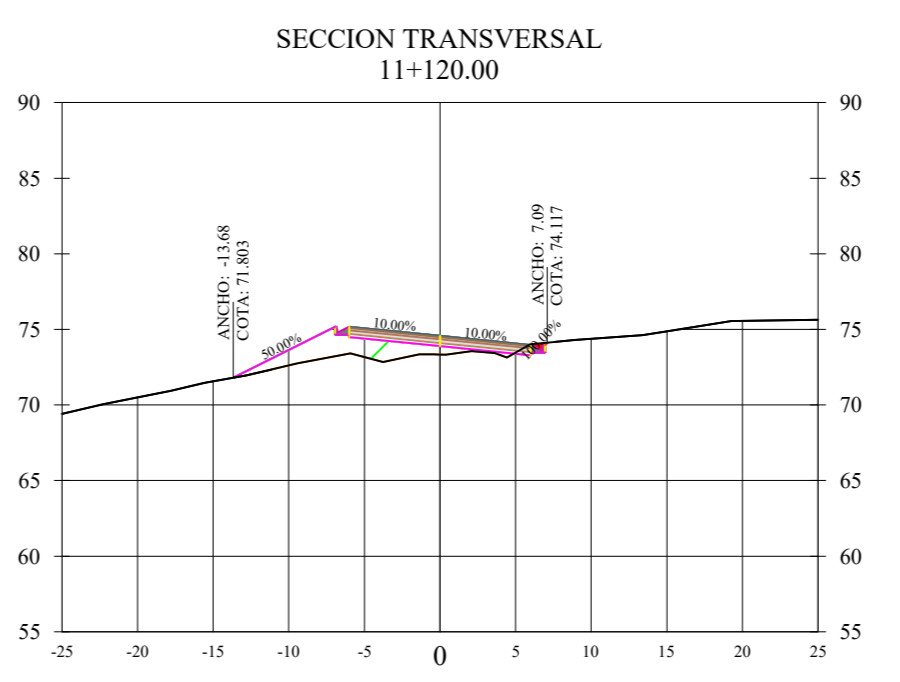
SECCION TRANSVERSAL
11+080.00

CORTE 74.41 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 1925.50 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



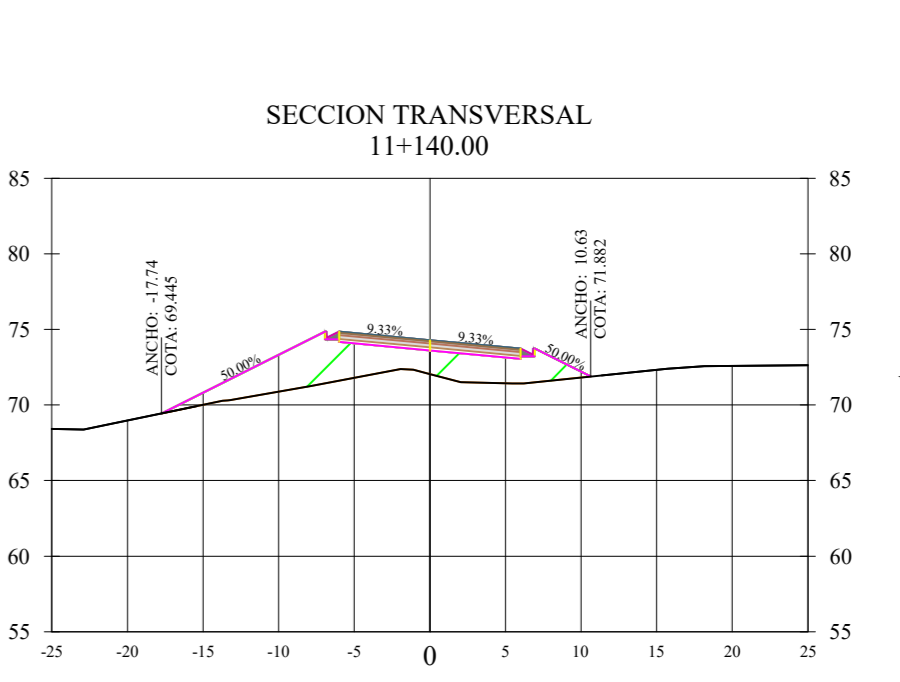
SECCION TRANSVERSAL
11+100.00

CORTE 31.96 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 1247.45 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



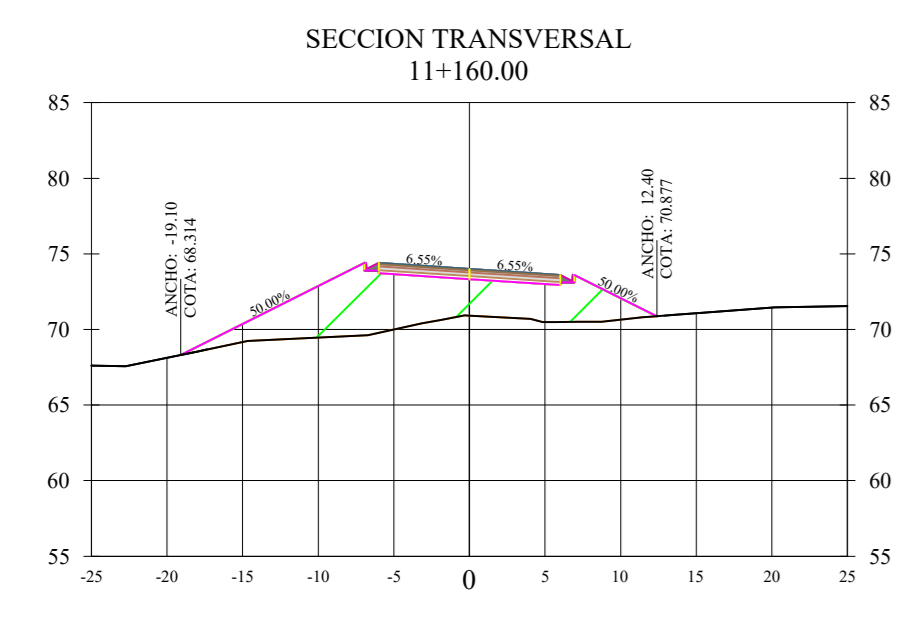
SECCION TRANSVERSAL
11+120.00

CORTE 0.97 m³
RELLENO 15.16 m³
VOLUMEN DE CORTE 378.34 m³
VOLUMEN DE RELLENO 186.94 m³



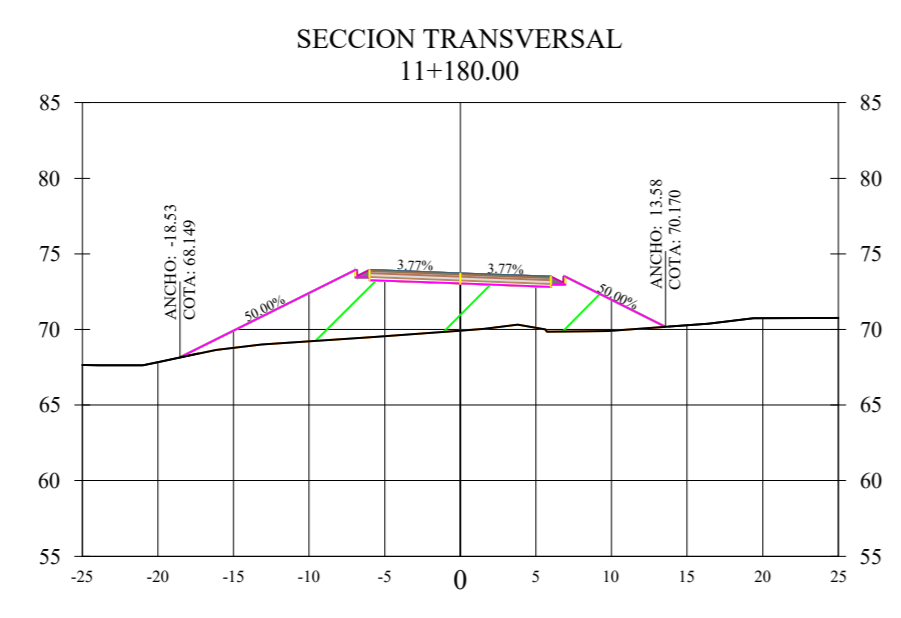
SECCION TRANSVERSAL
11+140.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 47.55 m³
VOLUMEN DE CORTE 11.50 m³
VOLUMEN DE RELLENO 771.86 m³



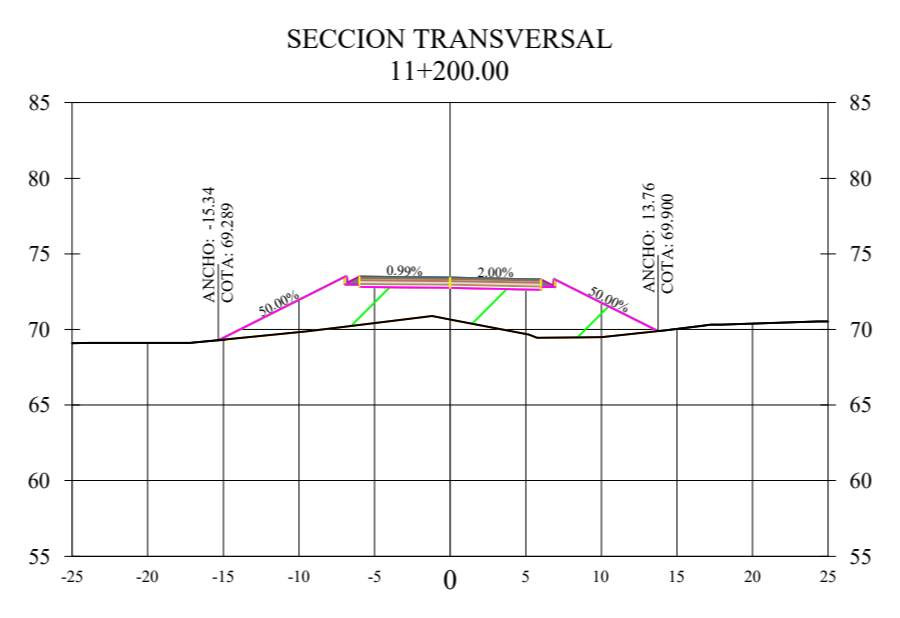
SECCION TRANSVERSAL
11+160.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 74.63 m³
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 1492.84 m³



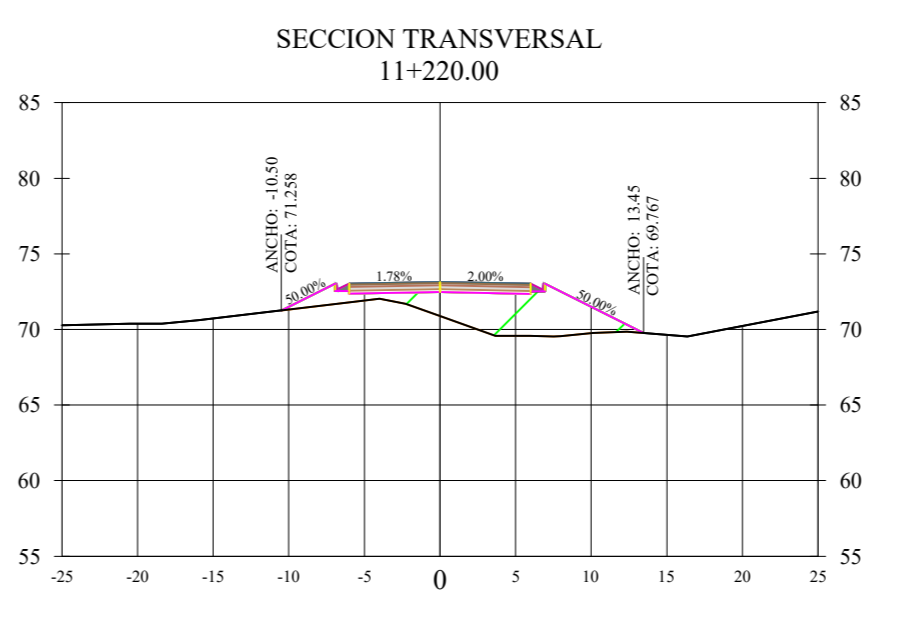
SECCION TRANSVERSAL
11+180.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 81.17 m³
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 1869.02 m³



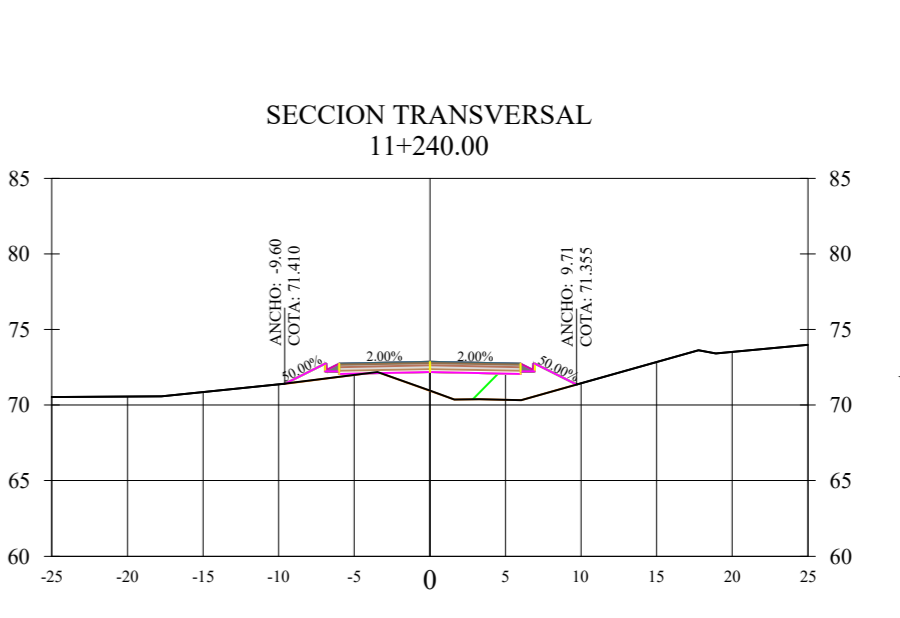
SECCION TRANSVERSAL
11+200.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 42.17 m³
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 1719.45 m³



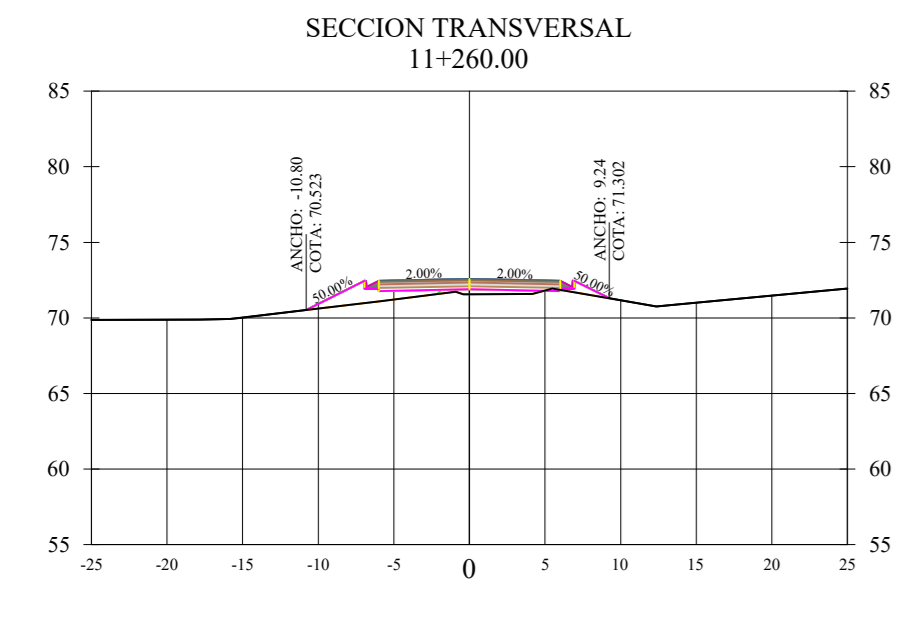
SECCION TRANSVERSAL
11+220.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 35.96 m³
VOLUMEN DE CORTE 0.00 m³
VOLUMEN DE RELLENO 1177.57 m³



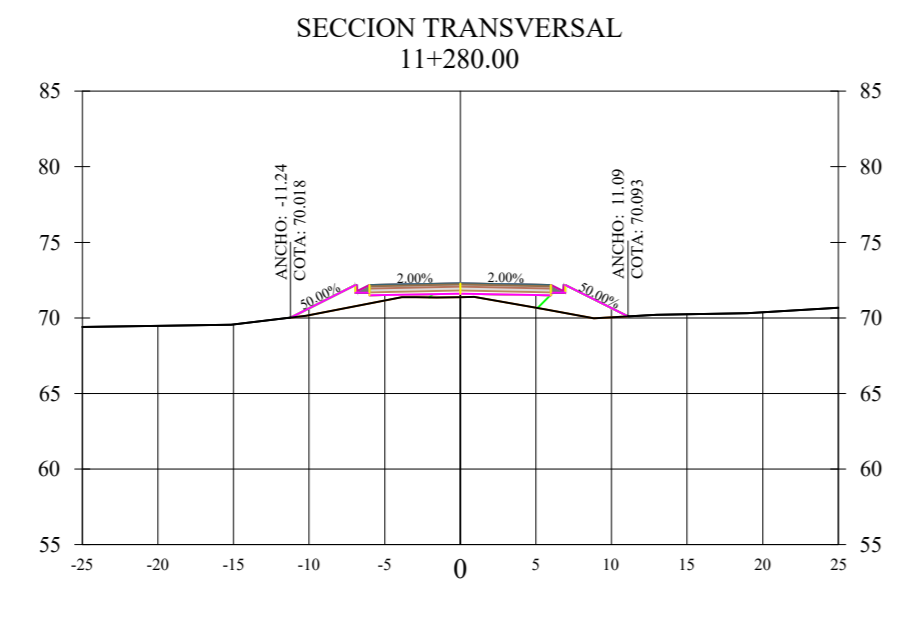
SECCION TRANSVERSAL
11+240.00

CORTE 0.03 m³
RELLENO 18.67 m³
VOLUMEN DE CORTE 0.34 m³
VOLUMEN DE RELLENO 655.58 m³



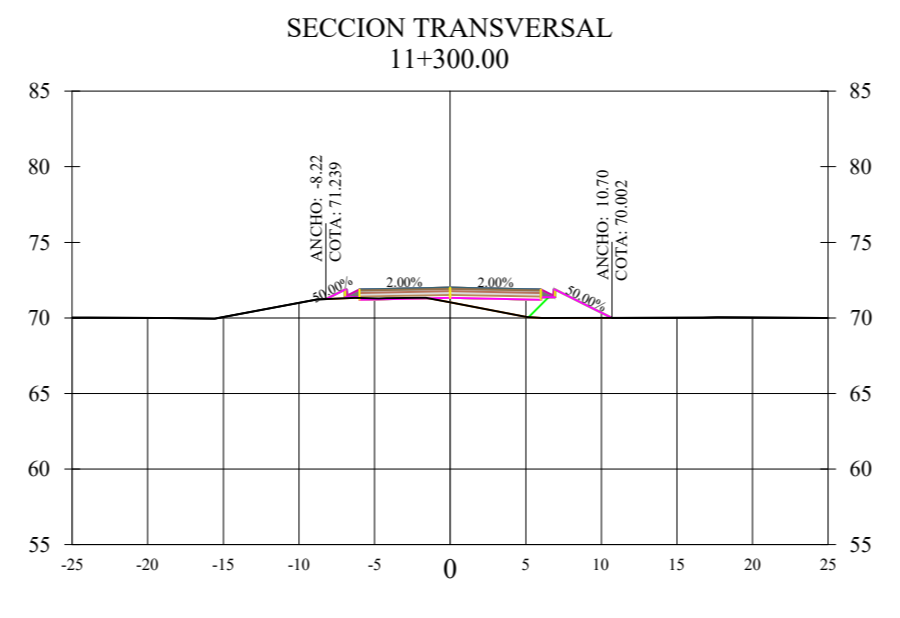
SECCION TRANSVERSAL
11+260.00

CORTE 0.11 m³
RELLENO 8.37 m³
VOLUMEN DE CORTE 1.44 m³
VOLUMEN DE RELLENO 324.42 m³



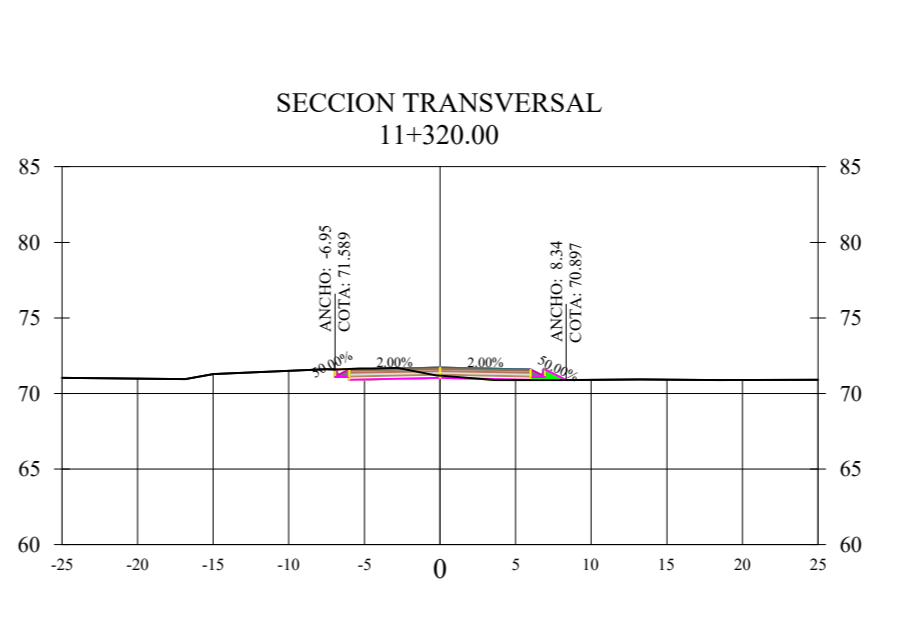
SECCION TRANSVERSAL
11+280.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 14.23 m³
VOLUMEN DE CORTE 1.30 m³
VOLUMEN DE RELLENO 271.15 m³



SECCION TRANSVERSAL
11+300.00

CORTE 0.27 m³
RELLENO 10.30 m³
VOLUMEN DE CORTE 3.19 m³
VOLUMEN DE RELLENO 294.39 m³



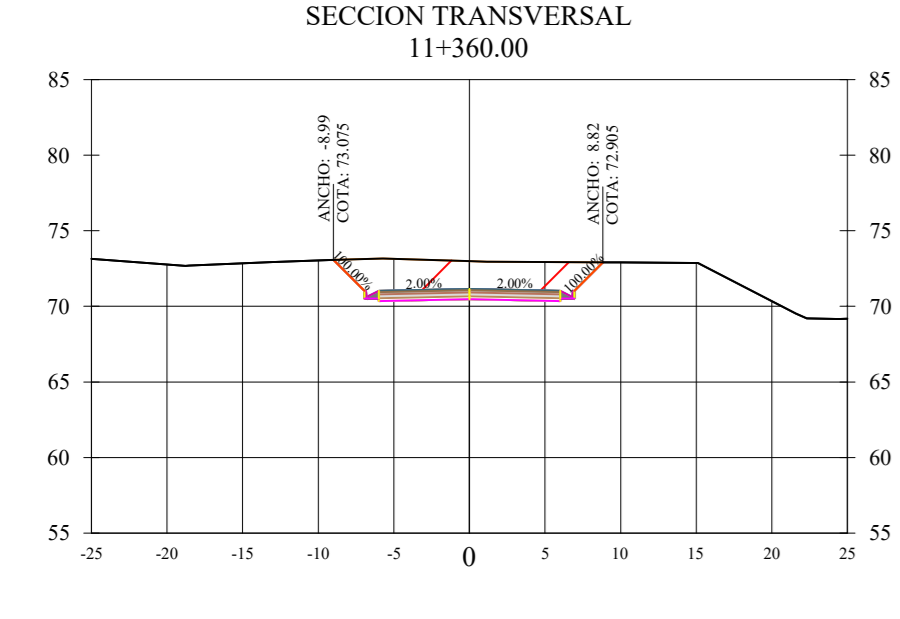
SECCION TRANSVERSAL
11+320.00

CORTE 4.06 m³
RELLENO 0.87 m³
VOLUMEN DE CORTE 51.90 m³
VOLUMEN DE RELLENO 134.11 m³



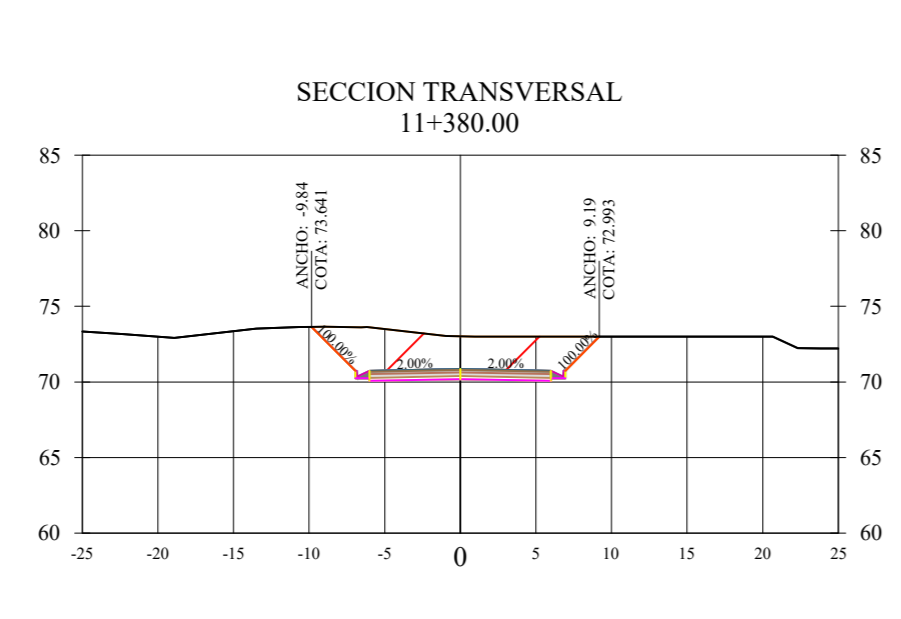
SECCION TRANSVERSAL
11+340.00

CORTE 18.82 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 274.54 m³
VOLUMEN DE RELLENO 10.49 m³



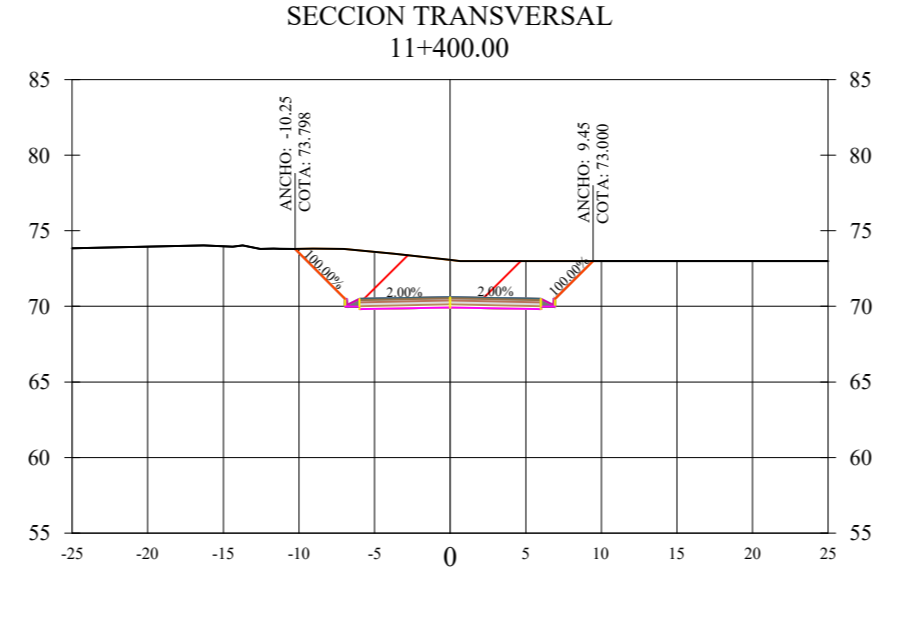
SECCION TRANSVERSAL
11+360.00

CORTE 39.97 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 705.48 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



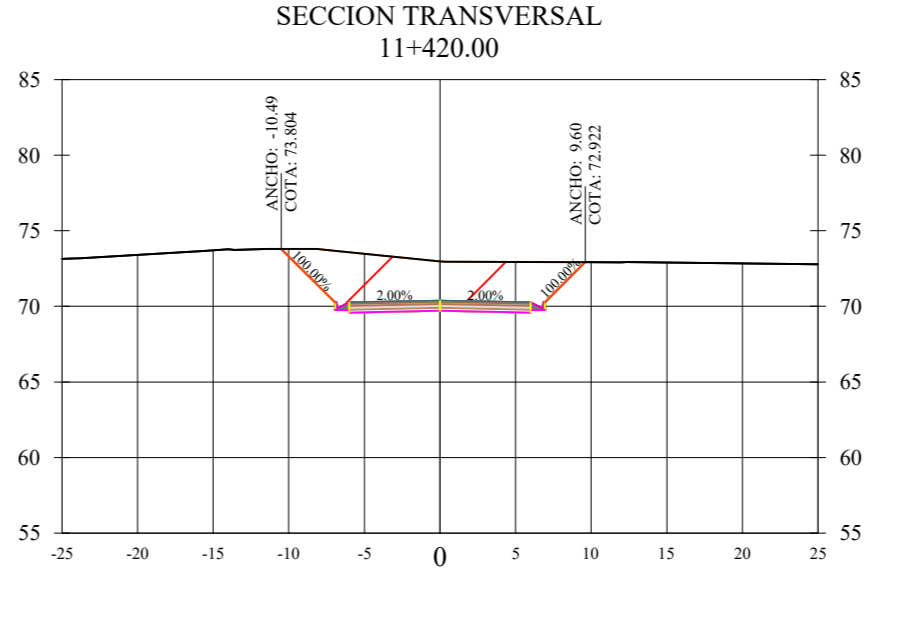
SECCION TRANSVERSAL
11+380.00

CORTE 48.61 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 1062.96 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



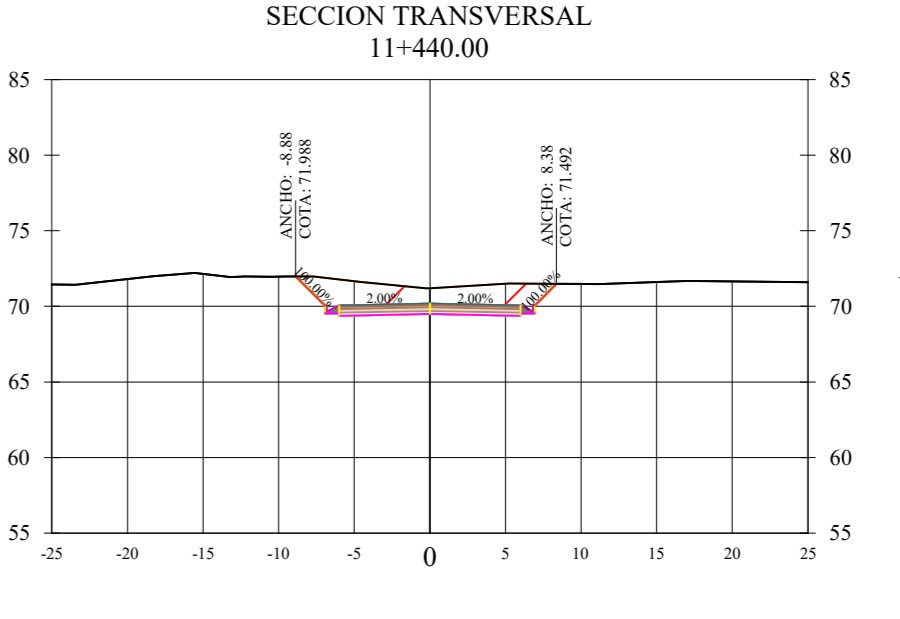
SECCION TRANSVERSAL
11+400.00

CORTE 54.95 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 1242.70 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



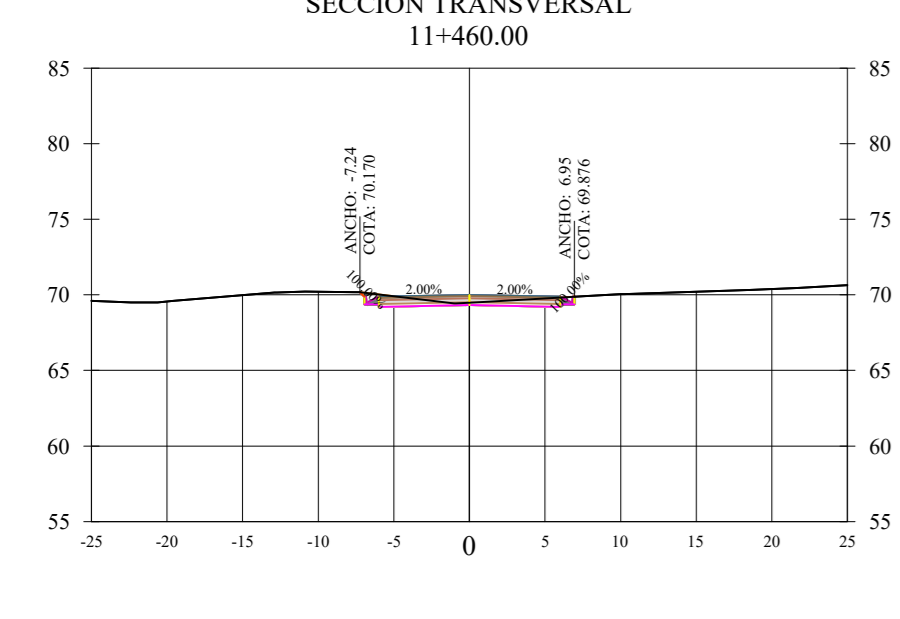
SECCION TRANSVERSAL
11+420.00

CORTE 58.07 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 1356.21 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



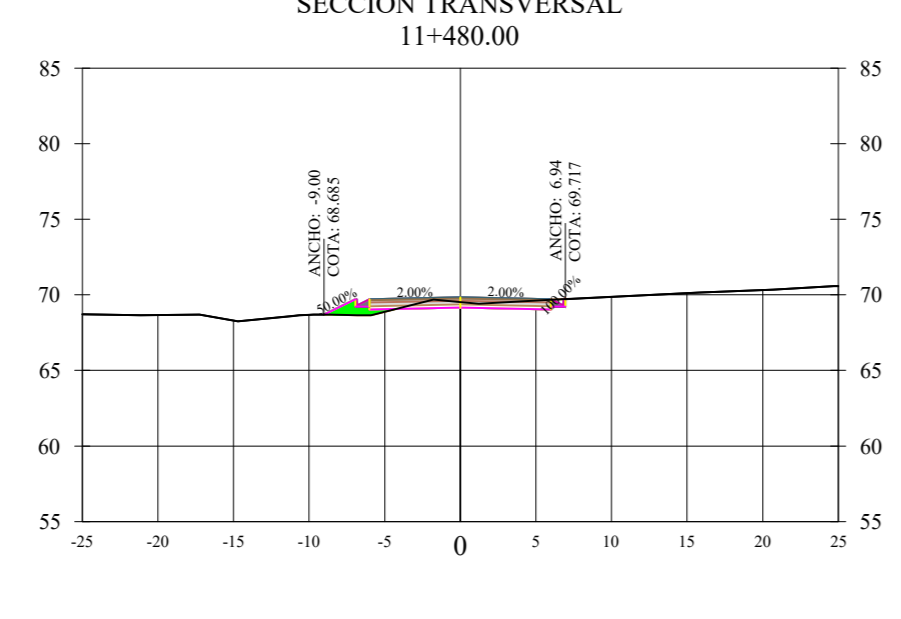
SECCION TRANSVERSAL
11+440.00

CORTE 30.64 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 1064.55 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



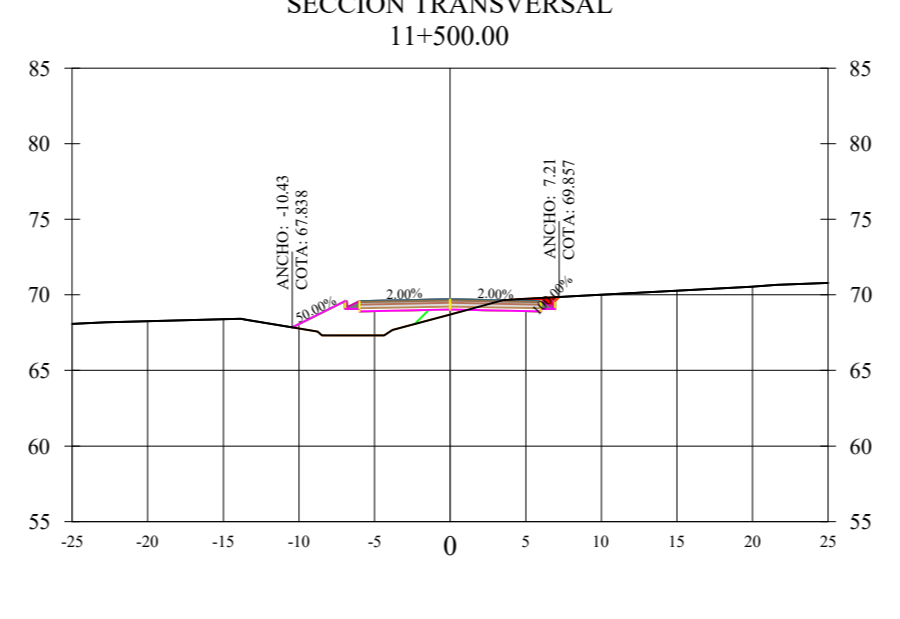
SECCION TRANSVERSAL
11+460.00

CORTE 6.09 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 440.74 m³
VOLUMEN DE RELLENO 0.00 m³



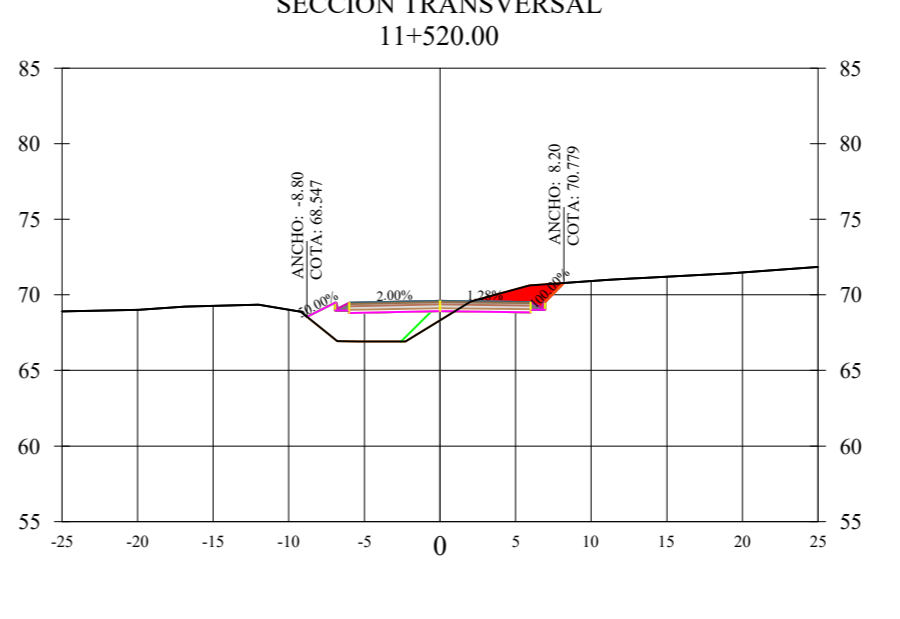
SECCION TRANSVERSAL
11+480.00

CORTE 4.50 m³
RELLENO 1.97 m³
VOLUMEN DE CORTE 126.99 m³
VOLUMEN DE RELLENO 23.66 m³



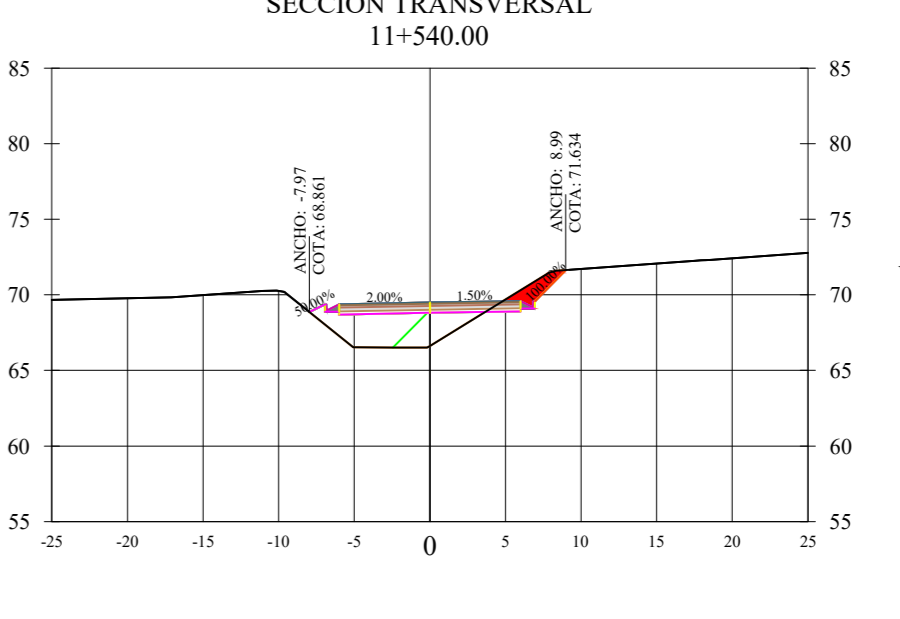
SECCION TRANSVERSAL
11+500.00

CORTE 3.51 m³
RELLENO 12.54 m³
VOLUMEN DE CORTE 96.09 m³
VOLUMEN DE RELLENO 174.17 m³



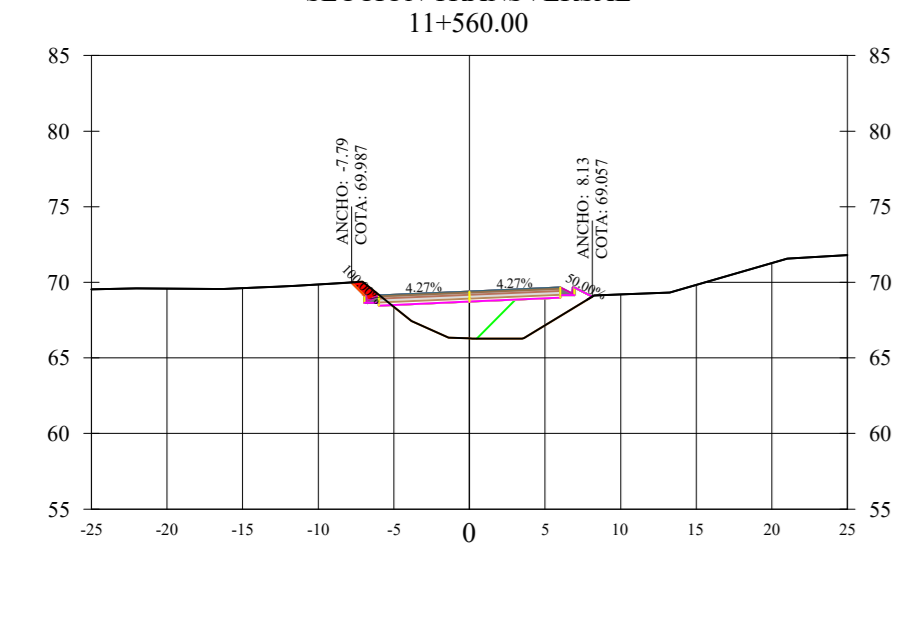
SECCION TRANSVERSAL
11+520.00

CORTE 7.52 m³
RELLENO 14.52 m³
VOLUMEN DE CORTE 132.34 m³
VOLUMEN DE RELLENO 324.79 m³



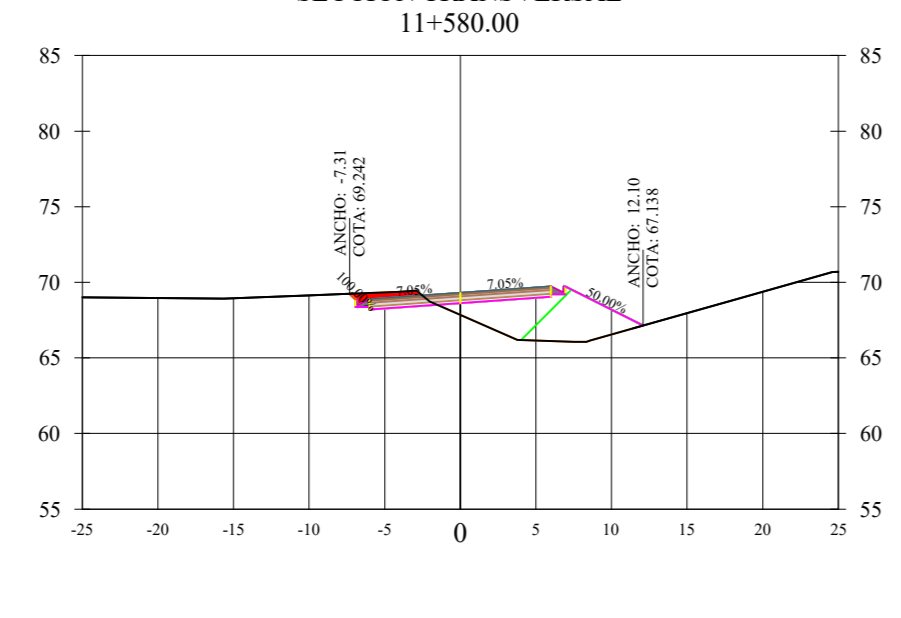
SECCION TRANSVERSAL
11+540.00

CORTE 4.63 m³
RELLENO 0.00 m³
VOLUMEN DE CORTE 143.80 m³
VOLUMEN DE RELLENO 401.66 m³



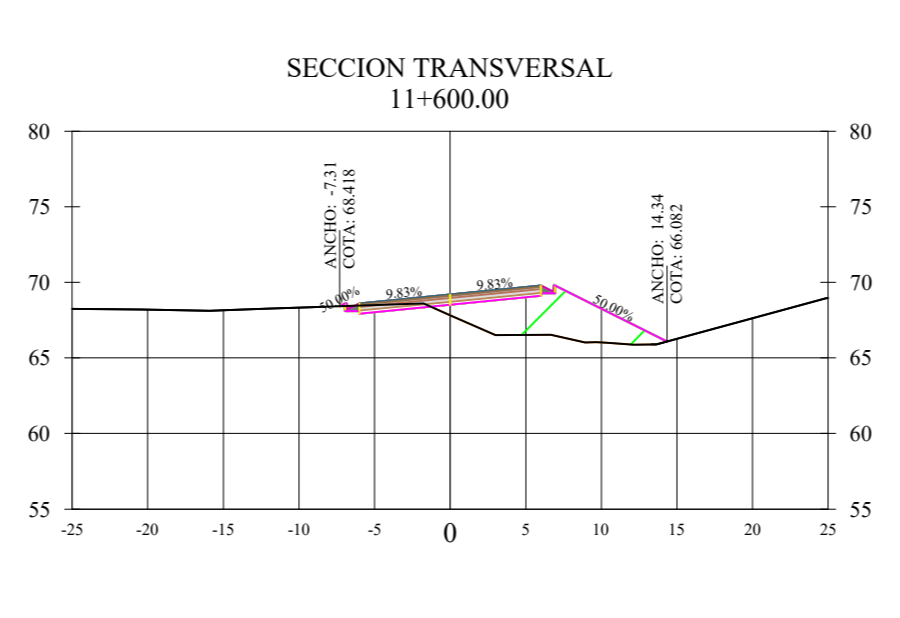
SECCION TRANSVERSAL
11+560.00

CORTE 1.53 m³
RELLENO 23.69 m³
VOLUMEN DE CORTE 74.28 m³
VOLUMEN DE RELLENO 511.45 m³



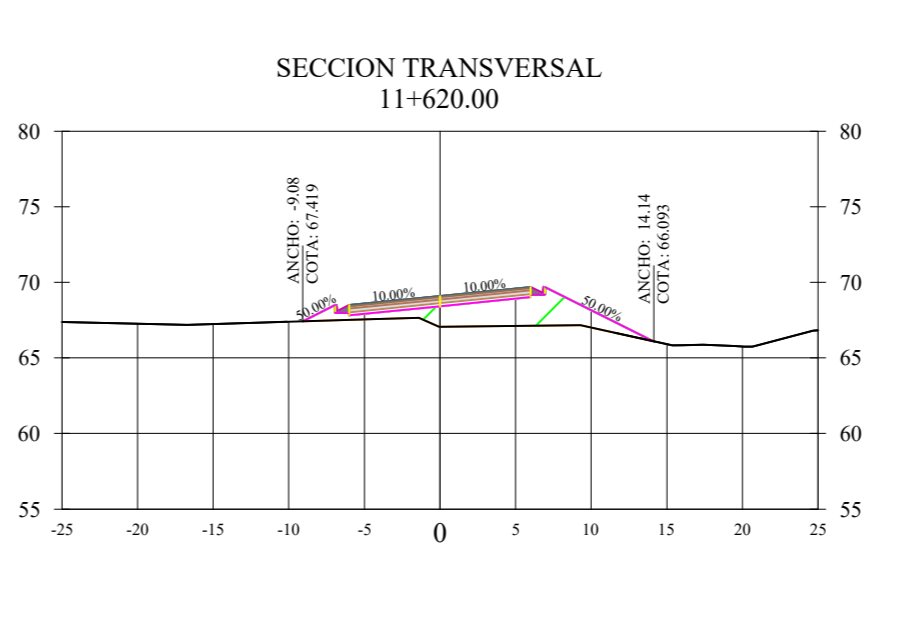
SECCION TRANSVERSAL
11+580.00

CORTE 4.83 m³
RELLENO 26.48 m³
VOLUMEN DE CORTE 75.31 m³
VOLUMEN DE RELLENO 608.06 m³



SECCION TRANSVERSAL
11+600.00

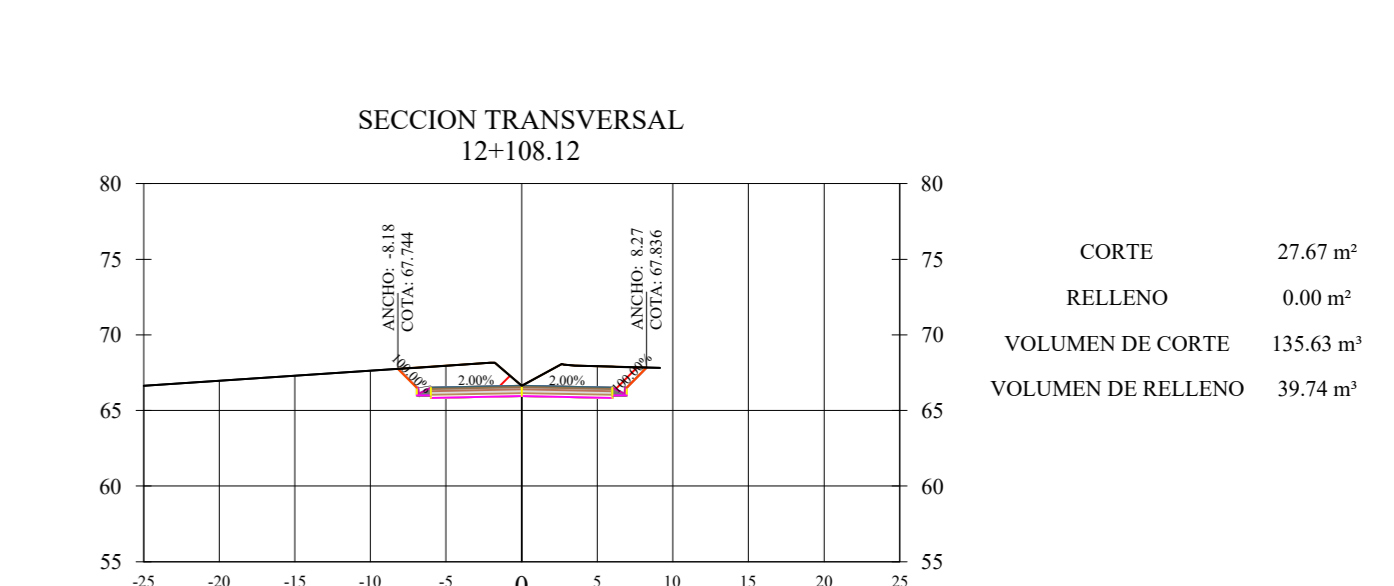
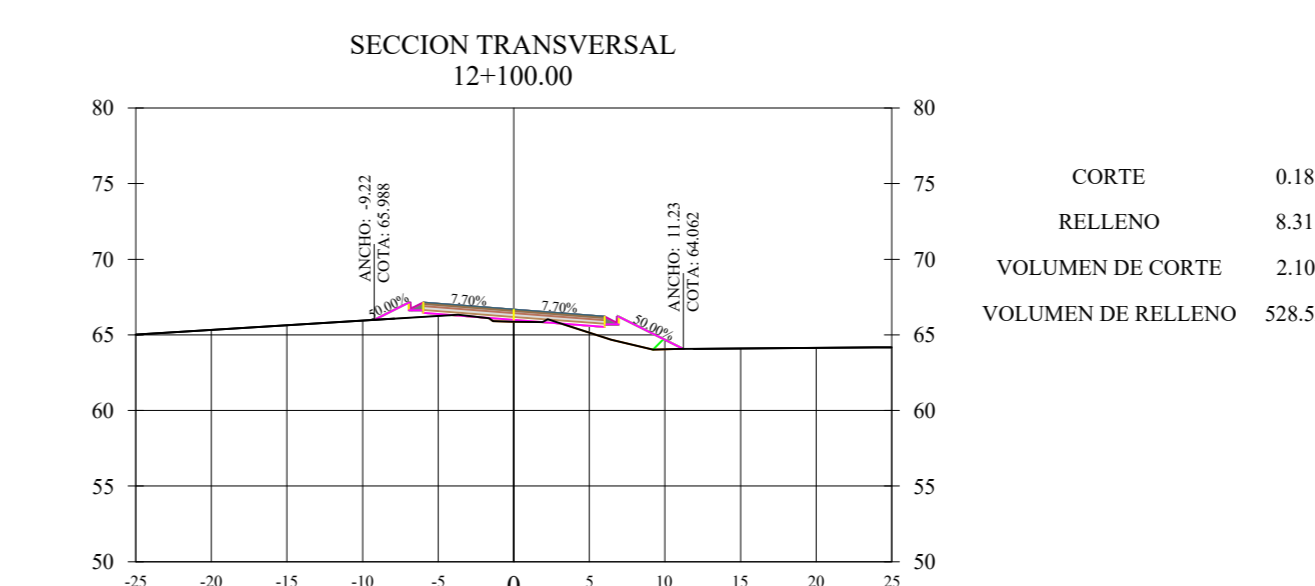
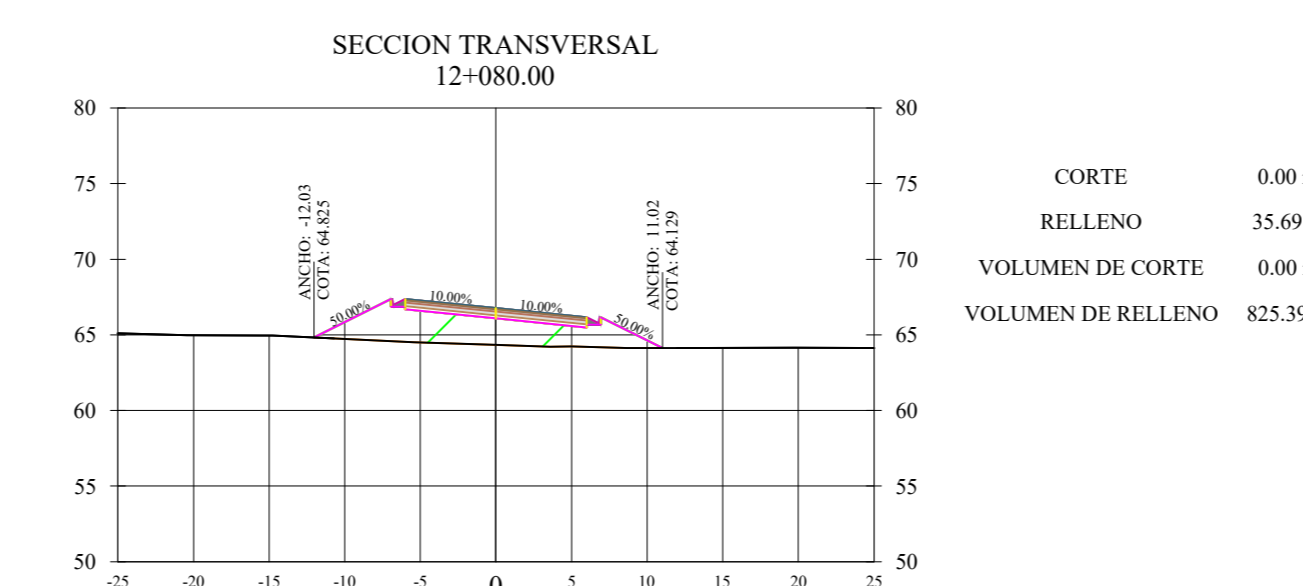
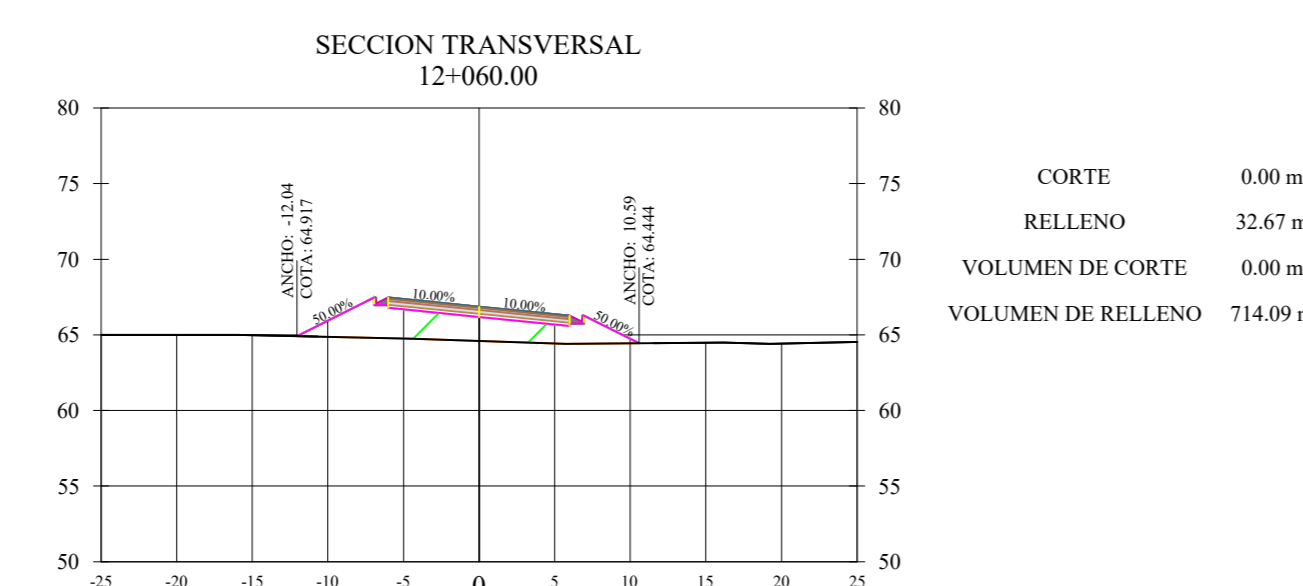
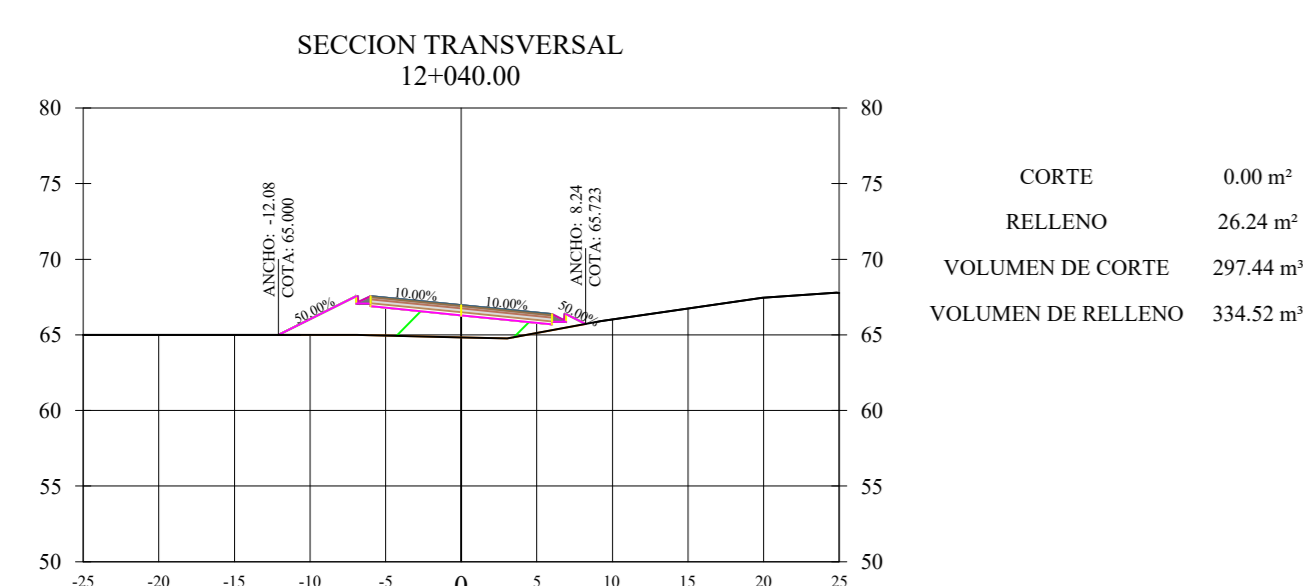
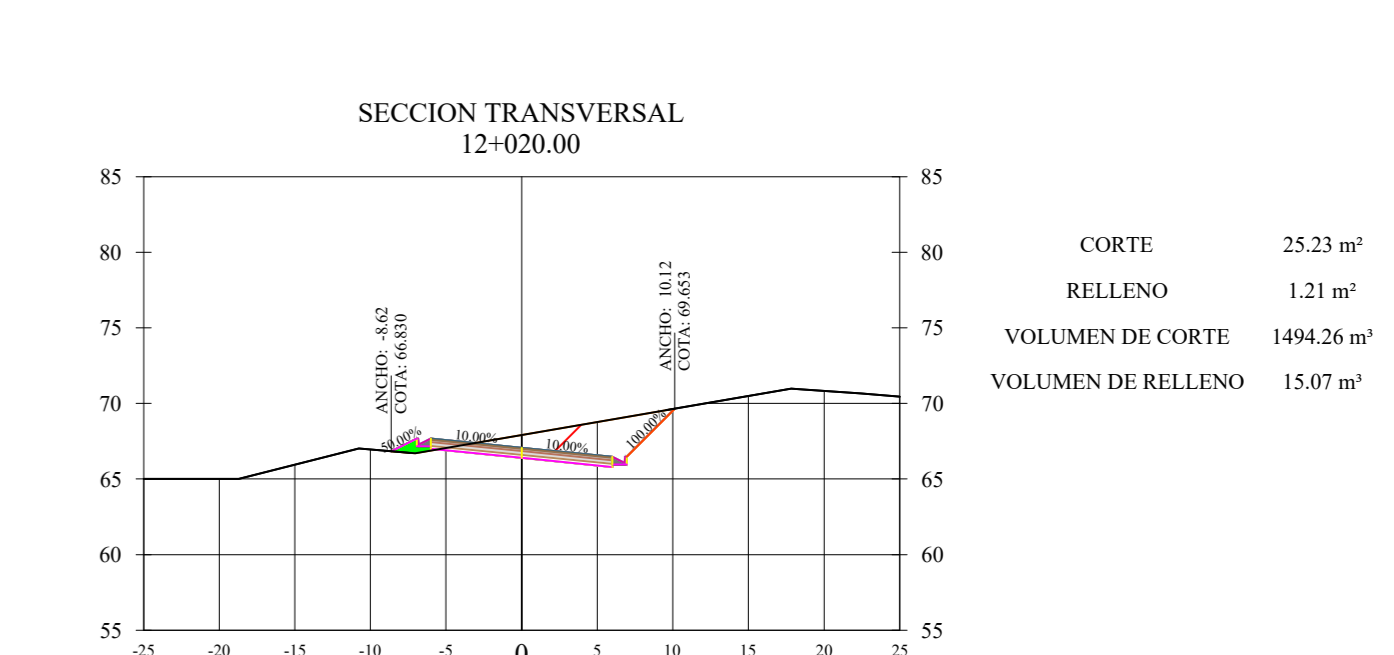
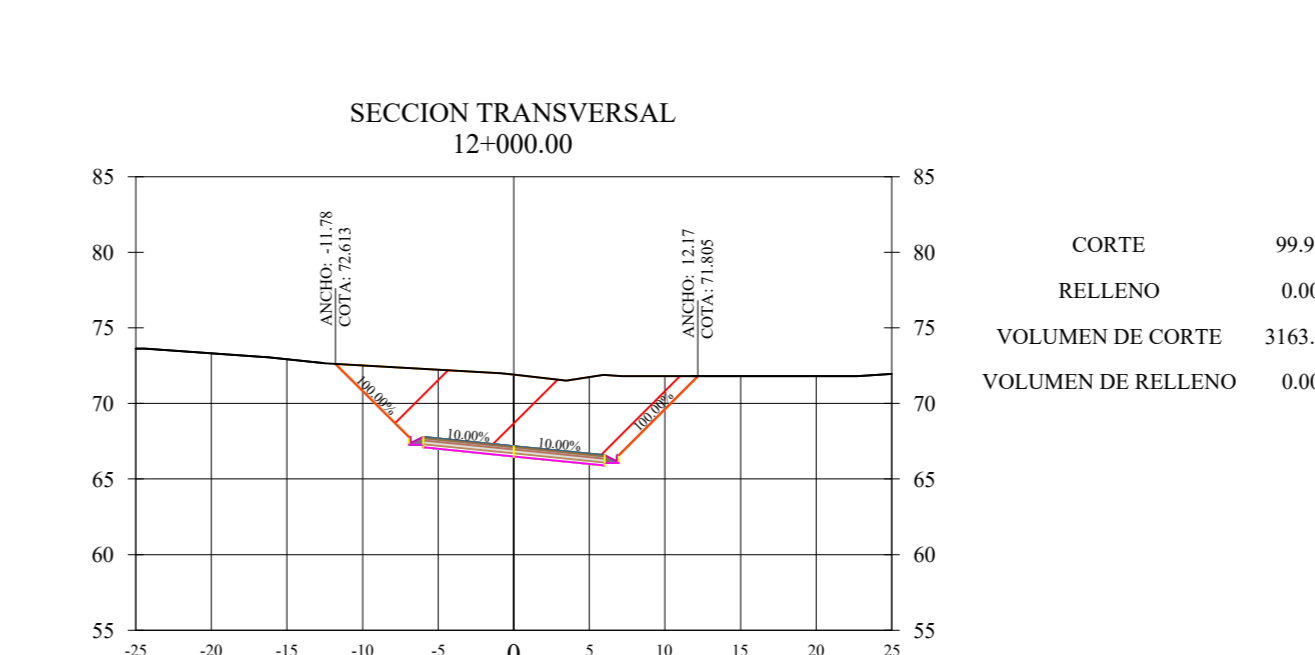
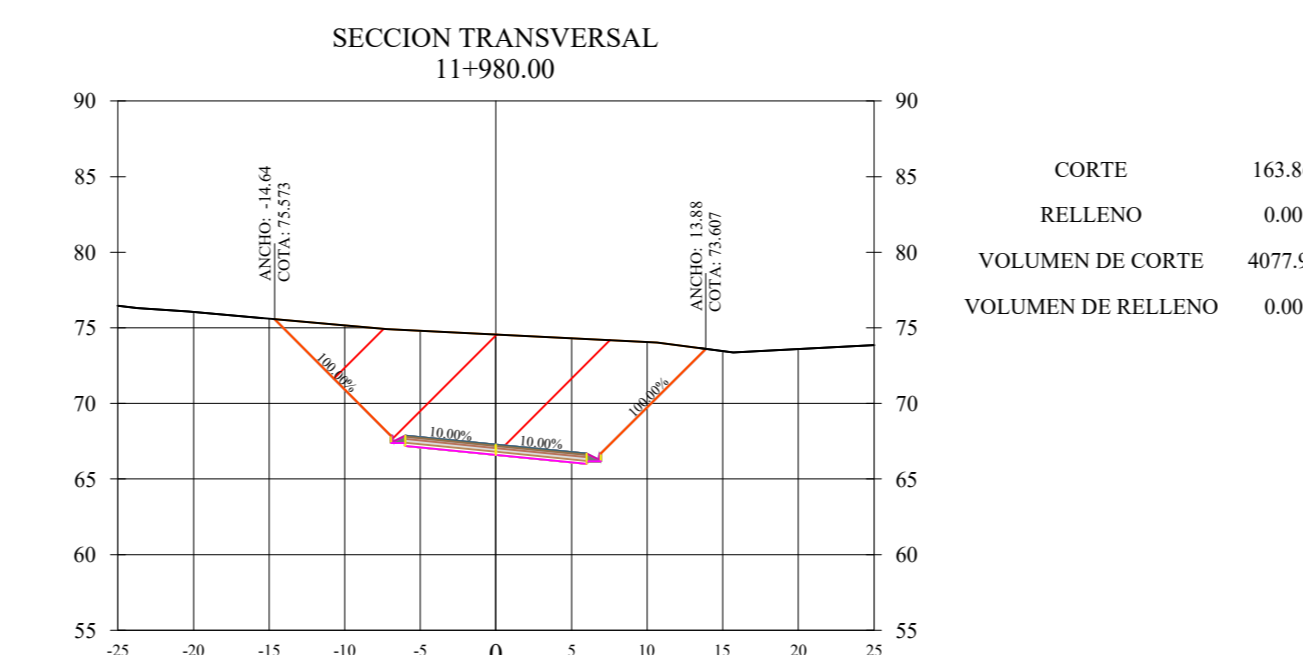
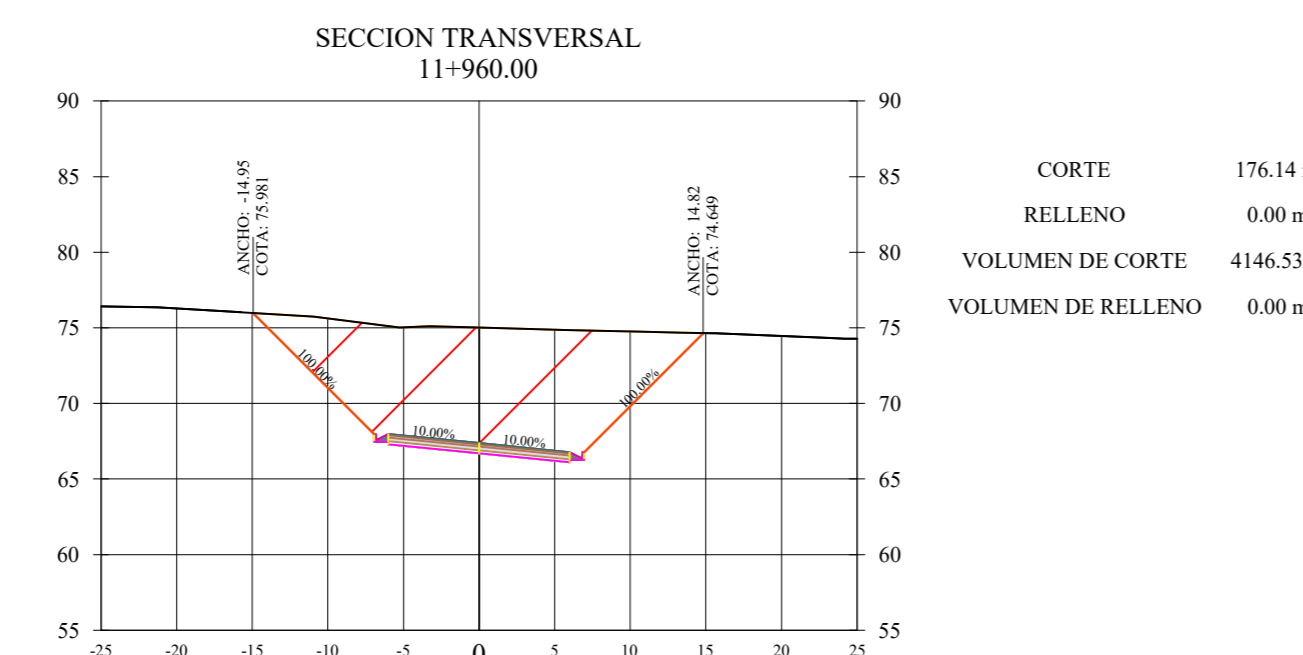
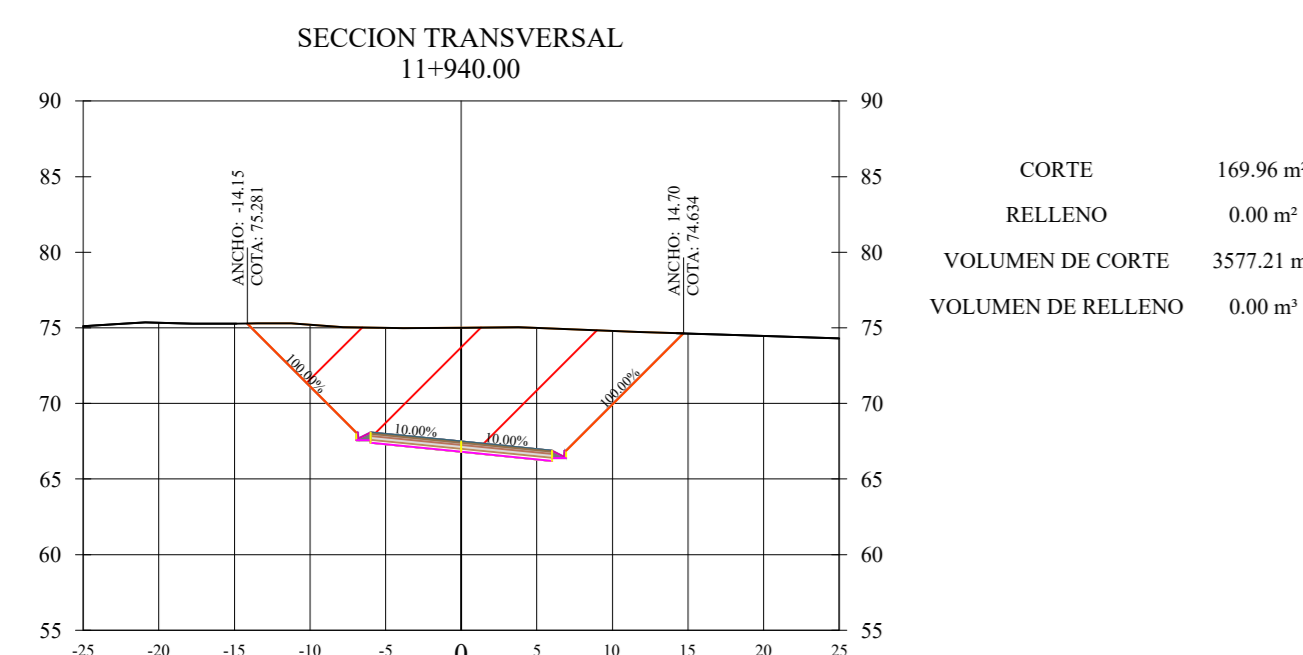
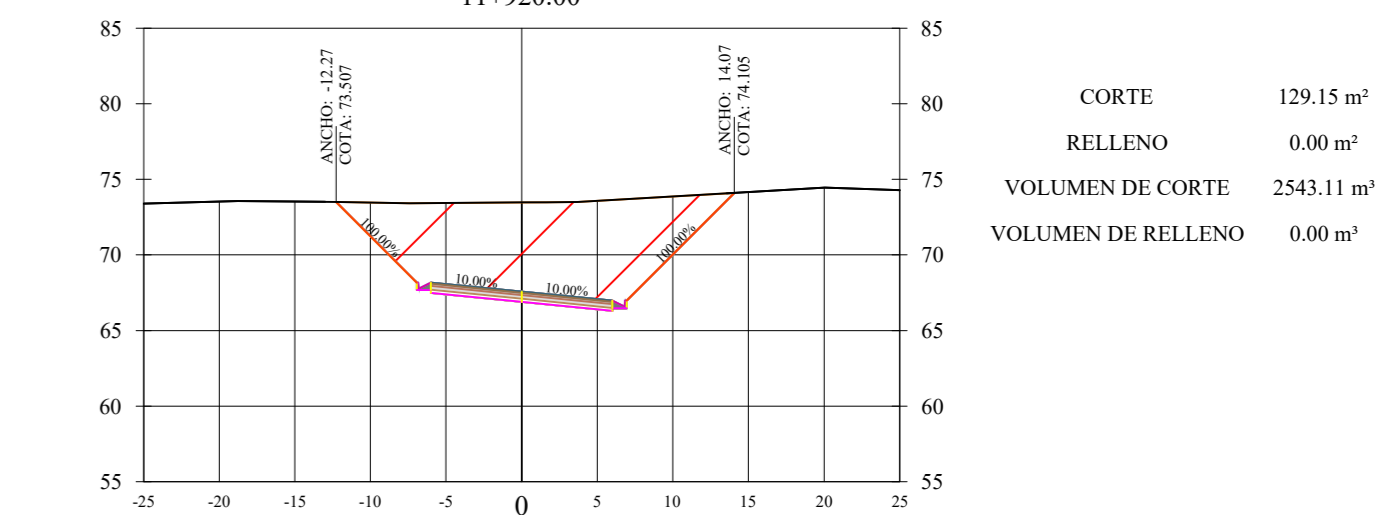
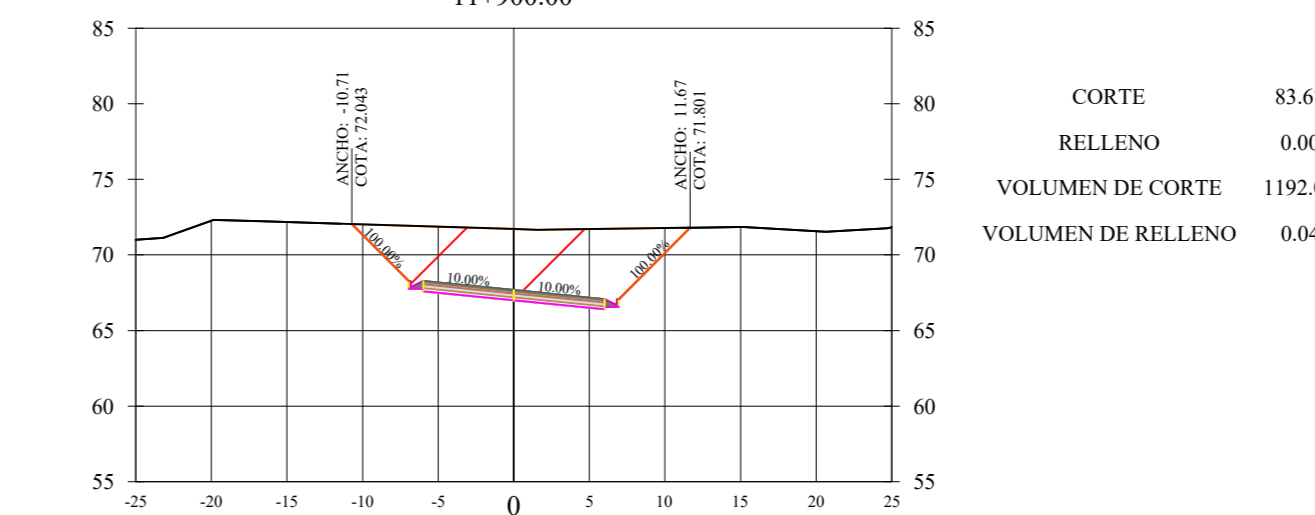
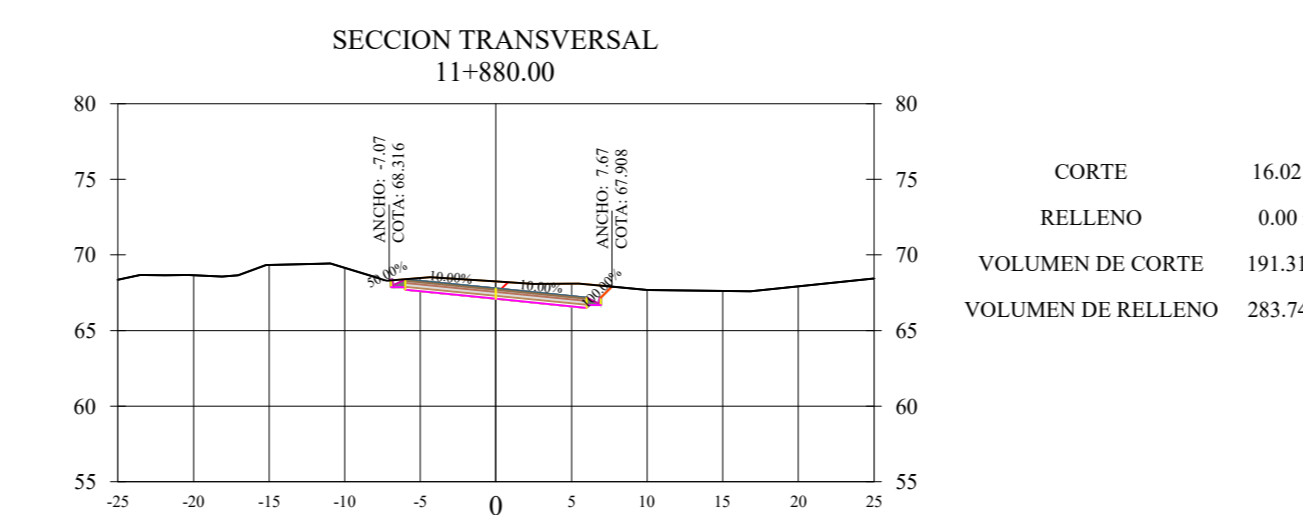
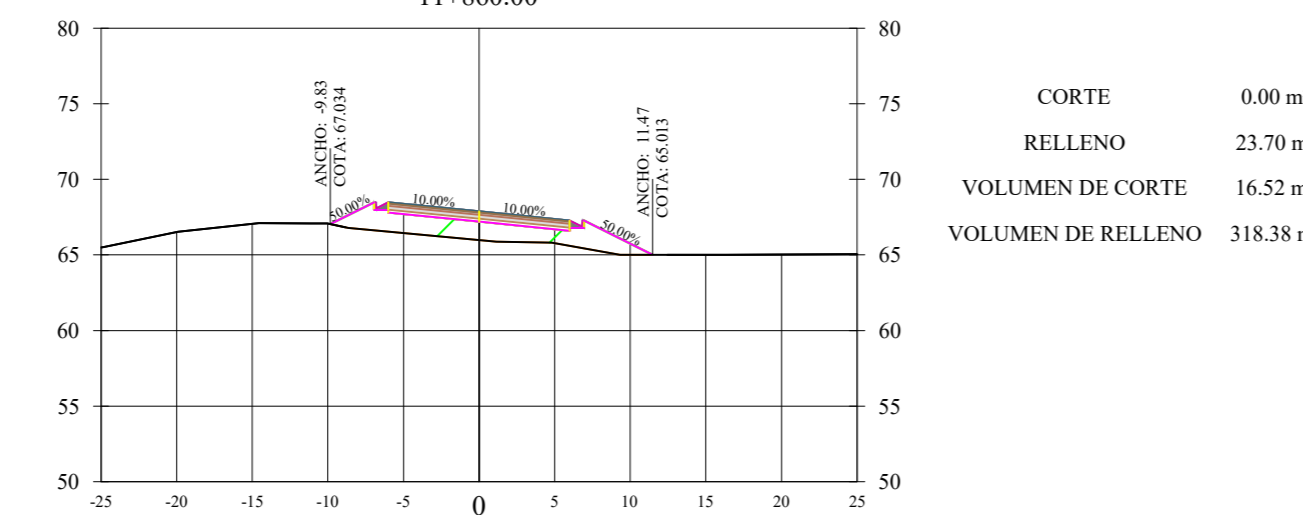
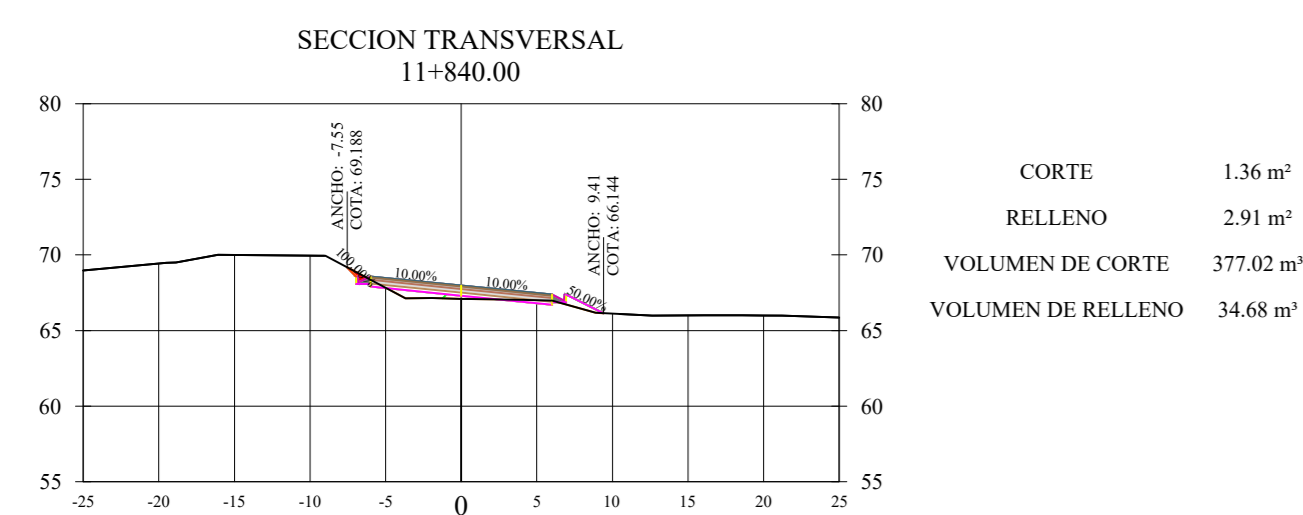
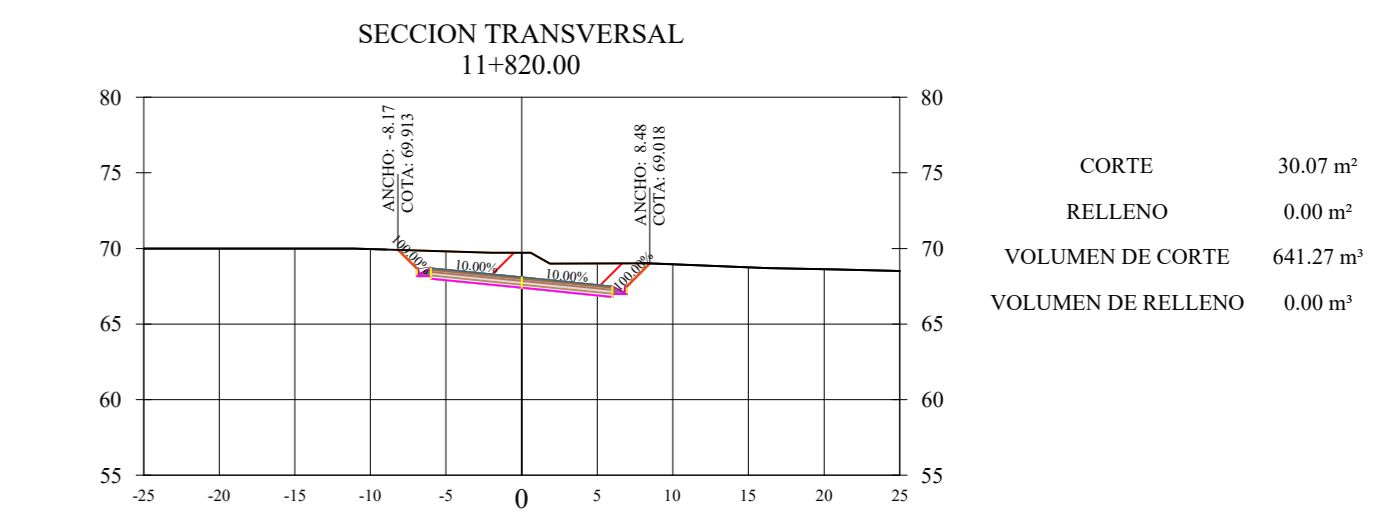
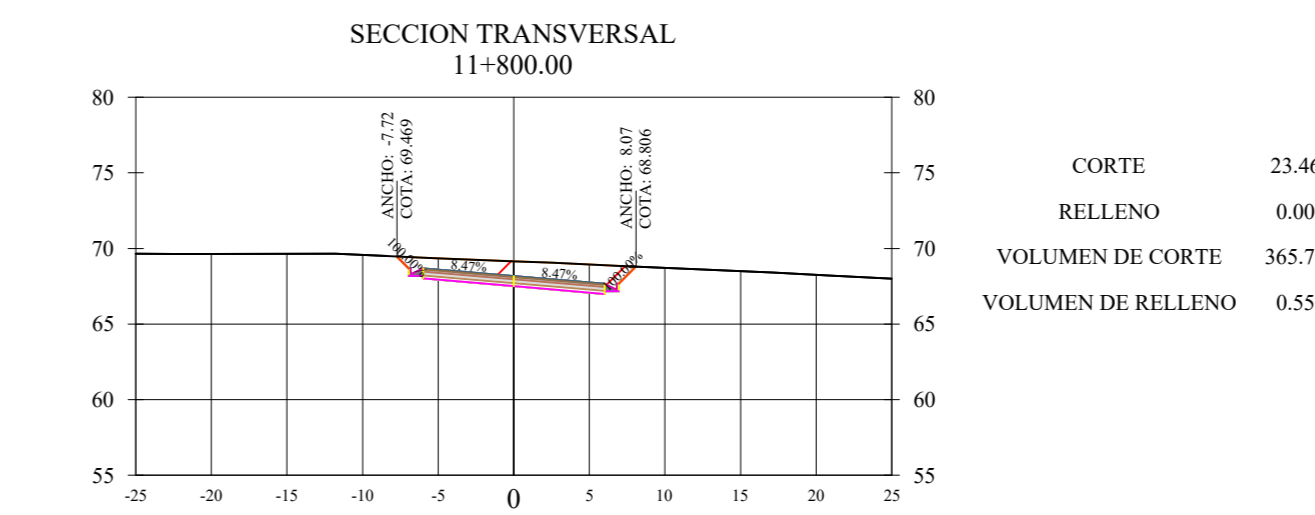
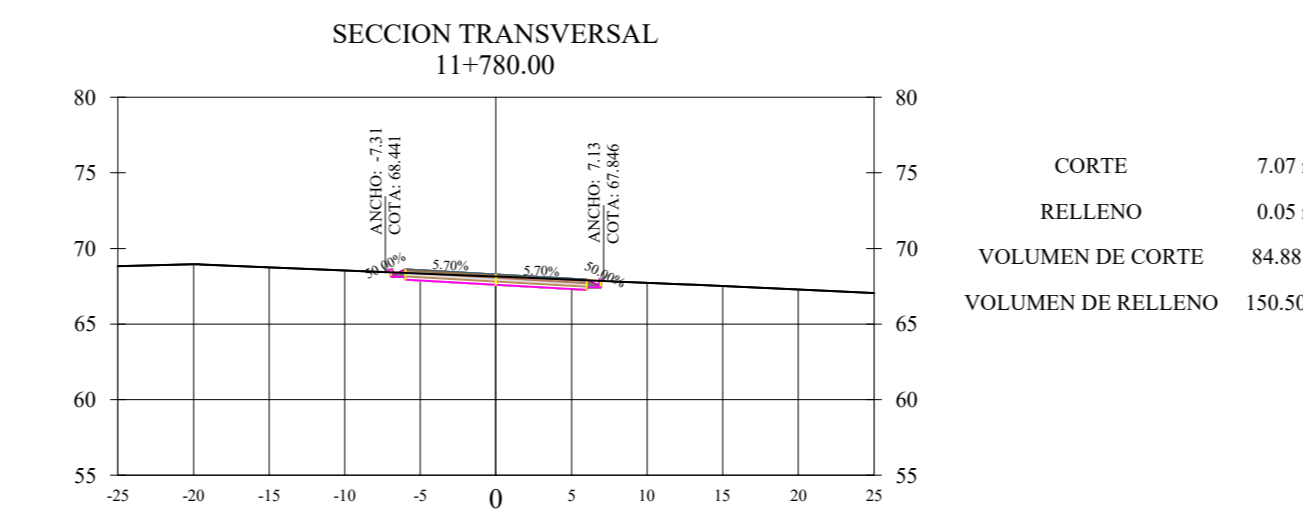
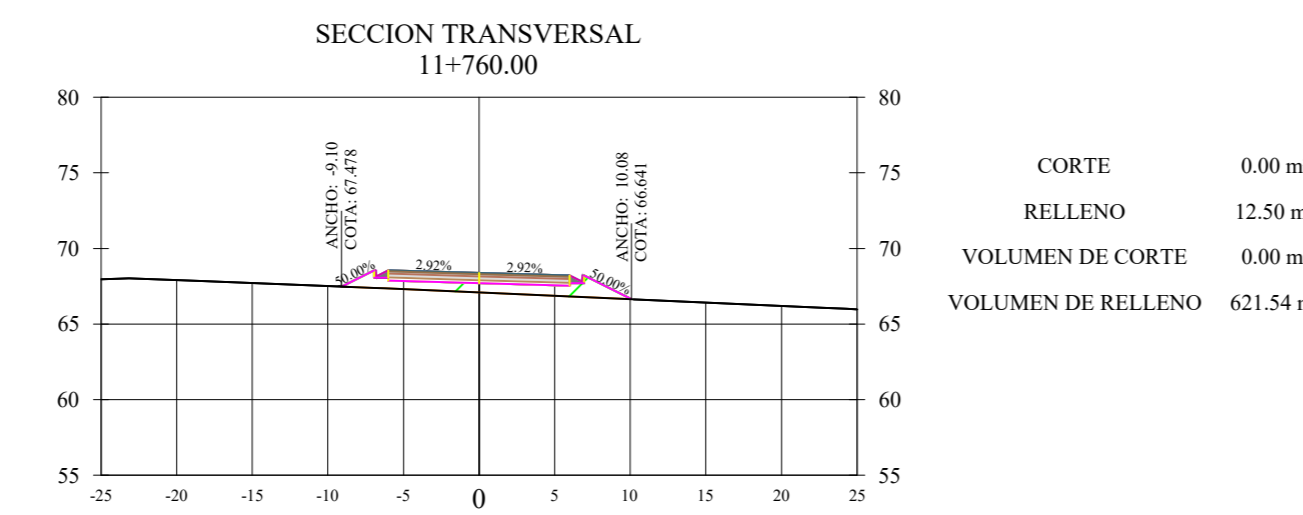
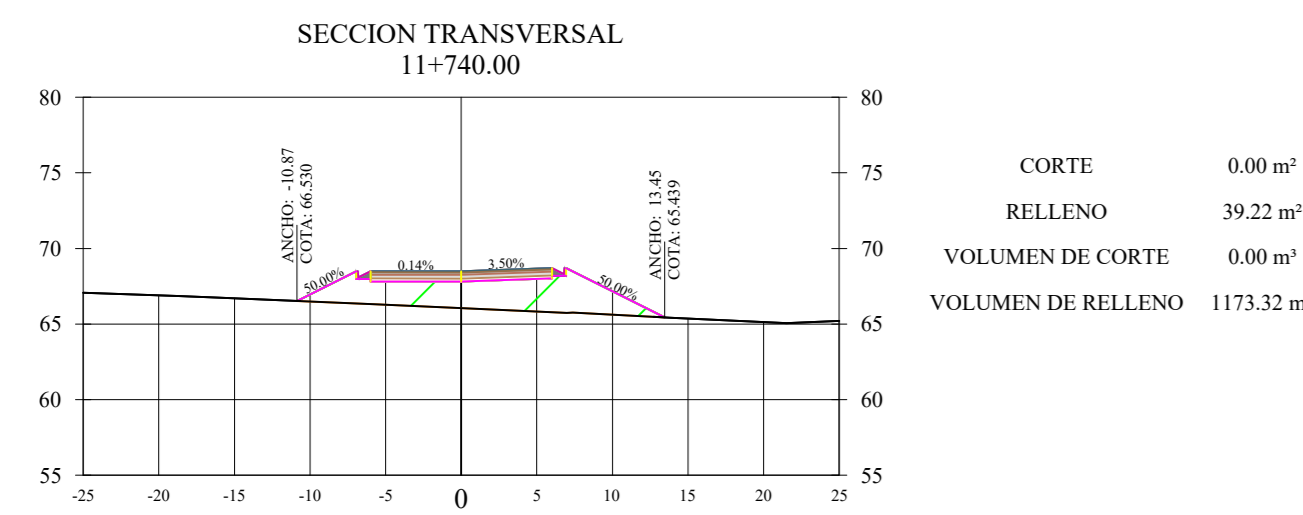
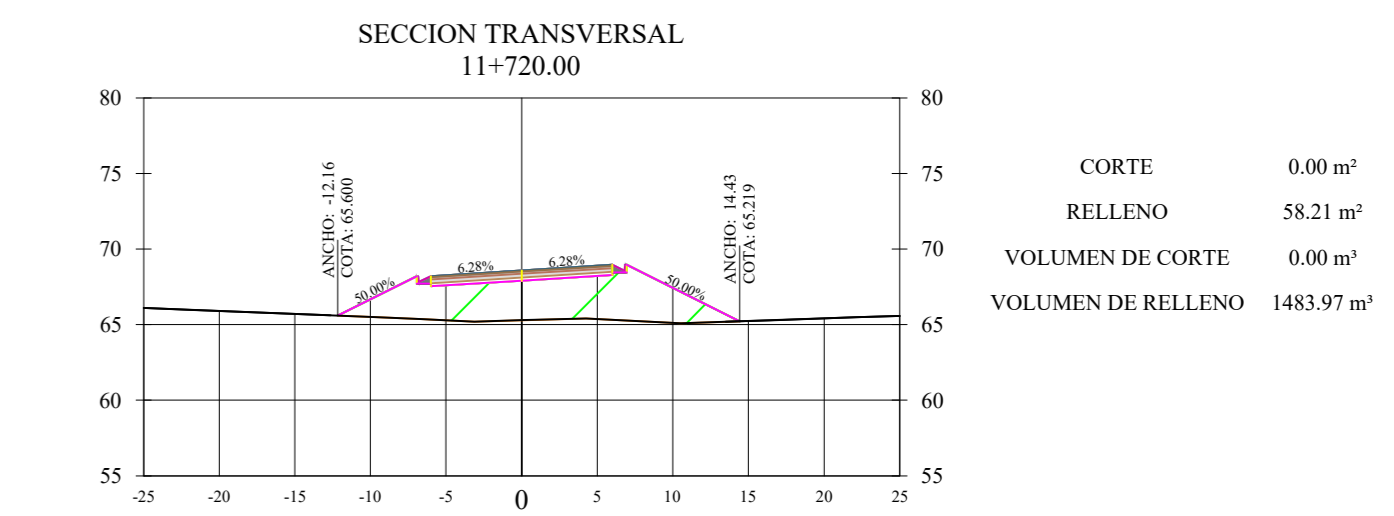
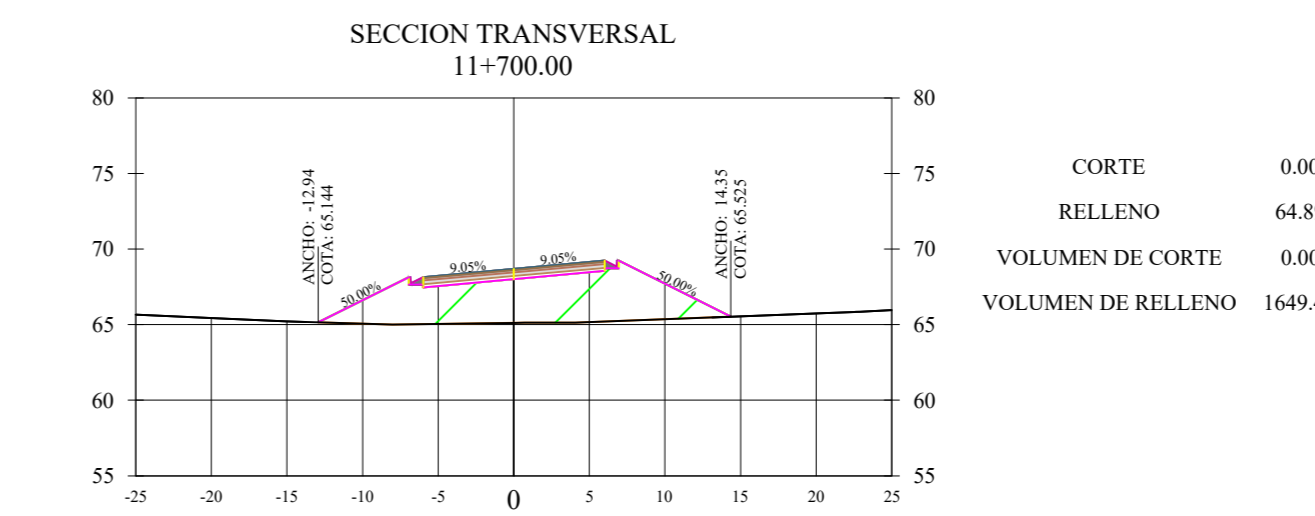
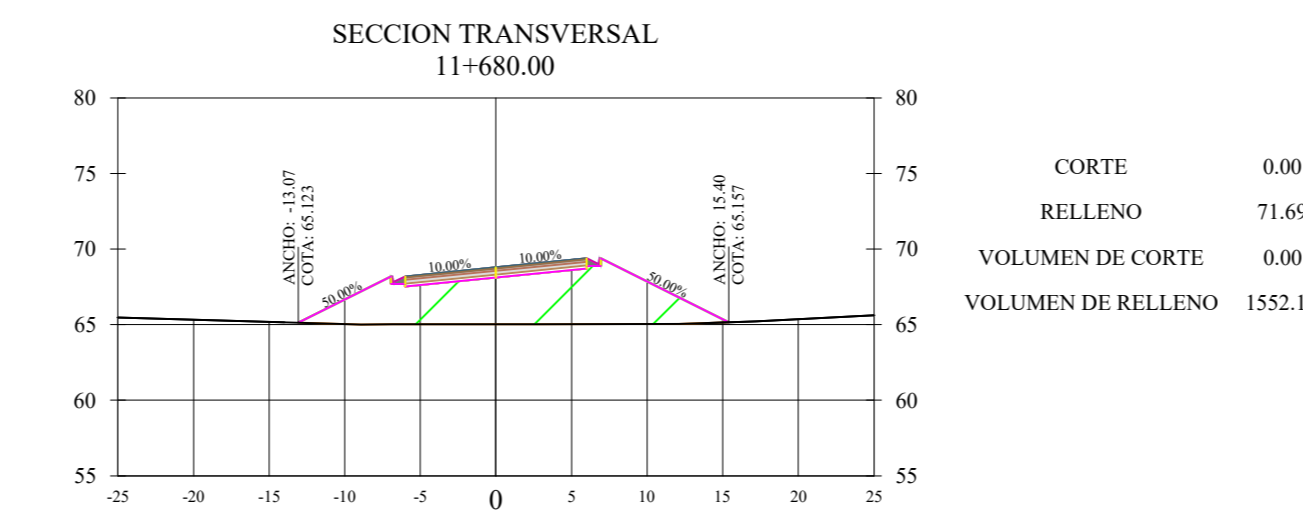
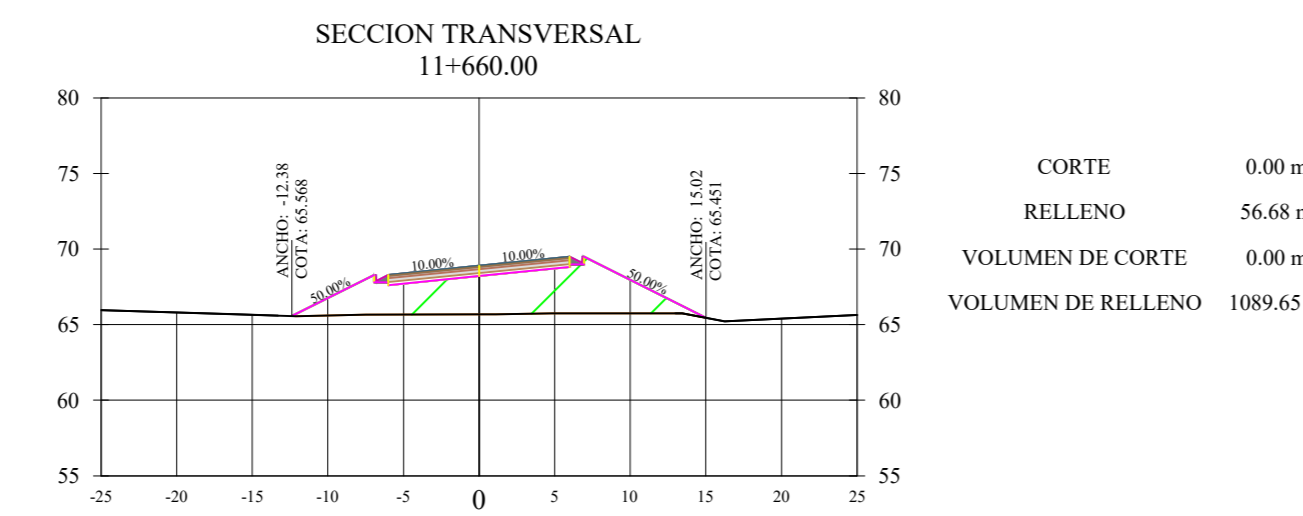
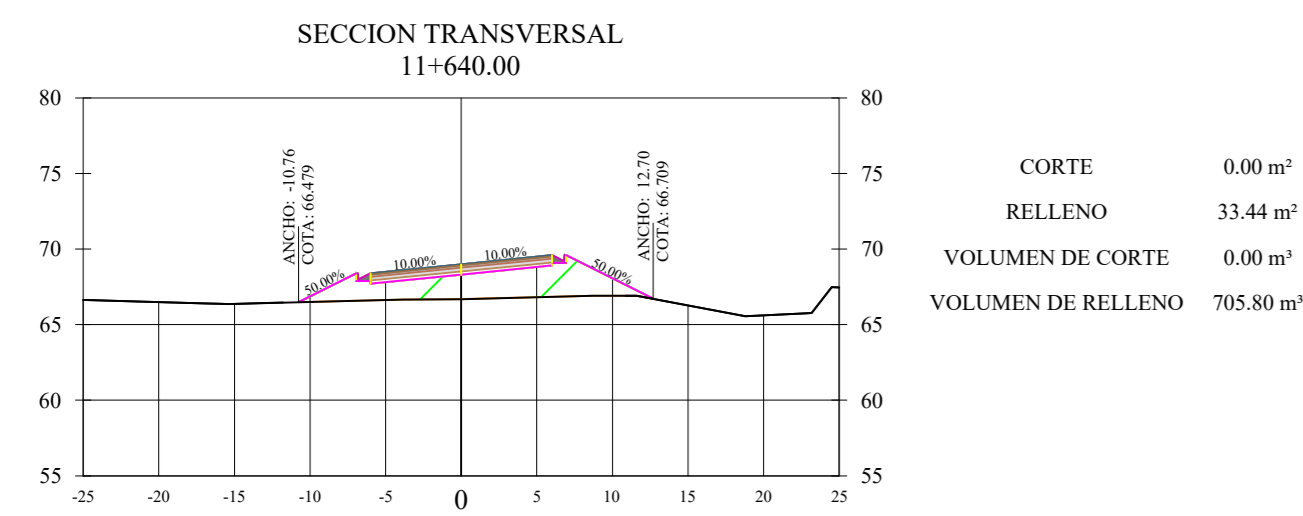
CORTE 2.09 m³
RELLENO 28.98 m³
VOLUMEN DE CORTE 81.57 m³
VOLUMEN DE RELLENO 682.18 m³



SECCION TRANSVERSAL
11+620.00

CORTE 0.00 m³
RELLENO 24.46 m³
VOLUMEN DE CORTE 24.58 m³
VOLUMEN DE RELLENO 660.22 m³

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTENIDO: Sección Transversal			
CARRERA CLASE: II	TRAMO: Desde: 11+060.00 Hasta: 11+620.00	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020 LAMINA: 12/13
ESTUDIO: Definitivo		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	DISEÑO: Egdo. Erick Torres



 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA 			
TEMA: "DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA NUEVO PORVENIR - EL GUABO - LA LORENTA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000 PERTENECIENTE A LA PARROQUIA MORASPUNGO, CANTÓN FANGUA, PROVINCIA DE COTOPAXI"			
UBICACIÓN: Parroquia Moraspungo, Cantón Fangua, Provincia de Cotopaxi			
CONTIENE: Sección Transversal			
CARRERA CLASE: II	TRAMO: Desde: 11+640.00 Hasta: 12+108.12	ESCALA: H: 1:500 V: 1:500	FECHA: 17 de Marzo del 2020
Estado: Definitivo		TUTOR: Ing. Mg. Rodrigo Acosta	LAMINA: 13/13
OBSERVACIONES:		DISEÑO: Egdo. Erick Torres	