



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 Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO –
PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 12+000 – 16+000, PERTENECIENTE AL
CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”.**

AUTOR: Danny Efraín Andrade Barrionuevo

TUTOR: Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.

AMBATO – ECUADOR

Marzo - 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 12+000 – 16+000, PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Danny Efraín Andrade Barrionuevo, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805062385, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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


Ambato, Marzo 2021

Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.
TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Danny Efraín Andrade Barrionuevo** con C.I. 1805062385 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico de grado: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 12+000 – 16+000, PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



Danny Efraín Andrade Barrionuevo
C.I. 1805062385
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, Marzo 2021



Danny Efraín Andrade Barrionuevo
C.I. 1805062385
AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Danny Efraín Andrade Barrionuevo, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO KM 12+000 – 16+000, PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, Marzo 2021

Para constancia firman:

Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D
Miembro Calificador

Ing. Byron Genaro Cañizares Proaño Mg.
Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente proyecto técnico se lo dedico a mis padres Efraín Mardoqueo Andrade Román y Carmen del Rocío Barrionuevo Morales dos personas maravillosas que me brindan un amor incondicional, quienes me ensaaron valores, me brindaron apoyo, fueron y son un pilar fundamental en mi vida, además aprovecho la oportunidad para agradecerles por creer en mí y decirles que los amo.

A mis hermanos Joel Andrade y Derly Andrade quienes son mis amigos, confidentes, y las personas que me apoyan en momentos alegres como tristes, quienes siempre me reciben con los brazos abiertos.

A mi abuelita Hilda Morales, a la persona que más amo, por cuidarme desde mi infancia, verme crecer y sobre todo amarme.

A mi tía Patricia Lucero, quien es como una segunda madre, quien supo velar por mi bienestar, quien fue una guía en mi desarrollo educativo, además de aconsejarme, apoyarme y siempre alentarme.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su sabiduría y bendecirme con una hermosa familia.

Agradezco principalmente a mis padres, por darme la vida, por el sacrificio que realizaron para que pueda culminar esta carrera, por su amor incondicional y apoyo moral.

Agradezco a mis hermanos por compartir su tiempo conmigo, y formar bellos recuerdos inolvidables.

Agradezco a mi abuelita y a mi tía por guiarme como persona, por apoyarme y por creer en mí.

Agradezco a la Universidad Técnica de Ambato, en especial a la Carrera de Ingeniería Civil por ser la fuente de conocimiento y ser el pilar fundamental en mi nueva etapa como profesional.

Agradezco a mi tutora, Ing. Mg. Marisol Bayas por el tiempo brindado a lo largo del desarrollo de este proyecto técnico, apoyándome con conocimiento, experiencia y paciencia.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	v
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	vi
DEDICATORIA	vii
AGRADECIMIENTO	viii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS.....	ix
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xv
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xvi
RESUMEN	xx
ABSTRACT.....	xxi
CAPITULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
ANTECEDENTES.....	1
JUSTIFICACIÓN.....	2
FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA.....	2
Diseño Geométrico.....	2
Pavimento.....	3
Base.....	3
Sub-base.....	4
Levantamiento topográfico.....	5
Plano topográfico.....	5
Curvas de nivel.....	6

Estudio de suelos.....	6
Compactación del suelo.....	9
Coordenadas 9	
Coordenadas UTM	9
Pendiente del terreno.....	9
Curva de transición.....	10
Vida útil de la vía.....	10
Velocidad de diseño	10
Fotogrametría	11
Período de diseño de la vía.....	12
Resistencia al deslizamiento.....	12
Tráfico.....	13
TPDA.....	13
Factor horario (Fe).....	13
Factor diario (Fe)	14
Factor semanal (Fe).....	14
Factor mensual (Fd)	14
Drenaje.....	14
Clima.....	14
Factor de Ajuste Diario	14
Precisión del levantamiento.....	15
Estaciones provisionales	15
Estaciones permanentes.....	15
Tipo de vehículos.....	15
Niveles de confiabilidad.....	15
Impermeabilidad del asfalto	16
Distancia de frenado.....	16
Servicialidad	16
Distancia de adelantamiento.....	17
UAV.....	17
Ortofoto.....	18
Presupuesto referencial.....	19
1.2. OBJETIVOS	19

1.2.1. General:	19
1.2.2. Específicos:	19
CAPITULO II	20
Metodología	20
2.1. MATERIALES Y EQUIPOS	20
2.1.1. Materiales.....	20
2.1.2. Equipos.....	22
2.2. MÉTODOS.....	24
2.2.1. Ubicación del proyecto	24
2.2.2. Plan de Recolección de Datos	27
2.2.3. Procesamiento y análisis de información	28
CAPITULO III	34
MARCO TEÓRICO.....	34
3.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	34
Conteo vehicular (TPDA).....	34
Diseño geométrico.....	41
Diseño Horizontal.....	43
Diseño Vertical.....	46
Sección Transversal.....	47
Estudio de suelos	48
Diseño del pavimento	58
3.1.4. Presupuesto referencial.	76
3.1.4.1. Análisis de Precios Unitarios	76
3.1.4.2. Rubros.....	76
CAPITULO III	82
Conclusiones y recomendaciones	82
4.1. conclusiones.....	82

4.2. Recomendaciones.....	83
Bibliografía	84

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Categorías del CBR.....	8
Tabla 2. Velocidades de diseño.....	11
Tabla 3. Período de diseño recomendable.....	12
Tabla 4. Nivel recomendado de confiabilidad	16
Tabla 5. Nivel recomendado de confiabilidad	17
Tabla 6. Distancia de adelantamiento en función de la velocidad del proyecto	17
Tabla 7. Características del computador	23
Tabla 8. Localización geográfica detallada del proyecto.....	25
Tabla 9. Abertura de tamices.....	29
Tabla 10. Conteo Vehicular Semanal.....	34
Tabla 11. Contaje De Tráfico Volumétrico - Hora Pico	35
Tabla 12. Tasa de crecimiento vehicular.....	40
Tabla 13. Tráfico futuro del proyecto	41
Tabla 14. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	42
Tabla 15. Relación, función, clase MOP y tráfico	42
Tabla 16. Velocidad de Diseño	43
Tabla 17 Límite líquido.....	49
Tabla 18. Granulometría	51
Tabla 19. Proctor Modificado	52
Tabla 20. Compactación del CBR.....	54
Tabla 21. Contenido de humedad de las muestras del CBR	54
Tabla 22. Datos de Esponjamiento.....	55
Tabla 23. Ensayo de carga penetración.....	56
Tabla 24. Período de diseño	59
Tabla 25. Factor de daño	59
Tabla 26. Número de carriles	60
Tabla 27. W18 de diseño.....	61
Tabla 28. Espesores mínimos según los ejes equivalentes en pulgadas.....	62
Tabla 29. Espesores mínimos según los ejes equivalentes en pulgadas.....	63
Tabla 30. Desviación estándar	63
Tabla 31. Índice de Servicialidad.....	64

Tabla 32. Resumen de CBR.....	65
Tabla 33. Características de drenaje del material de base y/o sub-base granular	69
Tabla 34. Características de drenaje del material de base y/o sub-base granular	69
Tabla 35. Datos necesarios para el cálculo del SN del km 14+000	70
Tabla 36. Espesores de la capa asfáltica del km 14+000	71
Tabla 37. Datos necesarios para el cálculo del SN del km 12+000 (con mejoramiento)	72
Tabla 38. Espesores de la capa asfáltica del km 12+000 (con mejoramiento)	73
Tabla 39. Porcentajes de peso para la base clase 3	75
Tabla 40. Dimensiones de las cunetas laterales	78
Tabla 41. Presupuesto referencial	81

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Carpeta asfáltica	3
Figura 2. Principio de las curvas de nivel	6
Figura 3. Muestra obtenida por medio de la tamizadora.....	7
Figura 4. Pendiente del terreno	10
Figura 5. Fuerza de fricción por eje	13
Figura 6. Drone	18
Figura 7. Fotografía aérea	18
Figura 8. Ubicación de la vía Silipo – Pinllopata Km 12+000 – 16+000.....	26
Figura 9. Cuneta sección típica	47
Figura 10. Sección típica de la vía	47
Figura 11. Contenido de humedad vs Abscisa	48
Figura 12. Límite líquido abs 14+000.....	49
Figura 13. Granulometría abs 14+000	51
Figura 14. Relación del contenido de humedad vs densidad abs 14+000.....	53
Figura 15. Relación de la presión vs penetración abs 14+ 000.....	57
Figura 16. CBR puntual de la abs 14+ 000.....	57
Figura 17. Monograma para estimar el Coeficiente estructural a_1 para la carpeta asfáltica	66
Figura 18. Carta para estimar el Coeficiente estructural a partir del módulo elástico	67
Figura 19. Carta para estimar el Coeficiente estructural a partir del módulo elástico	67
Figura 20. Carta para estimar el Coeficiente estructural a partir del módulo elástico	68
Figura 21. Programa de la ecuación AASHTO 93.....	70
Figura 22. Programa de la ecuación AASHTO 93 (con mejoramiento).....	72
Figura 23. Sección de la vía con espesores	74

ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo 1. Estaca y cal.....	88
Anexo 2. Pintura en aerosol.....	88
Anexo 3. Libreta de apuntes	88
Anexo 4. Combo	88
Anexo 5. Pala	89
Anexo 6. Tamices	89
Anexo 7. Espátula.....	89
Anexo 8. Recipientes, flexometro y enrasador	89
Anexo 9. Acanalador	90
Anexo 10. Trípode	90
Anexo 11. GPS.....	90
Anexo 12. Celular	90
Anexo 13. Drone	91
Anexo 14. Trimble R10 GNSS	91
Anexo 15. Computador.....	91
Anexo 16. Tamizadora eléctrica	91
Anexo 17. Balanza eléctrica	92
Anexo 18. Prensa de CBR	92
Anexo 19. Copa de Casa Grande	92
Anexo 20. Colcando puntos de referencia	94
Anexo 21. Iniciando ruta de vuelo del drone	94
Anexo 22. Extrayendo muestras	94
Anexo 23. Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones para el Ecuador	95
Anexo 24. Conteo Vehicular día Lunes,.....	97
Anexo 25. Conteo Vehicular día Martes.....	98
Anexo 26. Conteo Vehicular día Miércoles.....	99
Anexo 27. Conteo Vehicular día Jueves	100
Anexo 28. Conteo Vehicular día Viernes	101
Anexo 29. Conteo Vehicular día Sábado,.....	102
Anexo 30. Conteo Vehicular día Domingo,.....	103
Anexo 31. Granulometría abscisa 12+000, pozo #1	105

Anexo 32. Granulometría abscisa 12+500, pozo #2	106
Anexo 33. Granulometría abscisa 13+000, pozo #3	107
Anexo 34. Granulometría abscisa 13+500, pozo #4	108
Anexo 35. Granulometría abscisa 14+000, pozo #5	109
Anexo 36. Granulometría abscisa 14+500, pozo #6	110
Anexo 37. Granulometría abscisa 15+000, pozo #7	111
Anexo 38. Granulometría abscisa 15+500, pozo #8	112
Anexo 39. Granulometría abscisa 16+000, pozo #9	113
Anexo 40. Límites de Atterberg12+000, pozo #1	114
Anexo 41. Límites de Atterberg12+500, pozo #2	116
Anexo 42. Límites de Atterberg13+000, pozo #3	118
Anexo 43. Límites de Atterberg13+000, pozo #3	120
Anexo 44. Límites de Atterberg13+500, pozo #4	122
Anexo 45. Límites de Atterberg14+000, pozo #5	124
Anexo 46. Límites de Atterberg14+500, pozo #6	126
Anexo 47. Límites de Atterberg15+000, pozo #7	128
Anexo 48. Límites de Atterberg15+500, pozo #8	130
Anexo 49. Límites de Atterberg16+000, pozo #9	132
Anexo 50. Proctor 12+000, pozo #1	134
Anexo 51. Proctor 12+500, pozo #2	136
Anexo 52. Proctor 13+000, pozo #3	138
Anexo 53. Proctor 13+500, pozo #4	140
Anexo 54. Proctor 14+000, pozo #5	142
Anexo 55. Proctor 14+500, pozo #6	144
Anexo 56. Proctor 15+000, pozo #7	146
Anexo 57. Proctor 15+500, pozo #8	148
Anexo 58. Proctor 16+000, pozo #9	150
Anexo 59. Compactación CBR 12+000, pozo #1	152
Anexo 60. Esponjamiento 12+000, pozo #1	153
Anexo 61. CBR 12+000, pozo #1	154
Anexo 62. Compactación CBR 12+500, pozo #2	156
Anexo 63. Esponjamiento 12+500, pozo #2	157
Anexo 64. CBR 12+500, pozo #2	158

Anexo 65. Compactación CBR 13+000, pozo #3.....	160
Anexo 66. Esponjamiento 13+000, pozo #3.....	161
Anexo 67. CBR 13+000, pozo #3.....	162
Anexo 68. Compactación CBR 13+500, pozo #4.....	164
Anexo 69. Esponjamiento 13+500, pozo #4.....	165
Anexo 70. CBR 13+500, pozo #4.....	166
Anexo 71. Compactación CBR 14+000, pozo #5.....	168
Anexo 72. Esponjamiento 14+000, pozo #5.....	169
Anexo 73. CBR 14+000, pozo #5.....	170
Anexo 74. Compactación CBR 14+500, pozo #6.....	172
Anexo 75. Esponjamiento 14+500, pozo #6.....	173
Anexo 76. CBR 14+500, pozo #6.....	174
Anexo 77. Compactación CBR 15+000, pozo #7.....	176
Anexo 78. Esponjamiento 15+000, pozo #7.....	177
Anexo 79. CBR 15+000, pozo #7.....	178
Anexo 80. Compactación CBR 15+500, pozo #8.....	180
Anexo 81. Esponjamiento 15+500, pozo #8.....	181
Anexo 82. CBR 15+500, pozo #8.....	182
Anexo 83. Compactación CBR 16+000, pozo #9.....	184
Anexo 84. Esponjamiento 16+000, pozo #9.....	185
Anexo 85. CBR 16+000, pozo #9.....	186
Anexo 86. Diseño del Pavimento, km 12+000.....	189
Anexo 87. Diseño del Pavimento, km 12+500.....	191
Anexo 88. Diseño del Pavimento, km 13+000.....	193
Anexo 89. Diseño del Pavimento, km 13+500.....	195
Anexo 90. Diseño del Pavimento, km 14+000.....	197
Anexo 91. Diseño del Pavimento, km 14+500.....	199
Anexo 92. Diseño del Pavimento, km 15+000.....	201
Anexo 93. Diseño del Pavimento, km 15+500.....	203
Anexo 94. Diseño del Pavimento, km 16+000.....	205
Anexo 95. Rubro 1.....	208
Anexo 96. Rubro 2.....	209
Anexo 97. Rubro 3.....	210

Anexo 98. Rubro 4.....	211
Anexo 99. Rubro 5.....	212
Anexo 100. Rubro 6.....	213
Anexo 101. Rubro 7.....	214
Anexo 102. Rubro 8.....	215
Anexo 103. Rubro 9.....	216
Anexo 104. Rubro 10.....	218
Anexo 105. Reporte de volúmenes de corte y relleno	221
Anexo 106. PLANOS	226

RESUMEN

El presente proyecto se realizó en el cantón Pangua de la Provincia de Cotopaxi y tiene como finalidad el diseño vial de una alternativa que conecte Silipo-Pinllopata, además del diseño del pavimento, para de esta manera mejorar el desarrollo económico, cultural, turístico y social del cantón.

Para el estudio del TPDA se optó por un conteo manual de 7 días, durante 12 horas desde el 02 al 08 de diciembre del 2019.

Para el diseño geométrico de la vía fue realizado bajo la norma del MOP-2002(Ministerio de Obras Públicas) y la MTOP-2003(Ministerio de Transporte y Obras Públicas), donde el diseño horizontal, vertical y transversal son aptos para las condiciones del terreno, velocidades y restricciones acotadas en la normativa MTOP-2003.

Se extrajo 9 muestras de suelo necesario para llevar a cabo ensayos de laboratorio los cuales son: Granulometría, Límites de Atterberg (Límite líquido, límite plástico e índice plástico), Proctor Modificado y Relación de soporte de California (CBR).

Mediante la normativa AASTHO-93 se pudo calcular y conocer los espesores de la carpeta asfáltica óptimos para el volumen de tráfico planteado para un período de diseño de 20 años.

Por medio de los diseños se pudo cuantificar el volumen de corte, además de su longitud total, por lo tanto, se procedió al cálculo del presupuesto referencial.

ABSTRACT

The present project was carried out in the Pangua canton of the Cotopaxi Province and its purpose is to design an alternative road that connects Silipo-Pinllopata, in addition to the design of the pavement, in order to improve economic, cultural, tourist and social development. of the canton.

For the study of the TPDA, a manual count of 7 days was chosen, for 12 hours from 2 to 8 december, 2019.

For the geometric design of the road, it was carried out under the norm of MOP-2002 (Ministerio de Obras Pública) and MTOP-2003 (Ministerio de Transporte y Obras Públicas), where the horizontal, vertical and transversal design are suitable for the conditions of the terrain, speeds and restrictions limited in the MTOP-2003 regulation.

9 soil samples necessary to carry out laboratory tests were extracted which are: Granulometry, Atterberg Limits (liquid limit, plastic limit and plastic index), Modified Proctor and California Bearing Ratio (CBR).

Through the AASTHO-93 regulation, it was possible to calculate and know the optimal asphalt layer thicknesses for the volume of traffic proposed for a design period of 20 years.

Through the designs it was possible to quantify the cut volume, in addition to its total length, therefore, the referential budget was calculated.

CAPITULO I

MARCO TEÓRICO

1.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

ANTECEDENTES

Existen carreteras de todo tipo que generalmente son de uno o varios carriles, flujo de circulación distinto y de diferente calzada, estas características dependen principalmente de su funcionalidad, tipo de terreno, de su competencia. [1] El desarrollo de la construcción de una carretera incide directamente en el desarrollo económico del sector, la provincia y el país, pero muchos de los sectores campesinos y productivos no cuentan con vías que ofrezcan buenos estándares de vialidad, comodidad o seguridad, principalmente por la topografía del lugar de difícil acceso. [2]

La vía actual desde Silipo-Romerillo-Pinllopata perteneciente a la provincia de Cotopaxi es un trayecto realizado sin estudios previos por lo que la vía posee pendientes pronunciadas, un trazado irregular y una superficie de rodadura desgasta debido a los cambios climatológicos especialmente en la época de invierno con altas precipitaciones y neblina.

Pinllopata al ser una parroquia cantonal con 1300 habitantes y con una economía basada en la producción frejol y mora, brota la necesidad de transportar sus productos a los pueblos más cercanos de mejor comercialización. En cuanto a los habitantes del sector Pinllopata están conformados por niños, adultos y adultos mayores con escasa cantidad de jóvenes por la razón de que para poder terminar sus estudios están obligados a migrar a ciudades como Ambato, Latacunga, entre otros.

JUSTIFICACIÓN

Desde tiempos antiguos las vías son consideradas un pilar fundamental para el intercambio cultural y social, además de representar un gran **impacto** en el crecimiento de una sociedad [3], por lo tanto, el aporte que brinda el proyecto es ofrecer una ruta alternativa hacia el sector de Pinllopata para así mejorar la calidad de vida de los habitantes, ya que poseer una infraestructura de transporte eficiente y eficaz mejora la comunicación y promueve el desarrollo. [4]

El sector Pinllopata al ser un pueblo rural no cuenta con una infraestructura de salud y educación adecuada, por lo que obliga a los jóvenes a emigrar para culminar sus estudios, por lo tanto, uno de los objetivos principales del proyecto es **beneficiar** la intercomunicación de las ciudades creando rutas comerciales que contribuyan al aumento del nivel de educación, actividad socio-económica, fuentes de trabajo y aumento de mercados para los productos y materia prima del sector, además de la reducción de la pobreza, el tiempo de recorrido hacia un centro de salud y el costo de transporte.

FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Diseño Geométrico

Es un trazado detallado de la geometría de una vía, con el fin de obtener el desarrollo tridimensional de la ruta la cual consta de tres componentes que son:

Alineamiento horizontal

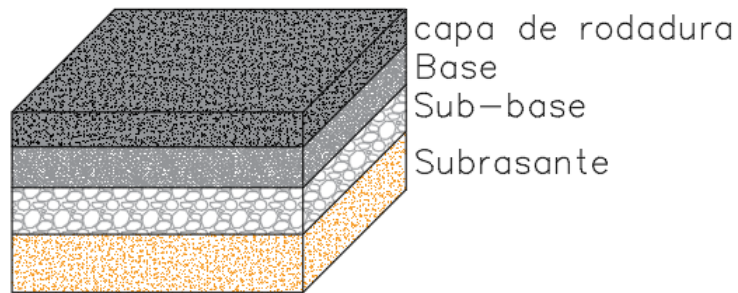
Alineamiento vertical

El diseño geométrico de la vía debe cumplir con la capacidad de demanda y resistir el desgaste generado por los usuarios durante el período de diseño.

Pavimento

Es una estructura constituida por varias capas, que cumple con la función de soportar cargas de tránsito y a los cambios climatológico, para así, ofrecer una ruta segura, cómoda y confortable para los usuarios. [5]

Figura 1. Carpeta asfáltica



Fuente: Autor

La función principal del pavimento es soportar las cargas generadas por los vehículos y proteger a la estructura de los cambios climatológicos, asimismo deberán ser diseñadas de tal manera que ofrezcan seguridad, funcionalidad, comodidad a los usuarios y con una gran vida útil. [3]

Los pavimentos se pueden dividir en:

Pavimentos Flexibles

Pavimentos Rígidos

Pavimentos Semi-rígidos o semi-flexibles

Pavimentos Articulados

Base

Es una capa que forma parte de la carpeta asfáltica que generalmente se encuentra entre las capas de rodadura y sub-base y su principal función absorber los esfuerzos que generan los vehículos.

Sub-base

Es la capa que se encuentra sobre la subrasante, la cual posee varias funciones entre ellas:

- Absorbe esfuerzos generados por los vehículos.
- Como sistema de drenaje.
- Evita deformaciones debido a los cambios volumétricos que sufre el suelo por las condiciones climatológicas y el agua.

Subrasante

Se considera subrasante el nivel del suelo donde se colocará toda la estructura de la carpeta asfáltica y a mayor calidad de la subrasante mejor funcionamiento ya que su función principal es el soportar todas las cargas generadas por los vehículos. El inadecuado control de la calidad de los ensayos de laboratorio de la subrasante y del pavimento puede ocasionar el deterioro del pavimento y la disminución de su capacidad de soporte.

La capacidad de la subrasante dependerá el espesor del pavimento, es decir, a mayor capacidad de la subrasante menor será el espesor del pavimento y a menor capacidad de la subrasante aumentará el espesor del pavimento.

Pavimento flexible

Es el pavimento que se conforma con una capa bituminosa apoyada comúnmente en capas de material seleccionado no rígidas (base y sub-base). [6]

Pavimento semi-rígido

Al pavimento semi-rígido también se lo conoce como pavimento semi-flexible el cual su estructura es similar al pavimento flexible, pero con la diferencia de que una de sus capas es rígida debido a la utilización de algún aditivo como: asfalto, cal o cemento. [6]

Pavimento rígido

Le pavimento rígido es aquel que cuya capa de rodadura está constituida por cemento hidráulico que le da una alta rigidez y es colocado encima de la subrasante, o base de material seleccionado. [6]

Pavimento articulado

Este tipo de pavimento es aquel que su capa de rodadura está conformada de adoquines de espesor y dimensiones similares. [6]

Levantamiento topográfico

Un levantamiento topográfico es una serie de procesos necesarios para describir y conocer características geográficas y geométricas del terreno. La escala, uso, aplicación, instrumentos y métodos usados para realizar el levantamiento topográfico dependerá de la finalidad del plano topográfico. [7]

Plano topográfico

El plano topográfico es un mapa acotado que representa una zona suficientemente pequeña para así despreciar la curvatura del terreno. La escala del plano topográfico dependerá de su uso y aplicación. [7]

Esta escala se la puede calcular de la siguiente manera. E.1:

$$(E.1.) e = \frac{D_{Plano}}{D_{Terreno}}$$

Dónde,

$e =$ representa la escala en fracción

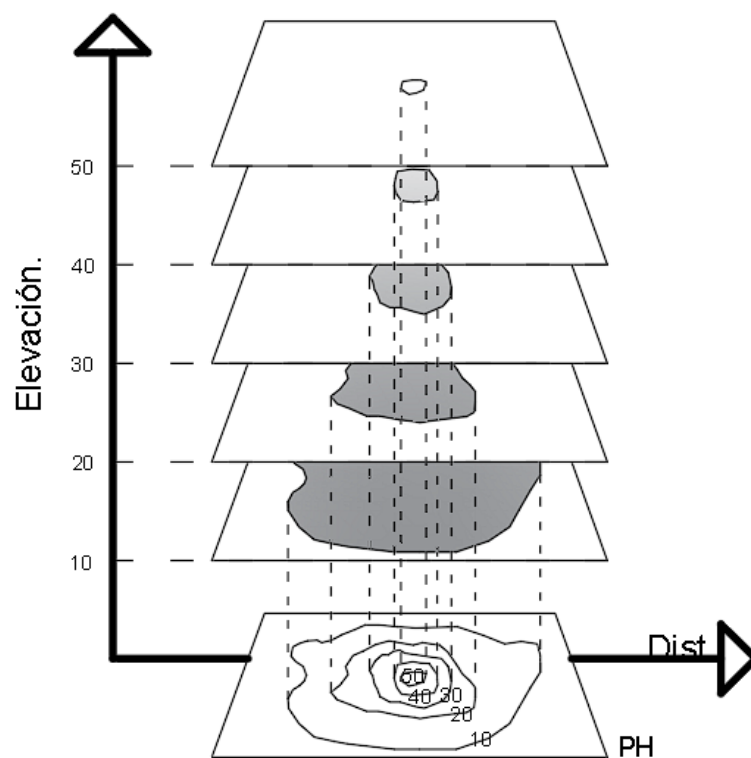
$D_{Plano} =$ distancia medida en el plano

$D_{Terreno} =$ distancia medida en el terreno

Curvas de nivel

Es un corte horizontal del relieve del terreno que genera curvas geométricas que posee la misma altura, y la distancia entre estas dos curvas es inversamente proporcional a la pendiente. [8]

Figura 2. Principio de las curvas de nivel



Fuente: Topografía y sus aplicaciones, 2014

Estudio de suelos

El estudio de suelos es una serie de técnicas y procesos de campo y laboratorio para conocer las características del suelo donde se desea realizar un proyecto de ingeniería Civil.

La importancia del estudio de suelo radica en los parámetros obtenidos a través de los resultados de los ensayos, con los cuales podemos cubrir las necesidades que se presente durante la construcción y vida útil de los proyectos. [9]

Contenido de Humedad

Es el porcentaje de agua que posee la muestra de suelo recolectado, se lo obtiene al restar el peso de la muestra del suelo libre y la muestra secada en un horno a 110°C durante 24h.

Granulometría

Es una propiedad física del suelo que mide la distribución del tamaño de las diversas partículas del suelo de manera porcentual y parcial, a través de una serie de tamices (Taylor), ordenados de mayor a menor abertura, luego los agregados retenidos en cada uno de los tamices son pesados de manera parcial, los cuales son tabulados y expresados en una tabla y posteriormente en una gráfica (curva granulométrica) que relaciona el porcentaje parcial retenido en cada uno de los tamices y el tamaño de estos. [10]

Figura 3. Muestra obtenida por medio de la tamizadora



Fuente: Autor

El tamiz N°4 con una abertura de 4.75mm o 0.187 pulgadas clasifica al suelo entre:

- Agregado grueso
- Agregado fino

Proctor modificado

Es un ensayo de laboratorio que simula la compactación que se realiza en obra, a través de la caída de un pistón a una altura y número de repeticiones determinado; este ensayo es de importancia ya que nos ofrece el contenido de humedad óptima y la densidad máxima que puede alcanzar el suelo. [11]

1.1.1.1.1. Ensayo CBR

Es uno de los ensayos más utilizado especialmente en América Latina y sirve para conocer la resistencia a la penetración del suelo ya que simula la carga generada por las ruedas de los vehículos, este ensayo se lo realiza en laboratorio mediante diferentes especímenes con el contenido de humedad óptima calculado mediante el ensayo Proctor modificado. [11]

Tabla 1. Categorías del CBR

Categorías de subrasante	CBR
S ₀ : Subrasante Inadecuada	CBR < 3%
S ₁ : Subrasante Pobre	De CBR ≥ 3% A CBR < 6%
S ₂ : Subrasante Regular	De CBR ≥ 6% A CBR < 10%
S ₄ : Subrasante Buena	De CBR ≥ 10% A CBR < 20%
S ₅ : Subrasante Muy Buena	De CBR ≥ 20% A CBR < 30%
S ₆ : Subrasante Excelente	CBR ≥ 30%

CBR	CBR	Uso
2-5	Muy Mala	Subrasante
5-8	Mala	Subrasante
8-20	Regular-Buena	Subrasante
20-30	Excelente	Subrasante
30-60	Buena	Subrasante
60-80	Buena	Subrasante
80-100	Excelente	Subrasante

Fuente: Manual de carreteras Suelos, geología, geotecnia y pavimentos sección: Suelos y Pavimentos, 2014	Fuente: Relación de soporte del suelo en laboratorio, 2012
---	---

Fuente. Autor

Límites de Atterberg

Los límites de Atterberg llevan ese nombre por el sueco Albert Atterberg quien fue el que desarrolló el procedimiento para determinar la plasticidad del suelo y quien definió: el límite líquido, plástico y el índice plástico. [12]

- Límite líquido: es el límite del suelo entre el estado plástico y viscoso
- Límite plástico: es el límite del suelo entre el estado plástico y semisólido
- Índice plástico: es la diferencia entre el límite líquido y plástico

Compactación del suelo

Es la disminución del volumen del suelo generado por presiones o cargas debido a la disminución de la cantidad y dimensión de los poros. [13]

Coordenadas

Es un sistema de referencia el cual representa la ubicación de un punto sobre la superficie del planeta se lo representa con símbolos y números. [14]

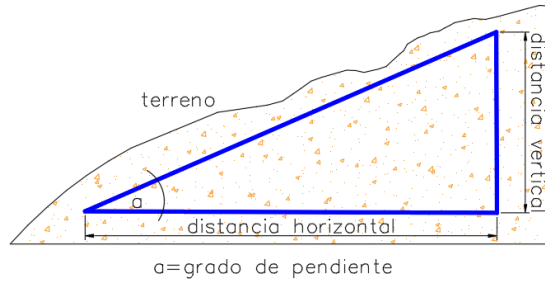
Coordenadas UTM

Las coordenadas UTM (Mercator Transversal Universal) es un sistema de ubicación en cuadrículas de gran precisión, único para todas las zonas, basado en la proyección cartográfica de Mercator y con una escala de reducción de 1:2500. [14]

Pendiente del terreno

La pendiente del terreno generalmente se la representa en porcentaje y se forma a través de la relación entre la distancia vertical y la distancia horizontal, también se la puede definir como el ángulo de inclinación del terreno con respecto a un eje horizontal y estas pendientes varían según la topografía del terreno.

Figura 4. Pendiente del terreno



$$\frac{PENDIENTE VERTICAL}{PENDIENTE HORIZONTAL} = \text{Tan } a$$

Fuente: Autor

Curva de transición

Tiene como objetivo evitar las discontinuidades de la curvatura en el trazado, por lo que su diseño debe garantizar seguridad y comodidad, es decir, suaviza el cambio brusco de la aceleración radial al instante que el vehículo pase de recta a curva. [15]

Vida útil de la vía

Es el tiempo transcurrido desde su apertura hasta cuando la vía es considerada aceptable para la circulación de los vehículos, este tiempo puede aumentar al existir un adecuado mantenimiento y disminuir si no existe mantenimiento, cambios climatológicos bruscos o un inadecuado sistema de drenaje.

Velocidad de diseño

Es la velocidad con la que un vehículo cualquiera puede circular de manera segura, la cual depende del tipo de carretera y la topografía del lugar.

La velocidad de diseño depende del tipo de topografía, y el tipo de carretera.

Tabla 2. Velocidades de diseño

VELOCIDADES DE DISEÑO EN km/h						
Clases de carreteras	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)	(Llano)	(Ondulado)	(Montañoso)
RI ó RII (autopista)	120	110	90	110	90	80
I	110	100	80	100	80	70
II	110	100	80	100	80	60
III	100	80	60	90	70	50
IV	90	70	60	80	60	40
V	70	60	50	50	40	40

* Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite superior de la respectiva categoría.
* Los valores absolutos se emplean cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o relieve sea difícil o escarpado.
*Para l categoría IV y V en caso de relieve escarpado se podrá reducir la Vd. min a 20 km/h.

Fuente: MTOP, Normas de diseño geométrico de carreteras, 2003

Fotogrametría

Es una técnica mediante el cual se puede obtener la posición y dimensión de un objeto o una superficie de terreno mediante una o más fotografías tomadas a cierta distancia. Estas fotografías permiten elaborar mapas y planos con un menor tiempo, y con la misma precisión que usando otros instrumentos de la ingeniería civil. [16]

Para realizar las fotografías aéreas se deben tomar en cuenta: el clima de la zona, la iluminación, la distancia de vuelo, la altura de vuelo, la velocidad, la calidad de las fotografías, la ruta de vuelo.

Período de diseño de la vía

Es el tiempo pronosticado que se espera que la vía se encuentre en buenas condiciones para la circulación normal de los vehículos. Este período debe satisfacer la demanda generada por los usuarios durante el tiempo pronosticado. Al establecer un período de diseño se debe considerar el costo-tiempo, además el volumen de circulación de los vehículos. [17]

Tabla 3. Período de diseño recomendable

Tipo de facilidad vial	Período de (en años)	
	análisis	diseño
Urbana de alto volumen	30 - 50	15 - 20 (30)
Interurbana de alto volumen	20 - 50	15 - 20 (30)
De bajo volumen		
* pavimentada con asfalto	15 - 25	5 - 12
*con rodamiento sin tratamiento (Base granular sin capa asfáltica)	10 - 20	5 - 8

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Resistencia al deslizamiento

Es la fuerza opuesta a la dirección de circulación del vehículo generada por el grado de adherencia que posee el neumático sobre el pavimento, es decir la fuerza de fricción de la carpeta asfáltica. [18]

El Coeficiente de fricción del pavimento se puede calcular de la siguiente manera:

$$(E.2.) \mu = \frac{Fr}{N}$$

Donde w

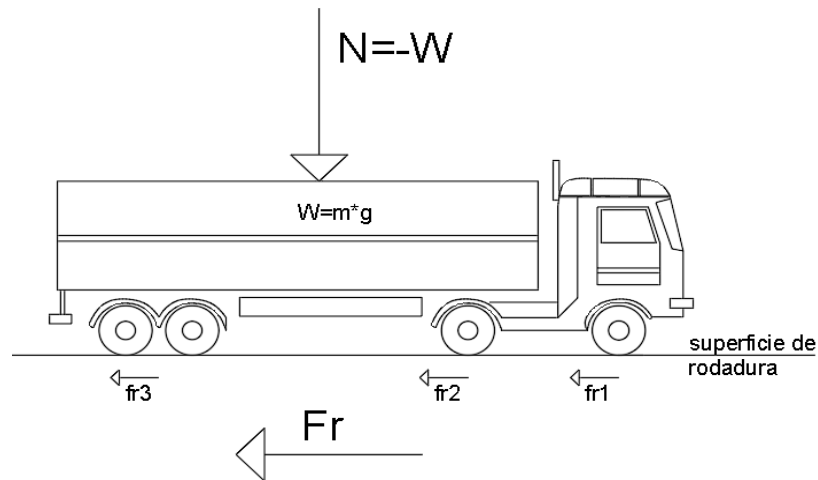
μ : Coeficiente de fricción del pavimento

Fr: Fuerza horizontal en los ejes del vehículo genera por la resistencia al deslizamiento

generada en los ejes de vehículo debido a la resistencia

N: Normal o fuerza vertical generada por el vehículo

Figura 5. Fuerza de fricción por eje



Fuente: Autor

Tráfico

Es uno de los principales factores para el diseño geométrico de una vía porque define la demanda prevista por el sector y sus alrededores. [19]

TPDA

TPDA (Tráfico Promedio Diario Anual) es la representación del volumen del tráfico, el cual se obtiene por conteo de forma manual o automática en estaciones provisionales o permanentes.

Factor horario (Fe)

Es un factor para el cálculo del diseño geométrico de una vía, utilizado para transformar la cantidad de vehículos registrados durante unas determinadas horas a un volumen diario promedio.

Factor diario (Fe)

Es un factor para el cálculo del diseño geométrico de una vía, utilizado para transformar la cantidad de vehículos diarios promedio a volumen semanal promedio.

Factor semanal (Fe)

Es un factor para el cálculo del diseño geométrico de una vía, utilizado para transformar la cantidad de volumen semanal promedio a volumen mensual promedio.

Factor mensual (Fd)

Es un factor para el cálculo del diseño geométrico utilizado para transformar el volumen mensual promedio a Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

Drenaje

Es un sistema que controla la circulación adecuada de agua que provoca un impacto positivo en la vida útil de la vía, mientras que, un inadecuado sistema de drenaje provoca un deterioro temprano del pavimento.

Clima

Es un factor propio de cada sector que al no ser considerado incide negativamente a la vida útil de la vía.

Factor de Ajuste Diario

Es el promedio de los valores de todas las relaciones entre tráfico promedio diario semanal y el tráfico diario.

$$(E.3.) Fd = \frac{TPDS}{TD}$$

Donde,

Fd: Factor de ajuste diario.
TD: Tráfico diario.
TPDS: Tráfico promedio diario semanal.

Precisión del levantamiento

Es el grado de exactitud que posee el dibujo, es decir, la similitud que tiene el plano con referencia a la realidad.

Estaciones provisionales

Son estaciones de conteo que se encuentra provisionalmente, generalmente se lo realiza de manera manual durante 24 h, mínimo 4 días incluyendo fines de semana.

Estaciones permanentes

Son estaciones de conteo muy escasas que se encuentra permanentemente durante todo el año y las s 24h en la vía por ejemplo los peajes.

Tipo de vehículos

Es necesario reconocer las características geométricas de los vehículos que van a circular: como el ancho, largo radios de giro, número y distancia entre ejes entre otros por lo que se han clasificado entre tipos básico de vehículos que son: livianos: (automóviles y camionetas), comerciales (buses) y vehículos articulados. [19]

Niveles de confiabilidad

Es un parámetro generado por el grado de certidumbre o seguridad para que la estructura del pavimento alcance su período de diseño. [20]

Tabla 4. Nivel recomendado de confiabilidad

Calificación funcional de la vía	Nivel recomendado de confiabilidad (%)	
	Urbana	Rural
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Impermeabilidad del asfalto

Es la capacidad de resistencia del pavimento al paso de aire y agua hacia su interior, mientras mejor sea esta propiedad, mejor será su durabilidad y aumentará su vida útil.

El grado de impermeabilidad del pavimento depende de la cantidad y dimensiones de los espacios vacíos que posee la estructura; aunque todo pavimento posee cierto grado de permeabilidad será considerado aceptable mientras no exceda los límites especificados. [21]

Distancia de frenado

Es la distancia en la que un vehículo con una velocidad determinada se demora en detenerse completamente. Esta distancia dependerá de la velocidad de reacción del conductor, rugosidad del pavimento, velocidad del vehículo y la pendiente del terreno.

La distancia de frenado aumentará cuando la vía se encuentre en pésimas condiciones, mojada, el vehículo posea llantas lisas y el conductor se encuentre en mal estado de salud o haya consumido bebidas alcohólicas.

Servicialidad

Es el nivel que posee una vía para ofrecer comodidad y seguridad.

Tabla 5. Nivel recomendado de confiabilidad

Índice de Servicialidad (p)	Calificación
0 - 1	Muy mala
1 - 2	Mala
2 - 3	Regular
3 - 4	Buena
4 - 5	Muy buena

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Distancia de adelantamiento

Es la distancia necesaria mínima que necesita el conductor para poder maniobrar, cambiar de carril, adelantar al vehículo y retornar al carril. [22]

Tabla 6. Distancia de adelantamiento en función de la velocidad del proyecto

Velocidad de proyecto	V_p (Km/h)	40	50	60	70	80	90	100
Distancia de adelantamiento	D_a (m)	200	300	400	450	500	550	600

Fuente: DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIALES Y TRAZADO DE CARRETERAS PARA TÉCNICOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL, 2011

UAV

UAV (Unmanned Aerial Vehicle o Vehículos aéreos no tripulados), también llamados drones, son vehículos multirrotores con gran maniobrabilidad y estabilidad por lo son idóneos para sobrevolar en lugares de difícil acceso sin riesgo, además son aptos para realizar levantamientos topográficos, grabaciones, fotografías aéreas, entre otras funciones. La principal desventaja es que posee un tiempo de vuelo limitado y no pueden volar en zonas muy estrechas. [23]

Figura 6. Drone



Fuente: Autor

Ortofoto

Son fotografías tomadas desde una vista ortogonal para obtener un modelo en 3D con texturas y dimensiones que son analizadas, para transformar las medidas relativas a medidas reales. Estas imágenes no presentan deformaciones como las que genera el ojo humano, por lo que sus dimensiones se ajustan al modelo real. [24]

Figura 7. Fotografía aérea



Fuente: Autor

Presupuesto referencial

Es el valor pronosticado que costará la obra, que depende tiempo, materiales, mano de obra, tipo de obra y costos indirectos. Mientras mejor sea el análisis de precios unitario, el valor real de la obra será similar al presupuesto referencial.

Este valor no es exacto debido a varios factores como el tiempo de realización del presupuesto y el tiempo de construcción, ya que los costos de los materiales cambian conforme el tiempo por lo que se deberá realizar un ajuste del presupuesto (polinómica).

1.2. OBJETIVOS

1.2.1. General:

Realizar el diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

1.2.2. Específicos:

- Realizar el levantamiento topográfico del estado actual de la vía
- Determinar el Tráfico promedio diario anual (TPDA) actual y futuro
- Realizar el diseño horizontal, vertical y transversal de la vía
- Realizar el estudio de suelos mediante los ensayos de granulometría, límites de consistencia, Proctor, CBR
- Diseñar la estructura del pavimento utilizando el método AASHTO
- Determinar el presupuesto referencial

CAPITULO II

METODOLOGÍA

2.1. MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.1. Materiales

Estacas de madera

Son fragmentos de madera con punta en un extremo, que son clavadas en la superficie de terreno y su función principal es servir de referencia. Anexo 1.

Pintura en aerosol

Es un material líquido cuya función, es la de colocar marcas en la vía o árboles cercanos a los puntos de referencia para facilitar la localización de dichos puntos. Anexo 2.

Cal

Facilita la identificación visual de los puntos de referencia ubicados en el trayecto en la ortofoto. Anexo 1.

Libreta de apuntes

Es un material que facilita la recopilación de la información en campo. Anexo 3.

Combo

Herramienta manual que ayuda a la colocación de las estacas en el terreno. Anexo 4.

Pala

Herramienta manual que colabora a la extracción de la muestra de campo, que posteriormente serán analizadas en laboratorio. Anexo 5.

Tamiz

Es un recipiente que en su interior posee una malla normada que se utiliza para determinar el tamaño de las partículas de la muestra. Anexo 6.

Espátula

Herramienta manual que colabora la manipulación de la muestra. Anexo 7.

Recipiente

Herramienta o utensilio que colabora a contener, conservar o transportar alguna sustancia. Anexo 8.

Flexómetro

Herramienta manual graduada utilizada para medir líneas y objetos. Anexo 8.

Enrasador

Herramienta manual que permite retirar con facilidad el exceso del material e igualar la altura o nivel de alguna superficie. Anexo 8.

Acanalador

Herramienta manual que permite separar la muestra colocada en la copa de casa grande, para posteriormente ser ensayada y determinar el número de golpes. Anexo 9.

Trípode con medidor de expansión

Herramienta que permite determinar la expansión de la muestra mientras se encuentra sumergida la muestra. Anexo 10.

2.1.2. Equipos

GPS

Equipo de campo necesario para la georreferenciación de un objeto o punto del proyecto, nos ayuda a conocer la ubicación de los puntos de referencia de la vía. Anexo 11.

Celular

Equipo eléctrico que es utilizado para el control del dron, además de algunas funciones y configuraciones del mismo como: modificar la ruta, altura, distancia de vuelo, regresar a casa, continuar vuelo, cámara en vivo y proporciona información de la batería del dron y el número de imágenes tomadas. Anexo 12.

Dron (Mavic Pro 2)

Equipo de campo que contribuye con gran facilidad y rapidez para obtener la configuración topográfica del suelo, posee una cámara de alta calidad que captura fotografías aéreas de forma ortogonal para luego ser procesadas y obtener una ortofoto. Anexo 13.

Trimble R10 GNSS

Equipo de campo que contribuye al levantamiento topográfico, es utilizado para dar mayor precisión a los datos obtenidos por el dron, a través de puntos de referencia. Anexo 14.

Radio de comunicación.

Equipo de campo necesario para la comunicación debido a la extensión del proyecto y la irregularidad del terreno.

Computador.

Equipo de laboratorio necesario para el diseño geométrico de la vía, análisis de información obtenida por los equipos y procesamiento de las fotos obtenidas por el Drone. Anexo 15.

Tabla 7. Características del computador

Procesador	Intel(R) Core (TM) i7-7500U CPU
Memoria RAM	16.0gb
Tipo de Sistema	Sistema operativo 64bits, procesador x64
Windows	Windows 10

Fuente: Autor

Tamizadora eléctrica

Equipo eléctrico de laboratorio que mediante vibraciones separa y clasifica por tamaño el material con gran facilidad y rapidez. Anexo 16.

Balanza eléctrica

Equipo de laboratorio de precisión necesario para determinar los diferentes pesos de las muestras con y sin humedad. Anexo 17.

Prensa de CBR

Equipo eléctrico de laboratorio que mide la resistencia al esfuerzo de corte de una muestra con condiciones específicas de humedad y densidad. Anexo 18.

Copa de casa grande eléctrica

Equipo eléctrico de laboratorio que realiza un movimiento constante del recipiente de bronce, que sirve para determinar el límite líquido de la muestra. Anexo 19

2.2. MÉTODOS

Investigación de campo

Se realizará una visita al lugar de investigación con la finalidad de recabar datos e información de la comunidad, además de interactuar con los directivos del sector para conocer las necesidades y requerimientos que poseen con el objetivo de mejorar y facilitar la propuesta planteada.

Investigación documentada – bibliográfica

Todo estudio técnico deberá tener un respaldo técnico y un fundamento teórico, por lo tanto, se utilizará fuentes de información como libros, artículos científicos, entre otros, que se encuentre en forma real o virtual que nos proporcione la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil y plataformas de información técnica.

2.2.1. Ubicación del proyecto

Ubicación macro del proyecto

La República del Ecuador se encuentra localizada en la costa noroccidental de América del Sur, con una superficie de 256,370 km². Se encuentra limitado al norte Colombia, al este y al sur Perú y al oeste el Océano Pacífico. [25]

Ubicación meso del proyecto

Cotopaxi se encuentra al centro-norte del Callejón Interandino del Ecuador y se encuentra limitado al norte por Pichincha, al sur por Tungurahua y Bolívar al este por Napo y al Oeste por Los Ríos y Santo Domingo de los Tsáchilas. Y está conformada siete cantones: Pangua, Latacunga, La Mana, San Miguel de Salcedo, Pangua, Pujilí Saquisilí y Sigchos. [26]

Ubicación micro del proyecto

El cantón Pangua se encuentra ubicado en el declive externo de la cordilla de los Andes y limita al norte con la Mana, al sur con río Piñanatug, al este con Angamarca, Pujilí y al oeste con Quinsaloma y Ventanas.

Su población es de 22 289 habitantes, con una extensión de 7149km² y está conformada por una parroquia urbana (El Corazón) y tres rurales (Pinllopata, Ramón Campaña, Moraspungo). [26]

Datos informativos

Ubicación geográfica del sector

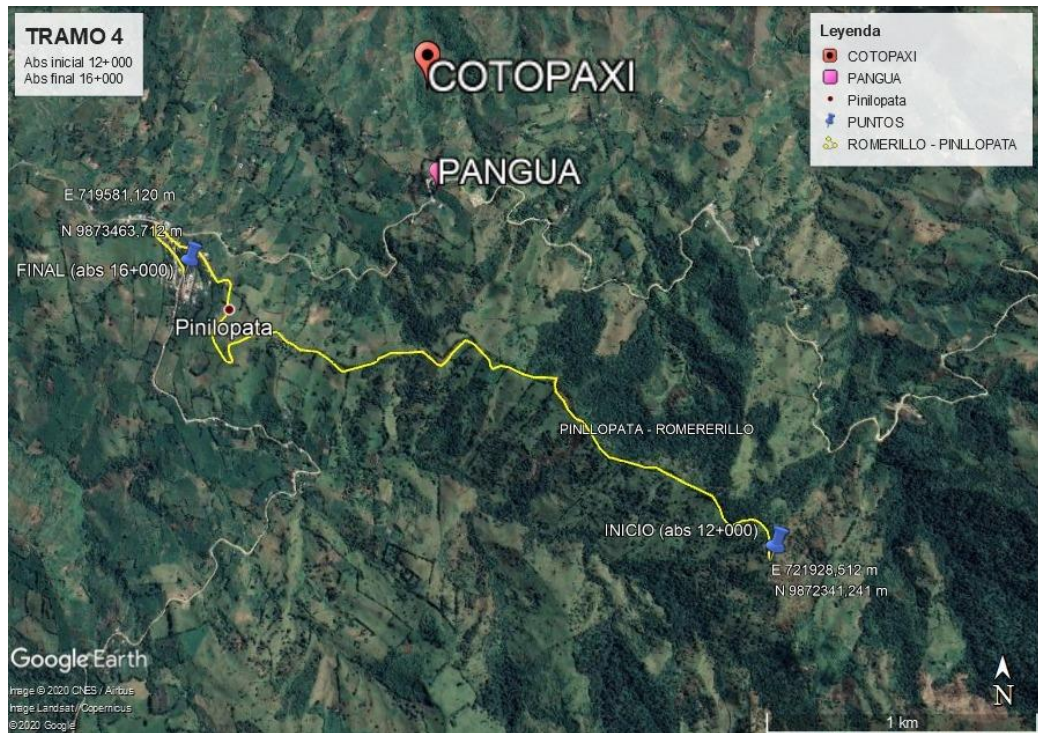
El proyecto se encuentra ubicado en el cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi en el abscisado 12+000km y 16+000km.

Tabla 8. Localización geográfica detallada del proyecto

Tramo			
PUNTOS	Abscisa	Este	Norte
Pto1	12+000	721928,512m	9872341,241m
Pto2	16+000	719581,120m	9873463,712m

Fuente: Autor

Figura 8. Ubicación de la vía Silipo – Pinllopata Km 12+000 – 16+000.



Fuente: Autor

Límites de Pinllopata

Norte: Río Angamarca

Sur: Río Langoló aguas arriba hasta la montaña Sachapungo

Este: Río Carioco y páramos de Romerillo

Oeste: Río Tingo, Cqaparina

Población

Los pobladores de Pinllopata serán los principales beneficiarios del proyecto. Según [27], Pinllopata posee una población de 1030 habitantes, de los cuales el 51,5% (530 habitantes) son hombres y el 48.5% (500 habitantes) son mujeres.

Clima

El clima varía entre 10 y 25°C, con altas precipitaciones en temporada de invierno (noviembre a abril), y posee unas precipitaciones anuales de 1500 a 2500 mm. [27]

Flora

En la parroquia de Pinllopata generan gran cantidad de productos agrícolas tales como: papas, habas, caña, granadilla, trigo, cebada, maíz, arveja, habilla, mora y fréjol, siendo estos dos últimos el de mayor producción. Además, se puede encontrar en zonas de difícil acceso pequeños bosques naturales de aliso, arrayán, sindil, canelo, motilón y naguán. [28]

Fauna

El incremento de la población y las extensas zonas de ganadería ha generado que la diversidad de fauna del sector sea reducida, por lo tanto, la mayor cantidad de fauna es el ganado, vacuno, porcino, ovino, truchas y aves de corral.

Se puede encontrar en escasa cantidad lobos, zorros, venados, armadillos, pavos del monte, además de otros animales que se encuentran en peligro de extinción tales como: gallo del monte y leones. [27]

2.2.2. Plan de Recolección de Datos

Para garantizar el diseño de la vía en óptimas condiciones se debe considerar una serie de procesos para recolección de información.

La MTOP (2003) especifica una serie de procesos para el levantamiento de información para el diseño de una vía.

a) Levantamiento topográfico

Georreferenciar un punto inicial con ayuda del equipo topográfico (R10), en el cual se colocará una estaca que servirá como punto de referencia.

Los puntos de referencia serán colocados cada 2km a partir del punto inicial, también se colocarán estacas y colaborarán con el vuelo del dron en una franja de 100metros. Anexo 20.

La ruta del vuelo del dron se lo realizará por tramos debido a la gran extensión del levantamiento, las baterías del dron, el alcance del dron y la complejidad del lugar. Anexo 21.

b) Recolección de muestras

Las muestras serán recolectadas cada 500m en bolsas, para luego ser analizadas en laboratorio y determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.

Para la determinación del contenido de humedad del suelo, se procederá a retirar la capa vegetal del suelo y se extraerá la muestra en bolsas pérdida de humedad.

2.2.3. Procesamiento y análisis de información

- Con los datos del dron y R10 recolectados en campo, se procederá al análisis y procesamiento de la información en el laboratorio.
- Transformación de las fotografías tomadas por el dron y referenciadas con el R10 a curvas de nivel.
- Análisis y revisión de las curvas de nivel.
- Ensayos de laboratorio para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo tales como:

Granulometría

Para la obtención de los resultados en el ensayo granulométrico se utilizó la normativa NTE INEN 696, la cual describe una serie de procesos a seguir como:

Obtener una muestra representativa.

Colocar la muestra en un horno con temperatura de $105 \pm 5^{\circ}\text{C}$, hasta que las partículas que comprenden la muestra se encuentren en condiciones secas.

Determinar los tamices necesarios para la obtención de la curva granulométrica. Se puede utilizar tamices adicionales tantos como se deseen o sean indispensables para obtener resultados más precisos.

Ordenar los tamices escogidos de manera decreciente según el tamaño de la abertura (Ver Tabla 9), colocar en la parte inferior un recipiente (fuente).

Tabla 9. Abertura de tamices

TAMIZ	Tamiz en mm
# 4	4,76
# 8	2,38
# 10	2,00
# 16	1,19
# 30	0,595
# 40	0,420
# 50	0,297
# 60	0,250
# 100	0,149
# 200	0,074
# fuente	

Fuente: Autor

Agitar de forma manual o automática los tamices, hasta que las partículas de las muestras queden clasificadas, en este caso se utilizó una tamizadora eléctrica.

Pesar de manera parcial las partículas retenidas en cada tamiz, y luego registrarlos en una tabla donde especifique el peso parcial en porcentaje vs la abertura del tamiz donde se retuvo.

Realizar una gráfica semi-logarítmica donde se represente de manera visual la tendencia del tamaño de los agregados.

Límites de Atterberg

Para la obtención de los resultados de los límites de Atterberg se utilizó la normativa NTE INEN 690-691, ASTM D 424-59-74 y AASHTO T-90-70, la cual describe una serie de procesos a seguir.

Límite líquido

Recolectar una muestra de 150gr que haya pasado el tamiz #40.

Añadir pequeñas cantidades de agua y mezclarla de tal manera que la muestra sea moldeable fácilmente y obtenga una consistencia homogénea.

Calibrar la altura de caída de la copa (10mm).

Colocar una porción de esta masa en la copa Casagrande y con ayuda de la espátula nivelarla de manera que la parte más profunda de la muestra tenga un espesor de 1cm.

Dividir con ayuda del acanalador la pasta en dos mitades (6 recorridos como máximo), de manera cuidadosa y evitando que la pasta se desprenda o se fisure. No debe usarse acanaladores cuyo ancho de punta sea de 2.5mm causado por desgaste.

Encender la copa de Casagrande y contabilizar el número de golpes hasta que los bordes del canal se unan 10mm.

Recolectar aproximadamente 10gr de las dos mitades de la parte que se juntaron y colocarlos en un recipiente.

Con ayuda de un horno y una balanza determinar su contenido de humedad.

Realizar nuevamente los pasos respectivos, al menos 4 veces, con distintas cantidades de agua de manera que el número de golpes contabilizados varíen de 5 a 45 golpes.

Límite plástico

Recolectar una muestra de 30gr aproximadamente de suelo fino.

Añadir agua suficiente y mezclar la muestra hasta obtener una pasta homogénea y plástica, además esta muestra no debe disgregarse ni adherirse en las palmas de las manos durante su manipulación.

Tomar aproximadamente 10gr de la pasta y con ayuda de las yemas de los dedos y la placa de vidrio formar un rollo de 3mm de diámetro.

Si el rollo se disgrega antes de llegar a los 3mm de diámetro aumentar el contenido de humedad a la pasta y repetir el proceso.

Si el rollo presenta fisuras o se disgrega después de haber llegado a los 3mm de diámetro recoger las zonas donde se presenta dicha fisuración o disgregación, para posteriormente con ayuda de un horno y una balanza determinar su contenido de humedad.

Índice plástico

Con ayuda de los límites posteriormente calculados determinar el índice plástico, con ayuda de la siguiente fórmula (E.4.).

$$(E.4.). IP = Ll - L$$

Proctor Modificado

Para la obtención de los resultados en el ensayo Proctor Modificado se utilizó la normativa AASHTO T-180; ASTM D 1557, la cual describe una serie de procesos a seguir como:

Tamizar la muestra con el tamiz #4 y recolectar la muestra que paso dicho tamiz.

Registrar las dimensiones del cilindro que se vaya a usar y su peso excluyendo el collarín.

Se procede a colocar cierta cantidad de muestra en el horno de tal manera que la muestra secada sea al menos 6000gr.

Colocar 6000gr de muestra en una bandeja metálica y con ayuda de la probeta aumentar cierta cantidad de agua.

Colocar la mezcla dentro del cilindro en 5 capas procurando que deben tener el mismo espesor entre capas.

Cada capa debe compactarse con 56 golpes realizados con ayuda del martillo de compactación, cada golpe debe alcanzar la altura máxima del martillo.

Una vez realizada la compactación de las 5 capas, se debe retirar el collarín y con ayuda del enrasador nivelar la superficie de la muestra.

Con ayuda de una balanza registrar el peso del cilindro con la muestra compactada sin collarín.

Recolectar pequeñas cantidades de la muestra compactada de la parte superior e inferior del cilindro para posteriormente determinar su contenido de humedad.

Realizarlo las veces necesarias para obtener la humedad óptima y su densidad máxima.

California Bearing Ratio (CBR)

Para la obtención de los resultados en el ensayo Proctor Modificado se utilizó la normativa AASHTO T-193; ASTM D 1883, la cual describe una serie de procesos a seguir como:

Tamizar la muestra con el tamiz #4 y recolectar la muestra que paso dicho tamiz

Registrar las dimensiones del cilindro que se vaya a usar y su peso excluyendo el collarín.

Se procede a colocar cierta cantidad de muestra en el horno de tal manera que la muestra secada sea al menos 6000gr.

Colocar 6000gr de muestra en una bandeja metálica y con ayuda de la probeta colocar el porcentaje de contenido de humedad óptimo.

Esto se lo realiza con tres muestras y con diferente número de golpes (11, 27 y 56).

Determinar los pesos de los cilindros sin collarín compactados y enrasados.

Sumergir los cilindros en agua durante 3 días y colocar a cada uno deformímetros.

Tomar lectura de la deformación del suelo al inicio y final de la sumersión.

Una vez culminada la sumersión se procede a retirarlos y dejarlos escurrir durante 15 minutos para posteriormente ser pesados.

Ensayar los cilindros con ayuda de la máquina de compresión con una velocidad de 1.27mm por minuto.

Tomar pequeñas muestras para luego determinar su contenido de humedad.

Análisis de información

Se realizará un análisis de los datos obtenidos y se comparará con la MTOP (2003) para garantizar el cumplimiento requisitos establecidos, además de cubrir con las necesidades de los pobladores del sector.

CAPITULO III

MARCO TEÓRICO

3.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

Conteo vehicular (TPDA)

Para conocer el TPDA se debe realizar un conteo vehicular, aplicando las normas MTOP y AASHTO las cuales establecen un tiempo, tipos de vehículos y diferentes métodos para la recolección de información tales como: el conteo manual y automático en estaciones permanentes o temporales.

De acuerdo al punto anterior señalado se adoptó un conteo manual (7 días con una duración de 12h) en una estación temporal, este conteo se lo realizó el desde 14 de diciembre 2019 al 21 de diciembre del 2019 en la vía Pinllopata-Angamarca, para observar el conteo detallado diríjase al Anexo 22.

Tabla 10. Conteo Vehicular Semanal

CONTEO VEHICULAR SEMANAL							
Número de carriles	2			Horario	06h00-18h00		
Lugar	Pinllopata						
Fecha	2/12/2019	3/12/2019	4/12/2019	5/12/2019	6/12/2019	7/12/2019	8/12/2019
Día	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes	Sábado	Domingo
Número de vehículos	34	23	30	35	45	58	46

Fuente: Autor

Según la tabla 10 el día de mayor aforo vehicular es el sábado con 58 vehículos, por la tanto procedemos a determinar la hora pico.

Tabla 11. Contaje De Tráfico Volumétrico - Hora Pico

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTAJE DE TRÁFICO VOLUMÉTRICO - HORA PICO Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi											
Proyecto								Estación N.º		1	
Fecha		21 de diciembre del 2019				Día		Sábado			
Ubicación		Pinllopata				Hoja N.º		1			
Estado del Tiempo		Nublado									
HORA		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS No EJES
		Automóvil	Camionetas	Motos	Livianos	Medianos	Pesados	Dos Ejes	Tres Ejes	>Tres Ejes	
6h00	7h00		2	2				2			
7h00	8h00		2	1		1					
8h00	9h00		1	3		1		3			
9h00	10h00		1	1							
10h00	11h00		1	2				3			
11h00	12h00	1	1	1				1			
12h00	13h00		2			1					
13h00	14h00			2				2			
14h00	15h00		2			1					
15h00	16h00		2	1				2			
16h00	17h00		2	2				2			
17h00	18h00	2	1	2				2			
DIARIO		3	17	17		4		17			0
DÍA 6		37			4			17			0

Fuente: Autor

Observando la tabla 11 del conteo vehicular de mayor aforo podemos afirmar que la hora pico se encuentra entre las 8h00 y 9h00 am del día Sábado.

Cálculo del Factor de Hora Pico (FHMD)

Una vez determinada la hora pico procederemos al cálculo del Factor de Hora Pico (FHMD). (E.5.).

$$(E.5.). FHMD = \frac{VHMD}{N(qmax)}$$

Donde:

FHMD: Factor horario de máxima demanda

VHMD: Volumen horario de máxima demanda (8 vehículos)

N: Número de períodos durante la hora de demanda máxima (4 períodos de 15min c/u)

qmax: Flujo vehicular máximo en un período (3 vehículos)

$$FHMD = \frac{8}{4(3)}$$

$$FHMD = \frac{8\text{vehículos}}{12\text{vehículos}}$$

$$FHMD = 0.6666667$$

El valor de factor de hora pico es 0.66, el cual es menor a la unidad, por lo que se asumirá que existen concentraciones de flujo máximo en intervalos breves de tiempo. Para el proyecto se considerará un FHP=1, para asumir que el tráfico es uniforme.

Cálculo del volumen horario del proyecto

Para el siguiente cálculo se utilizará el método de la 30ava hora por lo tanto el volumen de diseño k, es igual, a 15%, debido a que es una zona rural.

Cálculo del tráfico actual

Una vez calculado el factor de hora pico y determinar el valor de k se procede a calcular el TPDA actual de la vía.

Para vehículos livianos.

$$(E.6.).TPDA(\text{actual}) = \frac{VHP(\text{vehiculos livianos}) * FHP}{K}$$

$$TPDA(\text{actual}) = \frac{3 * 1}{0.15}$$

$$TPDA(\text{actual}) = 20$$

$$TPDA(\text{actual}) = 20 \text{ vehiculos livianos/día}$$

Para buses.

$$\text{TPDA(actual)} = \frac{\text{VHP(buses)} * \text{FHP}}{\text{K}}$$

$$\text{TPDA(actual)} = \frac{1}{0.15}$$

$$\text{TPDA(actual)} = 5.66$$

$$\text{TPDA(actual)} = 6\text{buses/día}$$

Para camiones.

$$\text{TPDA(actual)} = \frac{\text{VHP(camiones)} * \text{FHP}}{\text{K}}$$

$$\text{TPDA(actual)} = \frac{3 * 1}{0.15}$$

$$\text{TPDA(actual)} = 20$$

$$\text{TPDA(actual)} = 20\text{camiones/día}$$

Cálculo del tráfico generado

Para el cálculo del tráfico generado la MTOP manifiesta que corresponde al 20% del tráfico actual, y su fórmula correspondiente es:

$$(E.7.). \text{Tg} = 20\% * \text{TPDA(actual)}$$

Para vehículos livianos.

$$\text{Tg} = 20\% * 20$$

$$\text{Tg} = 4 \text{ vehiculos livianos/día}$$

Para buses.

$$\text{Tg} = 20\% * 7$$

$$Tg = 1 \text{ bus/día}$$

Para camiones.

$$Tg = 20\% * 20$$

$$Tg = 4 \text{ camiones/día}$$

Cálculo del tráfico atraído

Según la MTOP establece que el tráfico atraído será del 10% del TPDA actual.

$$(E.8.). \mathbf{Ta = 10\% * TPDA(actual)}$$

Para vehículos livianos

$$Ta = 10\% * 20$$

$$Ta = 2 \text{ vehiculos livianos/día}$$

Para buses

$$Ta = 10\% * 7$$

$$Ta = 1 \text{ bus/día}$$

Para camiones

$$Ta = 10\% * 20$$

$$Ta = 2 \text{ camiones/día}$$

Cálculo del tráfico desarrollado

Para el cálculo del tráfico desarrollado se debe considerar el 5% del TPDA actual.

$$(E.9.). \mathbf{Td = 5\% * TPDA(actual)}$$

Para vehículos livianos

$$Td = 5\% * 20$$

$$Td = 1 \text{ vehículo liviano/día}$$

Para buses

$$Td = 5\% * 7$$

$$Td = 0 \text{ buses/día}$$

Para camiones

$$Td = 5\% * 20$$

$$Td = 1 \text{ camion/día}$$

Cálculo del tráfico actual

para determinar el Tráfico actual debemos considerar los datos del TPDA actual, tráfico atraído, desarrollado y generado.

$$(E.10.). \mathbf{TA = TPDA(actual) + Tg + Ta + Td}$$

Para vehículos livianos.

$$Td = 20 + 4 + 2 + 1$$

$$Td = 27 \text{ vehículos livianos/día}$$

Para buses.

$$Td = 6 + 1 + (1) + 0$$

$$Td = 8 \text{ buses/día}$$

Para camiones.

$$Td = 20 + 4 + 2 + 1$$

$$Td = 27 \text{ camion/día}$$

Cálculo del tráfico futuro

para determinar el tráfico futuro necesitaremos conocer el tráfico actual como su índice de la tasa de crecimiento (i) y el número de años para la que será diseñada (n).

$$(E.11.). TF = TA(1 + i)^n$$

Tabla 12. Tasa de crecimiento vehicular.

TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO (%)			
PERÍODO	TIPO DE VEHÍCULOS		
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES
2010-2015	4,47	2,22	2,18
2015-2020	3,97	1,97	1,94
2020-2025	3,57	1,78	1,74
2025-2030	3,25	1,62	1,58

Fuente: Norma de Diseño de Carreteras (MTO), 2003

Para vehículos livianos.

$$TF = 27(1 + 3.57\%)^1$$

$$TF = 28 \text{ vehículo liviano/día}$$

Para buses.

$$TF = 8(1 + 1.78\%)^1$$

$$TF = 8 \text{ buses/día}$$

Para camiones.

$$TF = 27(1 + 1.74\%)^1$$

$$TF = 27 \text{ camiones/día}$$

Tabla 13. Tráfico futuro del proyecto.

TRÁFICO FUTURO							
Fecha	25 de agosto 2020			Tramo		12+000-16+000	
Lugar	Pinllopata			Número de carriles		2	
año	%Tasa de crecimiento			Tipo de vehículos			TPDA TOTAL
	livianos	buses	camiones	livianos	buses	camiones	
2019	3,97%	1,97%	1,94%	27	8	27	62
2020	3,57%	1,78%	1,74%	28	8	27	64
2021	3,57%	1,78%	1,74%	29	8	28	65
2022	3,57%	1,78%	1,74%	30	8	28	67
2023	3,57%	1,78%	1,74%	31	9	29	69
2024	3,57%	1,78%	1,74%	32	9	29	70
2025	3,25%	1,62%	1,58%	33	9	30	72
2026	3,25%	1,62%	1,58%	34	9	30	74
2027	3,25%	1,62%	1,58%	35	9	31	75
2028	3,25%	1,62%	1,58%	37	9	31	77
2029	3,25%	1,62%	1,58%	38	9	32	79
2030	3,25%	1,62%	1,58%	39	10	32	81
2031	3,25%	1,62%	1,58%	40	10	33	83
2032	3,25%	1,62%	1,58%	42	10	33	85
2033	3,25%	1,62%	1,58%	43	10	34	87
2034	3,25%	1,62%	1,58%	44	10	34	89
2035	3,25%	1,62%	1,58%	46	10	35	91
2036	3,25%	1,62%	1,58%	47	11	36	93
2037	3,25%	1,62%	1,58%	49	11	36	95
2038	3,25%	1,62%	1,58%	50	11	37	97
2039	3,25%	1,62%	1,58%	51	11	37	99
2040	3,25%	1,62%	1,58%	54	11	38	103

Fuente: Autor

Diseño geométrico

Clasificación de la vía según el TPDA

Según la MTOP 2003, recomienda clasificar la carretera según el tráfico futuro para un período de diseño de 15 a 20 años.

Tabla 14. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico proyectado TPDA*
R-I o R-II	Más de 8000
I	De 3 000 a 8 000
II	De 1 000 a 3 000
III	De 300 a 1 000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Norma de Diseño de Carreteras (MTO), 2003

Tabla 15. Relación, función, clase MOP y tráfico.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	R-I o R-II	Más de 8000
	I	De 3 000 a 8 000
COLECTORA	II	De 1 000 a 3 000
	III	De 300 a 1 000
VECINAL	IV	De 100 a 300
	V	Menos de 100

Fuente: Norma de Diseño de Carreteras (MTO), 2003

Velocidad de diseño

Para la velocidad de diseño debemos configurar la topografía del terreno (montañoso) y el tráfico proyectado (85vehículos/día).

Tabla 16. Velocidad de Diseño.

CLASE DE CARRETERA (según MOP)	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LL	O	M	LL	O	M
R-I o R-II > Más de 8000	120	110	90	110	90	80
I De 3 000 a 8 000	110	100	80	100	80	60
II De 1 000 a 3 000	100	90	70	90	80	50
III De 300 a 1 000	0	80	60	80	60	40
IV De 100 a 300	80	60	50	60	35	25
V Menos de 100	60	50	40	50	35	25

Fuente: Norma de Diseño de Carreteras (MTO), 2003

$$Vd = 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Velocidad de circulación

Para el cálculo de la velocidad de circulación, la MTO nos proporciona la siguiente fórmula.

$$(E.12.). Vc = 0.80 * Vd + 6.5$$

$$Vc = 0.80 * 40 \frac{\text{km}}{\text{h}} + 6.5$$

$$Vc = 38.5 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

Diseño Horizontal

Distancia de Visibilidad

Para calcular la distancia de visibilidad se ocupará la siguiente fórmula.

$$(E.13.). Dv = d_1 + d_2$$

Dónde

Dv= Distancia de visibilidad.

d₁= distancia de percepción (reacción del conductor).

d₂ = distancia de frenado.

Para el cálculo de d_1 , se aplicará la siguiente fórmula.

$$(E.14.). \mathbf{d_1} = \frac{vc*t}{3.6seg}$$

$$d_1 = \frac{38.5 \frac{km}{h} * 2.5seg}{3.6seg}$$

$$d_1 = \frac{38.5 \frac{km}{h} * 2.5seg}{3.6seg}$$

$$d_1 = 26.74 =$$

Para el cálculo de d_2 , se aplicará la siguiente fórmula.

$$(E.15.). \mathbf{d_2} = \frac{vc^2}{254*f}$$

Dónde

f= Coeficiente de fricción de circulación (expresado en km/h).

$$(E.16.). \mathbf{f} = \frac{1.15}{vc^{0.30}}$$

$$f = \frac{1.15}{38.5^{0.30}}$$

$$f = 0.3846$$

$$d_2 = \frac{38.5^2}{254 * 0.3846}$$

$$d_2 = 15.17m=15.2m$$

Reemplazamos los valores de d_1 y d_2 .

$$Dv = d_1 + d_2$$

$$Dv = 26.74m + 15.17m$$

$$Dv = 41.91m = 42m$$

Distancia de visibilidad de rebasamiento

Para el cálculo de la distancia de visibilidad de rebasamientos se ocupará la siguiente fórmula.

$$(E.17.). \mathit{dr} = 9.54V - 218 \rightarrow (30 < V < 100)$$

Dónde

dr = distancia de visibilidad de rebasamiento (en metros).

V = velocidad promedio del vehículo que va a rebasar (en kilómetros).

$$\mathit{dr} = 9.54 * (38.5) - 218$$

$$\mathit{dr} = 149.29\text{m}=150\text{m}$$

Sobreechancho

La MTOP 2003 [29], para vías de velocidades inferiores a 50km/h recomienda utilizar un sobreechancho de 30cm, y para vías mayores a dicha velocidad un sobreechancho de 40cm, por lo tanto, se usará 30 cm de sobreechancho.

Peralte

El peralte máximo según la MTOP 2003 [29], para vías de dos carriles con velocidades inferiores a 50km/h con capa granular recomienda un peralte de 8%, mientras para carreteras con capa de rodadura asfáltica con velocidad de diseño mayor al 50km/h recomienda un peralte máximo de 10%, por lo que optamos un peralte máximo de 8%.

Radio mínimo de curvas horizontales

El radio mínimo se calcula utilizando la siguiente fórmula.

$$(E.18.). \mathbf{R} = \frac{v^2}{127(e+f)}$$

Donde.

R= radio mínimo de las curvas horizontales.

V= Velocidad de diseño, (expresada en km/h).

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

f= Coeficiente de fricción lateral.

$$R = \frac{40^2}{127(0.08 + 0.190)}$$

$$R=46.66\text{m}$$

El radio mínimo a utilizarse será de 42m que es el recomendable según la MTOP 2003, para de esta manera aprovechar la difícil topografía que posee el sector.

Diseño Vertical

Gradiente

La gradiente de un proyecto según la MTOP 2003, el valor dependerá de su topografía y la clasificación de la vía , para el proyecto se utilizó como gradiente máxima de 14% debido a que se lo considera como una zona montaña y una vía de clase V, además, menciona que la gradiente mínima es del 0.5%.

Longitud de la curva

Para el cálculo de la longitud mínima, se ocupa la siguiente fórmula.

$$(E.19.). L_{\min} = 0.6 * Vd$$

$$L_{\min} = 0.6 * 40 \frac{\text{km}}{\text{h}}$$

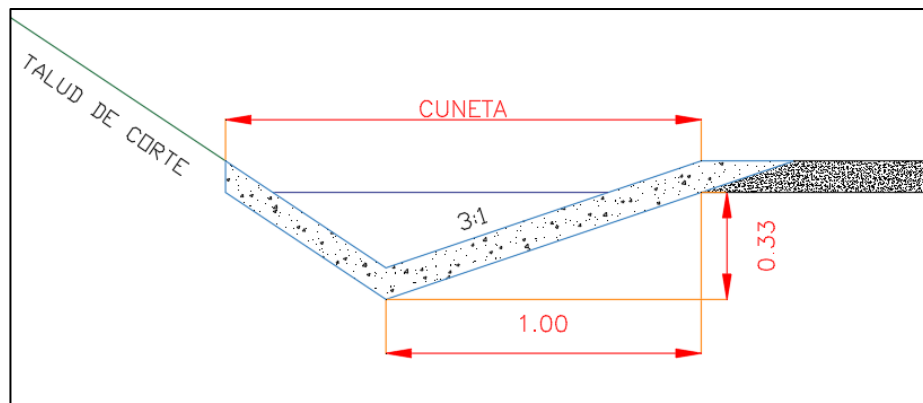
$$L_{\min} = 24\text{m}$$

Sección Transversal

Cuneta

Según la MTOP 2003 [29], recomienda ubicar una cuneta a 30cm de profundidad con respecto a la rasante, en vías con topografía montañosa, además de revestir la cuneta para proteger el pavimento. Se tomará la sección típica de la cuneta expuesta en la normativa.

Figura 9. Cuneta sección típica.



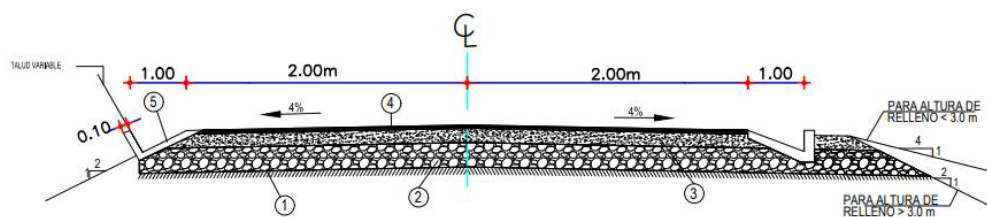
Fuente: Autor

Bombeo

El bombeo para la calzada será de 2%, el cual se utilizará para generar la gradiente transversal de la calzada.

Sección típica de la vía

Figura 10. Sección típica de la vía.



Fuente: Autor

Estudio de suelos

Cálculo de las propiedades mecánicas del suelo

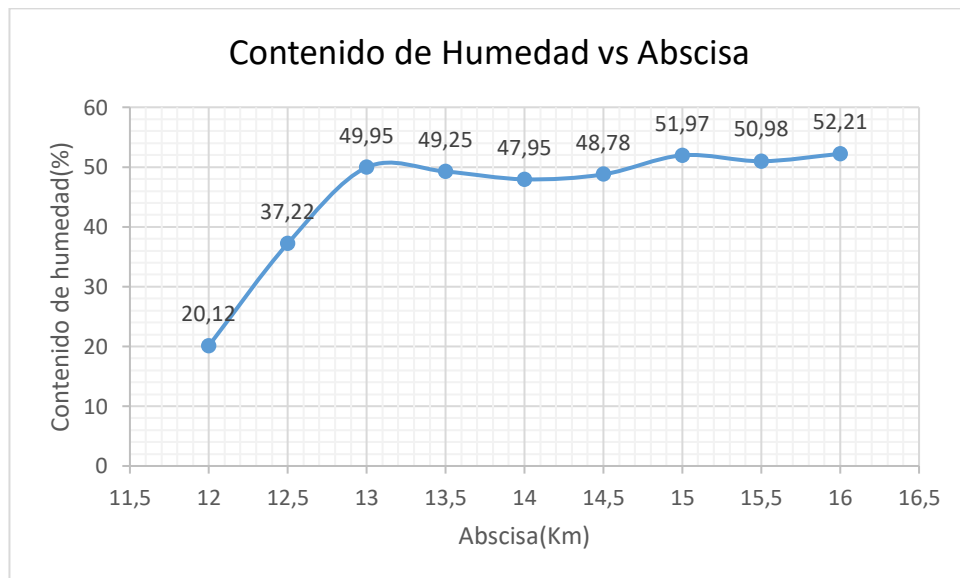
Luego de analizar las 9 muestras de la vía perteneciente a Pinllopata, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi, se expone a continuación las tablas de los resultados obtenidos de los ensayos de una muestra representativa.

Para poder visualizar y analizar todos los resultados obtenidos de los ensayos de laboratorio diríjase a Anexo (Véase en Anexo).

Los resultados expuestos a continuación son de la abscisa 14+000, la cual se la considera más representativa.

Contenido de humedad

Figura 11. Contenido de humedad vs Abscisa.



Fuente: Autor

Límites de Atterberg

Para la clasificación según la SUCS, es necesario conocer los límites de Atterberg.

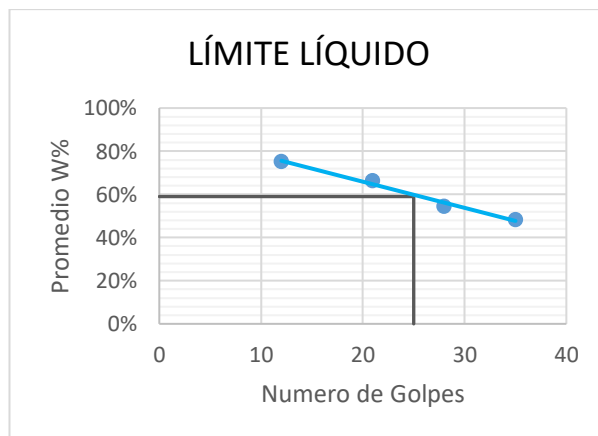
Determinación del límite líquido

Tabla 17 Límite líquido.

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A2	A3	A11	A12	A1	A4	A5	A6
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	33,6	37,5	37,2	38,3	38,9	39,1	36,5	32,5
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	24,1	26,5	27,3	27,4	29,8	28,9	28,5	25,6
P. del recipiente (Wrec)	11,6	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,7	11,5
Peso del agua (Ww)	9,5	11	9,9	10,9	9,1	10,2	8	6,9
Pesos sólidos (Ws)	12,5	14,8	15,6	15,8	18,2	17,3	16,8	14,1
Cont. Humedad (w%)	76,00 %	74,32 %	63,46 %	68,99 %	50,00 %	58,96 %	47,62 %	48,94 %
Cont. Humedad promedio (w%)	75,16%		66,22%		54,48%		48,28%	
Numero de golpes	12		21		28		35	
Límite Líquido (LL%)	59,00%							

Fuente: Autor

Figura 12. Límite líquido abs 14+000



Fuente: Autor

Determinación del límite plástico

Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	202	82	4AL	73	P4	201
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13,1	13,3	18,8	18,7	13,8	15
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,59	12,79	17,01	17,02	13,25	14,06
P. del recipiente (Wrec)	10,6	10,8	10,4	10,6	10,7	10,6
Peso del agua (Ww)	0,51	0,51	1,79	1,68	0,55	0,94
Pesos sólidos (Ws)	1,99	1,99	6,61	6,42	2,55	3,46
Cont. Humedad (w%)	25,63 %	25,63 %	27,08 %	26,17 %	21,57 %	27,17 %
Cont. Humedad promedio (w%)	25,54%					

Fuente: Autor

Determinación del índice plástico

Para el cálculo del índice plástico se debe utilizar la siguiente fórmula.

$$(E.20.). \mathbf{IP = LL - LP}$$

$$IP = 59.00\% - 25.54\%$$

$$IP = 33.46\%$$

Análisis e interpretación

Según los datos expuestos anteriormente podemos determinar que la muestra posee un límite líquido del 59%, un límite plástico del 25.54% y un índice plástico del 33.46%, por lo tanto, podemos definir a la muestra como un suelo arcilloso de alta plasticidad.

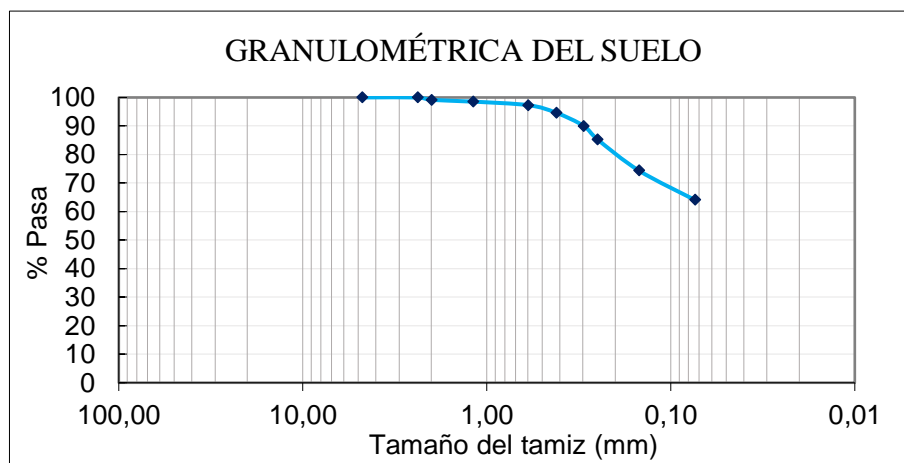
Granulometría

Tabla 18. Granulometría.

GRANULOMETRÍA					
W _{INICIAL} = 800 (gr) =					
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,70	6,70	0,84	99,16
# 16	1,19	4,98	11,68	1,46	98,54
# 30	0,595	9,92	21,60	2,70	97,30
# 40	0,420	21,23	42,83	5,35	94,65
# 50	0,297	37,01	79,84	9,98	90,02
# 60	0,250	37,97	117,81	14,73	85,27
# 100	0,149	87,25	205,06	25,63	74,37
# 200	0,074	82,25	287,31	35,91	64,09
# fuente	0,04	511,43	512,69	64,09	

Fuente: Autor

Figura 13. Granulometría abs 14+000



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

En la tabla anterior expuesta se puede determinar que un 64.09% pasa el tamiz #200. Por lo tanto, el suelo se encuentra dentro de la categoría de suelos finos.

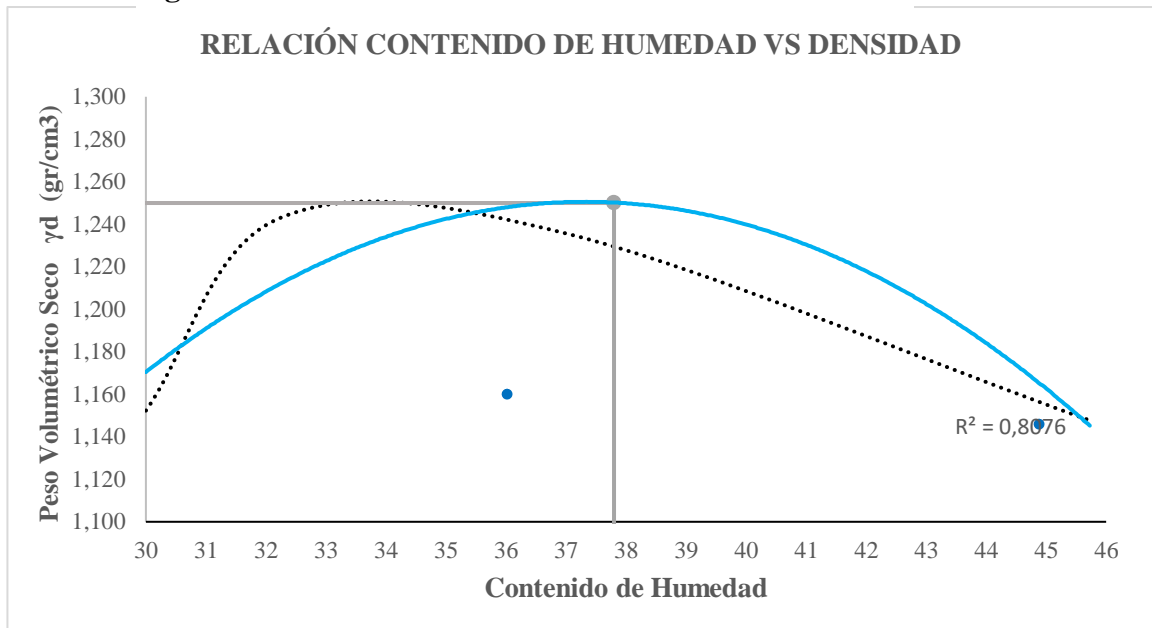
Proctor modificado

Tabla 19. Proctor Modificado.

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15387	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norma:	AASHTO T-180	φ(cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000		6000	6000		6000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	30	33	36	39				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18622	18955	19068	19021				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3425	3758	3871	3824				
P. unitario húmedo γm (gr/cm3)	1,498	1,644	1,693	1,673				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A4	A5	A1	A2	A11	A12	A10	A9
P. del recipiente (Wrec)	11,60	11,70	11,60	11,60	11,70	11,60	11,90	12,00
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	88,70	88,60	89,50	85,40	83,50	79,50	70,80	101,00
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	72,20	71,90	70,00	67,90	63,10	62,10	52,30	73,10
Pesos sólidos (Ws)	60,60	60,20	58,40	56,30	51,40	50,50	40,40	61,10
Peso del agua (Ww)	16,50	16,70	19,50	17,50	20,40	17,40	18,50	27,90
Cont. Humedad (w%)	27,23	27,74	33,39	31,08	39,69	34,46	45,79	45,66
Cont. Humedad promedio (w%)	30,00		32,24		37,07		45,73	
Volumétrico Seco γd (gr/cm3)	1,152		1,243		1,235		1,148	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%			37,8					
Peso Volumétrico Seco máximo γd (gr/cm3)			1,250					

Fuente: Autor

Figura 14. Relación del contenido de humedad vs densidad.



Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Según los resultados expuestos en la Tabla 19 y el Figura 14 se determina que el contenido óptimo de humedad de la muestra de la abscisa 14+000 es de 37.8% y su densidad máxima es de 1.252gr/cm³.

CBR (California Bearing Ratio)

Compactación

Tabla 20. Compactación del CBR.

ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10124,6	10312,4	10102,3	10215,6	10002,3	10245,3
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3764,2	3952	3719,1	3832,4	3641,5	3884,5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,636	1,718	1,616	1,666	1,583	1,688
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,197	1,177	1,171	1,080	1,128	1,049
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,187		1,125		1,088	

Fuente: Autor

Tabla 21. Contenido de humedad de las muestras del CBR.

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	11-B	D-5	D-7	D-8	D-1	C-5
Wm +TARRO (gr)	168,56	149,5	159,9	157,6	187,3	176,3
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	130,56	123,1	128,62	117,89	146,99	126,92
PESO AGUA (gr)	38	26,4	31,28	39,71	40,31	49,38
PESO TARRO (gr)	26,77	65,69	46,43	47,02	44,65	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	103,79	57,41	82,19	73,24	99,97	81,04
CONTENIDO DE HUMEDAD %	36,61	45,99	38,06	54,22	40,32	60,93
AGUA ABSORBIDA %		9,37		16,16		20,61

Fuente: Autor

Tabla 22. Datos de Esponjamiento.

ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DÍAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10- 2	Plgs.	Plgs.	*10- 2	Plgs.	Plgs.	*10- 2	Plgs.	Plgs.	*10- 2
	18:10	0	0,16	5,00	0,00	0,00	0,14	5,00	0,00	0,00	0,24	5,00	0,00	0,00
	18:08	1	0,17		1,00	0,20	0,14		0,56	0,11	0,26		2,00	0,40
	18:20	2	0,18		2,00	0,40	0,15		0,96	0,19	0,26		2,00	0,40
	18:25	3	0,18		2,00	0,40	0,15		1,48	0,30	0,30		6,00	1,20

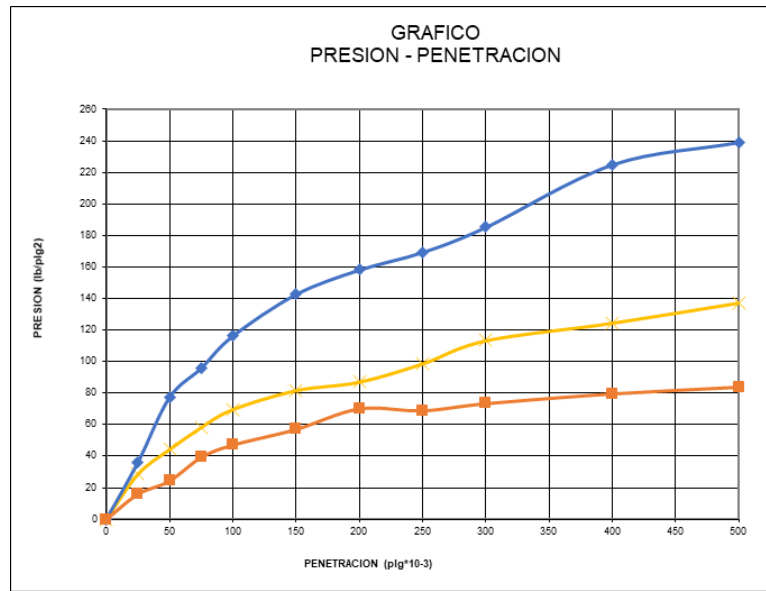
Fuente: Autor

Tabla 23. Ensayo de carga penetración.

ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO		7					8					9		
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEÍDA	CORG			LEÍDA	CORG			LEÍDA	CORG	
			lb/plg2		%	lb/plg2		%	lb/plg2		%			
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	49,2	36,1			39,0	28,7			21,9	16,1		
1	0	50	105,3	77,4			60,4	44,4			33,3	24,5		
1	30	75	130,6	95,9			79,3	58,3			53,6	39,4		
2	0	100	158,3	116,3	116,3	12	94,9	69,7	69,7	7,0	64,3	47,2	47,2	4,7
3	0	150	194,3	142,7			111,3	81,8			77,9	57,2		
4	0	200	215,4	158,2			118,6	87,1			95,6	70,2		
5	0	250	230,6	169,4			134,4	98,7			94,0	69,1		
6	0	300	252,3	185,4			154,3	113,4			100,1	73,5		
8	0	400	306,3	225,0			169,5	124,5			108,6	79,8		
10	0	500	325,6	239,2			186,9	137,3			114,3	84,0		
CBR corregido						12				7,0				4,7

Fuente: Autor

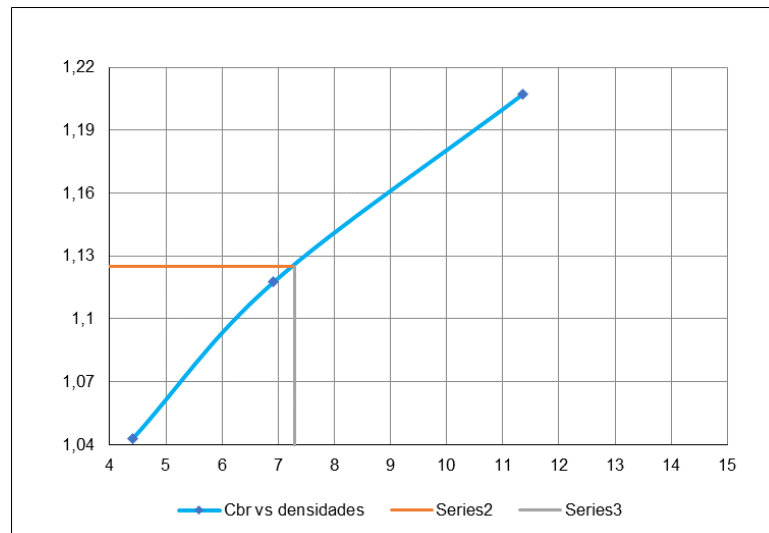
Figura 15. Relación de la presión vs penetración abs 14+ 000.



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1,187	11,63 %
gr/cm ⁴	1,125	6,97 %
gr/cm ⁵	1,088	4,72 %

Fuente: Autor

Figura 16. CBR puntual de la abs 14+ 000.



Densidad Máx	1,250	gr/cm ³
90% de DM	1,125	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		7,3

Fuente: Autor

Análisis e interpretación

Según los resultados expuestos en la Tabla 23 y el Figura 16 se determina que la densidad máxima es de 1.250gr /cm³ y el CBR puntual es de 7.3.

Diseño del pavimento

Para determinar el procedimiento del diseño de la estructura del pavimento nos basaremos en el manual que presenta la AASTHO.

En 1993 fue lanzada la ecuación de diseño por el método AASTHO93, dicha ecuación se basa en parámetros para representar diferentes condiciones locales y globalizar su uso, la fórmula es la siguiente (E.21.):

$$\begin{aligned} \text{Log}W_{18} = & Z_R * S_0 + 9.36 \log(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta\text{PSI}}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 \\ & * \log_{10}(M_R) - 8.07 \end{aligned}$$

Donde:

S_0 = Desvío standard de todas las variables.

SN = Número estructural (en pulgadas).

W_{18} = Número de cargas de 18Kips previstas.

Z_R = Abscisa correspondiente a un área igual a la confiabilidad R en la curva de distribución normalizada.

ΔPSI = Pérdida de servicialidad.

M_R = Módulo de resiliencia de la subrasante (en PSI)

Determinación del período de diseño

Para determinar el período de diseño de una carretera se debe tomar en cuenta el presupuesto como el tipo de carretera.

Tabla 24. Período de diseño.

Tipos de carretera	Período de análisis (años)
Urbana 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: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Se considera una carretera pavimentada con bajo volumen de tránsito, por consiguiente, el intervalo propuesto es de 15 a 25 años, por lo que se tomará el promedio de dichos valores (20 años). Además, se debe considerar el daño que sufrirá el pavimento debido a las cargas de cada vehículo, basándonos en la siguiente tabla:

Tabla 25. Factor de daño

Tipo de Vehículo	Peso bruto máximo	Simple		Simple		Factor de Daño
		Ton	$(P/(6,6))^4$	Ton	$(P/(8,2))^4$	
Bus	12	4	0,135	8	0,906	1,041
2D	7	3	0,043			0,178
		4	0,135			
2DA	10	3	0,043			1,308
		7	1,265			
C-2P	9,5	2,5	0,021			1,286
		7	1,265			

Fuente. Autor

Al ser una vía donde el tráfico se basa en camiones (2DA) de 2 ejes y buses es necesario considerar un factor de daño de 1.04 y 1.29.

Factor de distribución por carril

A continuación, se muestra la distribución de carga según el número de carriles.

Tabla 26. Número de carriles.

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

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

La vía al presentar un solo carril por dirección, la AASHTO recomienda usar el 100% de la carga generada por los vehículos.

Para realizar el cálculo del W18 es necesario usar la siguiente fórmula.

$$(E.22.). W18_{total} = 365 * TPDA_{final} * FD$$

Dónde

W18 = Número de ejes equivalentes acumulados (según el período diseño)

TPDA final = Tránsito promedio diario anual (proyectado)

$$W18_{total} = [365 * TPDA_{final}(bus) * FD] + [365 * TPDA_{final}(camión) * FD]$$

$$W18_{total} = (365 * 11 * 1.041) + (365 * 37 * 1.308)$$

$$W18_{total} = 4179.6 + 7664.5$$

$$W18_{total} = 21\ 844$$

$$W18_{acumulado} = 21844 + 374129$$

$$W18_{acumulado} = 395973$$

$$W18_{por\ dirección} = 395\ 973 * 0.5$$

$$W18_{por\ dirección} = 197\ 986$$

Tabla 27. W18 de diseño.

año	%Tasa de crecimiento			Tipo de vehículos			TPDA TOTAL	w18 parcial	w18 acumulado	w18 por dirección	W18 de diseño
	livianos	buses	camiones	livianos	buses	camiones					
2019	3,97%	1,97%	1,94%	27	8	27	62	15930	15930	7965	7965
2020	3,57%	1,78%	1,74%	28	8	27	64	16208	32139	16069	16069
2021	3,57%	1,78%	1,74%	29	8	28	65	16492	48630	24315	24315
2022	3,57%	1,78%	1,74%	30	8	28	67	16780	65410	32705	32705
2023	3,57%	1,78%	1,74%	31	9	29	69	17073	82483	41242	41242
2024	3,57%	1,78%	1,74%	32	9	29	70	17372	99855	49927	49927
2025	3,25%	1,62%	1,58%	33	9	30	72	17647	117502	58751	58751
2026	3,25%	1,62%	1,58%	34	9	30	74	17928	135430	67715	67715
2027	3,25%	1,62%	1,58%	35	9	31	75	18212	153642	76821	76821
2028	3,25%	1,62%	1,58%	37	9	31	77	18501	172143	86072	86072
2029	3,25%	1,62%	1,58%	38	9	32	79	18795	190938	95469	95469
2030	3,25%	1,62%	1,58%	39	10	32	81	19093	210032	105016	105016
2031	3,25%	1,62%	1,58%	40	10	33	83	19397	229428	114714	114714
2032	3,25%	1,62%	1,58%	42	10	33	85	19705	249133	124567	124567
2033	3,25%	1,62%	1,58%	43	10	34	87	20017	269150	134575	134575
2034	3,25%	1,62%	1,58%	44	10	34	89	20335	289486	144743	144743
2035	3,25%	1,62%	1,58%	46	10	35	91	20658	310144	155072	155072
2036	3,25%	1,62%	1,58%	47	11	36	93	20986	331130	165565	165565
2037	3,25%	1,62%	1,58%	48	11	36	95	21319	352449	176224	176224
2038	3,25%	1,62%	1,58%	49	11	37	97	21680	374129	187064	187064
2039	3,25%	1,62%	1,58%	51	11	37	99	21844	395973	197986	197986
2040	3,25%	1,62%	1,58%	53	11	38	102	22191	418164	209082	209082

Fuente: Autor

En la table N°20 se especifica el valor total de ejes equivalentes que es 197 986 para el año 2039.

La AASTHO 93, especifica los espesores mínimos del concreto asfáltico y la base granular en pulgadas según los ejes equivalentes.

Tabla 28. Espesores mínimos según los ejes equivalentes en pulgadas.

Tránsito W18	Concreto asfáltico	Base granular
menos de 50 000	1,0 ó Tadem Superficial	4,0
50 001 a 150 000	2,0	4,0
150 001 a 500 000	2,5	4,0
500 001 a 2' 000 000	3,0	6,0
2' 000 001 a 7' 000 000	3,5	6,0
Mayor a 7' 000 000	4,0	6,0

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Los valores especificados en la tabla anterior mencionan los valores mínimos que deberían tener las capas que conforman la carpeta asfáltica.

El valor total de diseño de los ejes equivalentes (W18= 197 986) en el 2039, se encuentra entre el rango de 150 000 a 500 000, por lo tanto, los espesores mínimos son:

- Concreto asfáltico

$$\frac{2,5 \text{ plg}}{1 \text{ plg}} \left| \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ plg}} \right| 6,25 \text{ cm} \approx 7 \text{ cm}$$

- Base Granular

$$\frac{4,0 \text{ plg}}{1 \text{ plg}} \left| \frac{2,54 \text{ cm}}{1 \text{ plg}} \right| 10,16 \text{ cm} \approx 10 \text{ cm}$$

Confiabilidad “R”

Determinar la confiabilidad de la vía permite conocer la probabilidad de que la estructura funcione de manera adecuada dentro del período de diseño determinado y se encuentra basada en función del tipo de carretera y la zona.

Tabla 29. Espesores mínimos según los ejes equivalentes en pulgadas.

Clasificación funcional	Zonas urbanas	Zonas rurales
Autopista	85 - 99,9	80 - 99,9
Carreteras de 1er orden	80 - 90	75 - 95
Carreteras de 2do orden	80 - 95	75- 95
Carreteras vecinales o locales	50 - 80	50 - 80

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

La vía se encuentra dentro de una carretera vecinal en una zona rural, por lo tanto, el valor a escoger se encuentra dentro del rango 50% al 80%. Basándonos en la tabla 21 nuestro valor de confiabilidad será el de 70%.

Desviación estándar Z_R

La desviación estándar del pavimento varía de acuerdo a su confiabilidad.

Tabla 30. Desviación estándar.

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

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

En este caso la desviación estándar al poseer una confiabilidad (R) de 70% su respectivo valor es de $Z_R = -0.524$.

Desviación estándar global S_o

Según la AASHTO, la desviación estándar global para pavimentos flexibles se encuentra dentro del rango de 0.40 y 0.50, por lo tanto, el valor a escoger será el promedio (0.45).

Índice de servicialidad PSI

Para determinar el índice de servicialidad nos basaremos en la siguiente fórmula:

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

Dónde

PSI inicial = índice de servicio inicial

PSI final = índice de servicio final

Para el valor del índice de servicio inicial será de 4.2 debido a que es un pavimento flexible, mientras que, el índice de servicio final se recomienda que el valor a escoger sea 2.0 al tratarse de un camino secundario.

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Tabla 31. Índice de Servicialidad.

Índice de servicialidad	Calificación
5 a 4	Muy Buena
4 a 3	Buena
3 a 2	Regular
2 a 1	Mala
1 a 0	Muy Mala

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Módulo de resiliencia

La AASTHO plantea la fórmula para calcular el módulo de resiliencia, tomando en cuenta el valor del CBR.

Para el valor del CBR usaremos el valor del CBR del pozo #4, $\text{km}14 = 7.3$

$$(E.23.). \text{Mr(PSI)} = 3\,000 * \text{CBR}^{0.65}$$

$$\text{Mr(PSI)} = 3\,000 * 7.3^{0.65}$$

$$\text{Mr(PSI)} = 9718.20 \text{ PSI}$$

$$\text{Mr(PSI)} = 9.71820 \text{ KSI}$$

Según las tabla2. Categorías de la subrasante el CBR que disponemos se encuentra en la categoría S1, es decir una subrasante regular.

Tabla 32. Resumen de CBR.

Tabla de resumen CBR			
abscisa	pozo	CBR	Categoría de la subrasante según su CBR
12+000	1	2,4	S ₀ : Subrasante Inadecuada
12+500	2	5.4	S ₁ : Subrasante Pobre
13+000	3	7,6	S ₂ : Subrasante Regular
13+500	4	5,7	S ₁ : Subrasante Pobre
14+000	5	7,3	S ₂ : Subrasante Regular
14+500	6	6,6	S ₂ : Subrasante Regular
15+000	7	6,9	S ₂ : Subrasante Regular
15+500	8	6,87	S ₂ : Subrasante Regular
16+000	9	6,85	S ₂ : Subrasante Regular

Fuente: Autor

Mejoramiento de la subrasante

Al tener un CBR de diseño bajo, debido a la calidad del suelo y condiciones climáticas es recomendable mejorar la subrasante, por lo que se utilizará suelo seleccionado.

La MTOP, menciona ciertas especificaciones que deberá cumplir dicho material granular las cuales son: el suelo granular y/o rocoso, no poseerá material orgánico o escombros, además una granulometría la cual todas sus partículas pasen el tamiz #4 y no más del 20% pasará el tamiz N°200. El material que pase el tamiz N°40 su índice plástico deberá ser hasta 35% y el índice de plasticidad no mayor a 9, siempre y cuando el CBR sea mayor a 20%, por lo tanto, el CBR de diseño a utilizar será 20%.

$$(E.23.). \text{Mr(PSI)} = 3\,000 * \text{CBR}^{0.65}$$

$$\text{Mr(PSI)} = 3\,000 * 20^{0.65}$$

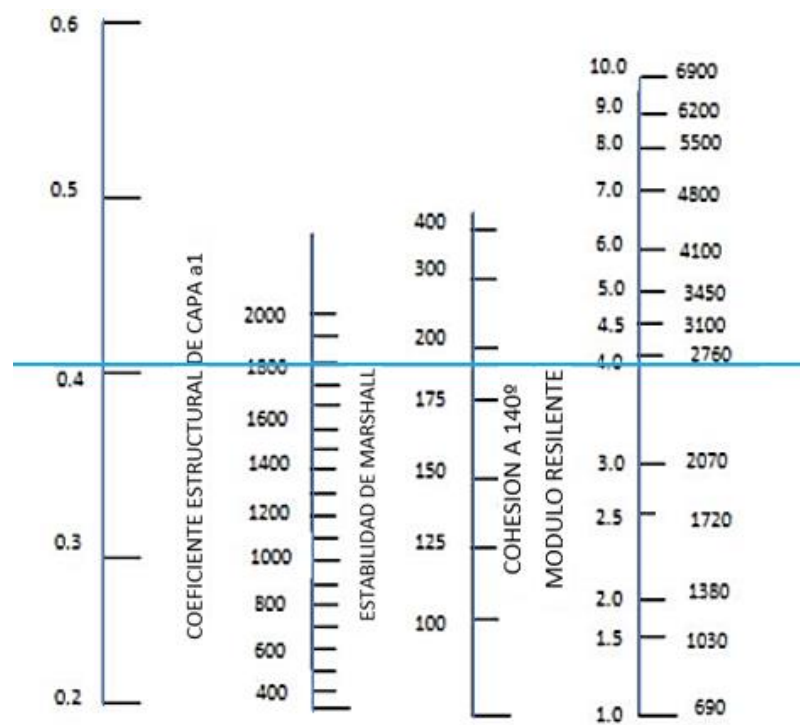
$$\text{Mr(PSI)} = 21\,027.65 \text{ PSI}$$

$$\text{Mr(PSI)} = 21.03 \text{ KSI}$$

Coeficientes de la carpeta asfáltica

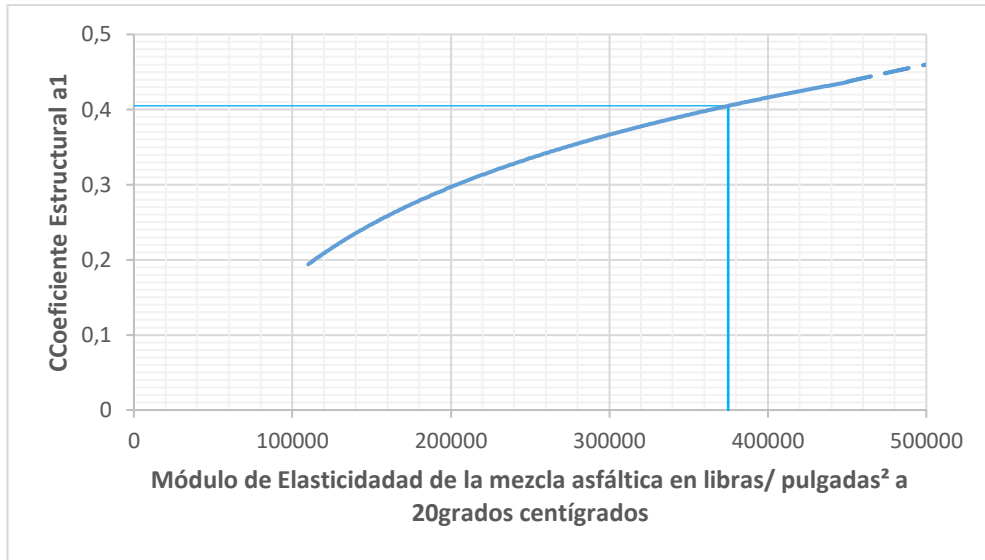
Coeficiente a1

Figura 17. Monograma para estimar el Coeficiente estructural a1 para la carpeta asfáltica.



Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Figura 18. Carta para estimar el Coeficiente estructural a partir del módulo elástico.

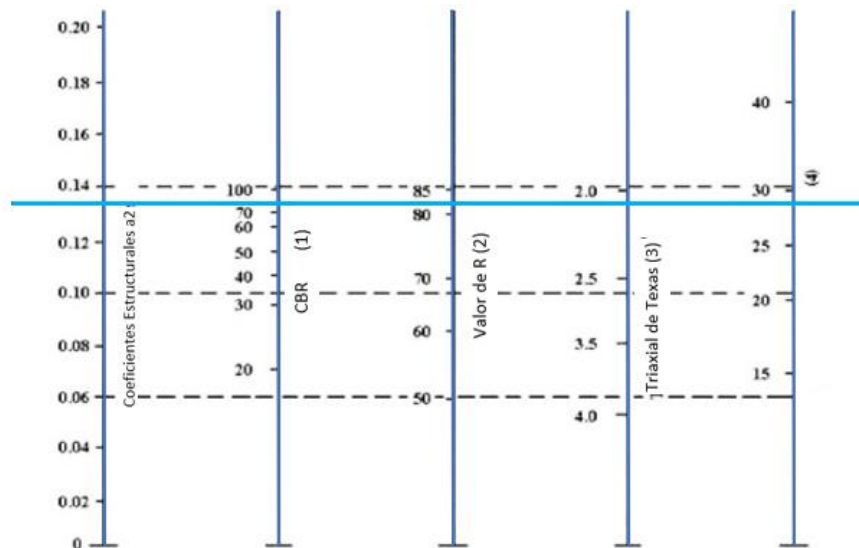


Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Se considera que el valor del Coeficiente $a_1 = 0.405$; debido a que la AASHTO considera una estabilidad mínima de 1 800 lb para vehículos pesados.

Coeficiente a_2

Figura 19. Carta para estimar el Coeficiente estructural a partir del módulo elástico.

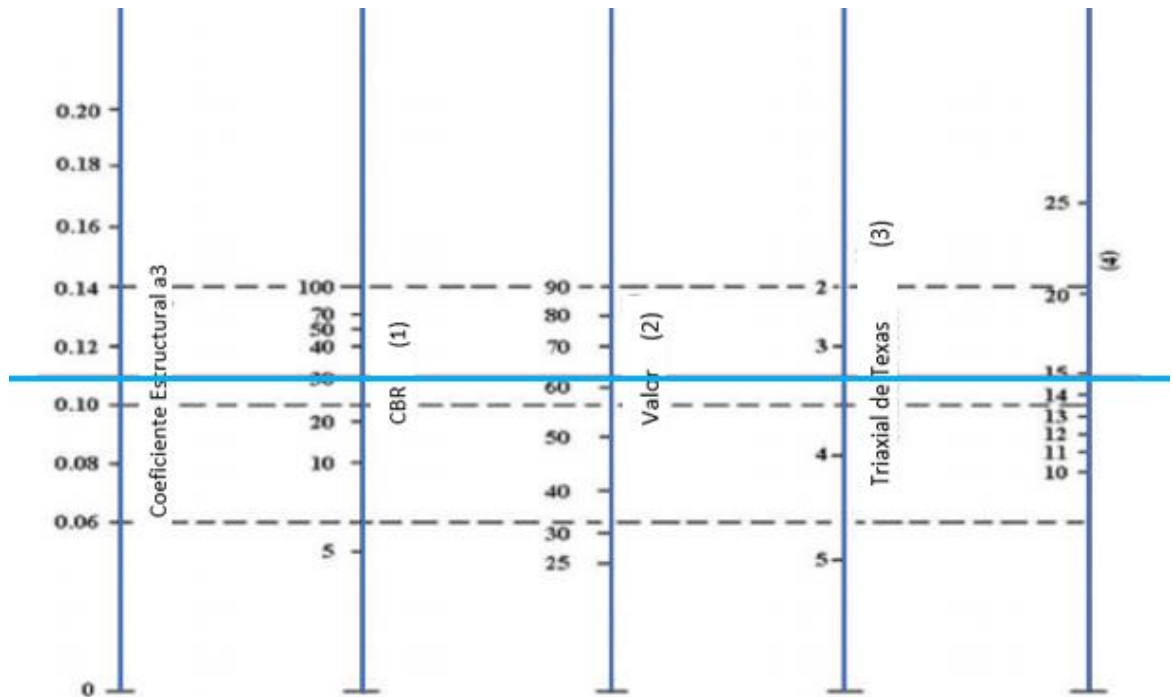


Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

La norma MTOP 2003, establece que el CBR máximo para capa base es del 80%, por lo tanto, el valor de $a_2 = 0.133$.

Coefficiente a_3

Figura 20. Carta para estimar el Coeficiente estructural a partir del módulo elástico.



Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

La MTOP 2003 [30], establece que para la sub-base se debe asumir un valor de CBR mayor o igual al 30%, por lo tanto, el Coeficiente $a_3 = 0.108$.

Coefficientes de drenaje

La AASHTO, plantea ciertos coeficientes de drenaje, para nuestro caso consideramos un drenaje de buena calidad (elimina el agua cada día) y se estima que el pavimento estará expuesto en un 25% de humedad, por lo se asumirá el valor de 1.00 para los coeficientes m_2 y m_3 .

Tabla 33. Características de drenaje del material de base y/o sub-base granular.

Nivel de Drenaje	Agua eliminada dentro de
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Tabla 34. Características de drenaje del material de base y/o sub-base granular.

Calidad de Drenaje	% de tiempo en que el pavimento está expuesto a niveles de humedad cercanas a la saturación			
	<1%	1% - 5%	5% - 25%	>25%
Excelente	1,25 - 1,20	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10
Buena	1,20 - 1,15	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00
Regular	1,15 - 1,10	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90
Pobre	1,10 - 1,00	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80
Muy pobre	1,00 - 0,90	0,90 - 0,80	0,80 - 0,70	0,70

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Cálculo del número estructural (SN)

Para el SN (Número Estructural) se calculará con ayuda de la aplicación llamada “Ecuación AASHTO 93”, para lo cual se requiere los siguientes datos:

Tabla 35. Datos necesarios para el cálculo del SN del km 14+000.

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	99
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	20%
Módulo de resiliencia de subrasante	10921.47
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Fuente: Autor.

Figura 21. Programa de la ecuación AASHTO 93.

The screenshot shows a software interface for calculating the structural number (SN) using the AASHTO 93 equation. The window is titled "Ecuación AASHTO 93". It features several input sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for "Pavimento flexible" (selected) and "Pavimento rígido".
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu showing "70 % Zi=-0.524" and a text box for "So" with the value "0.45".
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for "PSI inicial" (4.2) and "PSI final" (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** Text boxes for "Mr" (10921.47) and "psi".
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty text boxes for "Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)", "Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)", "Coficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coficiente de drenaje - (C_d)".
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for "Calcular SN" (selected) and "Calcular W18". The "W18" value is 197986.
- Número Estructural:** A text box showing "SN = 2.00", which is highlighted with a red border.

 At the bottom, there are "Calcular" and "Salir" buttons.

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Tabla 36. Espesores de la capa asfáltica del km 14+000.

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO		TRAMO : 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000		FECHA : 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197,950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			10,92
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,420
Base granular (a2)			0,135
Subbase (a3)			0,115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,00		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,23		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5,1 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR :	<i>fm</i>		

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Tabla 37. Datos necesarios para el cálculo del SN del km 12+000 (con mejoramiento).

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	99
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	20%
Módulo de resiliencia de subrasante	21027
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Fuente: Autor.

Figura 22. Programa de la ecuación AASHTO 93 (con mejoramiento).

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Tabla 38. Espesores de la capa asfáltica del km 12+000 (con mejoramiento).

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993				
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO		TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000		FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :				
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00	
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50	
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90	
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE				
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197,950	
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%	
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524	
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45	
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			21,03	
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2	
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0	
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20	
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO				
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA				
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,420	
Base granular (a ₂)			0,135	
Subbase (a ₃)			0,115	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA				
Base granular (m ₂)			1,000	
Subbase (m ₃)			1,000	
DATOS DE SALIDA :				
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1,54			
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35			
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42			
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0,23			
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO				
		PROPUESTA		
	TEORICO	ESPESOR	SN*	
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16	
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53	
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-5,1 cm	10,0 cm	0,45	
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14	
DISEÑADO POR	:		<i>fm</i>	

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Para determinar la altura de mejoramiento se utilizará la fórmula del Manual para el Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Transito.

$$(E.24.). D_4 = \frac{SN_f - SN_0}{a_4 * m_4}$$

Dónde

D_4 = Altura efectiva de mejoramiento de la subrasante.

SN_f = Numero estructural del pavimento con la subrasante pobre a muy pobre.

SN_0 = Numero estructural del pavimento con la subrasante regular a buena.

a_4 = Coeficiente estructural de la capa de la subrasante mejorada.

m_4 = Coeficiente de drenaje

Se reemplazará una subrasante muy a pobre a buena (CBR>20%), por lo tanto, el valor a usar es de $a_4 = 0.094 \text{ plg}$.

El Coeficiente de drenaje es de $m_4 = 1.0$

$$D_4 = \frac{(2.6 - 1.54)}{0.094 \text{ plg} * 1}$$

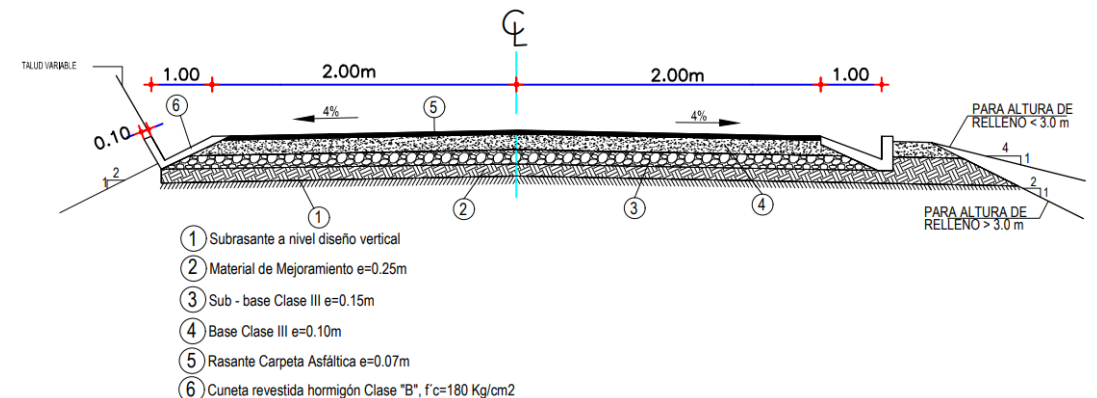
$$D_4 = \frac{1.06}{0.094}$$

$$D_4 = 11.28 \text{ plg}$$

$$D_4 = 28.64 \text{ cm}$$

$$D_4 = 25 \text{ cm}$$

Figura 23. Sección de la vía con espesores



Fuente: Autor

Características de los materiales

Sub -base

Espesor granular=15cm (km14+000)

El material a utilizar para sub-base deberá ser la clase 3, la cual debe cumplir con las especificaciones según la MOP 2002, las cuales son:

Límite líquido ≤ 25

Índice plástico ≤ 6

Valor de soporte ≥ 30

Base

Espesor granular=10cm (km14+000)

Los agregados a utilizarse deberán tener las siguientes especificaciones

Límite líquido < 25

Índice plástico < 6

Valor de soporte ≥ 80

Desgaste por abrasión < 40

Además, deberán estar dentro de los límites granulométricos, expuesto en la tabla

Tabla 39. Porcentajes de peso para la base clase 3

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
19,0mm (3/4")	100
4,76mm (N°4)	45 - 80
2,00mm (N°10)	30 - 60
0,425mm (N°40)	20 - 35
0,075mm (N°200)	3 - 15

Fuente: MOP 001 F 2002

3.1.4. Presupuesto referencial.

3.1.4.1. Análisis de Precios Unitarios

Costos Directos

Los costos directos es la mano de obra, materiales y equipo, es decir, son gastos que se ejecutan de manera directa a un proyecto determinado. [29]

Costos Indirectos

Son costos que no se pueden calcular de forma prevista, es decir, son gastos técnicos-administrativos necesarios para la realización del proyecto. [29]

3.1.4.2. Rubros

Rubro N.º 1. Desboque, desbroce y limpieza

Eliminación de árboles, arbustos, matorrales y cualquier otro tipo de vegetación necesarios para realizar acabo la obra. Para el proyecto se tomará en cuenta un ancho de 40 a 50 metros a cada lado desde el eje principal de la vía.

Medida y forma de pago

La unidad de medida son las hectáreas (he), de igual manera la forma de pago.

(E. 25.). Desbroce Total = ancho de la franja * longitud total

$$\text{Desbroce Total} = 6.00\text{m} * 4\ 424.5\text{m}$$

$$\text{Desbroce Total} = 2547\text{m}^2 = 2.547\text{Ha}$$

Rubro N.º 2. Replanteo y nivelación

Consiste en la colocación de puntos de referencia necesarios para determinar todos los límites del proyecto y para guía durante la construcción.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el kilómetro (km), de igual manera la forma de pago.

(E.26.). Longitud del replanteo = longitud total del tramo del proyecto

$$\text{Longitud del replanteo} = 4\,424.5\text{m} = 4.4245\text{km}$$

Rubro N.º 3. Excavación sin clasificar incluye desalojo

Consiste en el volumen total de la excavación y desalojo durante la realización del proyecto.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (m³), de igual manera la forma de pago.

(E.27.). Volumen de corte total = Vol. corte * factor de esponjamiento

$$\text{Volumen de corte total} = 397568,92\text{m}^3 * 1.18$$

$$\text{Volumen de corte total} = 469\,131.32\text{m}^3$$

Rubro N.º 4. Mejoramiento de la subrasante con materia de préstamo

Mejoramiento de la subrasante necesaria para garantizar el funcionamiento óptimo de la calzada.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cuadrado (m³), de igual manera la forma de pago.

**(E.28.). Volumen de mejoramiento = Distancia de mejoramiento *
altura de mejoramiento**

$$\text{Volumen de mejoramiento} = 500\text{m} * 0.25\text{m} * 6\text{m}$$

$$\text{Volumen de mejoramiento} = 750\text{m}^3$$

Rubro N.º 5. Acabado de la obra existente

Es el producto de la longitud total del proyecto y el ancho de la calzada.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cuadrado (m²), de igual manera la forma de pago

(E. 269). **Acabado de la obra existente = ancho de la franja * longitud total**

$$\text{Acabado de la obra existente} = 6.00\text{m} * 4\ 424.5\text{m}$$

$$\text{Acabado de la obra existente} = 2547\text{m}^2$$

Rubro N.º 6. Excavación de zanjas por cunetas

La excavación para las cunetas será construida respetando los alineamientos, pendiente y sección transversal señalados en los planos, estas excavaciones podrán realizarse manual o con ayuda de maquinaria.

Para el presente proyecto las cunetas tienen la sección típica mostrada en la normativa, la cual posee 1 metro de ancho y 40cm de profundidad.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (m³), de igual manera la forma de pago.

Tabla 40. Dimensiones de las cunetas laterales

Datos	Medida	Unidad
Base (b)	1	m
Altura (h)	0,4	m
Área (b*h/2)	0,2	m ²
longitud de la vía	4424,5	m
Volumen Total	1769,8	m ³

Fuente: Autor

Rubro N.º 7. SUB-BASE CLASE 3. 403-1 (E) Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado (incluye transporte)

Consiste en el tendido, conformado y compacto de la sub-base que conforma la carpeta asfáltica.

La sección transversal fue obtenida por Civil3D.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (m³), de igual manera la forma de pago. (E.30.).

Volumen Sub – base clase 3 = Sección transversal de la sub – base * Longitud Total

$$\text{Volumen Sub – base clase 3} = 0.9\text{m}^2 * 4\,424.5\text{m}$$

$$\text{Volumen Sub – base clase 3} = 3982.05\text{m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 3982.05\text{m}^3 * 1,10 \text{ (F. Sobreancho)} * 1,20 \text{ (F. Esponjamiento)}$$

$$\text{Volumen total} = 5256.31 \text{ m}^3$$

Rubro N.º 8. BASE CLASE 3. 404-1 (E) Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado (incluye transporte)

Consiste en el tendido, conformado y compacto de la base que conforma la carpeta asfáltica.

La sección transversal fue obtenida por Civil3D

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (m³), de igual manera la forma de pago.

(E.31.). **Volumen Base clase 3 = Sección transversal de la base * Longitud Total**

$$\text{Volumen Sub – base clase 3} = 0.6\text{m}^2 * 4\,424.5\text{m}$$

$$\text{Volumen Sub – base clase 3} = 26547.7\text{m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 26547.7\text{m}^3 * 1,10 \text{ (F. Sobreancho)} * 1,20 \text{ (F. Esponjamiento)}$$

$$\text{Volumen total} = 3504.20 \text{ m}^3$$

**Rubro N.º 9. Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=7cm
(inc. Imprimación y transporte)**

Consiste en el tendido, conformado y compacto de la capa de rodadura que conforma la carpeta asfáltica.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (m³), de igual manera la forma de pago.

$$(E.32.). \text{Área de asfalto} = \text{ancho de la calzada} * \text{longitud total de la vía}$$

$$\text{Área de asfalto} = 4.00\text{m} * 4\ 424.5\text{m}$$

$$\text{Área de asfalto} = 17698\text{m}^2$$

$$\text{Área de asfalto total} = 17698\text{m}^2 * 1,10 \text{ (Factor de Sobreancho)}$$

$$\text{Área de asfalto total} = 19467.8\text{m}^2$$

Rubro N.º 10. Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm² para cunetas

Consiste en el hormigón necesario para la creación de cunetas, para el presente proyecto se considera que la sección transversal de la cuneta es de 0.1650.

Medida y forma de pago

La unidad de medida es el metro cúbico (m³), de igual manera la forma de pago

$$(E.33.). \text{Volumen de la cuneta} = \text{sección transversal} * \text{longitud total} * 2$$

$$\text{Volumen de la cuneta} = 0.165\text{m}^2 * 4\ 424.5\text{m} * 2$$

$$\text{Volumen de la cuneta} = 849.165\text{m}^3$$

Tabla 41. Presupuesto referencial

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio Total
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	2,574	830,40	2137,4496
2	Replanteo y Nivelación	km	4,4245	536,23	2372,5496
3	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m ³	469131,3	1,71	802214,56
4	Mejoramiento de la subrasante con materia de préstamo	m ³	750	15,81	11857,5
5	Acabado de la obra existente	m ³	1368	1,08	2750,76
6	Excavación para cunetas	m ³	2547	5,16	13142,52
7	SUB-BASE CLASE 3. 403-1. Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado (incluye transporte)	m ³	5256,31	16,55	86991,931
8	BASE CLASE 3. 404-1. Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado (incluye transporte)	m ³	3504,2	24,28	85081,976
9	Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=7cm (inc. Imprimación y transporte)	m ²	19467,8	12,65	246267,67
10	Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm ² para cunetas	m ³	849,17	170,63	144893,88

Total	1397710,8
-------	------------------

son:	un millón trescientos noventa y siete mil setecientos diez con 79/100 dólares americanos
------	--

Fuente: Autor

CAPITULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. CONCLUSIONES

Mediante el levantamiento topográfico se concluyó con una longitud final de 16+360 km y una pendiente máxima del 14%, y que según la clasificación del MTOP-2003 se lo categoriza como un sector montañoso.

Se determinó que el TPDA actual fue de 47 vehículos/día y de 99 vehículos/día para un período de diseño de 20 años, por lo tanto, se la clasificó según la MTOP-2003, como una vía de clase V, lo que implica un camino vecinal.

De acuerdo a la normativa MTOP-2003, se determinó que la velocidad de diseño será de 40 km/h, la velocidad de circulación calculada con un de 38.5 km/h, el radio mínimo de curvatura igual a 42m, un sobreechancho de 30cm y la longitud de curva mínima de 24m.

Se determinó que el km 12+500 es la sección más crítica para el diseño de la vía entre los km 12+500 y 16+000, cuyos resultados de los ensayos de suelos fueron: contenido de humedad 37.22%, el porcentaje que pasa el tamiz N200 es de 55.27%, límite líquido 54%, límite plástico 21.11%, índice plástico 32.89%, contenido de humedad óptimo $\omega\%=27\%$, peso volumétrico seco máximo $\gamma_d=1.353$ (gr/cm³) y un CBR = 5.4% (subrasante pobre).

Se concluyó que los espesores a utilizarse para las distintas capas de la carpeta asfáltica son: capa de rodadura=7cm, base=10cm y subbase=15cm que cumplen en su totalidad con las necesidades de la vía y aseguran un funcionamiento óptimo, cabe recalcar que el km 12+000 posee un CBR =2.4% (inadecuado), que se encuentra muy por debajo de los demás por lo que se decidió darle una altura de mejoramiento de 25cm y conservar los espesores de la carpeta asfáltica mencionados posteriormente.

El presupuesto referencial es de 1' 397 710,8 dólares americanos.

4.2. RECOMENDACIONES

Se recomienda a las entidades públicas encargadas realizar el análisis y estudios respectivos para considerarla como proyecto final de construcción y se lo considere como una alternativa ya que el estudio y diseño técnico fue realizado bajo los requisitos establecidos por las normativas (AASHTO y MTOP2003, MOP2002).

Se recomienda la recolección de muestras y/o construcción de la vía durante la época de verano, debido a que en invierno las precipitaciones aumentan de manera considerable.

Se recomienda realizar el ensayo de CBR en un lugar cerrado, para evitar la disminución del contenido de humedad de la muestra debido a la exposición al sol y viento cuando se encuentra en un lugar abierto (intemperie).

Se recomienda aplicar un estudio de Impacto Ambiental antes y durante el proceso de construcción, dado que existe abundante flora y fauna autóctona del lugar.

Se recomienda llevar un control adecuado de los materiales a utilizarse en la construcción de la vía, para garantizar la calidad y su desempeño óptimo durante su vida útil.

Se recomienda realizar los estudios respectivos para la estabilización de taludes ya que el presente proyecto no cuenta con esos estudios, debido a que fue enfocado al diseño geométrico de la vía, estudio de suelos y diseño de la carpeta asfáltica.

Se recomienda implementar el diseño y su respectiva ejecución de la señalética vertical y horizontal para garantizar la seguridad vial de los usuarios.

Se recomienda realizar un estudio costo-beneficio para determinar si la vía es económicamente factible.

Se recomienda considerar otra alternativa de la vía Romerillo-Pinllopatá, debido a que la planteada posee excesivos cortes y pendientes pronunciadas.

BIBLIOGRAFÍA

- [1] C. Frias y P. Fernanda, Estudio de la vía "Mulligua - San Juan Siles" ubicado en la parroquia de El Corazón cantón Pangua provincia de Cotopaxi de longitud 3.0 km para su rehabilitación y mejoramiento, El Corazón , 2019.
- [2] B. Patiño Alzate, "Proyectos de infraestructura vial e integración territorial.," *Bitácora Urbano Territorial*, vol. 26, n° 2, pp. 79-86, 2016.
- [3] M. O. Díaz y L. Meneses, "CRITERIOS E INDICADORES DE SOSTENIBILIDAD EN EL SUBSECTOR VIAL" *CIENCIA E INGENIERÍA NEOGRANADINA*, vol. 25, n° 2, pp. 81-98, 2015.
- [4] L. Narvaez, "VÍAS TERCARIAS: motor del desarrollo económico rural.," *Revista de Ingeniería*, n° 45, pp. 80-87, 2017.
- [5] H. Rondón y R. Fredy, Pavimentos materiales, construcción y diseño, Bogotá: ECOE, 2015.
- [6] A. Montejo Fonseca, Pavimentos, estudios básicos y diseño, vol. III, Bogotá: Panamericana Formas e Impresos, S.A, 2010.
- [7] E. Priego de los Santos, TOPOGRAFÍA Instrumentación y Observaciones Topográficas, Valencia: UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALENCIA, 2015.
- [8] D. Alcántara García, Topografía y sus aplicaciones, México: Continental, 2014.
- [9] G. Duque Escobar y E. C. Escobar Potes, Geomecánica, Bogotá, 2016.
- [10] J. Toirac Corral, "CARACTERIZACIÓN GRANULOMÉTRICA DE LAS PLANTAS PRODUCTORAS DE ARENA EN LA REPÚBLICA DOMINICANA, SU IMPACTO EN LA CALIDAD Y COSTO DEL HORMIGÓN.," *CIENCIA Y SOCIEDAD*, vol. XXXVII, n° 3, pp. 293-334, 2012.
- [11] R. D. Oyola Guzmán, "Determinación de la resistencia a la penetración de un suelo cohesivo en diferentes condiciones de hidratación y compactación.," *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. X, n° 3, pp. 1-10, 2016.

- [12] J. M. Junco del Pino y E. Tejada Piusseaut., “Junco del Pino, Juan Mario; Tejada Piusseaut., Eduardo,” *Revista de Arquitectura e Ingeniería*, vol. VII, n° 3, pp. 1-12, 2013.
- [13] R. Blanco, “La relación entre la densidad aparente y la resistencia mecánica como indicadores de la compactación del suelo,” *Agrociencia*, vol. XLIII, n° 3, 2009.
- [14] M. A. Rincón Villalba, W. E. Vargas Vargas y C. J. González Vergara, *TOPOGRAFÍA CONCEPTOS Y APLICACIONES*, Bogotá: ECOE, 2017.
- [15] W. Muñoz Prieto, *Diseño Geométrico de vías con aplicaciones básicas en Excel y Autocad*, Bogotá: ECOE, 2012.
- [16] E. Q. Rosado, *Introducción a la Fotogrametría y Cartografía aplicadas a la Ingeniería Civil*, Cáceres: Unex, 2014.
- [17] W. E. Zambrano Zambrano, *Diseño Estructural de Pavimentos*, Machala: utmach, 2016.
- [18] H. Solminihaç, T. Echavegueren y A. Chamorro, *Gestión de Infraestructura Vial*, Santiago de Chile: Ediciones UC, 2018.
- [19] M. Berardo, A. Baruzzi, O. Dapás, R. Freire, M. Tartabini, Vanoli y Gustavo, *Manual de Diseño Geométrico Vial*, Córdoba: Brujas, 2017.
- [20] G. Corredor, “Experimento Vial de la AASHO y las Guías de Diseño AASHTO,” [En línea]. Available: <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2008/08/aashto-931.pdf>.
- [21] P. M. Morales Camacho, *CONSTRUCCIÓN Y CONSERVACIÓN DE VÍAS*, Segunda ed., Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garabito, 2015.
- [22] L. Neira Tobar, *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VIALES Y TRAZADO DE CARRETERAS PARA TÉCNICOS DE FORMACIÓN PROFESIONAL*, Primera ed., Bubok, 2011.
- [23] H. A. Pérez Sánchez, E. U. Benítez Rendón y M. Díaz Rodríguez, “SISTEMA DE GEOREFERENCIADO DE IMÁGENES CON DRONES,” *Ra Ximhai*, vol. XIII, n° 3, pp. 65-27, 2017.
- [24] B. Arévalo Vera, E. Bayona Ibáñez y I. K. Rincón Parada, “Metodología para documentación 3D utilizando fotogrametría digital,” *Tecnura*, vol. XIX, pp. 113-120, 2015.

- [25] C. d. Ecuador, “cancilleria.gob.ec,” [En línea]. Available: <https://www.cancilleria.gob.ec/bienvenidos-geografia-del-ecuador/>. [Último acceso: 15 Mayo 2020].
- [26] G. Cotopaxi, “www.cotopaxi.gob.ec,” [En línea]. Available: <https://www.cotopaxi.gob.ec/index.php/2015-09-20-01-15-34/secretaria-general/item/530-gad-cotopaxi-desarrollo-foro-limites-de-la-provincia-de-cotopaxi>.
- [27] G. A. P. R. D. COTOPAXI, “app.sni.gob.ec,” 2015. [En línea]. Available: http://app.sni.gob.ec/sni-link/sni/PORTAL_SNI/data_sigad_plus/sigadplusdiagnostico/0560017780001_DIAGNOSTICO%20PDyOT%20PINLLOPATA_15-05-2015_11-06-06.pdf.
- [28] G. A.D y Pinllopata, “pinllopata.gob.ec,” [En línea]. Available: <https://pinllopata.gob.ec/cotopaxi/datos-generales/>. [Último acceso: 01 Junio 2020].
- [29] M. d. T. y. O. Públicas, Normas de diseño geométrico de carreteras, Ecuador, 2003.

ANEXOS

ANEXO A

EQUIPOS Y MATERIALES



Anexo 1. Estaca y cal



Anexo 2. Pintura en aerosol



Anexo 3. Libreta de apuntes



Anexo 4. Combo



Anexo 5. Pala



Anexo 6. Tamices



Anexo 7. Espátula



Anexo 8. Recipientes, flexometro y enrasador



Anexo 9. Acanalador



Anexo 10. Trípode



Anexo 11. GPS



Anexo 12. Celular



Anexo 13. Drone



Anexo 14. Trimble R10 GNSS

Ver información básica acerca del equipo

Edición de Windows:

Windows 10 Enterprise
© 2019 Microsoft Corporation. Todos los derechos reservados.



Sistema:

Fabricante: Mauro Cerquero
Modelo: WinOS v21.07.2020
Procesador: Intel(R) Core(TM) i7-7500U CPU @ 2.70GHz 2.80 GHz
Memoria instalada (RAM): 16,0 GB
Tipo de sistema: Sistema operativo de 64 bits, procesador x64
Lápiz y entrada táctil: La entrada táctil o manuscrita no está disponible para esta pantalla

Configuración de nombre, dominio y grupo de trabajo del equipo:

Nombre de equipo: DESKTOP-KC70BBN
Nombre completo de equipo: DESKTOP-KC70BBN
Descripción del equipo:
Grupo de trabajo: WORKGROUP

Anexo 15. Computador



Anexo 16. Tamizadora eléctrica



Anexo 17. Balanza eléctrica



Anexo 18. Prensa de CBR



Anexo 19. Copa de Casa Grande

ANEXO B

ANEXOS VARIOS



Anexo 20. Colcando puntos de referencia



Anexo 21. Iniciando ruta de vuelo del drone



Anexo 22. Extrayendo muestras

Anexo 23. Tabla Nacional de Pesos y Dimensiones para el Ecuador

Tipo	Distribucion máxima de carga por eje	Descripcion	Peso Máximo permitido (Ton)	Longitudes máximas permitidas (metro)		
				Largo	Ancho	Alto
2D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0 octopus			32	12,20	2,60	4,10
V2FB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10
VZS			27	12,20	2,60	4,10
T2			18	8,50	2,60	4,10
T3			27	8,50	2,60	4,10
S3			24	13,00	2,60	4,10
S2			20	13,00	2,60	4,10
S1			11	10,00	2,60	4,10
R2			22	10,00	2,60	4,10
R3			31	10,00	2,60	4,10
B1			11	10,00	2,60	4,10
B2			20	10,00	2,60	4,10
B3			24	10,00	2,60	4,10

Para las unidades de carga (remolques, semiremolques y remolques balanceados) en la combinación se restará el largo del traslape

Fuente: Ministerio de Transporte y Obras Públicas

ANEXO C

CONTEO VEHICULAR

Anexo 24. Censo Vehicular día Lunes,

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi												
Fecha		2 de diciembre del 2019 Estación N.º 1												
Ubicación		Pinllopata Día Lunes												
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS		
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES				
6h00	6h00													0
	6h15			1										1
	6h30		1	1										2
	6h45			1										1
7h00														4
7h00	7h00							1						1
	7h15													0
	7h30													0
	7h45		1											1
8h00														2
8h00	8h00							1						1
	8h15			1										1
	8h30			1		1								2
	8h45													0
9h00														4
9h00	9h00													0
	9h15		1											1
	9h30							1						1
	9h45													0
10h00														2
10h00	10h00													0
	10h15							1						1
	10h30													0
	10h45		1											1
11h00														2
11h00	11h00													0
	11h15		1											1
	11h30					1								1
	11h45		1											1
12h00														3
12h00	12h00													0
	12h15			1										1
	12h30							1						1
	12h45													0
13h00														2
13h00	13h00													0
	13h15					1		1						2
	13h30					1								1
	13h45							1						1
14h00														4
14h00	14h00													0
	14h15													0
	14h30													0
	14h45					1		1						2
15h00														2
15h00	15h00		1											2
	15h15													1
	15h30													0
	15h45		1	1										2
16h00														3
16h00	16h00													0
	16h15							1						1
	16h30		1											1
	16h45					1								1
17h00														3
17h00	17h00													0
	17h15			1										1
	17h30			1										1
	17h45		1											1
18H00	18h00													3
Total														34

Fuente: Autor

Anexo 25. Censo Vehicular día Martes

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi												
Fecha		3 de diciembre del 2019											Estación N.º 1	
Ubicación		Pinllopata											Día	Martes
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS		
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES				
6h00	6h00													0
	6h15		1											1
	6h30				1									1
	6h45				1									1
	7h00													3
7h00	7h00													0
	7h15													0
	7h30													0
	7h45		1											1
	8h00													1
8h00	8h00													0
	8h15							1						1
	8h30					1								1
	8h45													0
	9h00													2
9h00	9h00													0
	9h15													0
	9h30							1						1
	9h45													0
	10h00													1
10h00	10h00													0
	10h15					1								1
	10h30													0
	10h45													0
	11h00													1
11h00	11h00				1									1
	11h15													0
	11h30													0
	11h45													0
	12h00													1
12h00	12h00		1											1
	12h15													0
	12h30				1									1
	12h45					1								1
	13h00													3
13h00	13h00		1											1
	13h15							1						1
	13h30													0
	13h45													0
	14h00													2
14h00	14h00													0
	14h15				1		1							2
	14h30							1						1
	14h45													0
	15h00													3
15h00	15h00		1											1
	15h15													0
	15h30													0
	15h45				1									1
	16h00													2
16h00	16h00													0
	16h15							1						1
	16h30													0
	16h45													0
	17h00													1
17h00	17h00													0
	17h15		1											1
	17h30				1									1
	17h45				1									1
	18h00													3
Total														23

Fuente: Autor

Anexo 26. Conteo Vehicular día Miércoles

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi												
Fecha		4 de diciembre del 2019											Estación N.º 1	
Ubicación		Pinllopata											Día	Miércoles
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS		
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES				
6h00	6h00													0
	6h15		1											1
	6h30			1										1
	6h45			1										1
7h00														3
7h00	7h15									1				1
	7h30		1											0
	7h45									1				1
	8h00													3
8h00	8h15													0
	8h30		1											0
	8h45													1
	9h00													0
9h00	9h15			1										1
	9h30		1				1			1				0
	9h45													3
	10h00													0
10h00	10h15			1			1							4
	10h30			1										2
	10h45	1												0
	11h00													1
11h00	11h15		1											1
	11h30									1				1
	11h45			1										1
	12h00													3
12h00	12h15		1											0
	12h30						1							1
	12h45			1										1
	13h00													3
13h00	13h15									1				1
	13h30			1										0
	13h45													1
	14h00													0
14h00	14h15		1											2
	14h30									1				1
	14h45													0
	15h00													2
15h00	15h15						1							1
	15h30									1				0
	15h45													1
	16h00													0
16h00	16h15													2
	16h30			1										0
	16h45													1
	17h00													0
17h00	17h15		1											1
	17h30													0
	17h45			1										0
	18h00													1
Total														2
														30

Fuente: Autor

Anexo 27. Cuento Vehicular día Jueves

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi											
Fecha		5 de diciembre del 2019											
Ubicación		Pinllopata											
		Estación N.º 1											
		Día Jueves											
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS	
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES			
6h00	6h00												0
	6h15		1		1								2
	6h30												0
	6h45												0
7h00												2	
7h00	7h00		1										1
	7h15							1					1
	7h30		1										1
	7h45				1								1
8h00												4	
8h00	8h00							1					1
	8h15												0
	8h30	1											1
	8h45												0
9h00												2	
9h00	9h00		1										1
	9h15												0
	9h30				1		1						2
	9h45												0
10h00												3	
10h00	10h00		1										1
	10h15												0
	10h30				1	1							2
	10h45	1											1
11h00												4	
11h00	11h00							1					2
	11h15					1							1
	11h30		1										1
	11h45												0
12h00												4	
12h00	12h00							1					1
	12h15												0
	12h30						1		1				2
	12h45		1										1
13h00												4	
13h00	13h00												0
	13h15		1										1
	13h30												0
	13h45				1								1
14h00												2	
14h00	14h00												0
	14h15				1								1
	14h30												0
	14h45												0
15h00												1	
15h00	15h00		1				1						2
	15h15												0
	15h30				1								1
	15h45												0
16h00												3	
16h00	16h00							1					1
	16h15							1					1
	16h30												0
	16h45												0
17h00												2	
17h00	17h00							1					2
	17h15		1		1								1
	17h30												0
	17h45				1								1
18h00												4	
Total													35

Fuente: Autor

Anexo 28. Censo Vehicular día Viernes

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi												
Fecha		6 de diciembre del 2019										Estación N.º 1		
Ubicación		Pinllopata										Día		Viernes
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS		
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES				
6h00	6h00													0
	6h15		1		1									2
	6h30													0
	6h45		1								1			2
7h00														4
7h00	7h15			1	1									2
	7h30		1							1				1
	7h45					1								1
	8h00													5
8h00	8h15		1		1									2
	8h30				1									1
	8h45													0
	9h00													0
9h00														3
9h00	9h15		1		1			1						1
	9h30													2
	9h45									1				0
	10h00													1
10h00														4
10h00	10h15									1				0
	10h30									1				1
	10h45									1				1
	11h00													3
11h00														0
11h00	11h15													0
	11h30		1		1									2
	11h45													0
	12h00													2
12h00		1												1
12h00	12h15		1											1
	12h30					1								1
	12h45													0
	13h00													3
13h00			1											1
13h00	13h15				1									1
	13h30				1									1
	13h45													0
	14h00													3
14h00					1									1
14h00	14h15													0
	14h30									1				1
	14h45													0
	15h00													2
15h00					1									1
15h00	15h15		1		1									1
	15h30							1						2
	15h45									1				1
	16h00													5
16h00			1											1
16h00	16h15		1											1
	16h30								1	1				2
	16h45		1											1
	17h00													5
17h00					1					1	1			3
17h00	17h15				1									1
	17h30				1									1
	17h45		1											1
	18h00													6
18h00														6
Total														45

Fuente: Autor

Anexo 29. Conteo Vehicular día Sábado,

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi											
Fecha		7 de diciembre del 2019											
Ubicación		Pinllopata						Estación N.º 1					
		LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS	
HORA	HORA	AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES	OTROS	VEHÍCULOS	
6h00	6h00		1	1	1							3	
	6h15											0	
	6h30		1					1				2	
	6h45							1				1	
7h00												6	
7h00	7h00		1									1	
	7h15			1		1						2	
	7h30		1									1	
	7h45											0	
8h00												4	
8h00	8h00			1								1	
	8h15		1					1				2	
	8h30			1				1				2	
	8h45			1		1		1				3	
9h00												8	
9h00	9h00		1									1	
	9h15											0	
	9h30			1								1	
	9h45											0	
10h00												2	
10h00	10h00			1				1				2	
	10h15		1					1				2	
	10h30											0	
	10h45			1				1				2	
11h00												6	
11h00	11h00											0	
	11h15	1		1								2	
	11h30											0	
	11h45		1					1				2	
12h00												4	
12h00	12h00											0	
	12h15		1									1	
	12h30					1						1	
	12h45		1									1	
13h00												3	
13h00	13h00			1				1				2	
	13h15											0	
	13h30							1				1	
	13h45			1								1	
14h00												4	
14h00	14h00											0	
	14h15		1			1						2	
	14h30		1									1	
	14h45											0	
15h00												3	
15h00	15h00							1				1	
	15h15			1								1	
	15h30		1					1				2	
	15h45		1									1	
16h00												5	
16h00	16h00		1									1	
	16h15			1	1							2	
	16h30		1					1				2	
	16h45							1				1	
17h00												6	
17h00	17h00		1									1	
	17h15	1						1				2	
	17h30	1		1								2	
18h00												2	
18h00	18h00			1				1				2	
Total												58	

Fuente: Autor

Anexo 30. Conteo Vehicular día Domingo,

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi												
Fecha		8 de diciembre del 2019											Estación N.º 1	
Ubicación		Pinllopata											Día	Domingo
HORA	HORA	LIVIANOS			BUSES			CAMIONES			OTROS	VEHÍCULOS		
		AUTOMOVIL	CAMIONETA	MOTO	LIVIANOS	MEDIANOS	PESADOS	DOS EJES	TRES EJES	>TRES EJES				
6h00	6h00													0
	6h15		1											1
	6h30			1										1
	6h45			1										1
7h00														3
7h00	7h15								1					1
	7h30							1						1
	7h45		1	1										0
	8h00													2
8h00														4
8h00	8h15	1												1
	8h30													0
	8h45								1	1				2
	9h00													3
9h00	9h15													0
	9h30		1			1								2
	9h45													0
	10h00													2
10h00	10h15		1	1	1									2
	10h30								1	1				1
	10h45								1					2
	11h00								1					1
11h00	11h15		1											6
	11h30								1					1
	11h45													0
	12h00													2
12h00	12h15		1	1										2
	12h30								1					1
	12h45								1					1
	13h00													5
13h00	13h15			1										1
	13h30		1	1										1
	13h45			1										1
	14h00													4
14h00	14h15								1					1
	14h30			1										0
	14h45													1
	15h00													0
15h00	15h15		1				1							2
	15h30								1					0
	15h45													1
	16h00													0
16h00	16h00								1					3
	16h15		1											1
	16h30								1	1				2
	16h45			1										1
17h00														5
17h00	17h15			1					1					2
	17h30			1										1
	17h45		1				1		1					3
	18h00								1					1
18h00														7
Total														46

Fuente: Autor

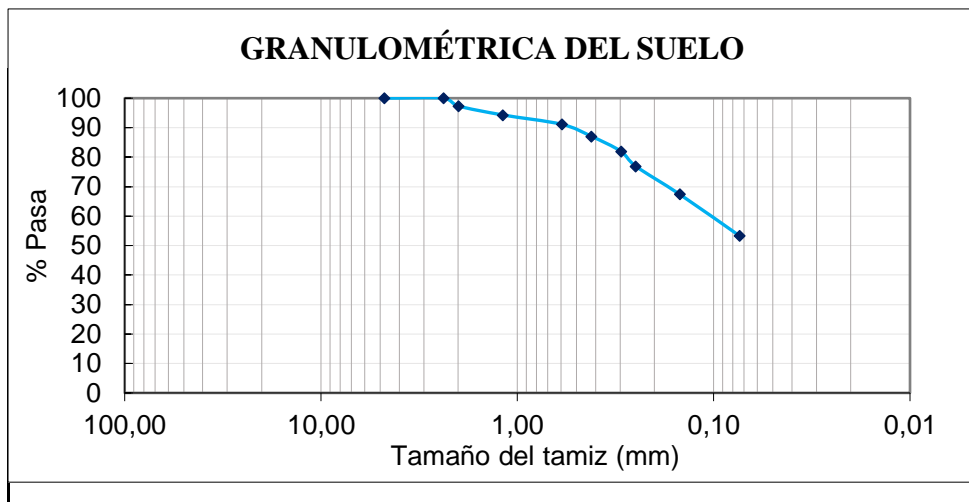
ANEXO D

MECÁNICA DE SUELOS

Anexo 31. Granulometría abscisa 12+000, pozo #1

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	12+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	1

GRANULOMETRÍA					
		INICIAL (gr)			
		=		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	21,15	21,15	2,64	97,36
# 16	1,19	24,23	45,38	5,67	94,33
# 30	0,595	25,46	70,84	8,86	91,15
# 40	0,420	32,56	103,40	12,93	87,08
# 50	0,297	40,56	143,96	18,00	82,01
# 60	0,250	40,26	184,22	23,03	76,97
# 100	0,149	76,56	260,78	32,60	67,40
# 200	0,074	112,56	373,34	46,67	53,33
# fuente		426,26	426,66	53,33	

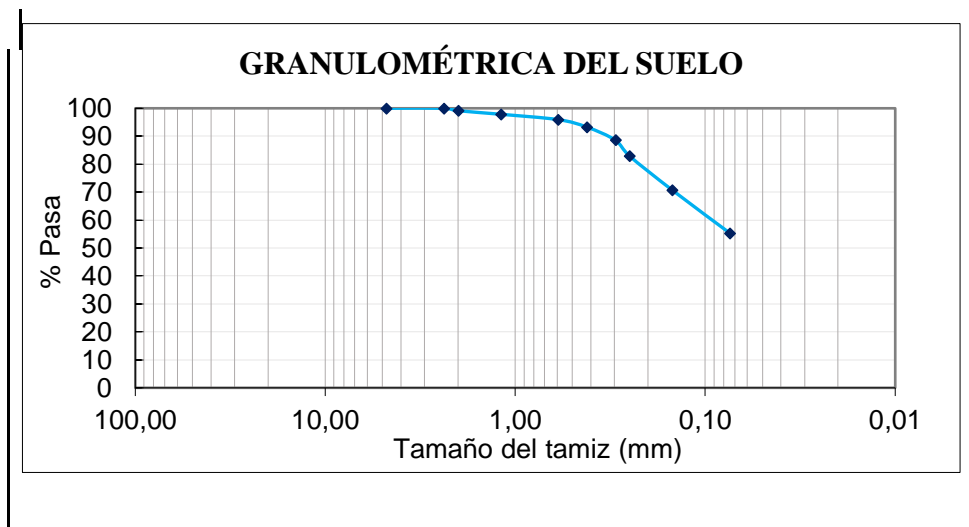


Fuente: Autor

Anexo 32. Granulometría abscisa 12+500, pozo #2

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	12+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	2

GRANULOMETRÍA					
		INICIAL (gr) =		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	7,02	7,02	0,88	99,12
# 16	1,19	10,21	17,23	2,15	97,85
# 30	0,595	15,20	32,43	4,05	95,95
# 40	0,420	21,45	53,88	6,74	93,27
# 50	0,297	37,49	91,37	11,42	88,58
# 60	0,250	45,52	136,89	17,11	82,89
# 100	0,149	97,56	234,45	29,31	70,69
# 200	0,074	123,40	357,85	44,73	55,27
# fuente	0,04	441,97	442,15	55,27	

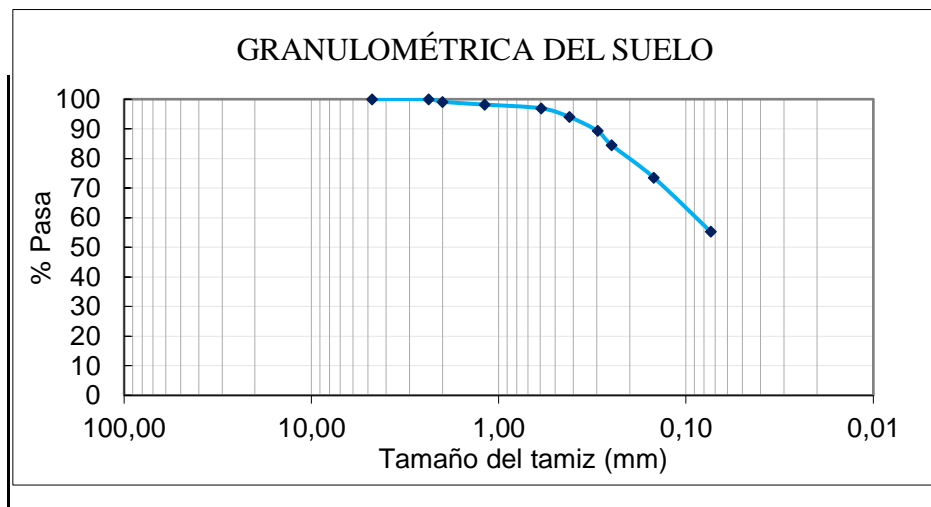


Fuente: Autor

Anexo 33. Granulometría abscisa 13+000, pozo #3

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	13+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	3

GRANULOMETRÍA					
		INICIAL (gr)			
		=		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,98	6,98	0,87	99,13
# 16	1,19	7,45	14,43	1,80	98,20
# 30	0,595	10,12	24,55	3,07	96,93
# 40	0,420	23,45	48,00	6,00	94,00
# 50	0,297	37,59	85,59	10,70	89,30
# 60	0,250	38,09	123,68	15,46	84,54
# 100	0,149	87,56	211,24	26,41	73,60
# 200	0,074	146,36	357,60	44,70	55,30
# fuente	0,04	441,97	442,40	55,30	

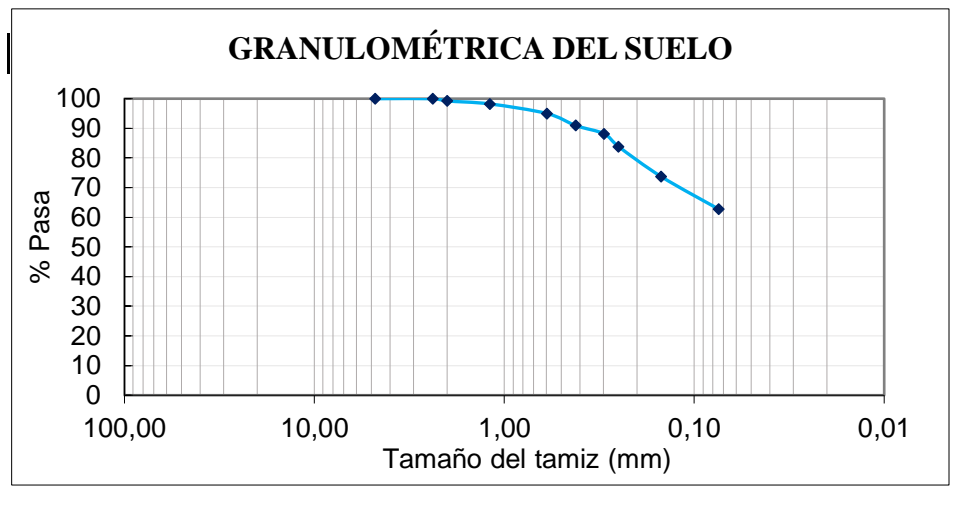


Fuente: Autor

Anexo 34. Granulometría abscisa 13+500, pozo #4

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopatá			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	13+500
Ubicación	Pinllopatá	Pozo	4

GRANULOMETRÍA					
		INICIAL (gr)			
		=		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,21	6,21	0,78	99,22
# 16	1,19	7,99	14,20	1,78	98,23
# 30	0,595	25,98	40,18	5,02	94,98
# 40	0,420	32,57	72,75	9,09	90,91
# 50	0,297	22,14	94,89	11,86	88,14
# 60	0,250	34,61	129,50	16,19	83,81
# 100	0,149	80,98	210,48	26,31	73,69
# 200	0,074	88,07	298,55	37,32	62,68
# fuente	0,04	501,23	501,45	62,68	

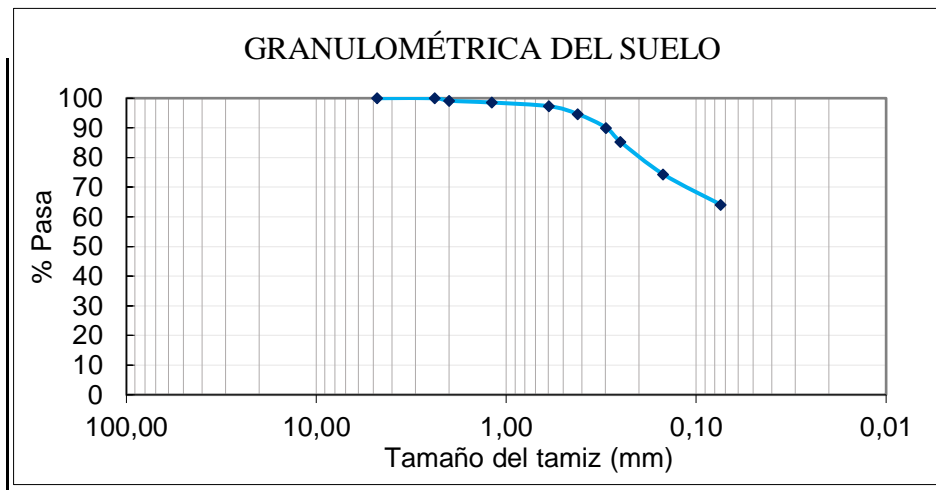


Fuente: Autor

Anexo 35. Granulometría abscisa 14+000, pozo #5

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	14+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	5

GRANULOMETRÍA					
		INICIAL (gr)			
		=		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,70	6,70	0,84	99,16
# 16	1,19	4,98	11,68	1,46	98,54
# 30	0,595	9,92	21,60	2,70	97,30
# 40	0,420	21,23	42,83	5,35	94,65
# 50	0,297	37,01	79,84	9,98	90,02
# 60	0,250	37,97	117,81	14,73	85,27
# 100	0,149	87,25	205,06	25,63	74,37
# 200	0,074	82,25	287,31	35,91	64,09
# fuente	0,04	511,43	512,69	64,09	

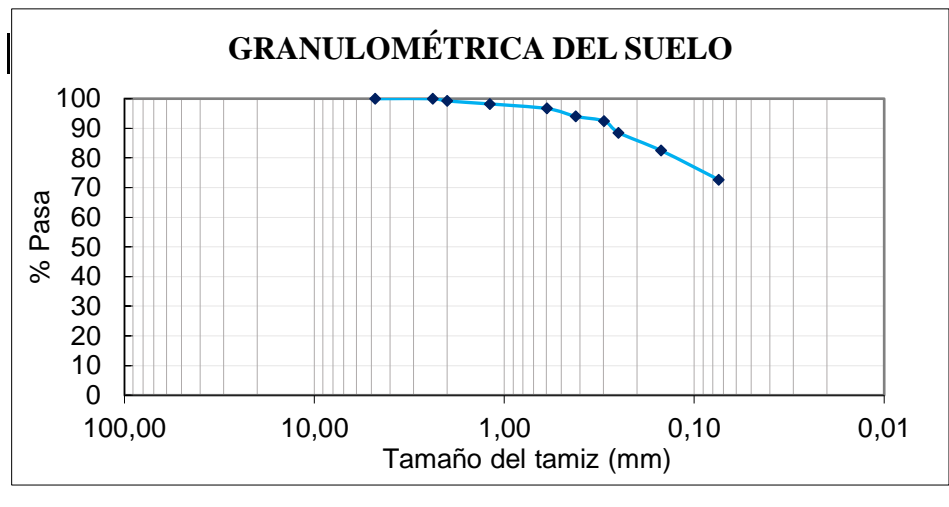


Fuente: Autor

Anexo 36. Granulometría abscisa 14+500, pozo #6

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	14+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	6

GRANULOMETRÍA					
		W INICIAL			
		(gr) =		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,21	6,21	0,78	99,22
# 16	1,19	7,99	14,20	1,78	98,23
# 30	0,595	12,59	26,79	3,35	96,65
# 40	0,420	21,12	47,91	5,99	94,01
# 50	0,297	12,56	60,47	7,56	92,44
# 60	0,250	31,25	91,72	11,47	88,54
# 100	0,149	48,56	140,28	17,54	82,47
# 200	0,074	78,93	219,21	27,40	72,60
# fuente	0,04	580,12	580,79	72,60	

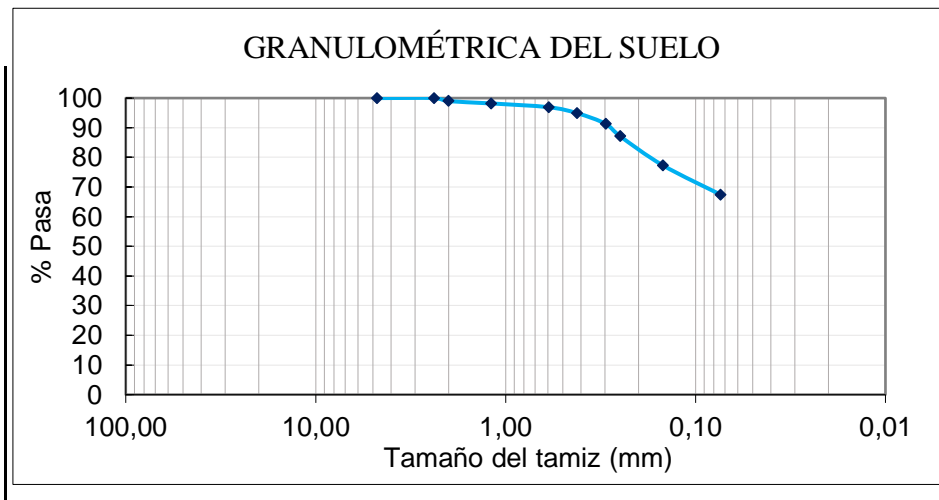


Fuente: Autor

Anexo 37. Granulometría abscisa 15+000, pozo #7

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	15+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	7

GRANULOMETRÍA					
		W INICIAL (gr) =		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	8,20	8,20	1,03	98,98
# 16	1,19	6,25	14,45	1,81	98,19
# 30	0,595	10,12	24,57	3,07	96,93
# 40	0,420	16,25	40,82	5,10	94,90
# 50	0,297	28,71	69,53	8,69	91,31
# 60	0,250	33,02	102,55	12,82	87,18
# 100	0,149	78,56	181,11	22,64	77,36
# 200	0,074	78,99	260,10	32,51	67,49
# fuente	0,04	538,97	539,90	67,49	

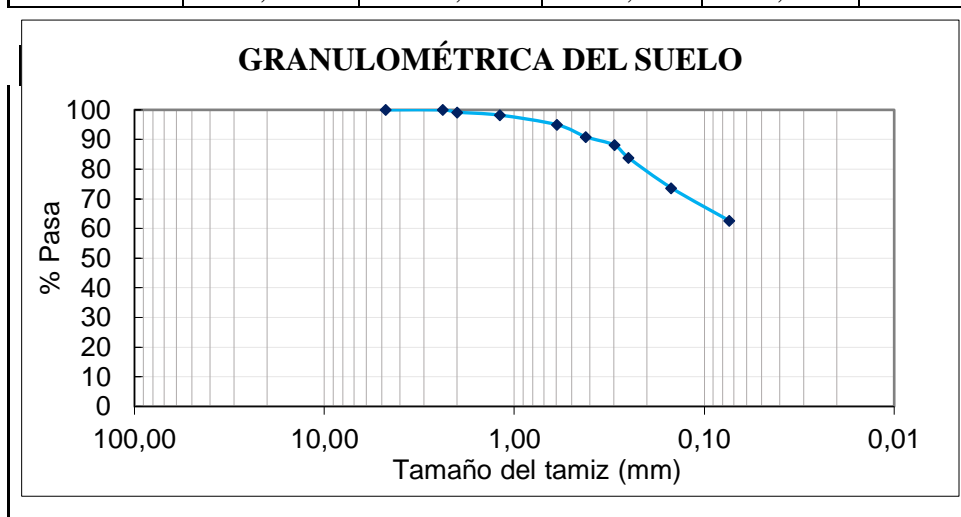


Fuente: Autor

Anexo 38. Granulometría abscisa 15+500, pozo #8

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	15+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	8

GRANULOMETRÍA					
		W INICIAL			
		(gr) =		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W Retenido (gr)	W RET. ACUM.	% RET. ACUM.	% PASA
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,21	6,21	0,78	99,22
# 16	1,19	7,99	14,20	1,78	98,23
# 30	0,595	25,98	40,18	5,02	94,98
# 40	0,420	32,57	72,75	9,09	90,91
# 50	0,297	22,14	94,89	11,86	88,14
# 60	0,250	34,61	129,50	16,19	83,81
# 100	0,149	80,98	210,48	26,31	73,69
# 200	0,074	88,07	298,55	37,32	62,68
# fuente	0,04	501,23	501,45	62,68	

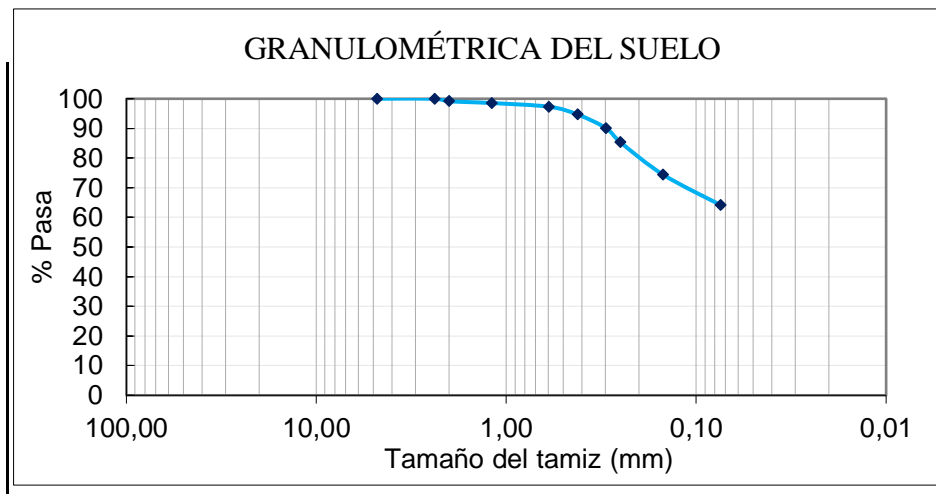


Fuente: Autor

Anexo 39. Granulometría abscisa 16+000, pozo #9

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	16+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	9

GRANULOMETRÍA					
		W _{INICIAL} (gr) =		800	
TAMIZ	Tamiz en mm	W _{Retenido} (gr)	W _{RET. ACUM.}	% _{RET. ACUM.}	% _{PASA}
# 4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
# 8	2,38	0,00	0,00	0,00	100,00
# 10	2,00	6,70	6,70	0,84	99,16
# 16	1,19	4,98	11,68	1,46	98,54
# 30	0,595	9,92	21,60	2,70	97,30
# 40	0,420	21,23	42,83	5,35	94,65
# 50	0,297	37,01	79,84	9,98	90,02
# 60	0,250	37,97	117,81	14,73	85,27
# 100	0,149	87,25	205,06	25,63	74,37
# 200	0,074	82,25	287,31	35,91	64,09
# fuente	0,04	511,43	512,69	64,09	

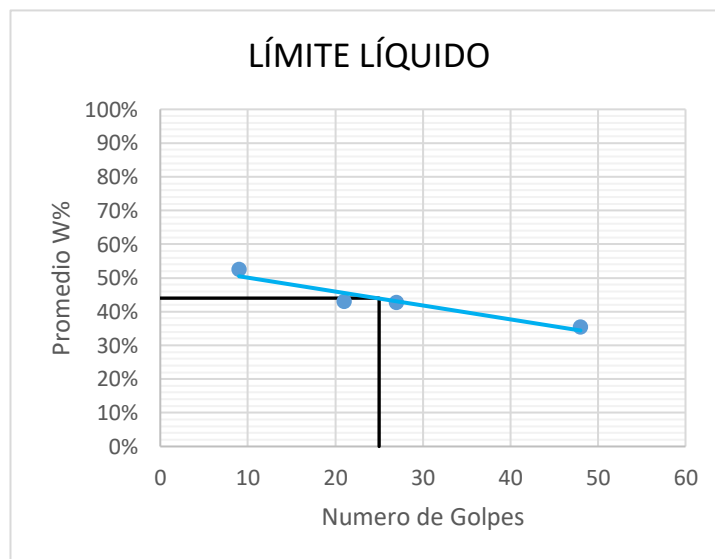


Fuente: Autor

Anexo 40. Límites de Atterberg 12+000, pozo #1

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata		
	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	12+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	1

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	13-F	6-T	A1	A,2	11-F	P-6	12-F	4-A
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	39,09	31,08	32,53	36,45	29,58	27,32	29,47	29,34
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	29,83	24,24	26,26	28,95	24,19	22,52	25,01	24,38
P. del recipiente (Wrec)	11,64	11,57	11,6	11,6	11,22	11,57	11,24	11,43
Peso del agua (Ww)	9,26	6,84	6,27	7,5	5,39	4,8	4,46	4,96
Pesos sólidos (Ws)	18,19	12,67	14,66	17,35	12,97	10,95	13,77	12,95
Cont. Humedad (w%)	50,91 %	53,99 %	42,77 %	43,23 %	41,56 %	43,84 %	32,39 %	38,30 %
Cont. Humedad promedio (w%)	52,45%		43,00%		42,70%		35,35%	
Numero de golpes	9		21		27		48	
Limite Liquido (LL%)	44,00%							



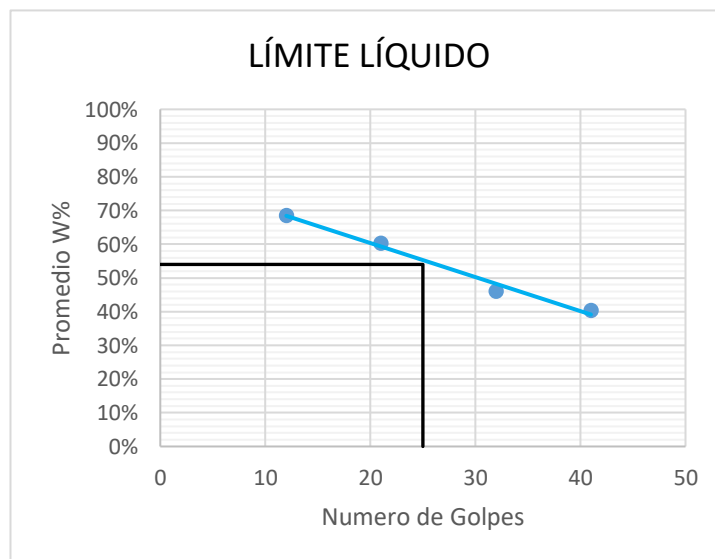
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	A-8	E-2	R-5	P-5	A-3	11
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	6,3	6,82	6,65	5,98	5,43	14,6
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	5,84	6,21	6,06	5,54	5,16	13,65
P. del recipiente (Wrec)	4,3	4,33	4,28	4,29	4,33	10,7
Peso del agua (Ww)	0,46	0,61	0,59	0,44	0,27	0,95
Pesos sólidos (Ws)	1,54	1,88	1,78	1,25	0,83	2,95
Cont. Humedad (w%)	29,87 %	32,45 %	33,15 %	35,20 %	32,53 %	32,20 %
Cont. Humedad promedio (w%)	32,57%					
IP = LL- LP	11,43%					

Fuente: Autor

Anexo 41. Límites de Atterberg 12+500, pozo #2

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	12+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	2

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A1	A3	A5	A7	A8	A9	A10	A4
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	36,5	34,5	38,6	32,4	38,4	36,9	38,1	30,2
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	26,48	25,15	28,6	24,6	30	29,1	30,5	24,9
P. del recipiente (Wrec)	11,6	11,7	11,7	11,9	11,9	12	11,9	11,6
Peso del agua (Ww)	10,02	9,35	10	7,8	8,4	7,8	7,6	5,3
Pesos sólidos (Ws)	14,88	13,45	16,9	12,7	18,1	17,1	18,6	13,3
Cont. Humedad (w%)	67,34 %	69,52 %	59,17 %	61,42 %	46,41 %	45,61 %	40,86 %	39,85 %
Cont. Humedad promedio (w%)	68,43%		60,29%		46,01%		40,35%	
Numero de golpes	12		21		32		41	
Limite Liquido (LL%)	54,00%							



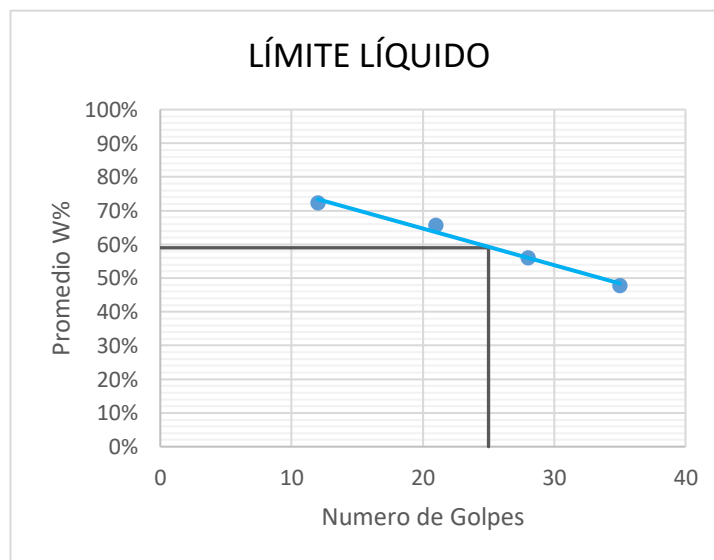
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	D1	D2	D3	D5	D7	D11
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	12,45	13,4	12,89	12,78	13,12	14,2
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	11,62	12,5	11,98	11,89	12,25	13,12
P. del recipiente (Wrec)	7,9	7,9	7,9	7,8	7,9	7,9
Peso del agua (Ww)	0,83	0,9	0,91	0,89	0,87	1,08
Pesos sólidos (Ws)	3,72	4,6	4,08	4,09	4,35	5,22
Cont. Humedad (w%)	22,31 %	19,57 %	22,30 %	21,76 %	20,00 %	20,69 %
Cont. Humedad promedio (w%)	21,11%					
IP = LL- LP	32,89%					

Fuente: Autor

Anexo 42. Límites de Atterberg 13+000, pozo #3

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	13+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	3

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A2	7	A11	A12	pto2-2	5	89	40
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	34,5	47,9	37,2	38,1	58,2	59,3	61,2	52,3
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	25,4	39,5	27,3	27,4	48,5	49,5	51,8	43,1
P. del recipiente (Wrec)	11,6	28,8	11,7	11,6	30,6	32,5	31,8	24,1
Peso del agua (Ww)	9,1	8,4	9,9	10,7	9,7	9,8	9,4	9,2
Pesos sólidos (Ws)	13,8	10,7	15,6	15,8	17,9	17	20	19
Cont. Humedad (w%)	65,94 %	78,50 %	63,46 %	67,72 %	54,19 %	57,65 %	47,00 %	48,42 %
Cont. Humedad promedio (w%)	72,22%		65,59%		55,92%		47,71%	
Numero de golpes	12		21		28		35	
Limite Liquido (LL%)	59,00%							



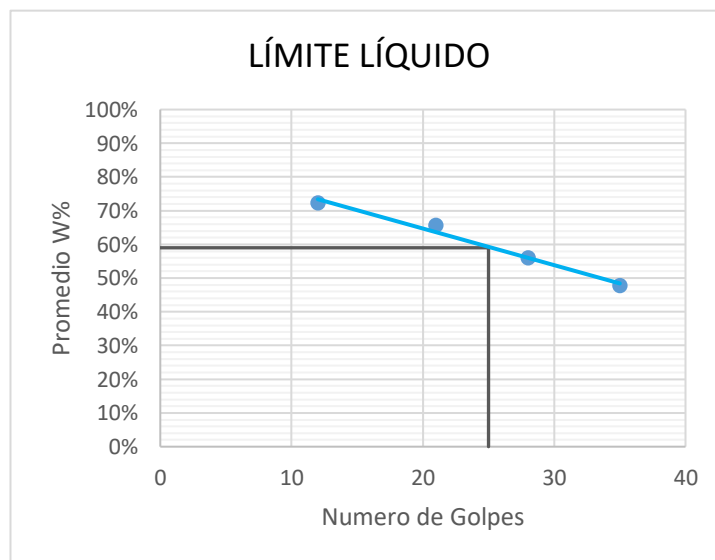
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	P1	3A	4AL	73	P4	13
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13,2	13,4	17,8	17,7	13,9	15,1
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,79	12,91	16,5	16,45	13,32	14,35
P. del recipiente (Wrec)	10,8	10,7	10,4	10,6	10,7	10,6
Peso del agua (Ww)	0,41	0,49	1,3	1,25	0,58	0,75
Pesos sólidos (Ws)	1,99	2,21	6,1	5,85	2,62	3,75
Cont. Humedad (w%)	20,60 %	22,17 %	21,31 %	21,37 %	22,14 %	20,00 %
Cont. Humedad promedio (w%)	21,27%					
IP = LL- LP	37,73%					

Fuente: Autor

Anexo 43. Límites de Atterberg 13+000, pozo #3

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	13+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	3

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A2	7	A11	A12	pto2-2	5	89	40
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	34,5	47,9	37,2	38,1	58,2	59,3	61,2	52,3
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	25,4	39,5	27,3	27,4	48,5	49,5	51,8	43,1
P. del recipiente (Wrec)	11,6	28,8	11,7	11,6	30,6	32,5	31,8	24,1
Peso del agua (Ww)	9,1	8,4	9,9	10,7	9,7	9,8	9,4	9,2
Pesos sólidos (Ws)	13,8	10,7	15,6	15,8	17,9	17	20	19
Cont. Humedad (w%)	65,94 %	78,50 %	63,46 %	67,72 %	54,19 %	57,65 %	47,00 %	48,42 %
Cont. Humedad promedio (w%)	72,22%		65,59%		55,92%		47,71%	
Numero de golpes	12		21		28		35	
Limite Liquido (LL%)	59,00%							



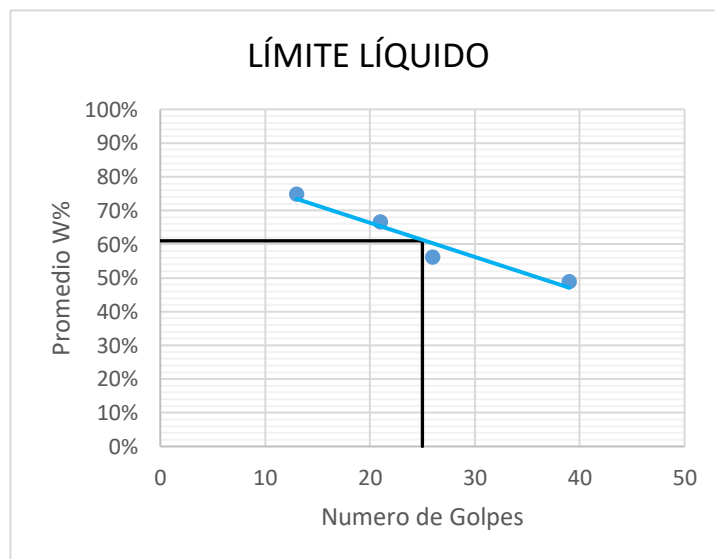
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	P1	3A	4AL	73	P4	13
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13,2	13,4	17,8	17,7	13,9	15,1
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,79	12,91	16,5	16,45	13,32	14,35
P. del recipiente (Wrec)	10,8	10,7	10,4	10,6	10,7	10,6
Peso del agua (Ww)	0,41	0,49	1,3	1,25	0,58	0,75
Pesos sólidos (Ws)	1,99	2,21	6,1	5,85	2,62	3,75
Cont. Humedad (w%)	20,60 %	22,17 %	21,31 %	21,37 %	22,14 %	20,00 %
Cont. Humedad promedio (w%)	21,27%					
IP = LL- LP	37,73%					

Fuente: Autor

Anexo 44. Límites de Atterberg 13+500, pozo #4

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	13+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	4

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	15	65	7	81	pto2-2	5	89	40
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	35	39,6	37,1	39,2	38,4	41,1	38,2	30,2
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	30,9	36	33,7	35,7	35,7	37,9	36,1	28,2
P. del recipiente (Wrec)	25,5	31,1	28,8	30,2	30,6	32,5	31,8	24,1
Peso del agua (Ww)	4,1	3,6	3,4	3,5	2,7	3,2	2,1	2
Pesos sólidos (Ws)	5,4	4,9	4,9	5,5	5,1	5,4	4,3	4,1
Cont. Humedad (w%)	75,93 %	73,47 %	69,39 %	63,64 %	52,94 %	59,26 %	48,84 %	48,78 %
Cont. Humedad promedio (w%)	74,70%		66,51%		56,10%		48,81%	
Numero de golpes	13		21		26		39	
Limite Liquido (LL%)	61,00%							



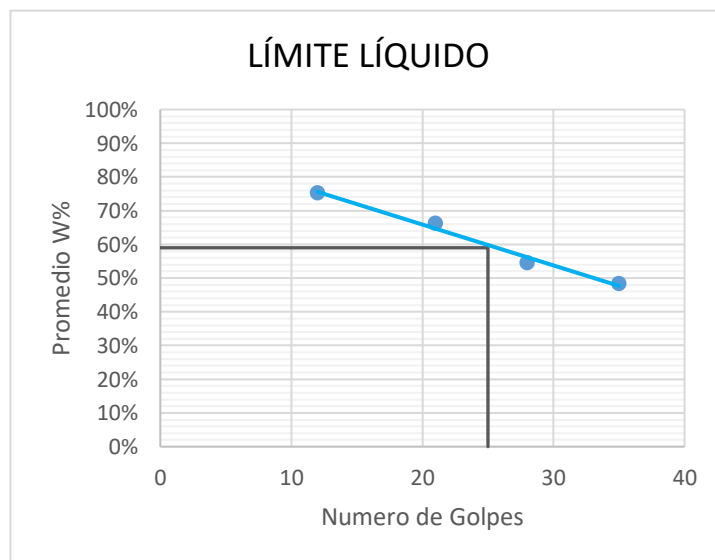
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	13	90	P1	3A	111	11
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	12,9	13,4	13,3	13,4	14	14,6
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,45	12,89	12,85	12,89	13,39	13,9
P. del recipiente (Wrec)	10,6	10,7	10,8	10,7	10,8	10,7
Peso del agua (Ww)	0,45	0,51	0,45	0,51	0,61	0,7
Pesos sólidos (Ws)	1,85	2,19	2,05	2,19	2,59	3,2
Cont. Humedad (w%)	24,32 %	23,29 %	21,95 %	23,29 %	23,55 %	21,88 %
Cont. Humedad promedio (w%)	23,05%					
IP = LL- LP	37,95%					

Fuente: Autor

Anexo 45. Límites de Atterberg 14+000, pozo #5

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	14+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	5

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A2	A3	A11	A12	A1	A4	A5	A6
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	33,6	37,5	37,2	38,3	38,9	39,1	36,5	32,5
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	24,1	26,5	27,3	27,4	29,8	28,9	28,5	25,6
P. del recipiente (Wrec)	11,6	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,7	11,5
Peso del agua (Ww)	9,5	11	9,9	10,9	9,1	10,2	8	6,9
Pesos sólidos (Ws)	12,5	14,8	15,6	15,8	18,2	17,3	16,8	14,1
Cont. Humedad (w%)	76,00 %	74,32 %	63,46 %	68,99 %	50,00 %	58,96 %	47,62 %	48,94 %
Cont. Humedad promedio (w%)	75,16%		66,22%		54,48%		48,28%	
Numero de golpes	12		21		28		35	
Limite Liquido (LL%)	59,00%							



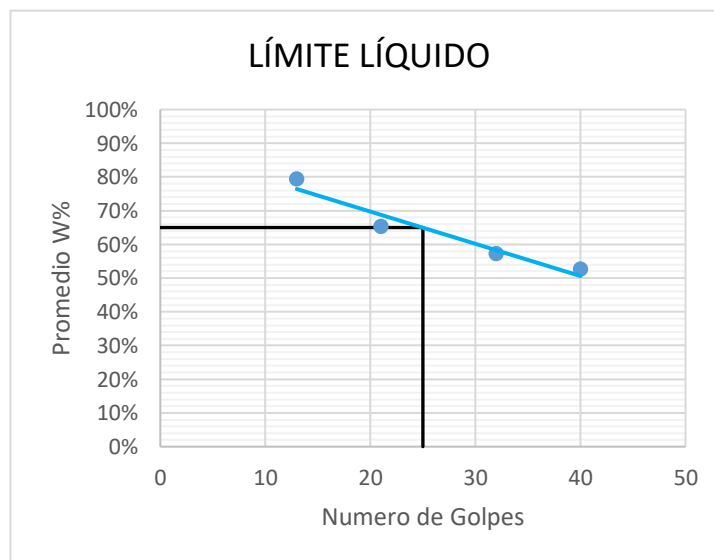
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	202	82	4AL	73	P4	201
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13,1	13,3	18,8	18,7	13,8	15
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,59	12,79	17,01	17,02	13,25	14,06
P. del recipiente (Wrec)	10,6	10,8	10,4	10,6	10,7	10,6
Peso del agua (Ww)	0,51	0,51	1,79	1,68	0,55	0,94
Pesos sólidos (Ws)	1,99	1,99	6,61	6,42	2,55	3,46
Cont. Humedad (w%)	25,63 %	25,63 %	27,08 %	26,17 %	21,57 %	27,17 %
Cont. Humedad promedio (w%)	25,54%					
IP = LL- LP	33,46%					

Fuente: Autor

Anexo 46. Límites de Atterberg 14+500, pozo #6

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	14+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	6

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	D1	D2	D3	D4	A12	A11	A2	A3
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	35,9	38,7	37,8	38,2	36,4	37,8	40,2	38,9
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	23,5	25,1	26	26,2	27,4	28,3	30,5	29,4
P. del recipiente (Wrec)	7,9	7,9	7,8	7,9	11,6	11,7	11,6	11,7
Peso del agua (Ww)	12,4	13,6	11,8	12	9	9,5	9,7	9,5
Pesos sólidos (Ws)	15,6	17,2	18,2	18,3	15,8	16,6	18,9	17,7
Cont. Humedad (w%)	79,49 %	79,07 %	64,84 %	65,57 %	56,96 %	57,23 %	51,32 %	53,67 %
Cont. Humedad promedio (w%)	79,28%		65,20%		57,10%		52,50%	
Numero de golpes	13		21		32		40	
Limite Liquido (LL%)	65,00%							



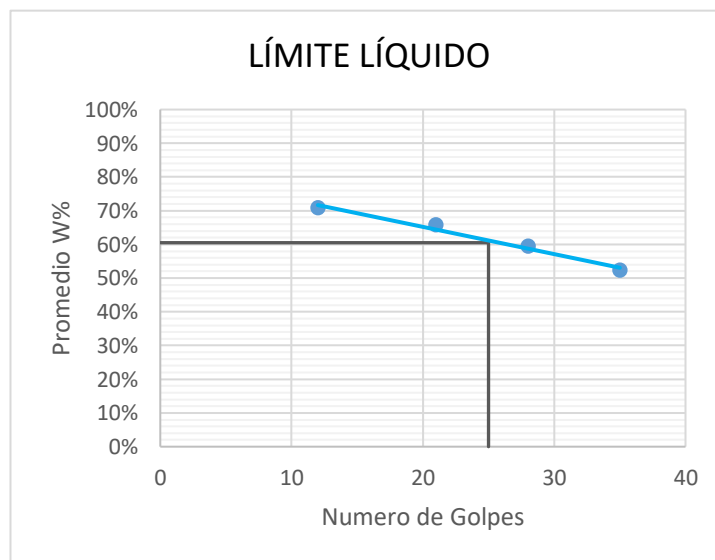
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	11	73	4AL-E7	3A	90	111
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13,4	13,5	13,1	12,8	12,9	13,3
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,72	12,76	12,47	12,34	12,38	12,72
P. del recipiente (Wrec)	10,7	10,6	10,4	10,7	10,7	10,8
Peso del agua (Ww)	0,68	0,74	0,63	0,46	0,52	0,58
Pesos sólidos (Ws)	2,02	2,16	2,07	1,64	1,68	1,92
Cont. Humedad (w%)	33,66 %	34,26 %	30,43 %	28,05 %	30,95 %	30,21 %
Cont. Humedad promedio (w%)	31,26%					
IP = LL- LP	33,74%					

Fuente: Autor

Anexo 47. Límites de Atterberg 15+000, pozo #7

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	15+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	7

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A4	A5	A6	A7	A10	A9	6	7
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	38,9	38,7	36,4	35,2	40,2	40,1	60,2	60,3
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	27,6	27,5	26,4	26,1	29,6	29,7	51,6	49
P. del recipiente (Wrec)	11,6	11,7	11,5	11,9	11,9	12	34,6	28
Peso del agua (Ww)	11,3	11,2	10	9,1	10,6	10,4	8,6	11,3
Pesos sólidos (Ws)	16	15,8	14,9	14,2	17,7	17,7	17	21
Cont. Humedad (w%)	70,63 %	70,89 %	67,11 %	64,08 %	59,89 %	58,76 %	50,59 %	53,81 %
Cont. Humedad promedio (w%)	70,76%		65,60%		59,32%		52,20%	
Numero de golpes	12		21		28		35	
Limite Liquido (LL%)	60,50%							



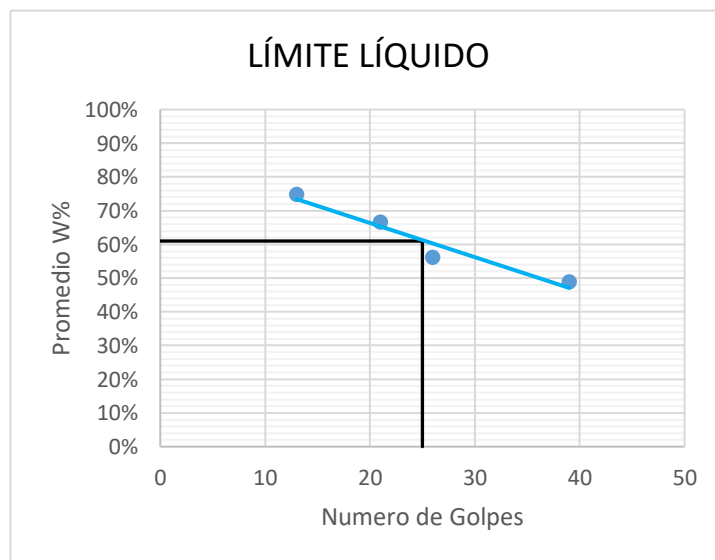
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	4AL	P4	201	202	82	73
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13	13,4	12,9	13	13,1	14,2
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,44	12,78	12,38	12,45	12,55	13,4
P. del recipiente (Wrec)	10,4	10,7	10,6	10,6	10,8	10,6
Peso del agua (Ww)	0,56	0,62	0,52	0,55	0,55	0,8
Pesos sólidos (Ws)	2,04	2,08	1,78	1,85	1,75	2,8
Cont. Humedad (w%)	27,45 %	29,81 %	29,21 %	29,73 %	31,43 %	28,57 %
Cont. Humedad promedio (w%)	29,37%					
IP = LL- LP	31,13%					

Fuente: Autor

Anexo 48. Límites de Atterberg 15+500, pozo #8

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	15+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	8

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	15	65	7	81	pto2-2	5	89	40
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	35	39,6	37,1	39,2	38,4	41,1	38,2	30,2
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	30,9	36	33,7	35,7	35,7	37,9	36,1	28,2
P. del recipiente (Wrec)	25,5	31,1	28,8	30,2	30,6	32,5	31,8	24,1
Peso del agua (Ww)	4,1	3,6	3,4	3,5	2,7	3,2	2,1	2
Pesos sólidos (Ws)	5,4	4,9	4,9	5,5	5,1	5,4	4,3	4,1
Cont. Humedad (w%)	75,93 %	73,47 %	69,39 %	63,64 %	52,94 %	59,26 %	48,84 %	48,78 %
Cont. Humedad promedio (w%)	74,70%		66,51%		56,10%		48,81%	
Numero de golpes	13		21		26		39	
Limite Liquido (LL%)	61,00%							



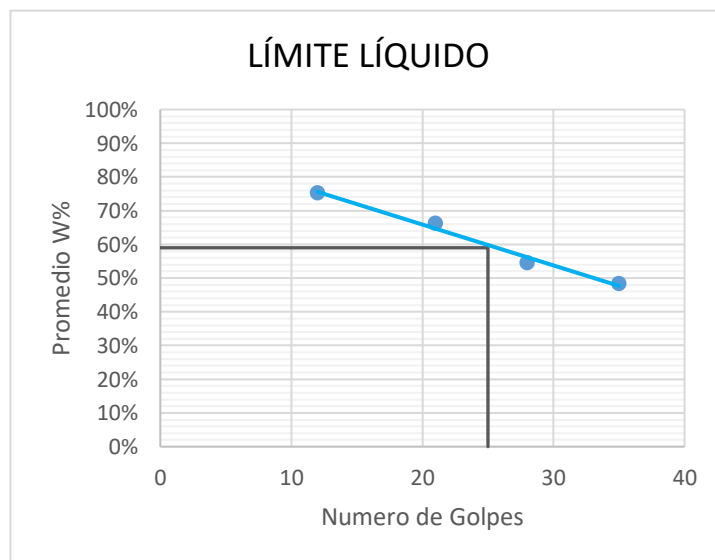
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	13	90	P1	3A	111	11
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	12,9	13,4	13,3	13,4	14	14,6
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,45	12,89	12,85	12,89	13,39	13,9
P. del recipiente (Wrec)	10,6	10,7	10,8	10,7	10,8	10,7
Peso del agua (Ww)	0,45	0,51	0,45	0,51	0,61	0,7
Pesos sólidos (Ws)	1,85	2,19	2,05	2,19	2,59	3,2
Cont. Humedad (w%)	24,32 %	23,29 %	21,95 %	23,29 %	23,55 %	21,88 %
Cont. Humedad promedio (w%)	23,05%					
IP = LL- LP	37,95%					

Fuente: Autor

Anexo 49. Límites de Atterberg 16+000, pozo #9

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	16+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	9

Límite Líquido								
Identificación del recipiente	A2	A3	A11	A12	A1	A4	A5	A6
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	33,6	37,5	37,2	38,3	38,9	39,1	36,5	32,5
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	24,1	26,5	27,3	27,4	29,8	28,9	28,5	25,6
P. del recipiente (Wrec)	11,6	11,7	11,7	11,6	11,6	11,6	11,7	11,5
Peso del agua (Ww)	9,5	11	9,9	10,9	9,1	10,2	8	6,9
Pesos sólidos (Ws)	12,5	14,8	15,6	15,8	18,2	17,3	16,8	14,1
Cont. Humedad (w%)	76,00 %	74,32 %	63,46 %	68,99 %	50,00 %	58,96 %	47,62 %	48,94 %
Cont. Humedad promedio (w%)	75,16%		66,22%		54,48%		48,28%	
Numero de golpes	12		21		28		35	
Limite Liquido (LL%)	59,00%							



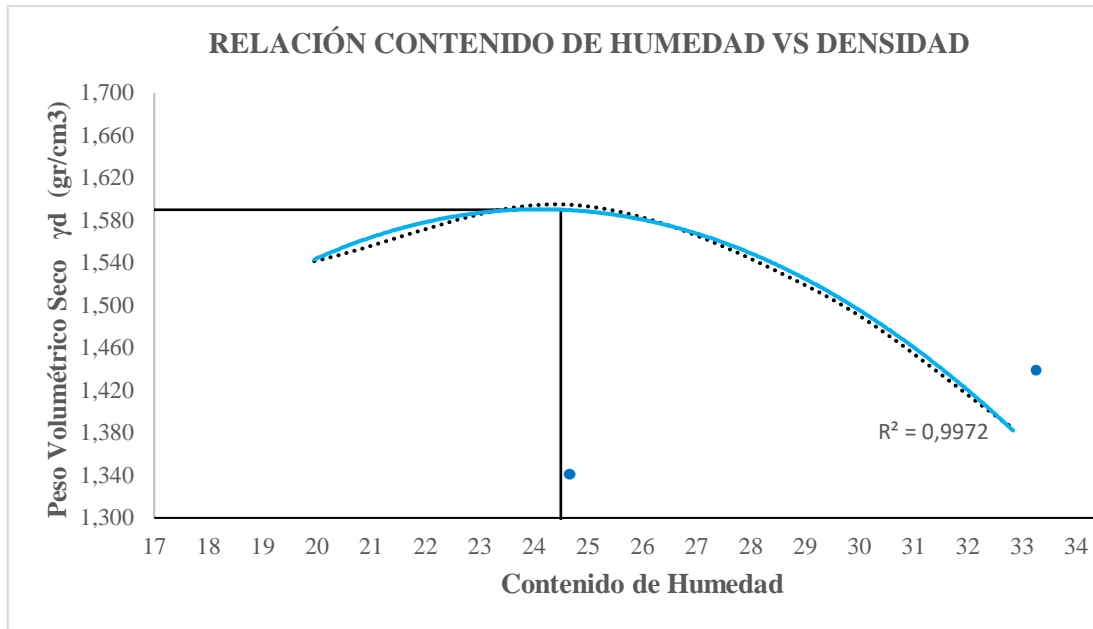
Determinación del Límite Plástico						
Identificación del recipiente	202	82	4AL	73	P4	201
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	13,1	13,3	18,8	18,7	13,8	15
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	12,59	12,79	17,01	17,02	13,25	14,06
P. del recipiente (Wrec)	10,6	10,8	10,4	10,6	10,7	10,6
Peso del agua (Ww)	0,51	0,51	1,79	1,68	0,55	0,94
Pesos sólidos (Ws)	1,99	1,99	6,61	6,42	2,55	3,46
Cont. Humedad (w%)	25,63 %	25,63 %	27,08 %	26,17 %	21,57 %	27,17 %
Cont. Humedad promedio (w%)	25,54%					
IP = LL- LP	33,46%					

Fuente: Autor

Anexo 50. Proctor 12+000, pozo #1

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	12+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	1

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15197	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	ϕ (cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	5	10	15	20				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	19425	19742	19672	19402				
P. suelo húmedo Wm (gr)	4228	4545	4475	4205				
P. unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,849	1,988	1,957	1,839				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	2-F	R-4	C-5	R-5	M-2	D-7	2-R	C-5
P. del recipiente (Wrec)	47,00	42,88	45,40	43,18	97,80	46,60	43,00	47,09
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	151,00	180,23	155,20	172,23	206,80	145,20	147,20	159,32
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	133,81	157,24	133,75	146,41	181,84	123,28	121,55	131,46
Pesos sólidos (Ws)	86,81	114,36	88,35	103,23	84,04	76,68	78,55	84,37
Peso del agua (Ww)	17,19	22,99	21,45	25,82	24,96	21,92	25,65	27,86
Cont. Humedad (w%)	19,80	20,10	24,28	25,01	29,70	28,58	32,66	33,03
Cont. Humedad promedio (w%)	19,95		24,64		29,14		32,84	
P. Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,542		1,595		1,516		1,384	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo $\omega\%$	24,5							
Peso Volumétrico Seco máximo γ_d (gr/cm ³)	1,590							

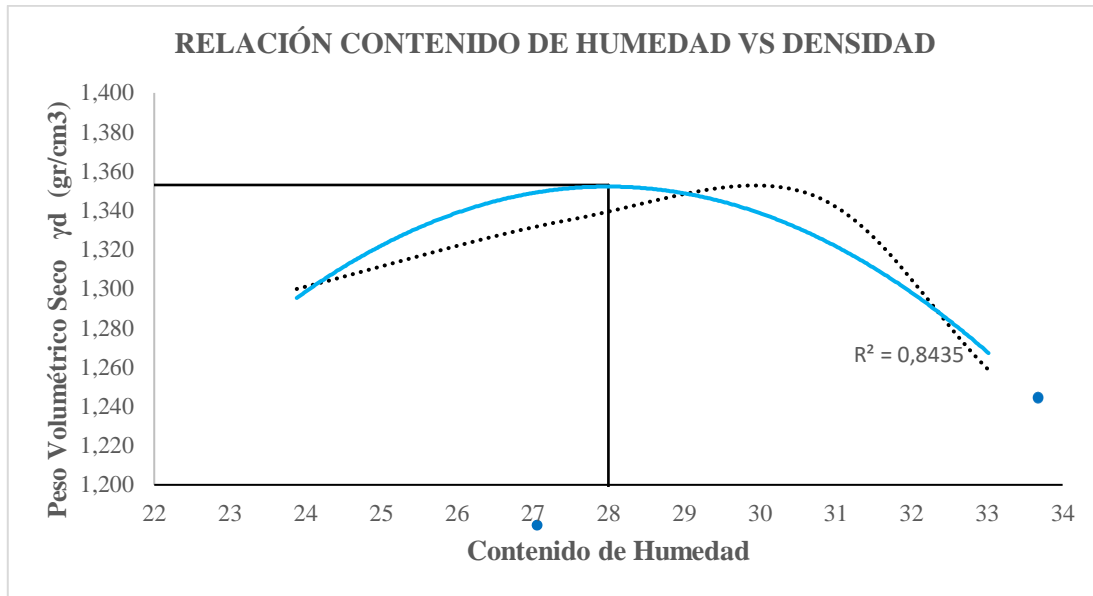


Fuente: Autor

Anexo 51. Proctor 12+500, pozo #2

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	12+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	2

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15197	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	φ(cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	24	27	30	33				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18879	19089	19225	19025				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3682	3892	4028	3828				
P. unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1,610	1,702	1,762	1,674				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A3	A5	A6	A9	A10	A12	A7	A1
P. del recipiente (Wrec)	11,70	11,70	11,50	12,00	11,90	11,60	11,90	11,60
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	88,60	84,30	86,90	87,80	82,50	90,20	90,10	89,70
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	74,10	70,00	70,90	71,20	65,80	71,90	70,70	70,30
Pesos sólidos (Ws)	62,40	58,30	59,40	59,20	53,90	60,30	58,80	58,70
Peso del agua (Ww)	14,50	14,30	16,00	16,60	16,70	18,30	19,40	19,40
Cont. Humedad (w%)	23,24	24,53	26,94	28,04	30,98	30,35	32,99	33,05
Cont. Humedad promedio (w%)	23,88		27,49		30,67		33,02	
Volumétrico Seco γd (gr/cm ³)	1,300		1,335		1,348		1,259	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%	28							
Peso Volumétrico Seco máximo γd (gr/cm ³)	1,353							

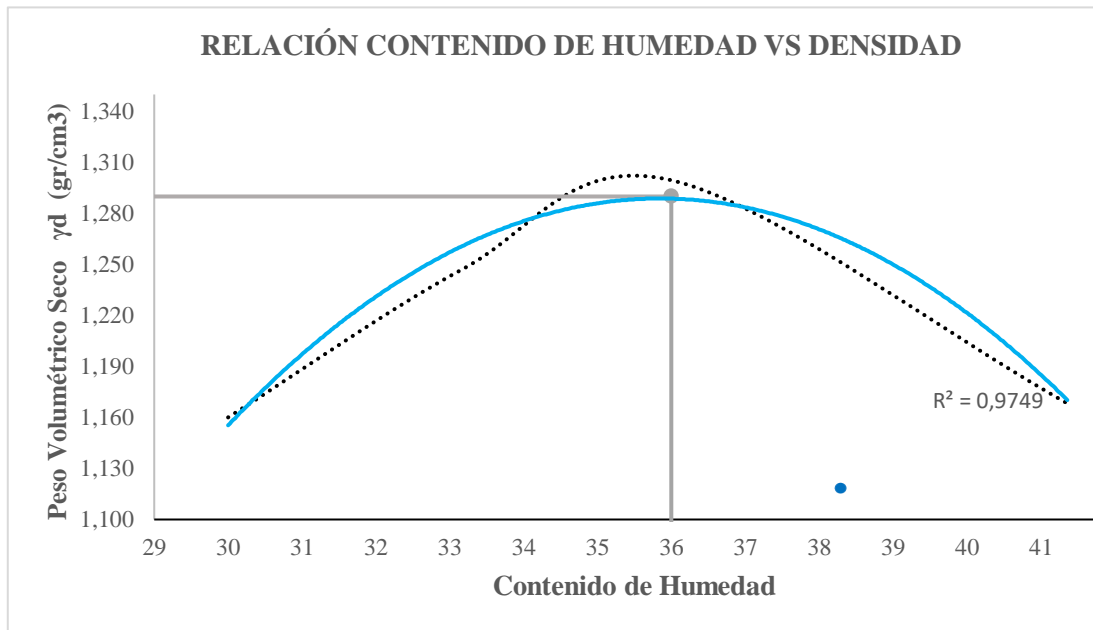


Fuente: Autor

Anexo 52. Proctor 13+000, pozo #3

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Granulometría	Abscisa	13+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	3

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR									
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15387	gr			
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³			
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	ϕ (cm)	15,2	h (cm)	12,6		
Peso Inicial	6000		6000		6000		6000		
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN									
Ensayo Número	1	2	3	4					
W% inicial añadida	30	33	36	39					
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18645	18994	19238	18973					
P. suelo húmedo Wm (gr)	3448	3797	4041	3776					
P. unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,508	1,661	1,767	1,652					
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD									
Identificación del recipiente	A2	7	A1	A4	A11	05M	5	40	9
P. del recipiente (Wrec)	11,60	11,70	11,60	11,60	11,70		31,20	24,10	31,80
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	86,90	87,80	87,90	84,30	90,20		79,60	84,30	100,10
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	72,20	71,90	69,10	66,00	69,10		67,00	66,70	80,10
Pesos sólidos (Ws)	60,60	60,20	57,50	54,40	57,40		35,80	42,60	48,30
Peso del agua (Ww)	14,70	15,90	18,80	18,30	21,10		12,60	17,60	20,00
Cont. Humedad (w%)	24,26	26,41	32,70	33,64	36,76		35,20	41,31	41,41
Cont. Humedad promedio (w%)	30,00		33,17		35,98		41,36		
P. Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,160		1,247		1,300		1,168		
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA									
Cont. Humedad óptimo $\omega\%$	36								
Peso Volumétrico Seco máximo γ_d (gr/cm ³)	1,290								

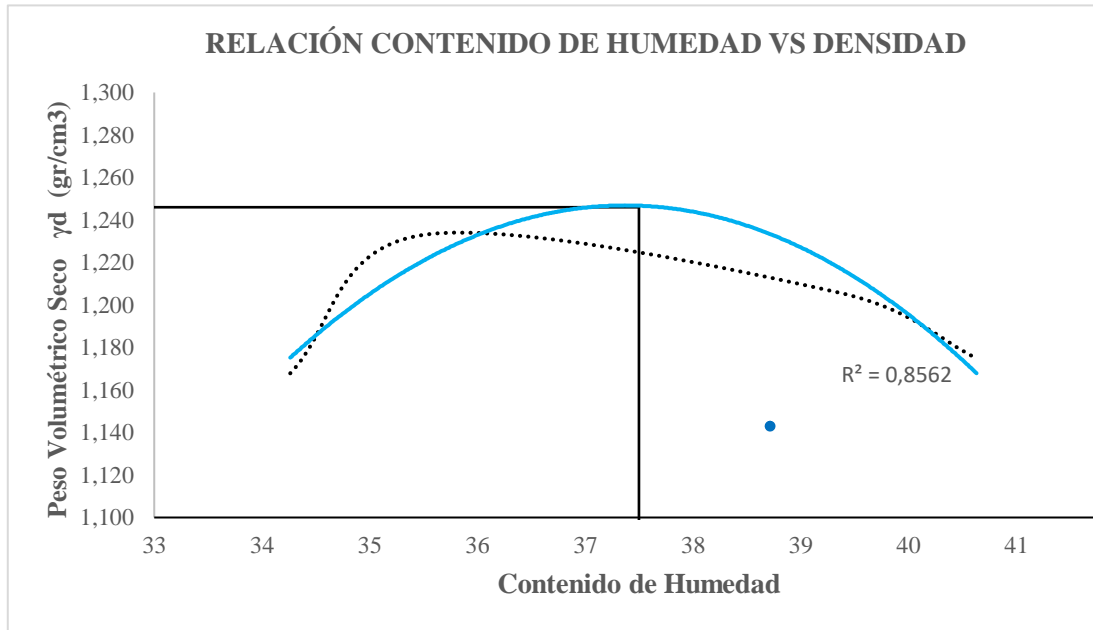


Fuente: Autor

Anexo 53. Proctor 13+500, pozo #4

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Proctor modificado	Abscisa	13+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	4

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15197	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	φ(cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	30	33	36	39				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18782	19017	19039	18975				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3585	3820	3842	3778				
P. unitario húmedo γ _m (gr/cm ³)	1,568	1,671	1,680	1,652				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	D6	D7	7	71	67	05M5	40	9
P. del recipiente (Wrec)	7,70	8,20	28,80	30,60	30,30	31,20	24,10	31,80
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	34,30	45,10	114,90	129,80	118,70	128,00	131,20	162,10
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	27,50	35,70	92,70	103,40	93,70	100,70	101,40	123,10
Pesos sólidos (Ws)	19,80	27,50	63,90	72,80	63,40	69,50	77,30	91,30
Peso del agua (Ww)	6,80	9,40	22,20	26,40	25,00	27,30	29,80	39,00
Cont. Humedad (w%)	34,34	34,18	34,74	36,26	39,43	39,28	38,55	42,72
Cont. Humedad promedio (w%)	34,26		35,50		39,36		40,63	
P. Volumétrico Seco γ _d (gr/cm ³)	1,168		1,233		1,206		1,175	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%			37,5					
Peso Volumétrico Seco máximo γ _d (gr/cm ³)			1,246					

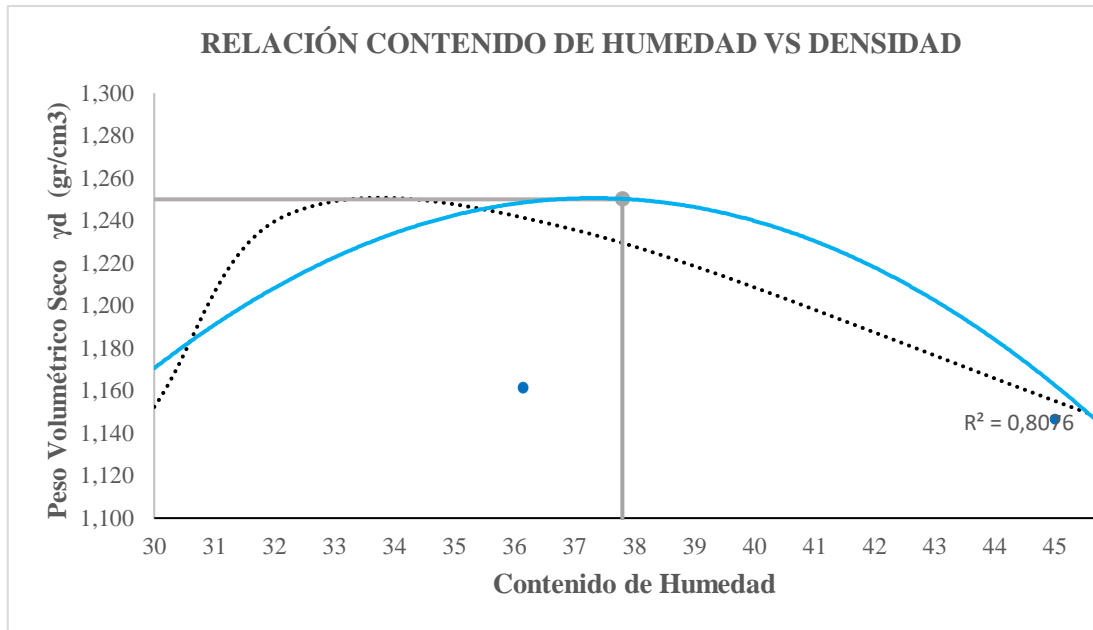


Fuente: Autor

Anexo 54. Proctor 14+000, pozo #5

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Proctor modificado	Abscisa	14+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	5

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15387	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norma:	AASHTO T-180	ψ(cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	30	33	36	39				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18622	18955	19068	19021				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3425	3758	3871	3824				
P. unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1,498	1,644	1,693	1,673				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A4	A5	A1	A2	A11	A12	A10	A9
P. del recipiente (Wrec)	11,60	11,70	11,60	11,60	11,70	11,60	11,90	12,00
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	88,70	88,60	89,50	85,40	83,50	79,50	70,80	101,00
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	72,20	71,90	70,00	67,90	63,10	62,10	52,30	73,10
Pesos sólidos (Ws)	60,60	60,20	58,40	56,30	51,40	50,50	40,40	61,10
Peso del agua (Ww)	16,50	16,70	19,50	17,50	20,40	17,40	18,50	27,90
Cont. Humedad (w%)	27,23	27,74	33,39	31,08	39,69	34,46	45,79	45,66
Cont. Humedad promedio (w%)	30,00		32,24		37,07		45,73	
P. Volumétrico Seco γd (gr/cm ³)	1,152		1,243		1,235		1,148	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%				37,8				
Peso Volumétrico Seco máximo γd (gr/cm ³)				1,250				

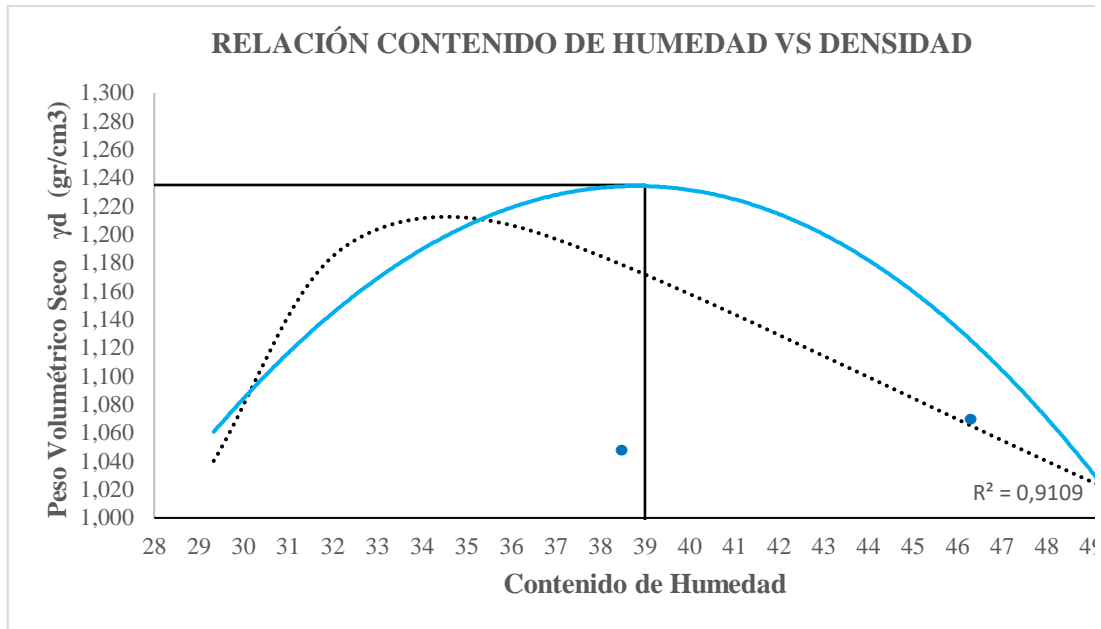


Fuente: Autor

Anexo 55. Proctor 14+500, pozo #6

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Proctor modificado	Abscisa	14+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	6

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15491	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	φ(cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000	6000	6000	6000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	30	33	36	39				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18567	19089	19243	18976				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3076	3598	3752	3485				
P. unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1,345	1,574	1,641	1,524				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A11	A12	A8	11	A3	A4	A5	15
P. del recipiente (Wrec)	11,70	11,60	11,90	10,70	11,70	11,60	11,70	25,50
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	80,50	90,00	82,40	83,40	101,20	98,30	99,90	91,60
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	65,00	72,10	65,70	65,20	77,30	75,10	74,10	67,50
Pesos sólidos (Ws)	53,30	60,50	53,80	54,50	65,60	63,50	62,40	42,00
Peso del agua (Ww)	15,50	17,90	16,70	18,20	23,90	23,20	25,80	24,10
Cont. Humedad (w%)	29,08	29,59	31,04	33,39	36,43	36,54	41,35	57,38
Cont. Humedad promedio (w%)	29,33		32,22		36,48		49,36	
P. Volumétrico Seco γd (gr/cm ³)	1,040		1,190		1,202		1,020	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%	39							
Peso Volumétrico Seco máximo γd (gr/cm ³)	1,235							

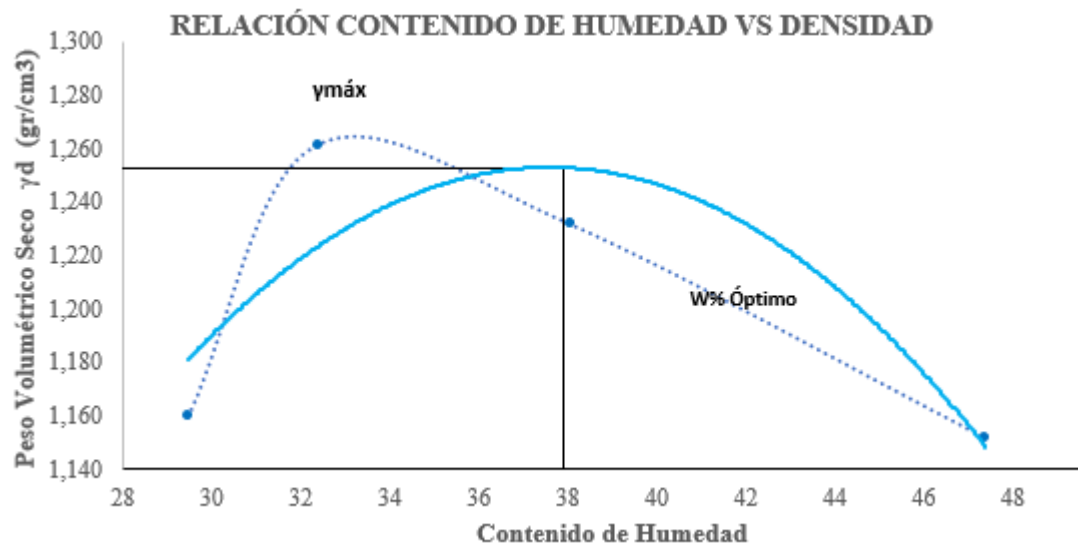


Fuente: Autor

Anexo 56. Proctor 15+000, pozo #7

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Proctor modificado	Abscisa	15+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	7

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	16398	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2268,23	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	φ(cm)	15,2	h (cm)	12,5	
Peso Inicial	6000		6000		6000		6000	
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	15	18	21	24				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	20269	21126	21036	20906				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3871	4728	4638	4508				
P. unitario húmedo γm (gr/cm3)	1,502	1,670	1,701	1,698				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A7	A10	A11	A12	A1	A2	5	6
P. del recipiente (Wrec)	11,90	11,90	11,70	11,90	11,60	11,60	24,20	24,80
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	90,90	91,20	114,90	111,50	107,30	123,50	112,40	131,50
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	73,56	72,50	89,50	87,30	82,20	91,20	89,56	91,56
Pesos sólidos (Ws)	61,66	60,60	77,80	75,40	70,60	79,60	65,36	66,76
Peso del agua (Ww)	17,34	18,70	25,40	24,20	25,10	32,30	22,84	39,94
Cont. Humedad (w%)	28,12	30,86	32,65	32,10	35,55	40,58	34,94	59,83
Cont. Humedad promedio (w%)	29,49		32,37		38,07		47,39	
P. Volumétrico Seco γd (gr/cm3)	1,160		1,262		1,232		1,152	
3. DETERMINACIÓN GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%				37,9				
Peso Volumétrico Seco máximo γd (gr/cm3)				1,253				

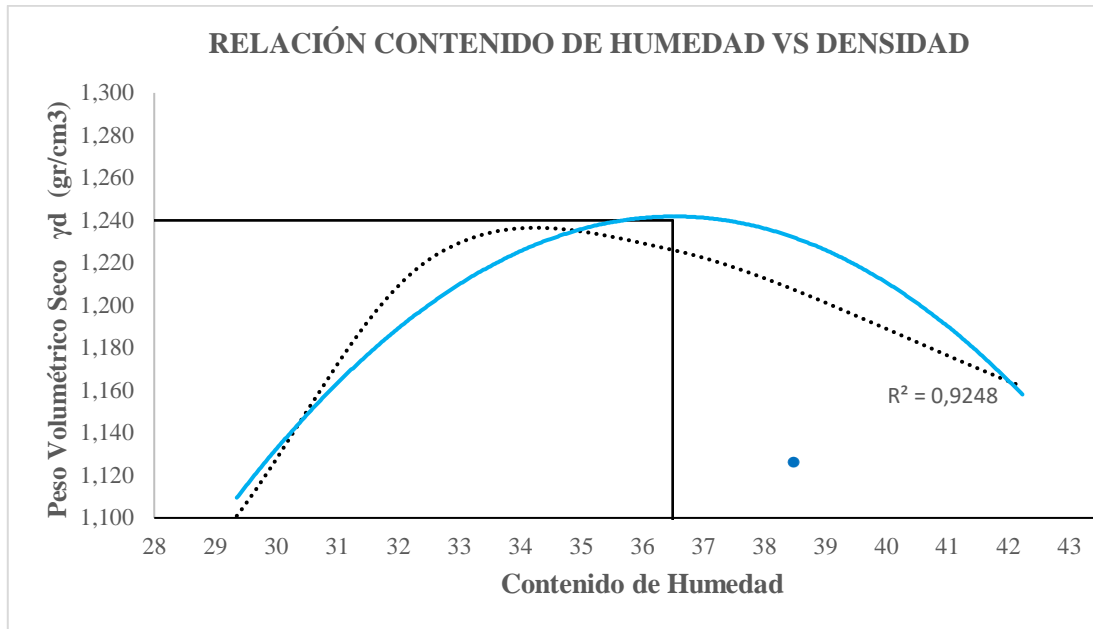


Fuente: Autor

Anexo 57. Proctor 15+500, pozo #8

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Proctor modificado	Abscisa	15+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	8

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15197	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	φ(cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000	6000	6000	6000				
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	30	33	36	39				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18453	18908	19024	18975				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3256	3711	3827	3778				
P. unitario húmedo γm (gr/cm ³)	1,424	1,623	1,674	1,652				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A6	A7	A8	A9	A10	A11	A12	A3
P. del recipiente (Wrec)	11,50	11,90	11,90	12,00	11,90	11,70	11,60	11,70
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	80,50	90,00	82,40	83,40	101,20	98,30	99,90	91,60
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	65,00	72,10	65,70	65,20	77,30	75,10	74,10	67,50
Pesos sólidos (Ws)	53,50	60,20	53,80	53,20	65,40	63,40	62,50	55,80
Peso del agua (Ww)	15,50	17,90	16,70	18,20	23,90	23,20	25,80	24,10
Cont. Humedad (w%)	28,97	29,73	31,04	34,21	36,54	36,59	41,28	43,19
Cont. Humedad promedio (w%)	29,35		32,63		36,57		42,23	
P. Volumétrico Seco γd (gr/cm ³)	1,101		1,224		1,226		1,162	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo ω%	36,5							
Peso Volumétrico Seco máximo γd (gr/cm ³)	1,240							

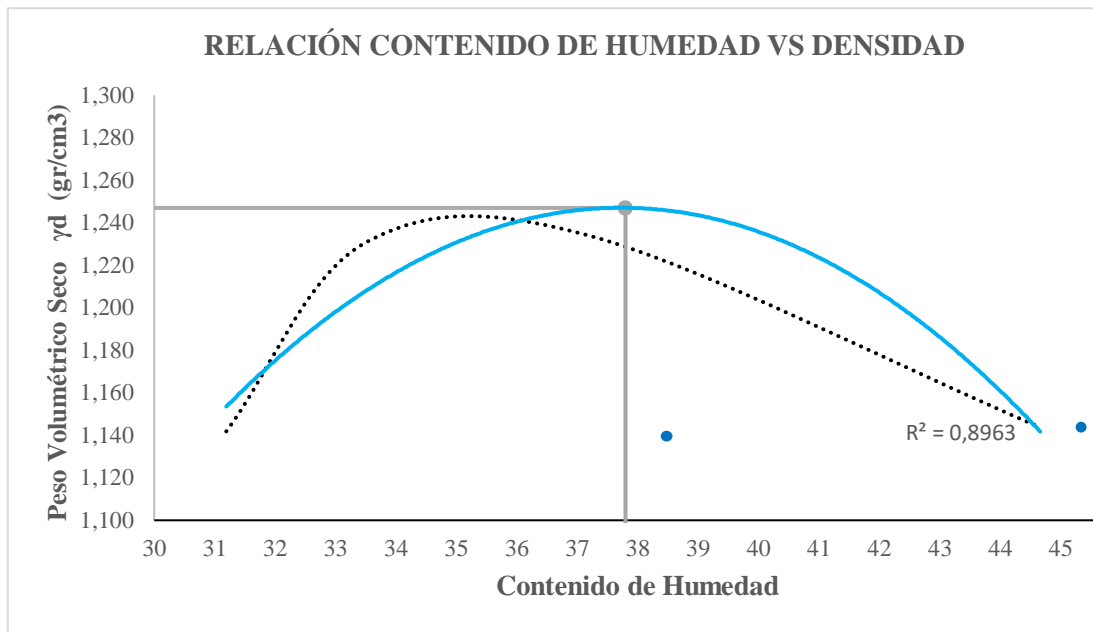


Fuente: Autor

Anexo 58. Proctor 16+000, pozo #9

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Proctor modificado	Abscisa	16+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	9

ESPECIFICACIONES DEL PROCTOR								
Número de Golpes	56	Altura de Caída	18"	Peso del Molde	15202	gr		
Número de Capas	5	Peso del Martillo	10 lb	Vol. del Molde	2286,38	cm ³		
Energía de Compactación (lb*ft/ft ³)	55986	Norm a:	AASHTO T-180	ϕ (cm)	15,2	h (cm)	12,6	
Peso Inicial	6000	6000	6000	6000	6000			
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN								
Ensayo Número	1	2	3	4				
W% inicial añadida	30	33	36	39				
P. molde+Suelo húmedo (gr)	18622	18955	19068	18980				
P. suelo húmedo Wm (gr)	3425	3758	3871	3783				
P. unitario húmedo γ_m (gr/cm ³)	1,498	1,644	1,693	1,655				
2. CÁLCULO DE CONTENIDOS DE HUMEDAD								
Identificación del recipiente	A4	A5	D1	D2	D3	D4	11	73
P. del recipiente (Wrec)	11,60	11,70	7,90	7,90	7,80	7,90	10,70	10,60
Rec+suelo húmedo (Wrec+Wm)	89,50	95,30	79,80	77,40	78,90	79,00	102,30	101,40
Rec+suelo seco (Ws + Wm)	71,00	75,40	61,70	60,00	59,30	60,00	74,60	72,80
Pesos sólidos (Ws)	59,40	63,70	53,80	52,10	51,50	52,10	63,90	62,20
Peso del agua (Ww)	18,50	19,90	18,10	17,40	19,60	19,00	27,70	28,60
Cont. Humedad (w%)	31,14	31,24	33,64	33,40	38,06	36,47	43,35	45,98
Cont. Humedad promedio (w%)	31,19		33,52		37,26		44,66	
P. Volumétrico Seco γ_d (gr/cm ³)	1,142		1,231		1,233		1,144	
3. CÁLCULO DE LA GRÁFICA DE LA DENSIDAD MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
Cont. Humedad óptimo $\omega\%$	37,8							
Peso Volumétrico Seco máximo γ_d (gr/cm ³)	1,247							



Fuente: Autor

Anexo 59. Compactación CBR 12+000, pozo #1

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo		
	Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	12+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	1

ENSAYO CBR						
MOLDE #	9		8		7	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	10642	10562,6	10372,8	10394,6	10300,4	10426,6
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4281,6	4202,2	3989,6	4011,4	3939,6	4065,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,861	1,826	1,734	1,743	1,712	1,767
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,527	1,434	1,440	1,397	1,418	1,396
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,481		1,419		1,407	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	F-5	D-1	11-B	P-4	4-B	B-8
W _m +TARRO (gr)	182,06	248,37	126,59	248,19	149,18	185,59
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	159,19	204,71	108,7	208,72	129,05	155,45
PESO AGUA (gr)	22,87	43,66	17,89	39,47	20,13	30,14
PESO TARRO (gr)	54,56	44,97	20,89	49,59	32,13	42,19
PESO MUESTRA SECA (gr)	104,63	159,74	87,81	159,13	96,92	113,26
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21,86	27,33	20,37	24,80	20,77	26,61
AGUA ABSORBIDA %		5,47		4,43		5,84

Fuente: Autor

Anexo 60. Esponjamiento 12+000, pozo #1

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	12+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	1

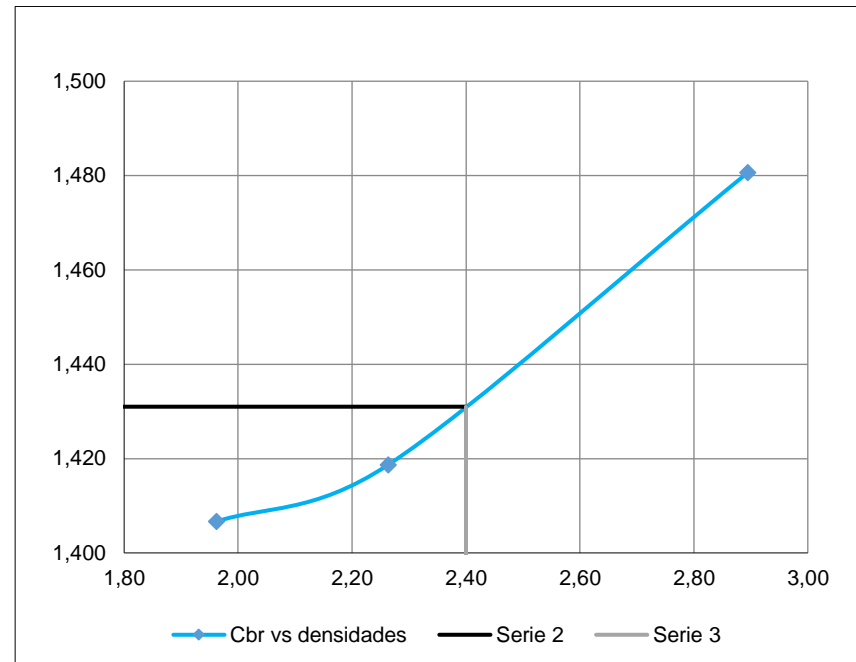
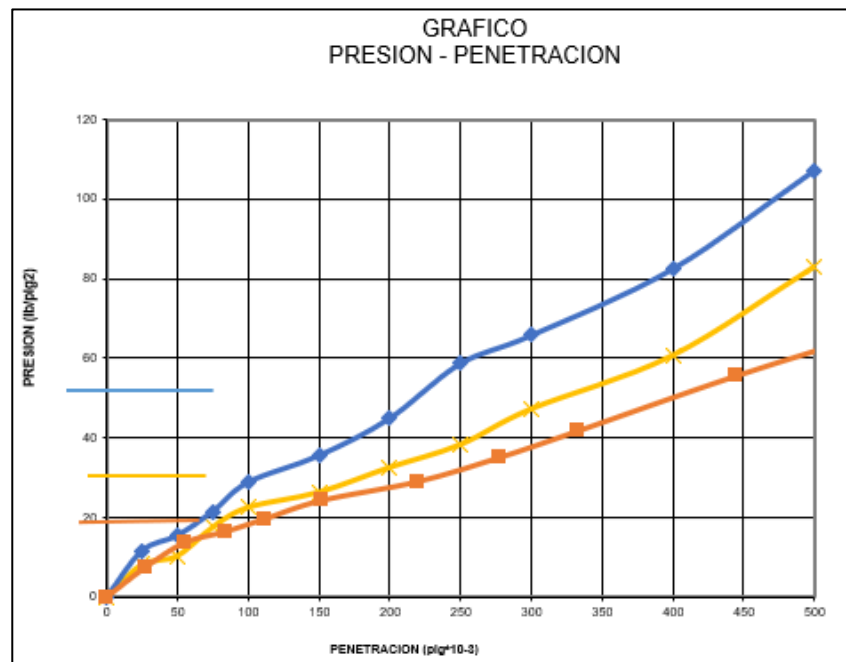
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
	18:10	0	0,03	5,00	0,00	0,00	0,08	5,00	0,00	0,00	0,24	5,00	0,00	0,00
	18:08	1	0,04		0,98	0,20	0,09		0,80	0,16	0,28		4,24	0,85
	18:20	2	0,06		2,99	0,60	0,12		3,32	0,66	0,38		14,04	2,81

Fuente: Autor

Anexo 61. CBR 12+000, pozo #1

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	12+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	1

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO		7					8				9			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	27,75	15,9	11,7			11,2	8,2			10,4	7,6		
1	0	55,5	21,2	15,6			14,2	10,4			18,8	13,8		
1	30	83,25	29,4	21,6			24,0	17,6			22,4	16,5		
2	0	111	39,4	28,9	28,9	3	30,8	22,6	22,6	2,3	26,7	19,6	19,6	2,0
3	0	151,5	48,5	35,6			36,0	26,4			33,1	24,3		
4	0	220	61,2	45,0			44,5	32,7			39,6	29,1		
5	0	277,5	79,9	58,7			52,3	38,4			47,8	35,1		
6	0	333	89,6	65,8			64,5	47,4			56,9	41,8		
8	0	444	112,3	82,5			82,8	60,8			75,6	55,5		
10	0	555	146,0	107,2			113,1	83,1			92,4	67,9		
CBR corregido						3				2,3				2,0



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,481	2,89	%
gr/cm ⁴	1,419	2,26	%
gr/cm ⁵	1,407	1,96	%

Densidad Máx	1,590	gr/cm ³
90% de DM	1,431	gr/cm ³
CBR		
PUNTUAL		2,4

Fuente: Autor

Anexo 62. Compactación CBR 12+500, pozo #2

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopatá						
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi					
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	12+500			
Ubicación	Pinllopatá	Pozo	2			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	10481,7	10574,2	10152,4	10493,4	9873,4	10291,4
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4121,3	4213,8	3769,2	4110,2	3512,6	3930,6
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,791	1,831	1,638	1,786	1,527	1,708
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,275	1,231	1,163	1,131	1,087	1,057
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,253		1,147		1,072	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-3	D-1	D-7	D-1	D-8	C-5
W _m +TARRO (gr)	178,85	125,68	182,22	144,26	190,52	129,85
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	135,21	99,1	142,82	107,74	149,21	97,86
PESO AGUA (gr)	43,64	26,58	39,4	36,52	41,31	31,99
PESO TARRO (gr)	27,47	44,62	46,43	44,65	47,02	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	107,74	54,48	96,39	63,09	102,19	51,98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40,50	48,79	40,88	57,89	40,42	61,54
AGUA ABSORBIDA %		8,28		17,01		21,12

Fuente: Autor

Anexo 63. Esponjamiento 12+500, pozo #2

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	12+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	2

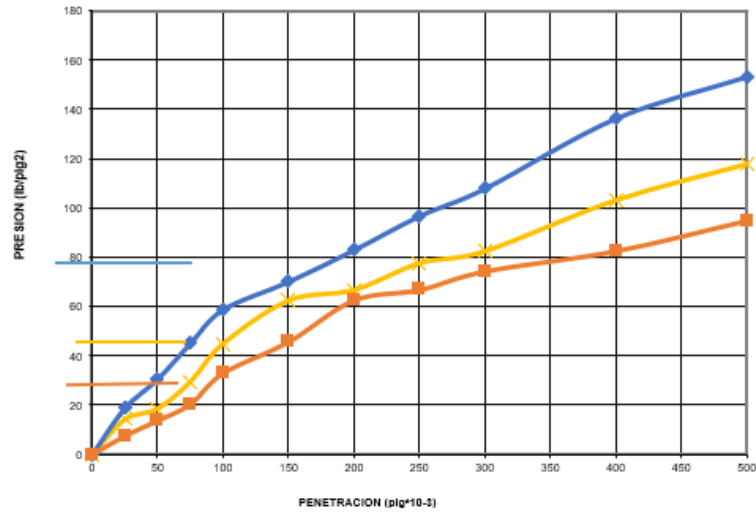
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	DIAL	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	DIAL	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%
			Plgs.				Plgs.				Plgs.			
10 octubre	0	0,03	5,00	0,00	0,00	0,08	5,00	0,00	0,00	0,24	5,00	0,00	0,00	0,00
11 octubre	1	0,04		0,98	0,20	0,09		0,80	0,16	0,28		4,24	0,85	0,17
12 octubre	2	0,06		2,01	0,40	0,12		2,52	0,50	0,40		12,00	2,40	0,48

Fuente: Autor

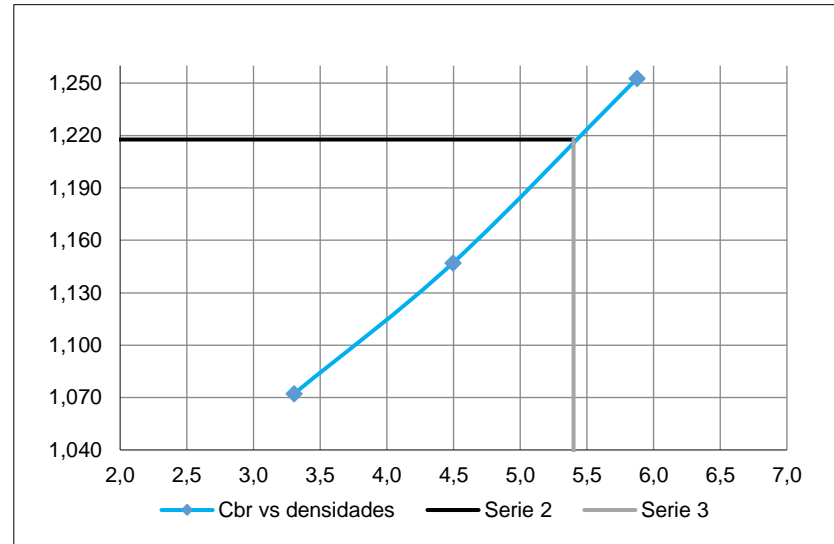
Anexo 64. CBR 12+500, pozo #2

Proyecto		Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi												
Ensayo		Esponjamiento				Abscisa		12+500						
Ubicación		Pinllopata				Pozo		1						
ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET.	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			" 10-3	DIAL			LEÍDA	CORG			DIAL	LEÍDA	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	25,6	18,8			19,5	14,3			10,4	7,6		
1	0	50	41,6	30,6			25,4	18,7			18,8	13,8		
1	30	75	61,3	45,0			40,3	29,6			27,9	20,5		
2	0	100	80,0	58,8	58,8	6	61,2	45,0	45,0	4,5	45,0	33,1	33,1	3,3
3	0	150	95,4	70,1			85,0	62,4			62,3	45,8		
4	0	200	112,9	82,9			90,8	66,7			85,3	62,7		
5	0	250	131,7	96,8			105,6	77,6			91,0	66,9		
6	0	300	146,9	107,9			112,2	82,4			101,3	74,4		
8	0	400	185,6	136,4			140,3	103,1			112,5	82,7		
10	0	500	208,6	153,3			160,2	117,7			129,3	95,0		
CBR corregido						6				4,5				3,3

GRAFICO
PRESION - PENETRACION



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,253	5,88	%
gr/cm ⁴	1,147	4,50	%
gr/cm ⁵	1,072	3,31	%



Densidad Máx.	1,353	gr/cm ³
90% de DM	1,218	gr/cm ³
CBR		
PUNTUAL		5,4

Fuente: Autor

Anexo 65. Compactación CBR 13+000, pozo #3

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopatá						
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi					
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	13+000			
Ubicación	Pinllopatá	Pozo	3			
ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
W _m +MOLDE (gr)	10245,1	10498,3	10002,1	10242,5	9874,3	10001,9
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3884,7	4137,9	3618,9	3859,3	3513,5	3641,1
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,688	1,798	1,573	1,677	1,527	1,582
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,206	1,210	1,121	1,088	1,088	0,983
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,208		1,104		1,036	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	8-B	6-T	D-7	D-8	D-1	C-5
W _m +TARRO (gr)	168,56	149,5	159,9	157,6	187,2	175,9
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	131,3	115,6	127,3	117,89	146,99	126,92
PESO AGUA (gr)	37,26	33,9	32,6	39,71	40,29	49,35
PESO TARRO (gr)	38,19	45,83	46,43	47,02	44,65	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	93,11	69,77	80,87	73,24	99,97	81,04
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40,02	48,59	40,31	54,22	40,30	60,90
AGUA ABSORBIDA %		8,57		13,91		20,59

Fuente: Autor

Anexo 66. Esponjamiento 13+000, pozo #3

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	13+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	3

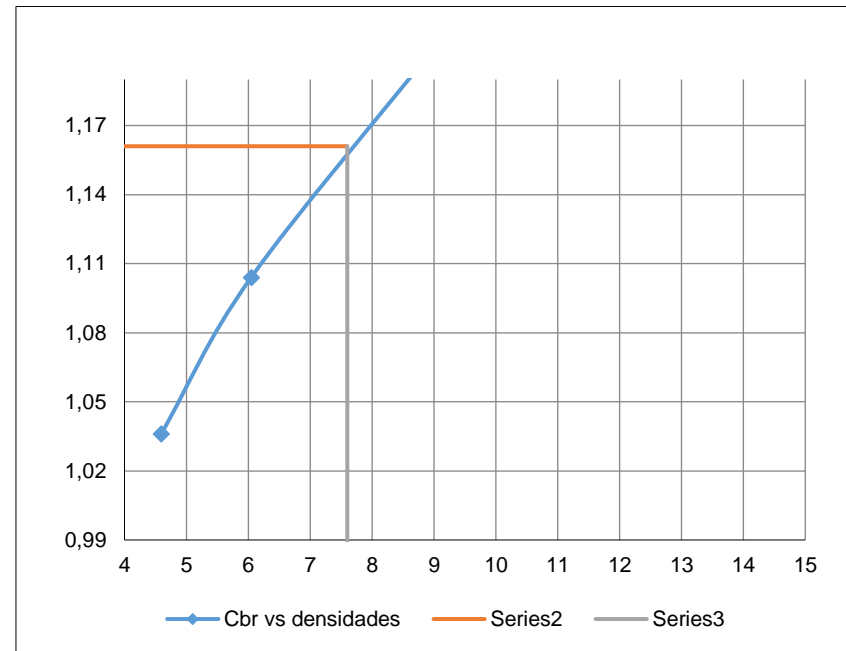
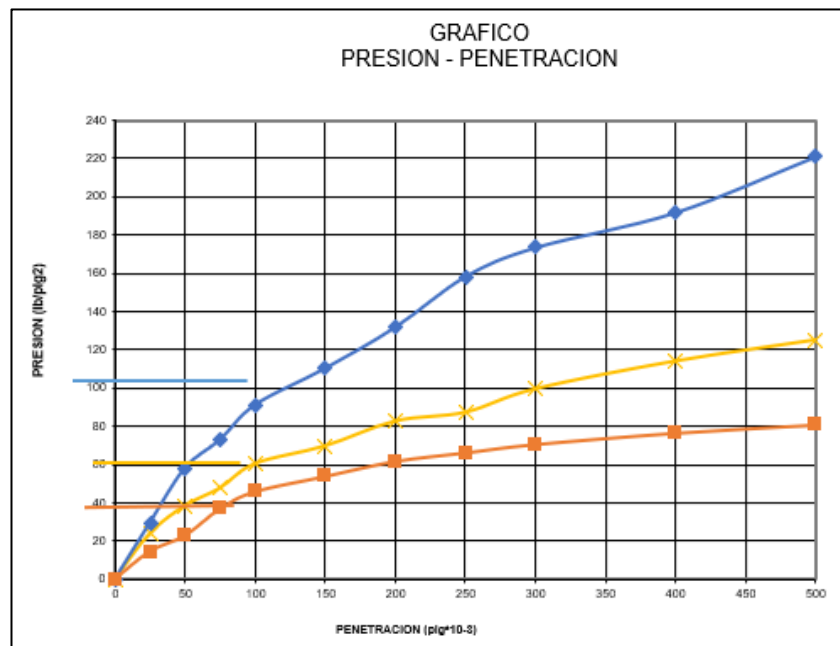
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	DIAL	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	DIAL	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%
			Plgs.				Plgs.				Plgs.			
13 Octubre	18:10	0	0,17	5,00	0,00	0,00	0,14	5,00	0,00	0,00	0,26	5,00	0,00	0,00
14 Octubre	18:08	1	0,18		0,55	0,11	0,14		0,56	0,11	0,28		1,68	0,34
15 Octubre	18:20	2	0,19		1,64	0,33	0,15		0,96	0,19	0,28		2,16	0,43
16 Octubre	18:25	3	0,19		1,54	0,31	0,15		1,48	0,30	0,32		6,20	1,24

Fuente: Autor

Anexo 67. CBR 13+000, pozo #3

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	13+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	3

ENSAYO DE CARGA PENETRACION														
CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET.	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			" 10-3	LEÍDA			CORG	LEÍDA			CORG	LEÍDA	
		DIAL	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%			
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	40,3	29,6			32,6	24,0			19,8	14,5		
1	0	50	79,3	58,3			52,3	38,4			31,1	22,8		
1	30	75	99,4	73,0			64,9	47,7			50,3	37,0		
2	0	100	124,3	91,3	91,3	9	82,3	60,5	60,5	6,0	62,5	45,9	45,9	4,6
3	0	150	150,3	110,4			94,9	69,7			73,4	53,9		
4	0	200	179,6	131,9			112,6	82,7			84,2	61,9		
5	0	250	215,6	158,4			118,9	87,4			90,3	66,3		
6	0	300	236,3	173,6			135,6	99,6			96,3	70,7		
8	0	400	261,3	192,0			155,4	114,2			104,4	76,7		
10	0	500	301,2	221,3			170,5	125,3			110,3	81,0		
CBR corregido						9				6,0				4,6



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,481	2,89	%
gr/cm ⁴	1,419	2,26	%
gr/cm ⁵	1,407	1,96	%

Densidad Máx.	1,290	gr/cm ³
90% de DM	1,161	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		7.6%

Fuente: Autor

Anexo 68. Compactación CBR 13+500, pozo #4

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo		
	Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	13+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	4

ENSAYO CBR						
MOLDE #	44		18		15	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9894,7	10114	9784,6	9974,56	9548	9798,3
PESO MOLDE (gr)	5775	5775	5965,5	5965,5	5864,5	5864,5
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4119,7	4339	3819,1	4009,06	3683,5	3933,8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,790	1,886	1,660	1,742	1,601	1,710
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,252	1,239	1,180	1,121	1,143	1,056
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,245		1,150		1,099	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	P-1	R-5	8-B	6-T	D-5	C-5
Wm +TARRO (gr)	156,23	138,5	153,46	158,9	146,6	138,5
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	117,56	105,79	120,12	118,59	123,44	103,09
PESO AGUA (gr)	38,67	32,71	33,34	40,31	23,16	35,41
PESO TARRO (gr)	27,72	43,12	38,19	45,83	65,69	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	89,84	62,67	81,93	72,76	57,75	57,21
CONTENIDO DE HUMEDAD %	43,04	52,19	40,69	55,40	40,10	61,89
AGUA ABSORBIDA %		9,15		14,71		21,79

Anexo 69. Esponjamiento 13+500, pozo #4

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	13+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	4

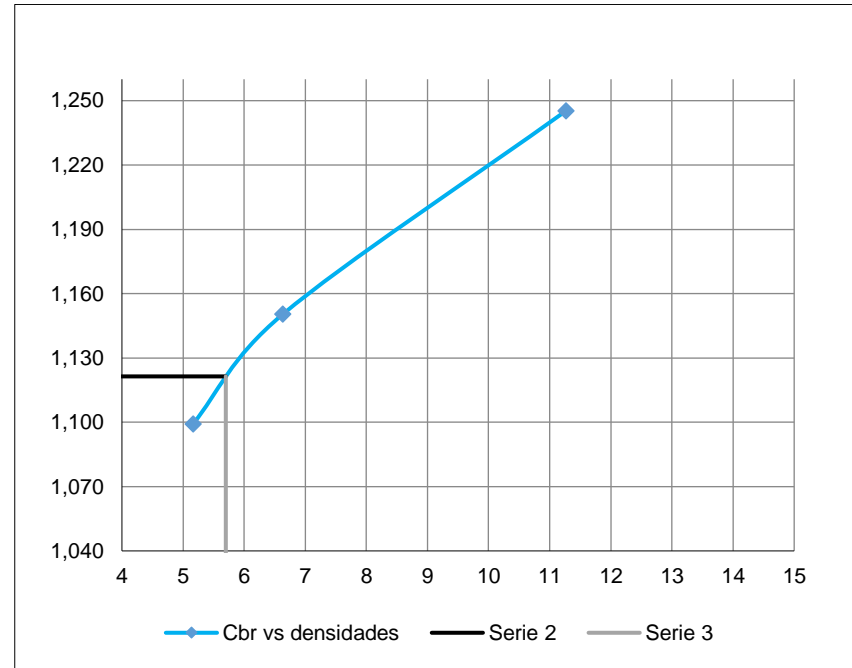
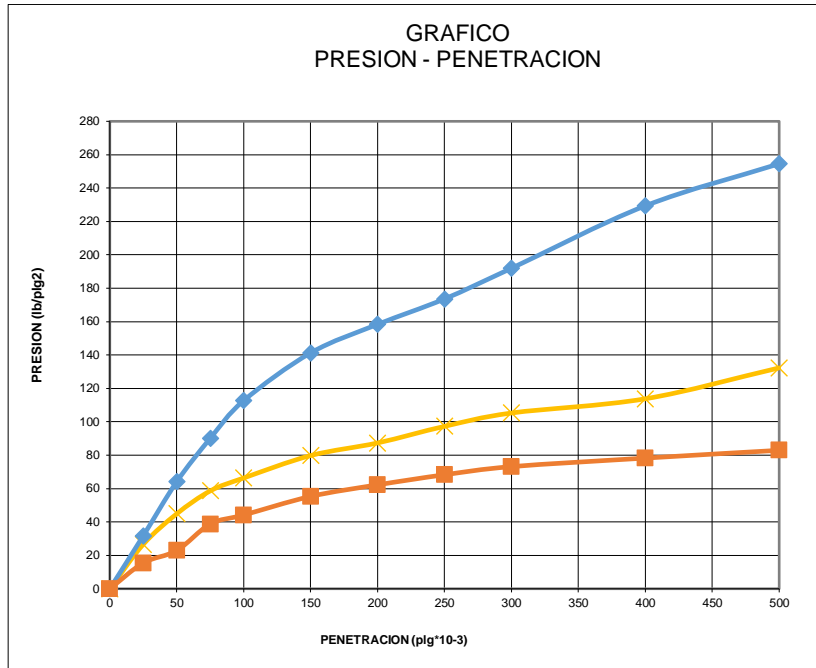
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
16 octubre	18:10	0	0,17	5,00	0,00	0,00	0,13	5,00	0,00	0,00	0,26	5,00	0,00	0,00
17 octubre	18:08	1	0,18		0,55	0,11	0,13		0,00	0,00	0,28		1,68	0,34
18 octubre	18:20	2	0,19		1,64	0,33	0,14		1,00	0,20	0,28		2,16	0,43
19 octubre	18:25	3	0,19		1,54	0,31	0,14		1,00	0,20	0,32		6,20	1,24

Fuente: Autor

Anexo 70. CBR 13+500, pozo #4

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	13+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	4

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO		7					8				9			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	43,2	31,7			36,2	26,6			21,3	15,6		
1	0	50	87,3	64,1			61,1	44,9			33,6	24,7		
1	30	75	122,6	90,1			79,8	58,6			52,2	38,3		
2	0	100	153,4	112,7	112,7	11	90,3	66,3	66,3	6,6	70,3	51,6	51,6	5,2
3	0	150	192,3	141,3			108,6	79,8			81,3	59,7		
4	0	200	215,6	158,4			118,9	87,4			86,9	63,8		
5	0	250	236,3	173,6			132,4	97,3			94,6	69,5		
6	0	300	261,3	192,0			143,3	105,3			101,2	74,3		
8	0	400	312,2	229,4			154,9	113,8			106,3	78,1		
10	0	500	346,5	254,6			180,1	132,3			114,3	84,0		
CBR corregido						11				6,6				5,2



Densidades		vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,245		11,27	%
gr/cm ⁴	1,150		6,63	%
gr/cm ⁵	1,099		5,16	%

Densidad Máx.	1,246	gr/cm ³
90% de DM	1,121	gr/cm ³
CBR		
PUNTUAL		5,7

Fuente: Autor

Anexo 71. Compactación CBR 14+000, pozo #5

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopatá			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	14+000
Ubicación	Pinllopatá	Pozo	5

ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10124,6	10312,4	10102,3	10215,6	10002,3	10245,3
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3764,2	3952	3719,1	3832,4	3641,5	3884,5
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,636	1,718	1,616	1,666	1,583	1,688
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,197	1,177	1,171	1,080	1,128	1,049
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,187		1,125		1,088	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	11-B	D-5	D-7	D-8	D-1	C-5
Wm +TARRO (gr)	168,56	149,5	159,9	157,6	187,3	176,3
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	130,56	123,1	128,62	117,89	146,99	126,92
PESO AGUA (gr)	38	26,4	31,28	39,71	40,31	49,38
PESO TARRO (gr)	26,77	65,69	46,43	47,02	44,65	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	103,79	57,41	82,19	73,24	99,97	81,04
CONTENIDO DE HUMEDAD %	36,61	45,99	38,06	54,22	40,32	60,93
AGUA ABSORBIDA %		9,37		16,16		20,61

Fuente: Autor

Anexo 72. Esponjamiento 14+000, pozo #5

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	14+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	5

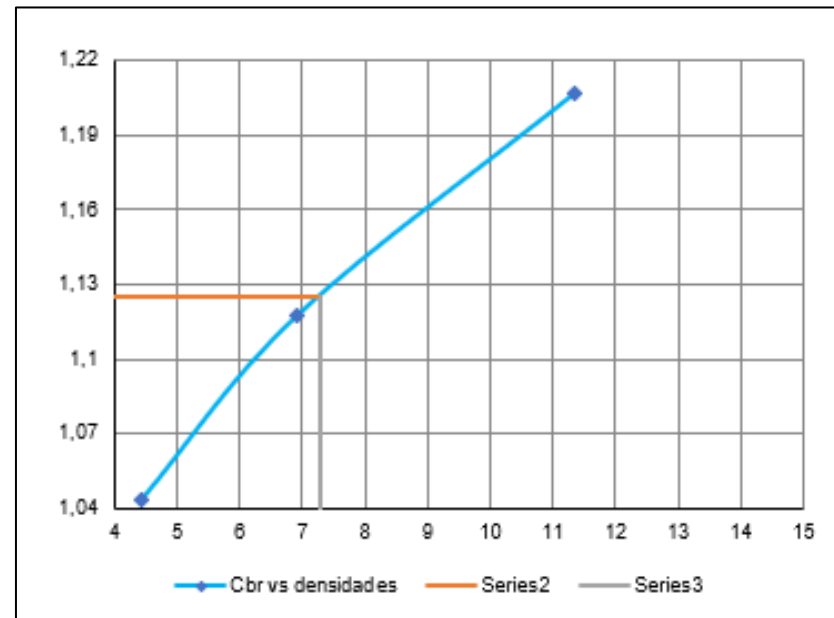
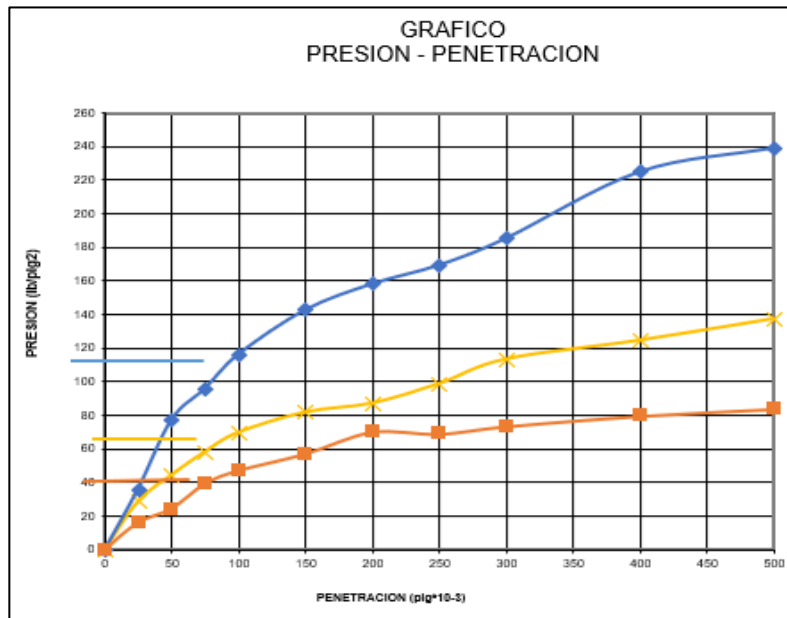
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
20 Octubre	18:10	0	0,16	5,00	0,00	0,00	0,14	5,00	0,00	0,00	0,24	5,00	0,00	0,00
21 Octubre	18:08	1	0,17		1,00	0,20	0,14		0,56	0,11	0,26		2,00	0,40
22 Octubre	18:20	2	0,18		2,00	0,40	0,15		0,96	0,19	0,26		2,00	0,40
23 Octubre	18:25	3	0,18		2,00	0,40	0,15		1,48	0,30	0,30		6,00	1,20

Fuente: Autor

Anexo 73.CBR 14+000, pozo #5

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	14+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	5

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET.	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			" 10-3	LEÍDA			CORG	LEÍDA			CORG	LEÍDA	
		DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	49,2	36,1			39,0	28,7			21,9	16,1		
1	0	50	105,3	77,4			60,4	44,4			33,3	24,5		
1	30	75	130,6	95,9			79,3	58,3			53,6	39,4		
2	0	100	158,3	116,3	116,3	12	94,9	69,7	69,7	7,0	64,3	47,2	47,2	4,7
3	0	150	194,3	142,7			111,3	81,8			77,9	57,2		
4	0	200	215,4	158,2			118,6	87,1			95,6	70,2		
5	0	250	230,6	169,4			134,4	98,7			94,0	69,1		
6	0	300	252,3	185,4			154,3	113,4			100,1	73,5		
8	0	400	306,3	225,0			169,5	124,5			108,6	79,8		
10	0	500	325,6	239,2			186,9	137,3			114,3	84,0		
CBR corregido						12				7,0			4,7	



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,245	11,27	%
gr/cm ⁴	1,150	6,63	%
gr/cm ⁵	1,099	5,16	%

Densidad Máx.	1,250	gr/cm ³
90% de DM	1,125	gr/cm ³
CBR PUNTUAL		7,3

Fuente: Autor

Anexo 74. Compactación CBR 14+500, pozo #6

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	14+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	6

ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10092,3	10402,4	10052,3	10348,2	10002,1	10100,1
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3731,9	4042	3669,1	3965	3641,3	3739,3
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,622	1,757	1,595	1,723	1,582	1,625
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,155	1,181	1,135	1,093	1,135	1,011
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,168		1,114		1,073	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-7	P-4	D-3	D-1	D-5	C-5
Wm +TARRO (gr)	162,53	162,32	143,56	164,53	180,23	168,32
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	129,09	125,35	110,11	120,68	147,81	122,03
PESO AGUA (gr)	33,44	36,97	33,45	43,85	32,42	46,29
PESO TARRO (gr)	46,43	49,59	27,47	44,62	65,69	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	82,66	75,76	82,64	76,06	82,12	76,15
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40,45	48,80	40,48	57,65	39,48	60,79
AGUA ABSORBIDA %		8,34		17,18		21,31

Fuente: Autor

Anexo 75. Esponjamiento 14+500, pozo #6

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	14+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	6

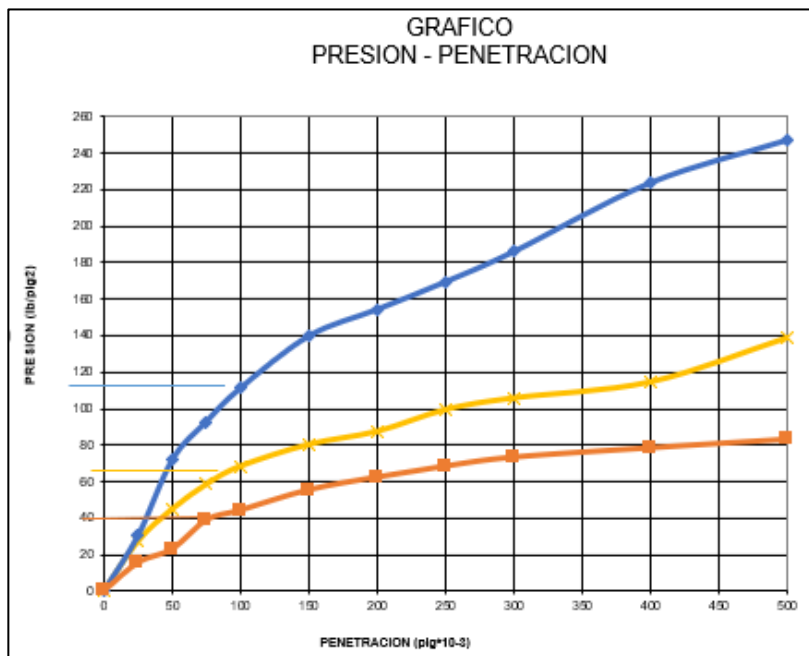
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
24 Octubre	18:10	0	0,18	5,00	0,00	0,00	0,14	5,00	0,00	0,00	0,26	5,00	0,00	0,00
25 Octubre	18:08	1	0,19		1,00	0,20	0,15		1,36	0,27	0,28		1,68	0,34
26 Octubre	18:20	2	0,19		1,00	0,20	0,15		1,36	0,27	0,28		2,16	0,43
27 Octubre	18:25	3	0,20		2,00	0,40	0,16		2,36	0,47	0,33		6,88	1,38

Fuente: Autor

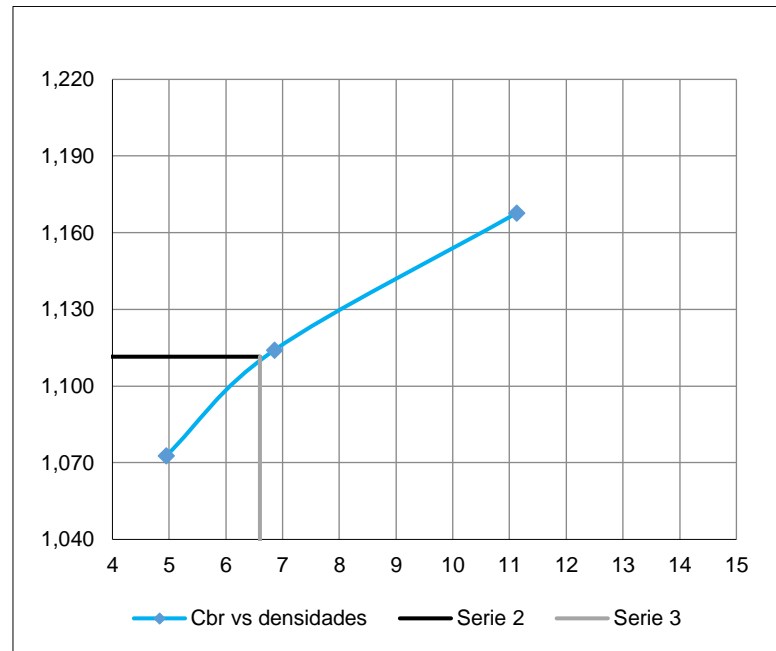
Anexo 76. CBR 14+500, pozo #6

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	14+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	6

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO		7					8			9				
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	41,3	30,3			37,3	27,4			21,4	15,7		
1	0	50	97,8	71,9			61,2	45,0			33,3	24,5		
1	30	75	126,4	92,9			79,8	58,6			50,4	37,0		
2	0	100	151,4	111,2	111,2	11	93,3	68,5	68,5	6,9	67,3	49,4	49,4	4,9
3	0	150	190,2	139,7			109,6	80,5			74,3	54,6		
4	0	200	210,0	154,3			119,3	87,6			87,6	64,3		
5	0	250	230,6	169,4			135,6	99,6			94,6	69,5		
6	0	300	253,2	186,0			144,3	106,0			104,2	76,6		
8	0	400	304,6	223,8			156,3	114,8			109,3	80,3		
10	0	500	336,4	247,1			189,4	139,1			125,3	92,1		
CBR corregido						11				6,9				4,9



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,168	11,12	%
gr/cm ⁴	1,114	6,85	%
gr/cm ⁵	1,073	4,94	%



Densidad Máx.	1,235	gr/cm ³
90% de DM	1,112	gr/cm ³
CBR		
PUNTUAL		6,6

Fuente: Autor

Anexo 77. Compactación CBR 15+000, pozo #7

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	15+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	7

ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10280,5	10474,2	10051,2	10392,2	9772,2	10190,2
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3920,1	4113,8	3668	4009	3411,4	3829,4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,704	1,788	1,594	1,742	1,483	1,664
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,205	1,194	1,134	1,108	1,058	1,037
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,200		1,121		1,048	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-8	F-5	11-B	4-B	F-3	1-T
Wm +TARRO (gr)	167,53	179,56	143,35	159,21	181,02	152,91
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	132,28	138,02	107,97	112,98	144,89	106,79
PESO AGUA (gr)	35,25	41,54	35,38	46,23	36,13	46,12
PESO TARRO (gr)	47,02	54,46	20,89	32,13	54,9	30,51
PESO MUESTRA SECA (gr)	85,26	83,56	87,08	80,85	89,99	76,28
CONTENIDO DE HUMEDAD %	41,34	49,71	40,63	57,18	40,15	60,46
AGUA ABSORBIDA %		8,37		16,55		20,31

Fuente: Autor

Anexo 78. Esponjamiento 15+000, pozo #7

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	15+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	7

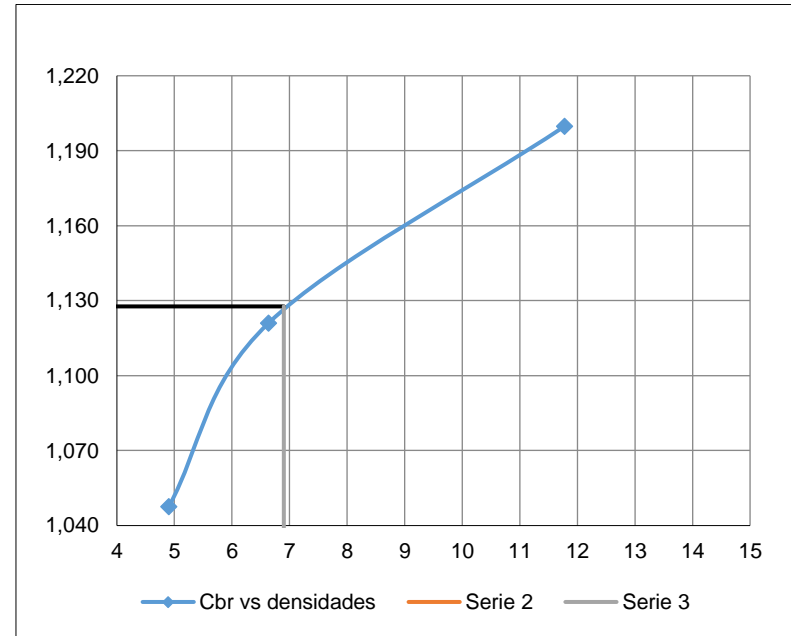
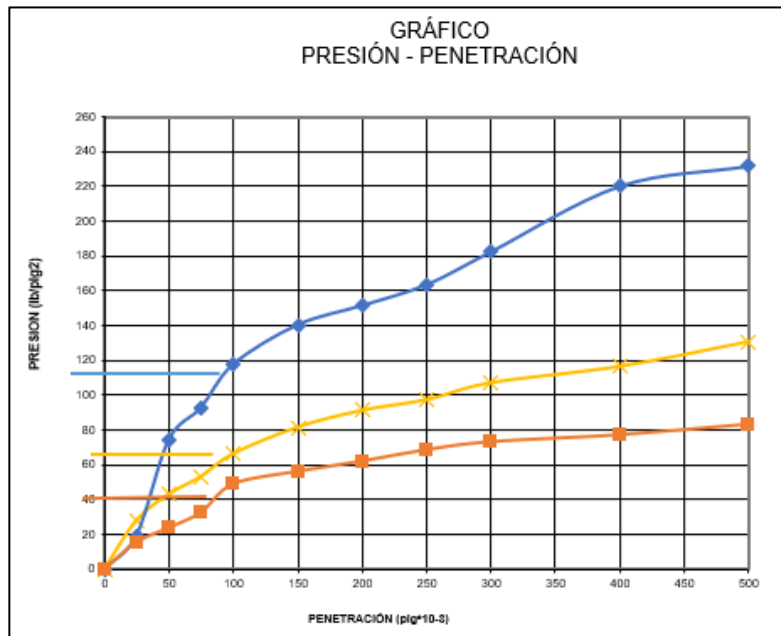
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
28 Octubre	18:10	0	0,19	5,00	0,00	0,00	0,13	5,00	0,00	0,00	0,25	5,00	0,00	0,00
29 Octubre	18:08	1	0,20		1,00	0,20	0,14		1,20	0,24	0,28		2,80	0,56
30 Octubre	18:20	2	0,20		1,00	0,20	0,15		1,60	0,32	0,28		3,28	0,66
31 Octubre	18:25	3	0,21		2,00	0,40	0,15		2,12	0,42	0,31		6,00	1,20

Fuente: Autor

Anexo 79. CBR 15+000, pozo #7

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	15+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	7

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO		7					8				9			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	26,4	19,4			38,3	28,1			21,1	15,5		
1	0	50	101,2	74,3			58,6	43,1			32,3	23,7		
1	30	75	126,4	92,9			72,5	53,3			44,5	32,7		
2	0	100	160,3	117,8	117,8	12	90,3	66,3	66,3	6,6	66,7	49,0	49,0	4,9
3	0	150	191,2	140,5			111,1	81,6			76,6	56,3		
4	0	200	206,3	151,6			124,3	91,3			84,6	62,2		
5	0	250	222,6	163,5			132,6	97,4			93,6	68,8		
6	0	300	248,3	182,4			145,9	107,2			99,8	73,3		
8	0	400	299,6	220,1			158,7	116,6			105,3	77,4		
10	0	500	315,3	231,6			178,1	130,8			113,6	83,5		
CBR corregido						12				6,6				4,9



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,200	11,78	%
gr/cm ⁴	1,121	6,63	%
gr/cm ⁵	1,048	4,90	%

Densidad Máx.	1,253	gr/cm ³
90% de DM	1,128	gr/cm ³

CBR
PUNTUAL

6,9

Fuente: Autor

Anexo 80. Compactación CBR 15+500, pozo #8

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	15+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	8

ENSAYO CBR						
MOLDE #	6		7		8	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMO JO	DESPU ÉS DEL REMOJ O	ANTES DEL REMO JO	DESPU ÉS DEL REMOJ O	ANTES DEL REMO JO	DESPU ÉS DEL REMOJ O
Wm+MOLDE (gr)	10189,2	10404,3	10069,5	10325,5	9789,9	10090,5
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3828,8	4043,9	3686,3	3942,3	3429,1	3729,7
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	1,664	1,757	1,602	1,713	1,490	1,621
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1,184	1,183	1,141	1,086	1,051	0,991
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1,183		1,114		1,021	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-3	P-1	6-T	11-B	D-5	C-5
Wm +TARRO (gr)	166,51	108,52	179,8	145,6	201,24	115,35
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	126,4	82,1	141,25	102,09	161,3	88,36
PESO AGUA (gr)	40,11	26,42	38,55	43,51	39,94	26,99
PESO TARRO (gr)	27,47	27,72	45,83	26,77	65,69	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	98,93	54,38	95,42	75,32	95,61	42,48
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40,54	48,58	40,40	57,77	41,77	63,54
AGUA ABSORBIDA %		8,04		17,37		21,76

Fuente: Autor

Anexo 81. Esponjamiento 15+500, pozo #8

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	15+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	8

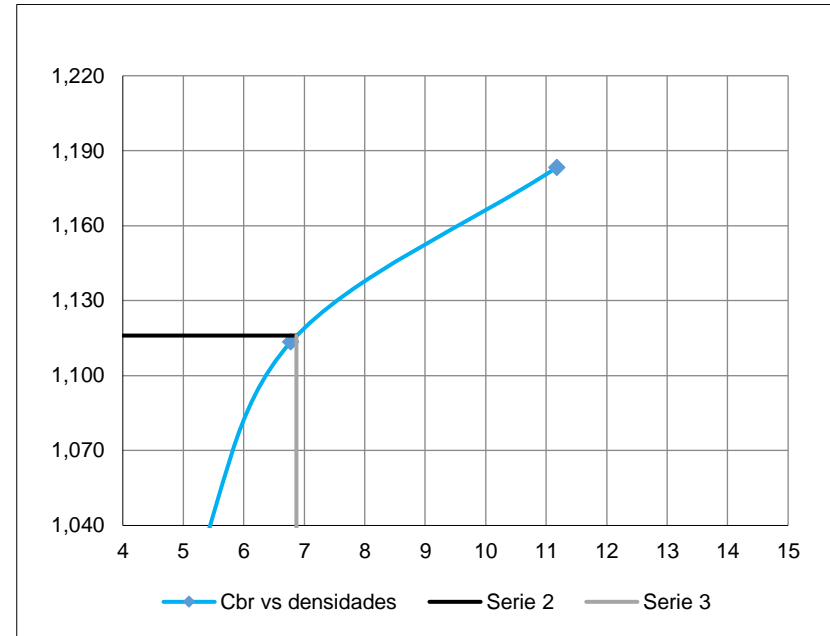
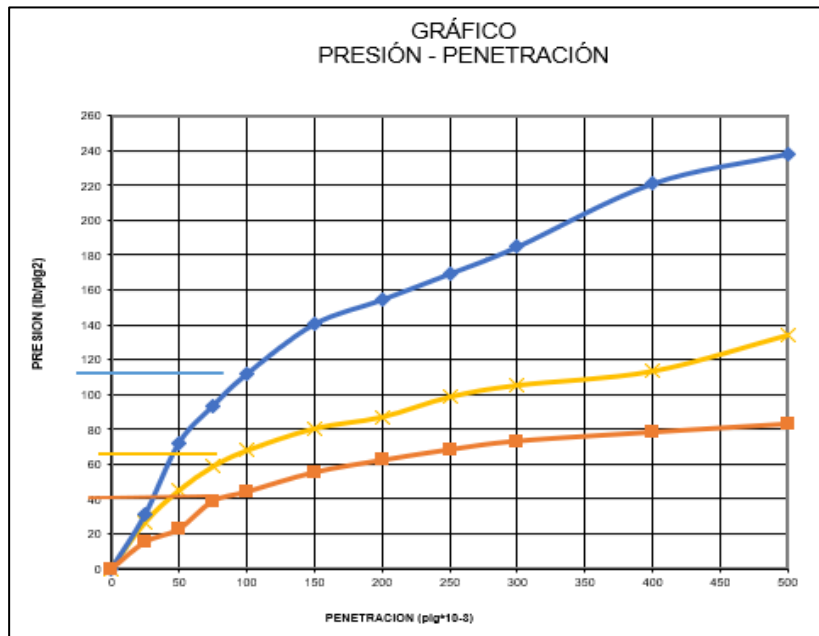
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			6				7				8			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
1 Noviembre	18:10	0	0,16	5,00	0,00	0,00	0,13	5,00	0,00	0,00	0,25	5,00	0,00	0,00
2 Noviembre	18:08	1	0,17		1,00	0,20	0,13		0,00	0,00	0,28		2,80	0,56
3 Noviembre	18:20	2	0,18		2,00	0,40	0,14		1,00	0,20	0,29		4,00	0,80
4 Noviembre	18:25	3	0,18		2,00	0,40	0,15		2,00	0,40	0,32		7,32	1,46

Fuente: Autor

Anexo 82. CBR 15+500, pozo #8

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	15+500
Ubicación	Pinllopata	Pozo	8

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO		6					7				8			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG	
MIN	SEG	" 10-3	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	42,4	31,1			36,3	26,7			20,3	14,9		
1	0	50	98,3	72,2			61,2	45,0			32,3	23,7		
1	30	75	127,3	93,5			79,8	58,6			51,4	37,8		
2	0	100	152,2	111,8	111,8	11	92,3	67,8	67,8	6,8	70,3	51,6	51,6	5,2
3	0	150	191,3	140,5			109,6	80,5			76,9	56,5		
4	0	200	210,3	154,5			118,5	87,1			85,3	62,7		
5	0	250	230,5	169,4			134,2	98,6			93,6	68,8		
6	0	300	251,7	184,9			143,3	105,3			101,3	74,4		
8	0	400	301,1	221,2			154,3	113,4			107,3	78,8		
10	0	500	324,3	238,3			182,5	134,1			115,5	84,9		
CBR corregido						11				6,8				5,2



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm ³	1,183	11,18	%
gr/cm ⁴	1,114	6,78	%
gr/cm ⁵	1,021	5,16	%

Densidad Máx.	1,240	gr/cm ³
90% de DM	1,116	gr/cm ³
CBR		
PUNTUAL		6,87

Fuente: Autor

Anexo 83. Compactación CBR 16+000, pozo #9

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata			
Proyecto	en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Compactación CBR	Abscisa	16+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	9

ENSAYO CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10280,5	10474,2	10051,2	10392,2	9772,2	10190,2
PESO MOLDE (gr)	6360,4	6360,4	6383,2	6383,2	6360,8	6360,8
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	3920,1	4113,8	3668	4009	3411,4	3829,4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1,704	1,788	1,594	1,742	1,483	1,664
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1,213	1,202	1,132	1,104	1,056	1,030
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1,207		1,118		1,043	

CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	D-3	D-1	D-7	D-1	D-8	C-5
Wm +TARRO (gr)	178,85	125,68	182,22	144,26	190,52	129,85
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	135,21	99,1	142,82	107,74	149,21	97,86
PESO AGUA (gr)	43,64	26,58	39,4	36,52	41,31	31,99
PESO TARRO (gr)	27,47	44,62	46,43	44,65	47,02	45,88
PESO MUESTRA SECA (gr)	107,74	54,48	96,39	63,09	102,19	51,98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40,50	48,79	40,88	57,89	40,42	61,54
AGUA ABSORBIDA %		8,28		17,01		21,12

Fuente: Autor

Anexo 84. Esponjamiento 16+000, pozo #9

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	16+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	9

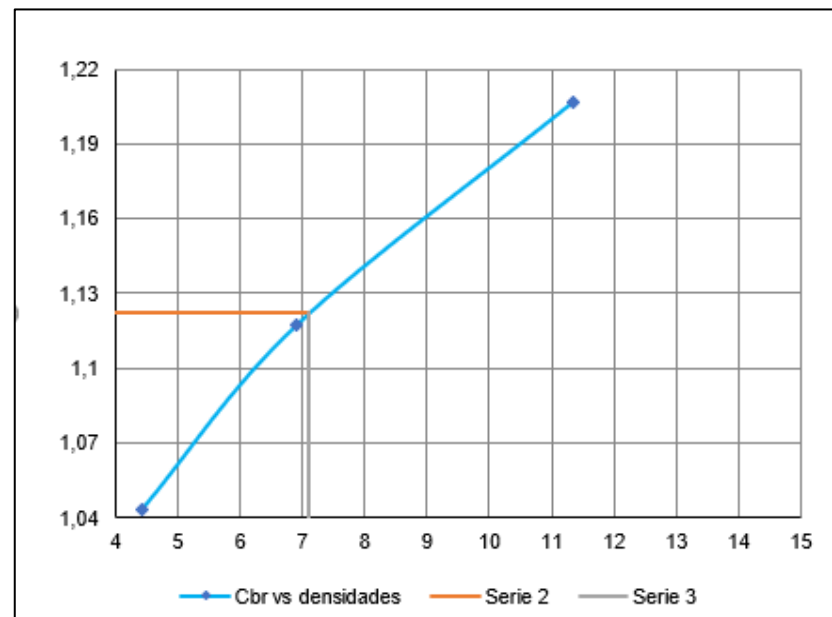
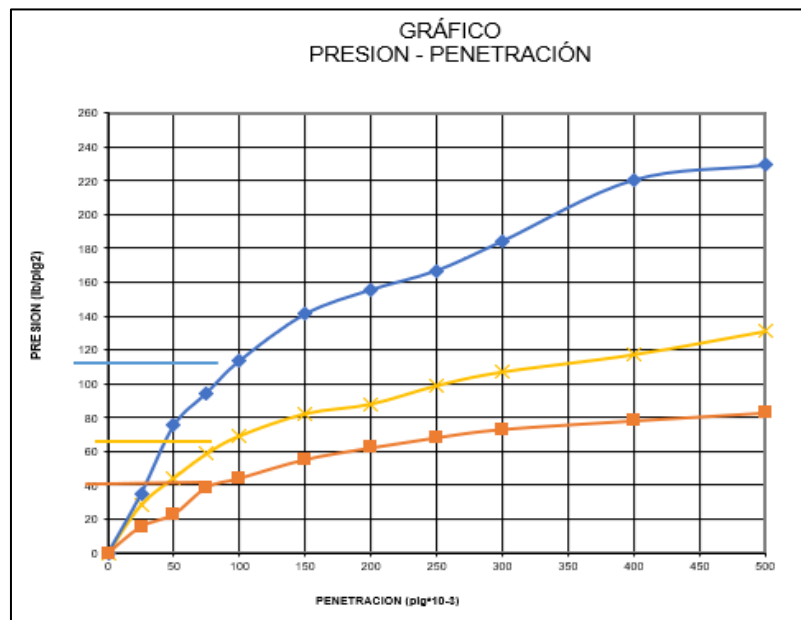
DATOS DE ESPONJAMIENTO														
LECTURA DIAL en Plgs*10-2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DIAS	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%	DIAL	Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2	
5 Noviembre	18:10	0	0,17	5,00	0,00	0,00	0,14	5,00	0,00	0,00	0,26	5,00	0,00	0,00
6 Noviembre	18:08	1	0,18		0,55	0,11	0,14		0,56	0,11	0,28		1,68	0,34
7 Noviembre	18:20	2	0,19		1,64	0,33	0,15		0,96	0,19	0,29		2,88	0,58
8 Noviembre	18:25	3	0,19		1,54	0,31	0,16		2,36	0,47	0,33		6,88	1,38

Fuente: Autor

Anexo 85. CBR 16+000, pozo #9

Proyecto	Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi		
Ensayo	Esponjamiento	Abscisa	16+000
Ubicación	Pinllopata	Pozo	9

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2														
MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG		LECT	LEÍDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%	DIAL	lb/plg2		%
		0	0,0	0			0,0	0			0,0	0		
0	30	25	47,4	34,8			38,3	28,1			21,0	15,5		
1	0	50	102,4	75,3			60,2	44,2			31,2	22,9		
1	30	75	128,6	94,5			79,8	58,6			52,8	38,8		
2	0	100	154,5	113,5	113,5	11	94,2	69,2	69,2	6,9	60,1	44,2	44,2	4,4
3	0	150	192,2	141,2			112,1	82,4			75,3	55,3		
4	0	200	211,8	155,6			119,9	88,0			84,7	62,2		
5	0	250	227,3	167,0			134,7	99,0			92,9	68,3		
6	0	300	250,9	184,3			145,8	107,1			99,6	73,2		
8	0	400	300,1	220,5			159,8	117,4			106,5	78,3		
10	0	500	312,1	229,3			178,5	131,1			112,9	82,9		
CBR corregido						11				6,9				4,4



Densidades	vs	Resistencias
gr/cm ³	1,207	11,35 %
gr/cm ⁴	1,118	6,92 %
gr/cm ⁵	1,043	4,42 %

Densidad Máx.	1,247	gr/cm ³
90% de DM	1,122	gr/cm ³

CBR
PUNTUAL

7,1

Fuente: Autor

ANEXO E

DISEÑO DE PAVIMENTOS

Anexo 86. Diseño del Pavimento, km 12+000

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
Proyecto en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	2.4
Módulo de resiliencia de subrasante	5299.78
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 - □ ×

Tipo de Pavimento

Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)

70 % $Z_r = -0.524$ So = 0.45

Servicialidad inicial y final

PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante

Mr = 5299.79 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)

Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)

Coficiente de transmisión de carga - (J)

Coficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis

Calcular SN **W18 =**

Calcular W18

Número Estructural

SN =

Calcular

Salir

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197.950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			5.30
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.420
Base granular (a2)			0.135
Subbase (a3)			0.115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,61		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,84		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	18,6 cm	25,0 cm	1,13
ESPESOR TOTAL (cm)		42,0 cm	2,82
DISEÑADO POR	<i>fm</i>		

Fuente: Autor

Anexo 87. Diseño del Pavimento, km 12+500

Proyecto Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
 en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	5.4
Módulo de resiliencia de subrasante	8977.95
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zi=-0.524 So = 0.45

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

Módulo resiliente de la subrasante: Mr = 8977.95 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN W18 = 197986 Número Estructural SN = 2.15

Calcular W18

Botones: Calcular, Salir

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197.950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			8.98
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.420
Base granular (a2)			0.135
Subbase (a3)			0.115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,15		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,38		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	8,4 cm	15,0 cm	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		32,0 cm	2,37
DISEÑADO POR	:	<i>fm</i>	

Fuente: Autor

Anexo 88. Diseño del Pavimento, km 13+000

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
Proyecto en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	7.6
Módulo de resiliencia de subrasante	11211.15
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 _ □ ×

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Zr=-0.524 So 0.45

Servicialidad inicial y final: PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 11211.15 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN W18 = 197986

Calcular W18 Número Estructural SN = 1.98

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197,950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			11,21
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,420
Base granular (a2)			0,135
Subbase (a3)			0,115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1,98		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,21		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	4,6 cm	15,0 cm	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		32,0 cm	2,37
DISEÑADO POR	<i>fm</i>		

Fuente: Autor

Anexo 89. Diseño del Pavimento, km 13+500

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
Proyecto en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	5.7
Módulo de resiliencia de subrasante	9299.08
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 - □ ×

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 70 % $Z_r = -0.524$ S_o 0.45				
Serviabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 9299.08 psi				
Información adicional para pavimentos rígidos <table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 50%;">Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)</td> <td style="width: 50%;">Coficiente de transmisión de carga - (J)</td> </tr> <tr> <td>Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)</td> <td>Coficiente de drenaje - (Cd)</td> </tr> </table>		Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coficiente de transmisión de carga - (J)	Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coficiente de drenaje - (Cd)
Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi)	Coficiente de transmisión de carga - (J)				
Módulo de rotura del concreto - S_c (psi)	Coficiente de drenaje - (Cd)				
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN $W_{18} = 197986$ <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 2.12				

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197.950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			9.30
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.420
Base granular (a ₂)			0.135
Subbase (a ₃)			0.115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			1.000
Subbase (m ₃)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,12		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,35		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	7,7 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR	:	<i>fm</i>	

Fuente: Autor

Anexo 90. Diseño del Pavimento, km 14+000

Proyecto Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
 en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	7.3
Módulo de resiliencia de subrasante	10921.47
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 - □ X

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So)
 70 % Zi=-0.524 So 0.45

Servicialidad inicial y final
 PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante
 Mr 10921.47 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 =** 197986 **Número Estructural**
 Calcular W18 **SN =** 2.00

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197,950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			10,92
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,420
Base granular (a2)			0,135
Subbase (a3)			0,115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,00		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,23		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5,1 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR	:	<i>fm</i>	

Fuente: Autor

Anexo 91. Diseño del Pavimento, km 14+500

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
Proyecto en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	6.6
Módulo de resiliencia de subrasante	10228.80
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 _ □ ×

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 70 % Zr=-0.524 So 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 10228.80 psi
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) <input type="text"/> Coeficiente de transmisión de carga - (J) <input type="text"/> Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) <input type="text"/> Coeficiente de drenaje - (Cd) <input type="text"/>	
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN W18 = <input type="text" value="197986"/> <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = <input type="text" value="2.05"/>
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197.950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			10.23
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.420
Base granular (a2)			0.135
Subbase (a3)			0.115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,05		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,28		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	6,2 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR	:		<i>fm</i>

Fuente: Autor

Anexo 92. Diseño del Pavimento, km 15+000

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinlopatá
Proyecto en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	6.9
Módulo de resiliencia de subrasante	10528.66
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So): 70 % Z1=-0.524 So 0.45

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 10528,66 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)

Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis: Calcular SN **W18 = 197986** Calcular W18

Número Estructural: **SN = 2.03**

Botones: **Calcular** Salir

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197,950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			10,53
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,420
Base granular (a2)			0,135
Subbase (a3)			0,115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,03		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,26		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5,7 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR	<i>fm</i>		

Fuente: Autor

Anexo 93. Diseño del Pavimento, km 15+500

Proyecto Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
 en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	6.87
Módulo de resiliencia de subrasante	10498.88
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coefficiente a1	0,405
Coefficiente a2	0,133
Coefficiente a3	0,108
Coefficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 - □ ×

Tipo de Pavimento:
 Pavimento flexible Pavimento rígido

Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):
 70 % $Z_r = -0.524$ So = 0.45

Servicialidad inicial y final:
 PSI inicial = 4.2 PSI final = 2

Módulo resiliente de la subrasante:
 Mr = 10498.88 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:
 Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J)
 Módulo de rotura del concreto - Sc (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)

Tipo de Análisis:
 Calcular SN **W18 =** 197986

Número Estructural:
SN = 2.03

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO	: 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000	FECHA	: 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197.950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			10.50
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.420
Base granular (a2)			0.135
Subbase (a3)			0.115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1.000
Subbase (m3)			1.000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,03		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,26		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5,7 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR	<i>fm</i>		

Fuente: Autor

Anexo 94. Diseño del Pavimento, km 16+000

Diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo – Pinllopata
Proyecto en el tramo Km 12+000 – 16+000, perteneciente al cantón
 Pangua de la provincia de Cotopaxi

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
período de diseño	20 años
TPDA 2039	85
Ejes equivalentes	197 986
Clasificación de la vía	Orden
Servicialidad inicial	4,2
Servicialidad final	2,0
Confiabilidad	70
Desviación Estándar	-0,524
Desviación Global	0,45
CBR de subrasante	7.1
Módulo de resiliencia de subrasante	10726.03
Módulo de la carpeta asfáltica	2760
Módulo de resiliencia de capa base	207
Módulo de resiliencia de capa sub-base	97
Coficiente a1	0,405
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,108
Coficiente m2 y m3	1,00

Ecuación AASHTO 93 - □ ×

Tipo de Pavimento <input checked="" type="radio"/> Pavimento flexible <input type="radio"/> Pavimento rígido	Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So) 70 % $Z_r = -0.524$ S_o 0.45
Serviciabilidad inicial y final PSI inicial 4.2 PSI final 2	Módulo resiliente de la subrasante Mr 10726.03 psi
Información adicional para pavimentos rígidos Módulo de elasticidad del concreto - E_c (psi) Coeficiente de transmisión de carga - (J) Módulo de rotura del concreto - S_c (psi) Coeficiente de drenaje - (Cd)	
Tipo de Análisis <input checked="" type="radio"/> Calcular SN $W_{18} =$ 197986 <input type="radio"/> Calcular W18	Número Estructural SN = 2.01
<input type="button" value="Calcular"/>	<input type="button" value="Salir"/>

Sra.

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: DISEÑO DE PAVIMENTO		TRAMO : 4
SECCION	: km 12+000 a km 16+000		FECHA : 25 noviembre del 2020
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14,90
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			197,950
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESMACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESMACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			10,73
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,420
Base granular (a2)			0,135
Subbase (a3)			0,115
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2,01		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,35		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,42		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0,24		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,2 cm	7,0 cm	1,16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,9 cm	10,0 cm	0,53
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	5,3 cm	10,0 cm	0,45
ESPESOR TOTAL (cm)		27,0 cm	2,14
DISEÑADO POR :	<i>fm</i>		

Fuente: Autor

ANEXO F

CONTEO VEHICULAR

Anexo 95. Rubro 1

HOJA 1 DE 10

Rubro: Desbroce, desbosque y limpieza

N 1

Detalle: Limpieza del perímetro del terreno

Unidad: Unidad

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(Ax B)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					8,95
Motosierra 7HP	1,00	2,40	2,40	3,25	7,80
Excavadora sobre oruga	1,00	40,00	40,00	8,000	320,00
Volqueta (8m³)	1,00	30,00	30,00	8,000	240,00
SUB TOTAL (M)					576,75
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(Ax B)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Operador excavadora	1,00	4,04	4,04	8,000	32,32
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1,00	5,29	5,29	8,000	42,32
Peón	1,00	3,60	3,60	8,000	28,80
Operador de equipo liviano	1,00	3,60	3,60	3,280	11,81
SUB TOTAL (N)					115,25
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(Ax B)	
SUB TOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(Ax B)	
SUB TOTAL (P)					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	692,00
INDIRECTOS 16%	110,72
UTILIDAD 4%	27,68
COSTO TOTAL DEL RUBRO	830,40
VALOR OFERTADO	830,40

son: ochocientos treinta con 40/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 96. Rubro 2

Hoja 2 de 10

Rubro: Replanteo y Nivelación

N 2

Detalle: Puntos de referencia

Unidad: km

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					9,80
Equipo Topográfico	1,00	15,00	14,00	14,00	196,00
SUB TOTAL (M)					205,80
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Topógrafo 2: título exper. mayor a 5 años (Estr.Oc.C1)	1,00	4,04	4,04	12,000	48,48
Cadenero	3,00	3,65	10,95	12,000	131,40
Peón	1,00	3,60	3,60	12,000	43,20
SUB TOTAL (N)					223,08
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
Estacas de madera	U	41,00	0,30	12,30	
Pintura Esmalte	gl	0,30	16,25	4,88	
Clavos de 2"	U	0,50	1,60	0,80	
SUB TOTAL (O)				17,98	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	446,86
INDIRECTOS 16%	71,50
UTILIDAD 4%	17,87
COSTO TOTAL DEL RUBRO	536,23
VALOR OFERTADO	536,23

son: quinientos treinta y seis con 23/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 97. Rubro 3

Hoja 3 de 10

Rubro: Excavación sin clasificar incluye desalojo

N 3

Detalle: Excavación y desalojo

Unidad: m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
Excavadora sobre orugas	1,00	40,00	40,00	0,016	0,64
Volqueta 8m ³	1,00	30,00	30,00	0,016	0,48
SUB TOTAL (M)					1,15
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Operador excavadora	1,00	4,04	4,04	0,0160	0,06
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1,00	5,29	5,29	0,0160	0,08
Peón	1,00	3,60	3,60	0,0160	0,06
Residente de obra	1,00	4,06	4,06	0,0160	0,06
SUB TOTAL (N)					0,27
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (O)					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	1,42
INDIRECTOS 16%	0,23
UTILIDAD 4%	0,06
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,71
VALOR OFERTADO	1,71

son: un con 71/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 98. Rubro 4

Hoja 4 de 10

Mejoramiento de la subrasante con materia de

Rubro: préstamo

N

4

Detalle: Excavación y desalojo

Unidad:

m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
Rodillo vibrador	1,00	40,00	40,00	0,016	0,64
Motoniveladora	1,00	30,00	30,00	0,016	0,48
Tanquero 200 hp	1,00	37,00	37,00	0,016	0,59
SUB TOTAL (M)					1,74
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Op. Motoniveladora	1,00	4,04	4,04	0,0160	0,06
Op. Rodillo autopulsado	1,00	3,85	3,85	0,0160	0,06
Peón	1,00	3,60	3,60	0,0160	0,06
Residente de obra	1,00	4,06	4,06	0,0160	0,06
Ayudante de Operador de Equipo	1,00	3,65	3,65	1,0160	3,71
SUB TOTAL (N)					3,96
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
Material para mejoramiento de la subrasante (CBR=20%)	m ³	1,20	10,20	12,24	
SUB TOTAL (O)					12,24
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	17,94
INDIRECTOS 16%	2,87
UTILIDAD 4%	0,72
COSTO TOTAL DEL RUBRO	21,53
VALOR OFERTADO	21,53

son: Veinte y un con 53/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 99. Rubro 5

HOJA 5 DE 10

Rubro: Acabado de la obra existente

N 5

Detalle: Acabado

Unidad: m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,01
Rodillo vibrador	1,00	40,00	40,00	0,007	0,28
Motoniveladora	1,00	30,00	30,00	0,007	0,21
Tanquero 200 hp	1,00	37,00	37,00	0,007	0,26
SUB TOTAL (M)					0,76
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Op. Motoniveladora	1,00	4,04	4,04	0,0070	0,03
Op. Rodillo autopropulsado	1,00	3,85	3,85	0,0070	0,03
Peón	1,00	3,60	3,60	0,0070	0,03
Residente de obra	1,00	4,06	4,06	0,0070	0,03
Ayudante de Operador de Equipo	1,00	3,65	3,65	0,0070	0,03
SUB TOTAL (N)					0,13
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (O)				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)				0,00	
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					0,90
INDIRECTOS 16%					0,14
UTILIDAD 4%					0,04
COSTO TOTAL DEL RUBRO					1,08
VALOR OFERTADO					1,08

son: Uno con 08/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 100. Rubro 6

Hoja 6 de 10

Rubro: Excavación para cunetas

N 6

Detalle: Excavación para cunetas

Unidad: m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,15
Retroexcavadora	1,00	30,00	30,00	0,100	3,00
SUB TOTAL (M)					3,15
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Op. Retroexcavadora	1,00	4,04	4,04	0,100	0,40
Ayudante de Operador de Equipo	1,00	3,85	3,85	0,100	0,39
Peón	1,00	3,60	3,60	0,100	0,36
SUB TOTAL (N)					1,15
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (O)				0,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	4,30
INDIRECTOS 16%	0,69
UTILIDAD 4%	0,17
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5,16
VALOR OFERTADO	5,16

son: Cinco con 16/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 101. Rubro 7

Hoja 7 de 10

SUB-BASE CLASE 3. 403-1(E) Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado (incluye

Rubro: transporte)

N 7

Detalle: Colocación de la sub-base

Unidad: m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
Rodillo vibrador	1,00	40,00	40,00	0,014	0,56
Motoniveladora	1,00	30,00	30,00	0,014	0,42
Volqueta 8m ³	1,00	30,00	30,00	0,014	0,42
Tanquero 200 hp	1,00	37,00	37,00	0,014	0,52
SUB TOTAL (M)					1,95
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Op. Motoniveladora	1,00	4,04	4,04	0,014	0,06
Op. Rodillo autopropulsado	1,00	3,85	3,85	0,014	0,05
Peón	1,00	3,60	3,60	0,014	0,05
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1,00	5,29	5,29	0,014	0,07
Ayudante de Operador de Equipo	1,00	3,65	3,65	0,014	0,05
SUB TOTAL (N)					0,29
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
SUB-BASE CLASE 3. 403-1(E) Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado	m ³	1,20	9,63	11,56	
SUB TOTAL (O)				11,56	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	13,79
INDIRECTOS 16%	2,21
UTILIDAD 4%	0,55
COSTO TOTAL DEL RUBRO	16,55
VALOR OFERTADO	16,55

son: dieciséis con 55/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 102. Rubro 8

Hoja 8 de 10

BASE CLASE 3. 403-1(E) Especific.MOP-001-
F2002, tendido, conformado y compactado

Rubro: (incluye transporte)

N 8

Detalle: Colocación de la sub-base

Unidad: m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,03
Rodillo vibrador	1,00	40,00	40,00	0,014	0,56
Motoniveladora	1,00	30,00	30,00	0,014	0,42
Volqueta 8m ³	1,00	30,00	30,00	0,014	0,42
Tanquero 200 hp	1,00	37,00	37,00	0,014	0,52
SUB TOTAL (M)					1,95
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Op. Motoniveladora	1,00	4,04	4,04	0,014	0,06
Op. Rodillo autopropulsado	1,00	3,85	3,85	0,014	0,05
Peón	1,00	3,60	3,60	0,014	0,05
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1,00	5,29	5,29	0,014	0,07
Ayudante de Operador de Equipo	1,00	3,65	3,65	0,014	0,05
SUB TOTAL (N)					0,29
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
BASE CLASE 3. 403-1(E) Especific.MOP-001-F2002, tendido, conformado y compactado	m ³	1,20	15,00	18,00	
SUB TOTAL (O)				18,00	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	20,23
INDIRECTOS 16%	3,24
UTILIDAD 4%	0,81
COSTO TOTAL DEL RUBRO	24,28
VALOR OFERTADO	24,28

son: veinticuatro con 28/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 103. Rubro 9

Hoja 9 de 10

Capa de rodadura de hormigón asfáltico
mezclado en planta e=7cm (inc. Imprimación
y transporte)

Rubro: y transporte) **N** 9
Detalle: Colocación de la sub-base **Unidad:** m²

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,02
Planta de asfalto	1,00	88,00	88,00	0,005	0,44
Cargadora frontal	1,00	35,20	35,20	0,005	0,18
Rodillo neumático	1,00	38,00	38,00	0,005	0,19
Terminadora de Asfalto	1,00	60,00	60,00	0,005	0,30
Rodillo vibrador	1,00	40,00	40,00	0,005	0,20
Volqueta 8m ³	2,00	30,00	60,00	0,005	0,30
Distribuidora de Asfalto	1,00	37,00	37,00	0,005	0,19
SUB TOTAL (M)					1,81
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Op. Motoniveladora	1,00	4,04	4,04	0,014	0,06
Op. Rodillo autopropulsado	1,00	3,85	3,85	0,014	0,05
Peón	1,00	3,60	3,60	0,014	0,05
CHOFER: Volquetas (Estr.Oc.C1)	1,00	5,29	5,29	0,014	0,07
Ayudante de Operador de Equipo	1,00	3,65	3,65	0,014	0,05
SUB TOTAL (N)					0,29
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
Piedra # 3/4	m ³	0,027	19,00	0,51	
Piedra # 3/8	m ³	0,030	19,00	0,57	
Arena fina	m ³	0,048	19,00	0,91	
Asfalto AC-20 (incluido transporte)	kg	12,890	0,47	6,06	
Aditivo de adherencia	kg	0,053	4,20	0,22	
Diesel	gln	0,175	0,98	0,17	
SUB TOTAL (O)				8,45	
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)				0,00	

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	10,54
INDIRECTOS 16%	1,69
UTILIDAD 4%	0,42
COSTO TOTAL DEL RUBRO	12,65
VALOR OFERTADO	12,65

son: doce con 65/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

Anexo 104. Rubro 10

Hoja 10 de
10

Rubro: Hormigón Simple f'c= 180 kg/cm² para cunetas
hormigón Simple con una resistencia de f'c= 180

N 10

Detalle: kg/cm² para cunetas

Unidad: m³

EQUIPOS					
Descripción	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Herramienta Menor 5% de M.O.					0,21
Concretera 1 Saco	2,00	5,00	10,00	0,600	6,00
Vibrador	2,00	2,00	4,00	0,600	2,40
SUB TOTAL (M)					8,61
MANO DE OBRA					
Descripción	Cantidad (A)	Jornal/hr (B)	Costo hora C=(AxB)	Rendimiento R	Costo D=(CxR)
Peón	6,00	3,60	21,60	0,600	12,96
Albañil	2,00	3,65	7,30	0,600	4,38
Mestro de Obra (Estruc. Ocup. C1)	1,00	4,04	4,04	0,600	2,42
Carpintero	1,00	3,65	3,65	0,600	2,19
Ayudante de carpintero	2,00	3,60	7,20	0,600	4,32
SUB TOTAL (N)					26,27
MATERIALES					
Descripción	Unidad	Cantidad (A)	Precio Unitario (B)	Costo C=(AxB)	
Cemento	Saco	6,00	8,10	48,60	
Arena	m ³	0,55	12,50	6,88	
Ripio	m ³	0,89	8,50	7,57	
Agua	m ³	0,16	2,50	0,40	
Tabla de encofrado	U	12,00	2,25	27,00	
Alfajia	U	3,00	2,75	8,25	
Puntales de madera	ml	8,00	0,60	4,80	
Clavos de 2"	Kg	0,80	4,10	3,28	
Aceite	gl	0,90	0,60	0,54	
SUB TOTAL (O)					107,31
TRANSPORTE					
DESCRIPCION	Unidad	Cantidad (A)	Tarifa (B)	Costo C=(AxB)	
SUB TOTAL (P)					0,00

TOTAL, COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	142,19
INDIRECTOS 16%	22,75
UTILIDAD 4%	5,69
COSTO TOTAL DEL RUBRO	170,63
VALOR OFERTADO	170,63

son: ciento setenta con 63/100 dólares americanos
Este precio no incluye Iva

Ambato, Diciembre de 2020

Fuente: Autor

ANEXO G

VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

Anexo 105. Reporte de volúmenes de corte y relleno

ABSCISA	ÁREA DE CORTE (m2)	VOLUMEN DE CORTE (m3)	ÁREA DE RELLENO (m2)	VOLUMEN DE RELLENO (m3)	VOLUMEN ACUM CORTE (m3)	VOLUMEN ACUM RELLEN (m3)	VOLUMEN ACUM NETO
12+000.00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
12+020.00	271,63	5546,05	0,00	0,00	5546,05	0,00	5546,05
12+040.00	225,69	4965,41	0,00	0,00	10511,46	0,00	10511,46
12+060.00	205,33	4310,15	0,00	0,00	14821,61	0,00	14821,61
12+080.00	166,44	3717,67	0,00	0,00	18539,28	0,00	18539,28
12+100.00	153,60	3199,00	0,00	0,00	21738,28	0,00	21738,28
12+120.00	179,67	3315,74	0,00	0,00	25054,02	0,00	25054,02
12+140.00	184,58	3603,67	0,00	0,00	28657,69	0,00	28657,69
12+160.00	210,28	3936,24	0,00	0,00	32593,93	0,00	32593,93
12+180.00	186,41	3966,90	0,00	0,00	36560,83	0,00	36560,83
12+200.00	207,74	3941,48	0,00	0,00	40502,31	0,00	40502,31
12+220.00	245,07	4524,32	0,00	0,00	45026,63	0,00	45026,63
12+240.00	233,91	4748,85	0,00	0,00	49775,48	0,00	49775,48
12+260.00	223,42	4550,04	0,00	0,00	54325,52	0,00	54325,52
12+280.00	198,91	4220,44	0,00	0,00	58545,96	0,00	58545,96
12+300.00	160,45	3593,57	0,00	0,00	62139,53	0,00	62139,53
12+320.00	154,99	3154,34	0,00	0,00	65293,87	0,00	65293,87
12+340.00	113,23	2675,95	0,00	0,00	67969,82	0,00	67969,82
12+360.00	107,59	2191,75	0,00	0,00	70161,57	0,00	70161,57
12+380.00	115,57	2212,69	0,00	0,00	72374,26	0,00	72374,26
12+400.00	94,96	2105,32	0,00	0,00	74479,58	0,00	74479,58
12+420.00	106,03	2009,91	0,00	0,00	76489,49	0,00	76489,49
12+440.00	107,47	2134,75	0,00	0,00	78624,24	0,00	78624,24
12+460.00	92,22	1991,18	0,00	0,00	80615,42	0,00	80615,42
12+480.00	50,27	1413,15	0,00	0,00	82028,57	0,00	82028,57
12+500.00	62,87	1125,51	0,00	0,00	83154,08	0,00	83154,08
12+520.00	77,96	1408,25	0,00	0,00	84562,33	0,00	84562,33
12+540.00	74,36	1523,24	0,00	0,00	86085,57	0,00	86085,57
12+560.00	48,18	1223,68	0,00	0,00	87309,25	0,00	87309,25
12+580.00	50,72	986,44	0,00	0,00	88295,69	0,00	88295,69
12+600.00	60,52	1112,38	0,00	0,00	89408,07	0,00	89408,07
12+620.00	45,32	1058,34	0,00	0,00	90466,41	0,00	90466,41
12+640.00	58,42	1033,75	0,00	0,00	91500,16	0,00	91500,16
12+660.00	37,59	954,88	0,00	0,00	92455,04	0,00	92455,04
12+680.00	35,51	731,01	0,00	0,00	93186,05	0,00	93186,05
12+700.00	50,49	860,09	0,00	0,00	94046,14	0,00	94046,14
12+720.00	66,46	1169,54	0,00	0,00	95215,68	0,00	95215,68
12+740.00	51,51	1179,71	0,00	0,00	96395,39	0,00	96395,39
12+760.00	56,46	1076,31	0,00	0,00	97471,70	0,00	97471,70
12+780.00	45,14	1010,64	0,00	0,00	98482,34	0,00	98482,34

12+800.00	58,01	1031,46	0,00	0,00	99513,80	0,00	99513,80
12+820.00	96,35	1543,52	0,00	0,00	101057,32	0,00	101057,32
12+840.00	110,98	2069,78	0,00	0,00	103127,10	0,00	103127,10
12+860.00	105,25	2155,75	0,00	0,00	105282,85	0,00	105282,85
12+880.00	97,66	2029,14	0,00	0,00	107311,99	0,00	107311,99
12+900.00	100,69	1983,53	0,00	0,00	109295,52	0,00	109295,52
12+920.00	111,06	2117,52	0,00	0,00	111413,04	0,00	111413,04
12+940.00	121,22	2322,79	0,00	0,00	113735,83	0,00	113735,83
12+960.00	131,23	2524,51	0,00	0,00	116260,34	0,00	116260,34
12+980.00	150,85	2820,83	0,00	0,00	119081,17	0,00	119081,17
13+000.00	166,86	3172,36	0,00	0,00	122253,53	0,00	122253,53
13+020.00	177,25	3427,03	0,00	0,00	125680,56	0,00	125680,56
13+040.00	164,23	3413,74	0,00	0,00	129094,30	0,00	129094,30
13+060.00	164,78	3290,10	0,00	0,00	132384,40	0,00	132384,40
13+080.00	169,05	3338,24	0,00	0,00	135722,64	0,00	135722,64
13+100.00	173,73	3423,89	0,00	0,00	139146,53	0,00	139146,53
13+120.00	168,75	3411,78	0,00	0,00	142558,31	0,00	142558,31
13+140.00	148,89	3159,25	0,00	0,00	145717,56	0,00	145717,56
13+160.00	143,06	2919,57	0,00	0,00	148637,13	0,00	148637,13
13+180.00	149,18	2922,44	0,00	0,00	151559,57	0,00	151559,57
13+200.00	154,41	3035,90	0,00	0,00	154595,47	0,00	154595,47
13+220.00	141,24	2953,46	0,00	0,00	157548,93	0,00	157548,93
13+240.00	69,97	2106,94	0,00	0,00	159655,87	0,00	159655,87
13+260.00	30,34	1000,36	0,00	0,00	160656,23	0,00	160656,23
13+280.00	25,62	559,58	0,00	0,00	161215,81	0,00	161215,81
13+300.00	9,55	351,72	0,00	0,00	161567,53	0,00	161567,53
13+320.00	11,72	212,68	0,00	0,00	161780,21	0,00	161780,21
13+340.00	39,68	514,02	0,00	0,00	162294,23	0,00	162294,23
13+360.00	50,29	899,71	0,00	0,00	163193,94	0,00	163193,94
13+380.00	50,95	1012,36	0,00	0,00	164206,30	0,00	164206,30
13+400.00	54,15	1050,94	0,00	0,00	165257,24	0,00	165257,24
13+420.00	58,41	1125,52	0,00	0,00	166382,76	0,00	166382,76
13+440.00	64,77	1231,80	0,00	0,00	167614,56	0,00	167614,56
13+460.00	64,37	1291,44	0,00	0,00	168906,00	0,00	168906,00
13+480.00	56,73	1210,97	0,00	0,00	170116,97	0,00	170116,97
13+500.00	59,23	1159,54	0,00	0,00	171276,51	0,00	171276,51
13+520.00	66,81	1260,38	0,00	0,00	172536,89	0,00	172536,89
13+540.00	69,40	1362,15	0,00	0,00	173899,04	0,00	173899,04
13+560.00	69,77	1391,72	0,00	0,00	175290,76	0,00	175290,76
13+580.00	72,49	1422,56	0,00	0,00	176713,32	0,00	176713,32
13+600.00	81,78	1542,70	0,00	0,00	178256,02	0,00	178256,02
13+620.00	93,24	1749,74	0,00	0,00	180005,76	0,00	180005,76
13+640.00	105,26	1978,47	0,00	0,00	181984,23	0,00	181984,23
13+660.00	116,42	2216,20	0,00	0,00	184200,43	0,00	184200,43
13+680.00	98,76	2151,77	0,00	0,00	186352,20	0,00	186352,20

13+700.00	85,39	1841,44	0,00	0,00	188193,64	0,00	188193,64
13+720.00	94,90	1802,85	0,00	0,00	189996,49	0,00	189996,49
13+740.00	92,99	1878,90	0,00	0,00	191875,39	0,00	191875,39
13+760.00	115,82	2088,11	0,00	0,00	193963,50	0,00	193963,50
13+780.00	112,64	2284,59	0,00	0,00	196248,09	0,00	196248,09
13+800.00	107,96	2205,96	0,00	0,00	198454,05	0,00	198454,05
13+820.00	103,42	2113,77	0,00	0,00	200567,82	0,00	200567,82
13+840.00	102,12	2054,00	0,00	0,00	202621,82	0,00	202621,82
13+860.00	88,03	1901,05	0,00	0,00	204522,87	0,00	204522,87
13+880.00	69,54	1575,63	0,00	0,00	206098,50	0,00	206098,50
13+900.00	63,76	1332,93	0,00	0,00	207431,43	0,00	207431,43
13+920.00	68,57	1323,28	0,00	0,00	208754,71	0,00	208754,71
13+940.00	36,02	1044,64	0,00	0,00	209799,35	0,00	209799,35
13+960.00	29,09	648,76	0,00	0,00	210448,11	0,00	210448,11
13+980.00	20,95	498,19	0,00	0,00	210946,30	0,00	210946,30
14+000.00	0,00	209,46	0,70	7,02	211155,76	7,02	211148,74
14+020.00	2,53	25,30	0,00	7,02	211181,06	14,04	211167,02
14+040.00	8,17	107,03	0,00	0,00	211288,09	14,04	211274,05
14+060.00	20,22	282,62	0,00	0,00	211570,71	14,04	211556,67
14+080.00	26,76	468,80	0,00	0,00	212039,51	14,04	212025,47
14+100.00	21,07	478,22	0,00	0,00	212517,73	14,04	212503,69
14+120.00	25,37	464,34	0,00	0,00	212982,07	14,04	212968,03
14+140.00	26,67	519,25	0,00	0,00	213501,32	14,04	213487,28
14+160.00	32,71	590,60	0,00	0,00	214091,92	14,04	214077,88
14+180.00	43,40	760,03	0,00	0,00	214851,95	14,04	214837,91
14+200.00	54,25	976,45	0,00	0,00	215828,40	14,04	215814,36
14+220.00	8,45	626,98	0,00	0,00	216455,38	14,04	216441,34
14+240.00	3,83	121,52	0,05	0,52	216576,90	14,56	216562,34
14+260.00	14,84	184,78	0,00	0,52	216761,68	15,08	216746,60
14+280.00	22,41	370,71	0,00	0,00	217132,39	15,08	217117,31
14+300.00	9,55	319,52	0,00	0,00	217451,91	15,08	217436,83
14+320.00	0,98	105,30	0,23	2,32	217557,21	17,40	217539,81
14+340.00	5,57	64,97	0,00	2,51	217622,18	19,91	217602,27
14+360.00	1,08	66,51	0,00	0,00	217688,69	19,91	217668,78
14+380.00	4,00	50,77	0,00	0,00	217739,46	19,91	217719,55
14+400.00	0,00	40,02	3,34	33,37	217779,48	53,28	217726,20
14+420.00	2,97	29,69	0,00	33,37	217809,17	86,65	217722,52
14+440.00	0,00	29,69	1,91	19,14	217838,86	105,79	217733,07
14+460.00	0,05	0,47	1,42	33,29	217839,33	139,08	217700,25
14+480.00	11,75	117,88	0,00	14,02	217957,21	153,10	217804,11
14+500.00	13,35	250,50	0,00	0,00	218207,71	153,10	218054,61
14+520.00	1,72	150,69	0,00	0,00	218358,40	153,10	218205,30
14+540.00	0,14	18,56	1,37	13,65	218376,96	166,75	218210,21
14+560.00	9,24	93,81	0,00	13,65	218470,77	180,40	218290,37
14+580.00	26,56	357,90	0,00	0,00	218828,67	180,40	218648,27

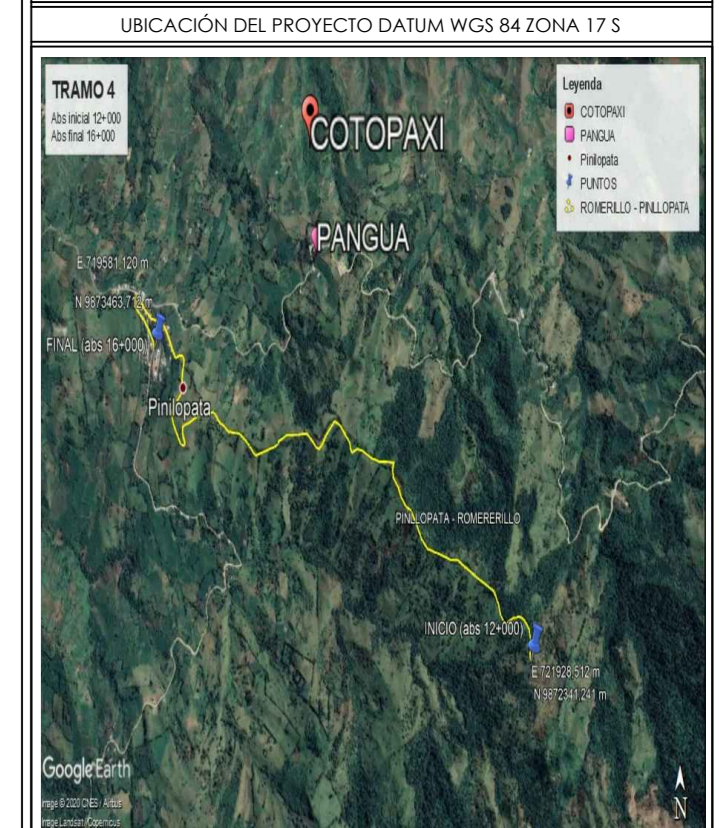
14+600.00	40,73	671,20	0,00	0,00	219499,87	180,40	219319,47
14+620.00	40,33	810,62	0,00	0,00	220310,49	180,40	220130,09
14+640.00	38,03	783,59	0,00	0,00	221094,08	180,40	220913,68
14+660.00	31,85	698,80	0,00	0,00	221792,88	180,40	221612,48
14+680.00	19,98	518,27	0,00	0,00	222311,15	180,40	222130,75
14+700.00	13,68	335,60	0,00	0,00	222646,75	180,40	222466,35
14+720.00	8,44	220,69	0,00	0,00	222867,44	180,40	222687,04
14+740.00	2,42	108,60	0,15	1,51	222976,04	181,91	222794,13
14+760.00	12,29	147,15	0,00	1,51	223123,19	183,42	222939,77
14+780.00	18,99	312,83	0,00	0,00	223436,02	183,42	223252,60
14+800.00	30,73	497,09	0,00	0,00	223933,11	183,42	223749,69
14+820.00	36,98	676,30	0,00	0,00	224609,41	183,42	224425,99
14+840.00	46,05	830,29	0,00	0,00	225439,70	183,42	225256,28
14+860.00	56,06	1021,03	0,00	0,00	226460,73	183,42	226277,31
14+880.00	73,25	1292,23	0,00	0,00	227752,96	183,42	227569,54
14+900.00	87,65	1603,89	0,00	0,00	229356,85	183,42	229173,43
14+920.00	74,98	1616,50	0,00	0,00	230973,35	183,42	230789,93
14+940.00	62,78	1377,24	0,00	0,00	232350,59	183,42	232167,17
14+960.00	54,86	1176,39	0,00	0,00	233526,98	183,42	233343,56
14+980.00	60,24	1150,23	0,00	0,00	234677,21	183,42	234493,79
15+000.00	71,93	1316,73	0,00	0,00	235993,94	183,42	235810,52
15+020.00	80,84	1526,54	0,00	0,00	237520,48	183,42	237337,06
15+040.00	96,38	1772,27	0,00	0,00	239292,75	183,42	239109,33
15+060.00	111,65	2080,30	0,00	0,00	241373,05	183,42	241189,63
15+080.00	139,08	2507,25	0,00	0,00	243880,30	183,42	243696,88
15+100.00	157,78	2964,65	0,00	0,00	246844,95	183,42	246661,53
15+120.00	178,02	3353,81	0,00	0,00	250198,76	183,42	250015,34
15+140.00	168,61	3465,47	0,00	0,00	253664,23	183,42	253480,81
15+160.00	174,18	3427,94	0,00	0,00	257092,17	183,42	256908,75
15+180.00	205,29	3794,74	0,00	0,00	260886,91	183,42	260703,49
15+200.00	210,14	4144,62	0,00	0,00	265031,53	183,42	264848,11
15+220.00	211,78	4206,31	0,00	0,00	269237,84	183,42	269054,42
15+240.00	216,06	4275,00	0,00	0,00	273512,84	183,42	273329,42
15+260.00	213,26	4293,18	0,00	0,00	277806,02	183,42	277622,60
15+280.00	233,16	4464,19	0,00	0,00	282270,21	183,42	282086,79
15+300.00	244,71	4778,71	0,00	0,00	287048,92	183,42	286865,50
15+320.00	247,42	4921,32	0,00	0,00	291970,24	183,42	291786,82
15+340.00	237,09	4845,11	0,00	0,00	296815,35	183,42	296631,93
15+360.00	231,11	4682,03	0,00	0,00	301497,38	183,42	301313,96
15+380.00	224,58	4556,87	0,00	0,00	306054,25	183,42	305870,83
15+400.00	227,15	4517,23	0,00	0,00	310571,48	183,42	310388,06
15+420.00	251,38	4785,26	0,00	0,00	315356,74	183,42	315173,32
15+440.00	278,10	5294,80	0,00	0,00	320651,54	183,42	320468,12
15+460.00	303,73	5818,29	0,00	0,00	326469,83	183,42	326286,41
15+480.00	288,33	5918,64	0,00	0,00	332388,47	183,42	332205,05

15+500.00	269,52	5554,17	0,00	0,00	337942,64	183,42	337759,22
15+520.00	266,79	5312,36	0,00	0,00	343255,00	183,42	343071,58
15+540.00	240,66	5058,00	0,00	0,00	348313,00	183,42	348129,58
15+560.00	204,81	4454,76	0,00	0,00	352767,76	183,42	352584,34
15+580.00	164,47	3692,87	0,00	0,00	356460,63	183,42	356277,21
15+600.00	132,81	2972,83	0,00	0,00	359433,46	183,42	359250,04
15+620.00	134,83	2676,46	0,00	0,00	362109,92	183,42	361926,50
15+640.00	148,85	2836,88	0,00	0,00	364946,80	183,42	364763,38
15+660.00	156,55	3054,07	0,00	0,00	368000,87	183,42	367817,45
15+680.00	150,65	3069,51	0,00	0,00	371070,38	183,42	370886,96
15+700.00	141,43	2908,59	0,00	0,00	373978,97	183,42	373795,55
15+720.00	112,65	2518,48	0,00	0,00	376497,45	183,42	376314,03
15+740.00	91,09	2037,44	0,00	0,00	378534,89	183,42	378351,47
15+760.00	96,64	1877,25	0,00	0,00	380412,14	183,42	380228,72
15+780.00	95,81	1924,49	0,00	0,00	382336,63	183,42	382153,21
15+800.00	81,92	1777,16	0,00	0,00	384113,79	183,42	383930,37
15+820.00	62,30	1439,93	0,00	0,00	385553,72	183,42	385370,30
15+840.00	47,52	1096,47	0,00	0,00	386650,19	183,42	386466,77
15+860.00	39,30	868,12	0,00	0,00	387518,31	183,42	387334,89
15+880.00	29,91	692,07	0,00	0,00	388210,38	183,42	388026,96
15+900.00	26,87	567,78	0,00	0,00	388778,16	183,42	388594,74
15+920.00	18,95	458,20	0,00	0,00	389236,36	183,42	389052,94
15+940.00	14,28	331,69	0,00	0,00	389568,05	183,42	389384,63
15+960.00	7,19	213,64	0,00	0,00	389781,69	183,42	389598,27
15+980.00	6,21	133,51	0,00	0,00	389915,20	183,42	389731,78
16+000.00	0,55	67,62	0,00	0,00	389982,82	183,42	389799,40
16+020.00	1,21	17,61	0,01	0,06	390000,43	183,48	389816,95
16+040.00	6,62	78,44	0,00	0,06	390078,87	183,54	389895,33
16+060.00	6,22	129,00	0,00	0,00	390207,87	183,54	390024,33
16+080.00	10,48	167,02	0,00	0,00	390374,89	183,54	390191,35
16+100.00	15,21	256,91	0,00	0,00	390631,80	183,54	390448,26
16+120.00	9,41	246,18	0,00	0,00	390877,98	183,54	390694,44
16+140.00	41,89	505,00	0,00	0,00	391382,98	183,54	391199,44
16+160.00	48,52	878,08	0,00	0,00	392261,06	183,54	392077,52
16+180.00	34,53	824,61	0,00	0,00	393085,67	183,54	392902,13
16+200.00	33,61	681,42	0,00	0,00	393767,09	183,54	393583,55
16+220.00	25,00	586,11	0,00	0,00	394353,20	183,54	394169,66
16+240.00	23,57	485,38	0,00	0,00	394838,58	183,54	394655,04
16+260.00	32,79	563,21	0,00	0,00	395401,79	183,54	395218,25
16+280.00	32,66	654,52	0,00	0,00	396056,31	183,54	395872,77
16+300.00	21,23	538,93	0,00	0,00	396595,24	183,54	396411,70
16+320.00	22,84	439,72	0,00	0,00	397034,96	183,54	396851,42
16+340.00	21,72	444,81	0,00	0,00	397479,77	183,54	397296,23
16+360.00	5,54	272,64	0,00	0,00	397752,41	183,54	397568,87

Fuente: Autor

ANEXO H

PLANOS



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 721383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILOP - PINLOPATA
- EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOP

TUTOR:
Ing. M.g MARGOL BATAS

REALIZADO POR:
DARWIN EFRAIN
ANDRADE BARRONCUEVO
EGRESADO

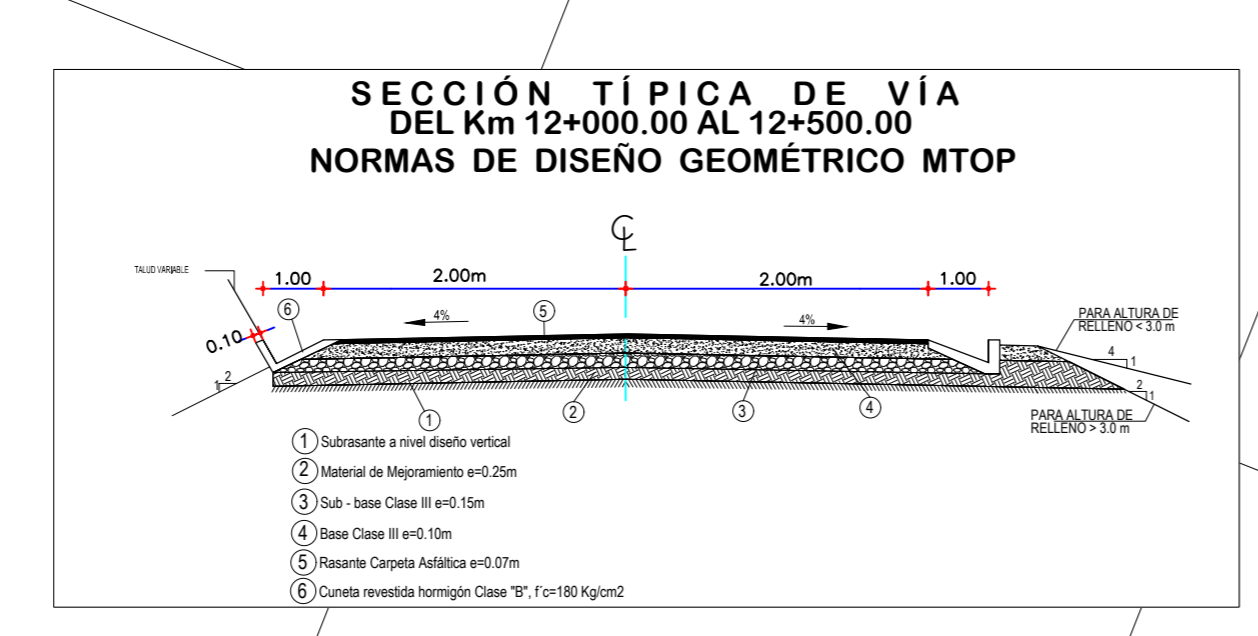
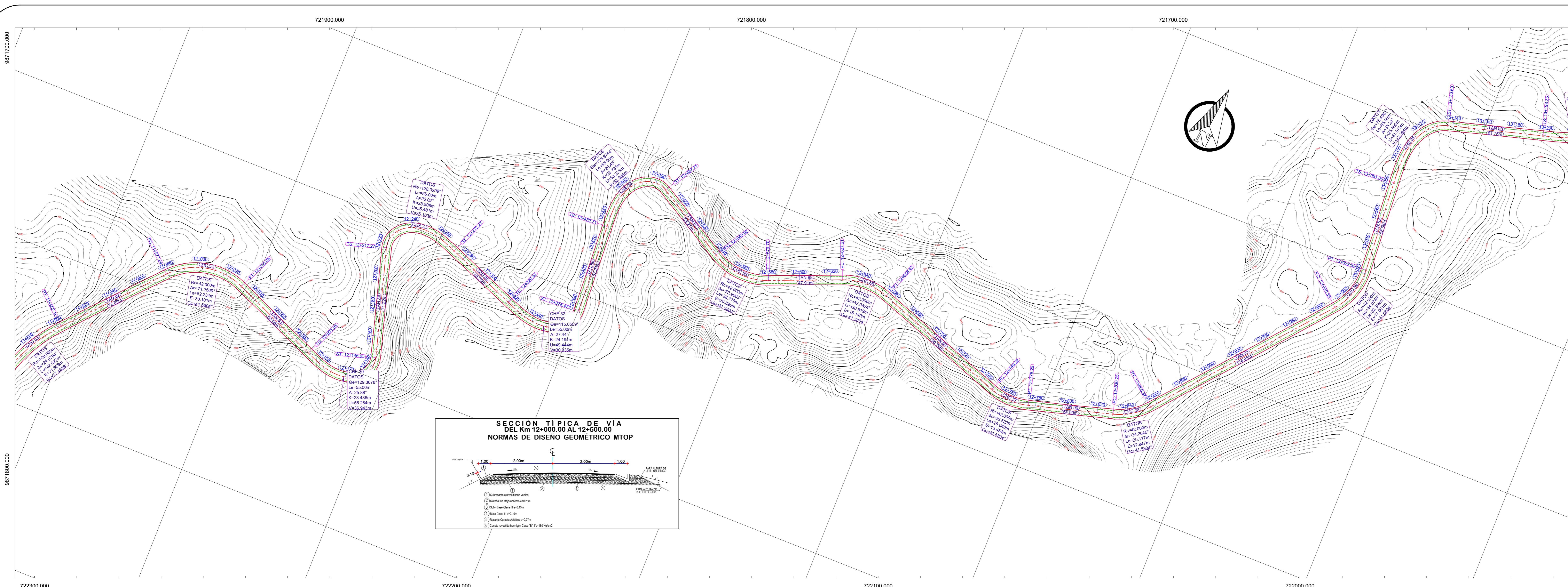
CONTIENE:
PLANO LONGITUDINAL
KM 12+000.00 - KM 14+000.00

ESCALA:
INDICADAS

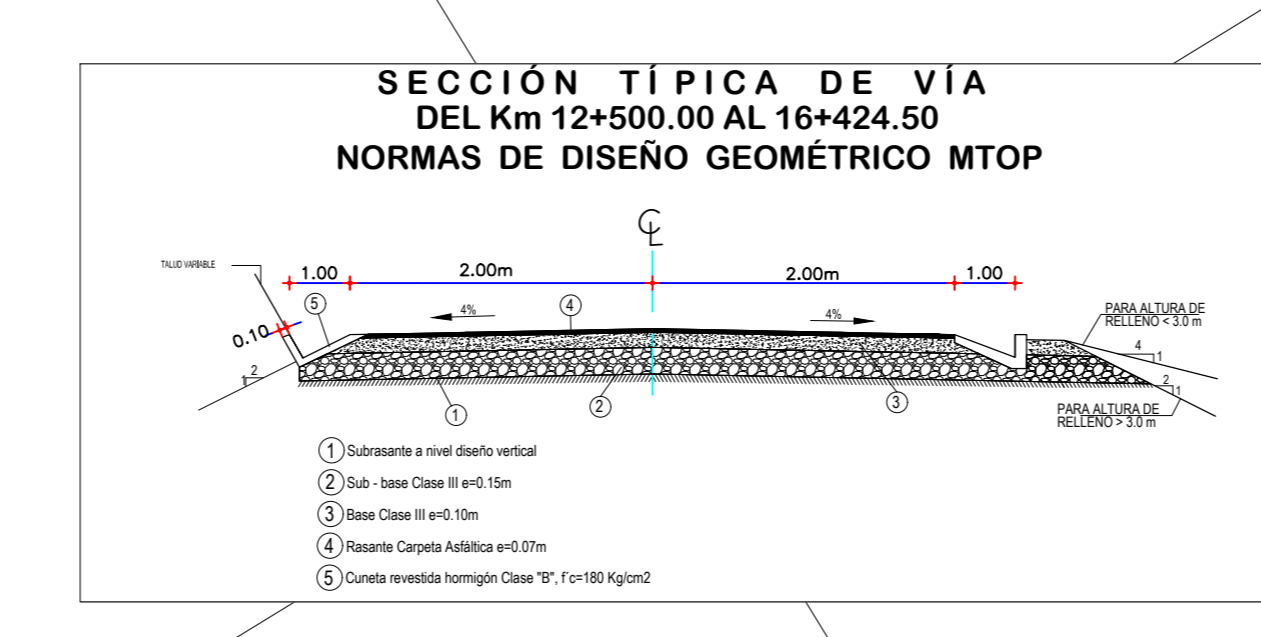
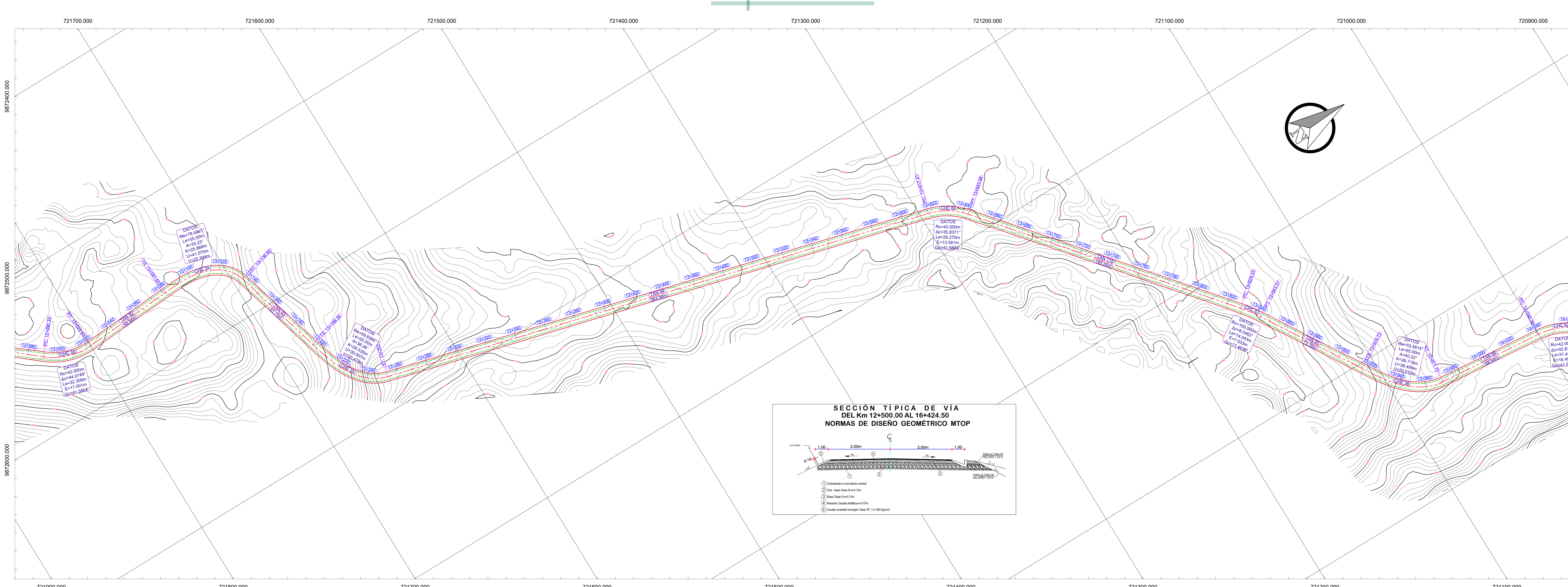
FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LAMINA:
DV 1/7

SELLOS:



PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000

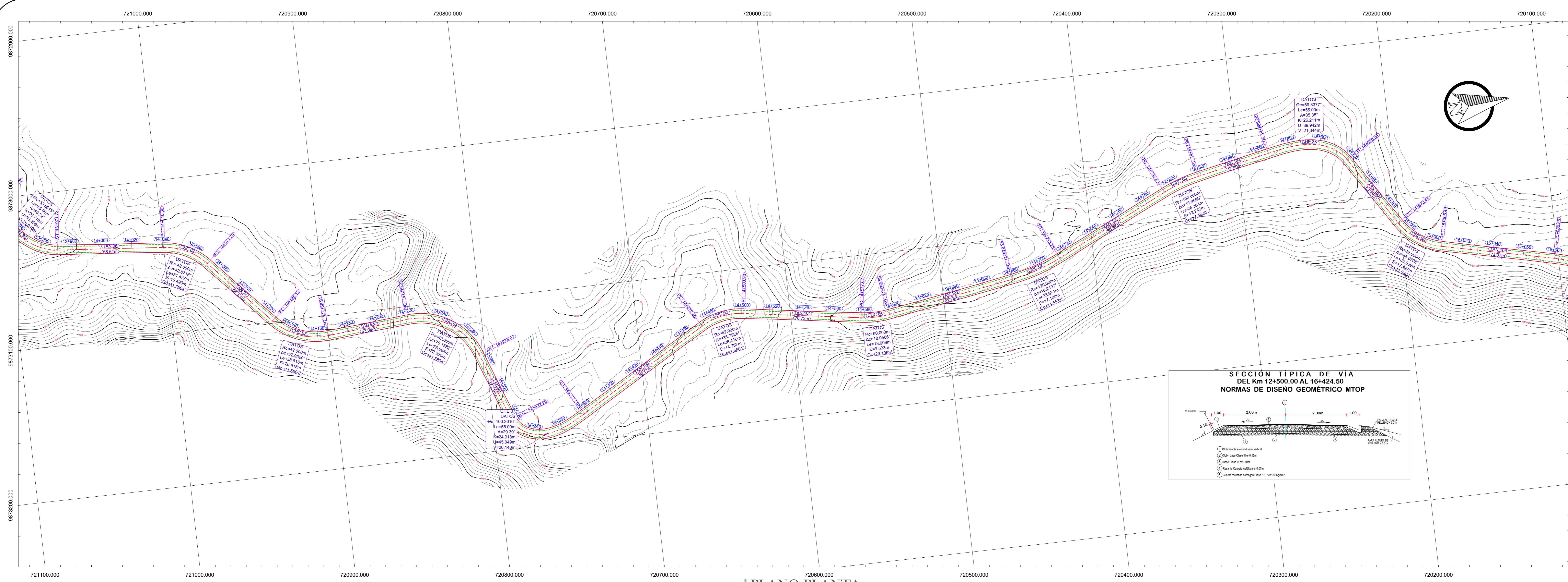


PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000

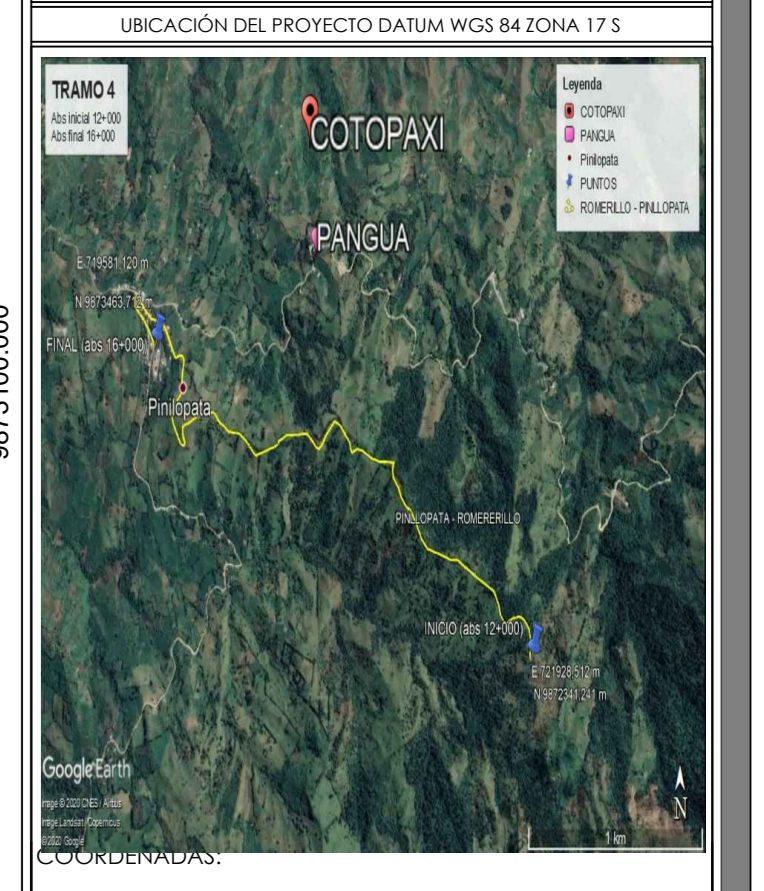
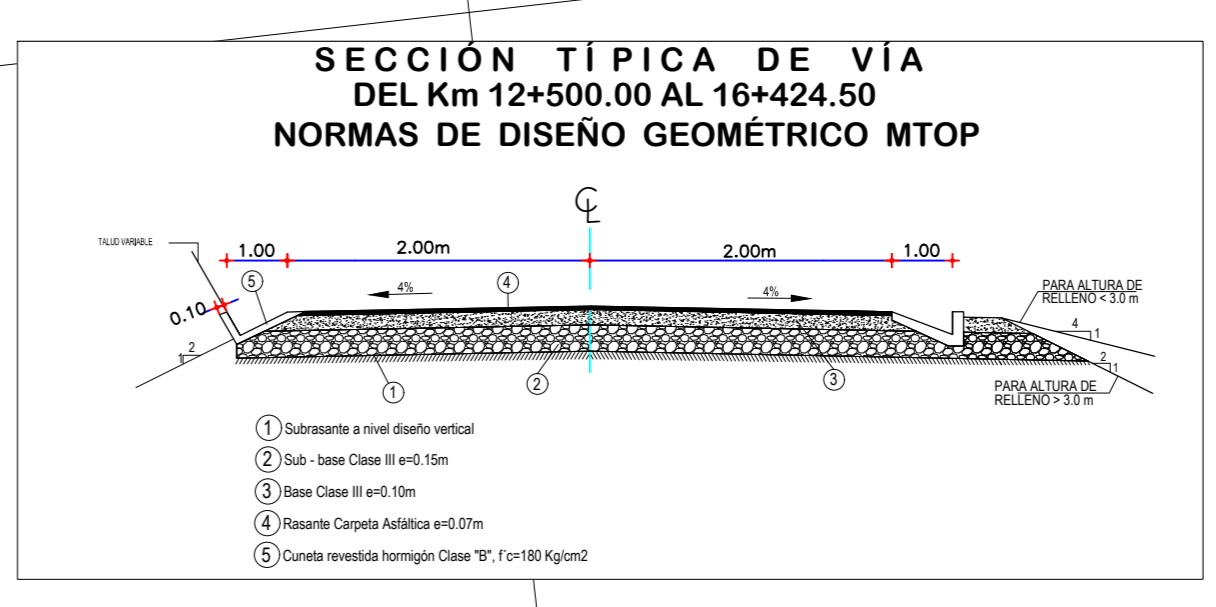
SIMBOLOGÍA

CURVA DE NIVEL	(Symbol)
LÍNEA E.E. DE CARRIL	(Symbol)
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	(Symbol)
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	(Symbol)
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	(Symbol)
PERFIL PROYECTADO	(Symbol)

VOLUMEN 12+000 AL 14+000
VOLUMEN DE CORTE: 211,155.80 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 7.02 m³



PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000



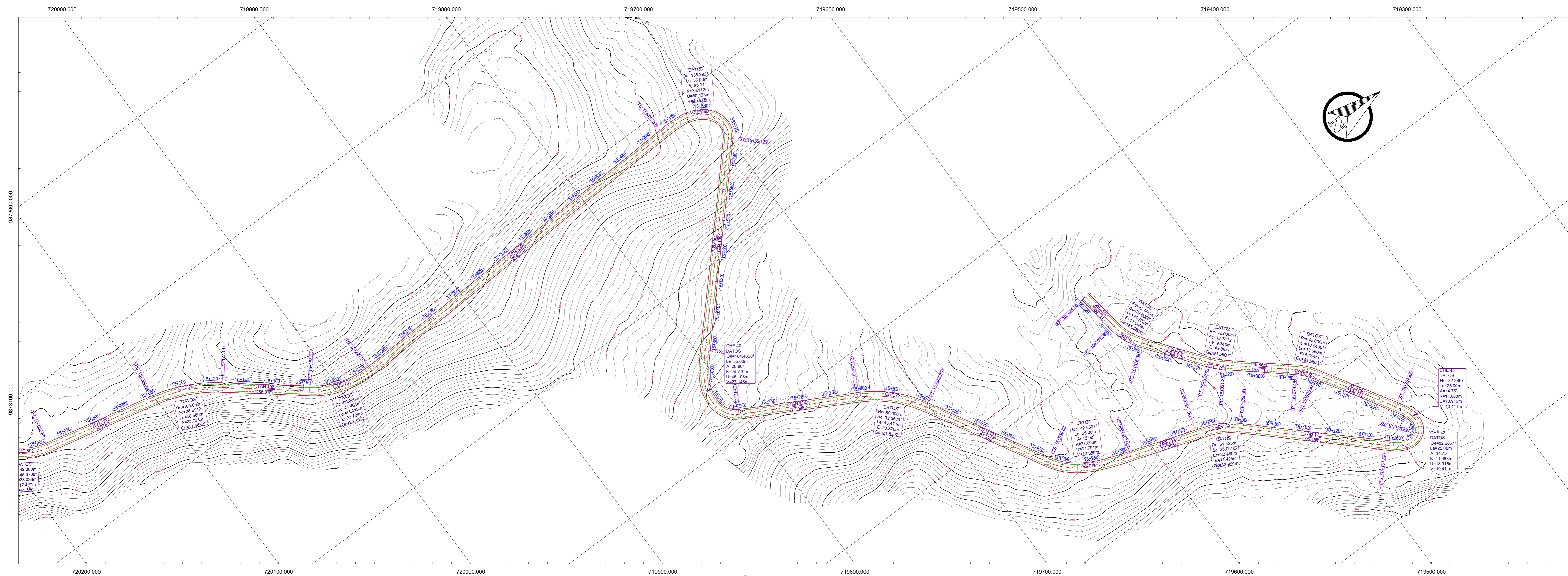
CONTIENE:
PLANO LONGITUDINAL
KM 14+000.00 - KM 16+424.50

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:
DV 2/7

SELLOS:

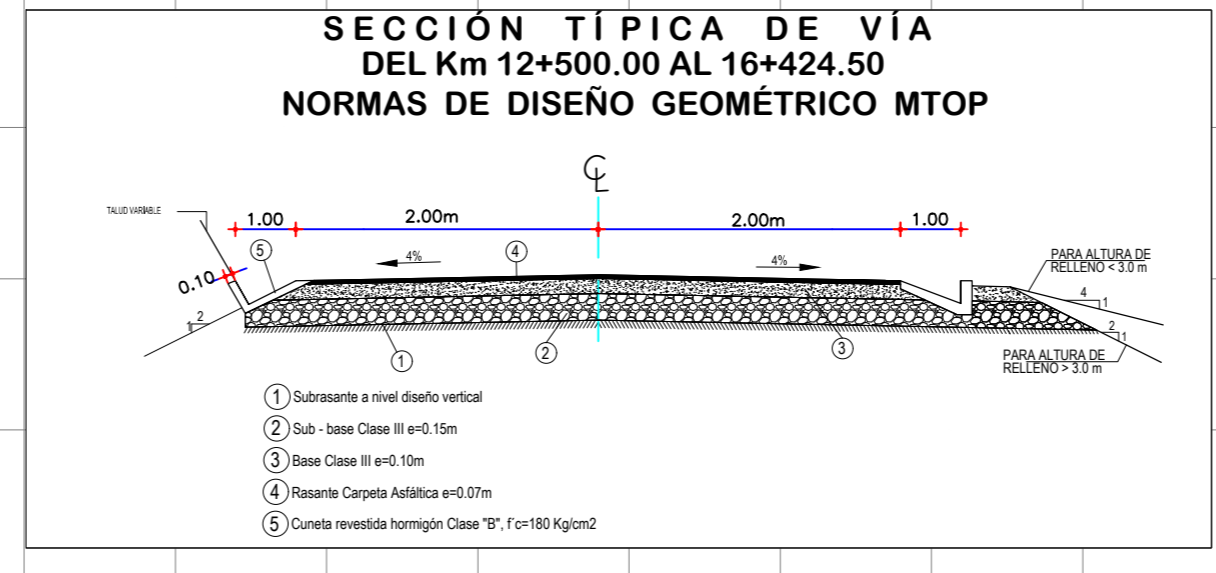


PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000

SIMBOLOGÍA

CURVA DE NIVEL	(contour line symbol)
LÍNEA E.E. DE CARRERA	(red dashed line symbol)
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	(green dashed line symbol)
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	(blue dashed line symbol)
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	(black line symbol)
PERFIL PROYECTADO	(red line symbol)



VOLUMEN 14+000 AL 16+424.50
VOLUMEN DE CORTE: 275.082 12 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 176.54 m³



SIMBOLOGÍA

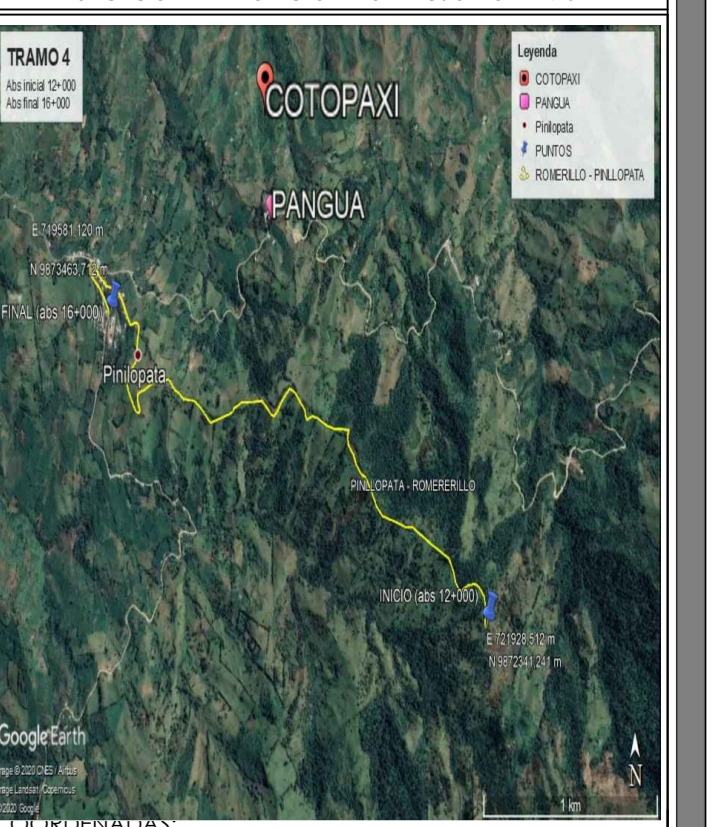
CURVA DE NIVEL	
LÍNEA EJE DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABSCISA	$x=000.00$
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	

VOLUMEN 14+000 AL 15+000
 VOLUMEN DE CORTE: 24.838.19 m³
 VOLUMEN DE RELLENO: 177.42 m³

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA


UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S



NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
 WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILOP - PINLOPATA
 - EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50 -
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGLUA DE LA
 PROVINCIA DE COTOPAXI.

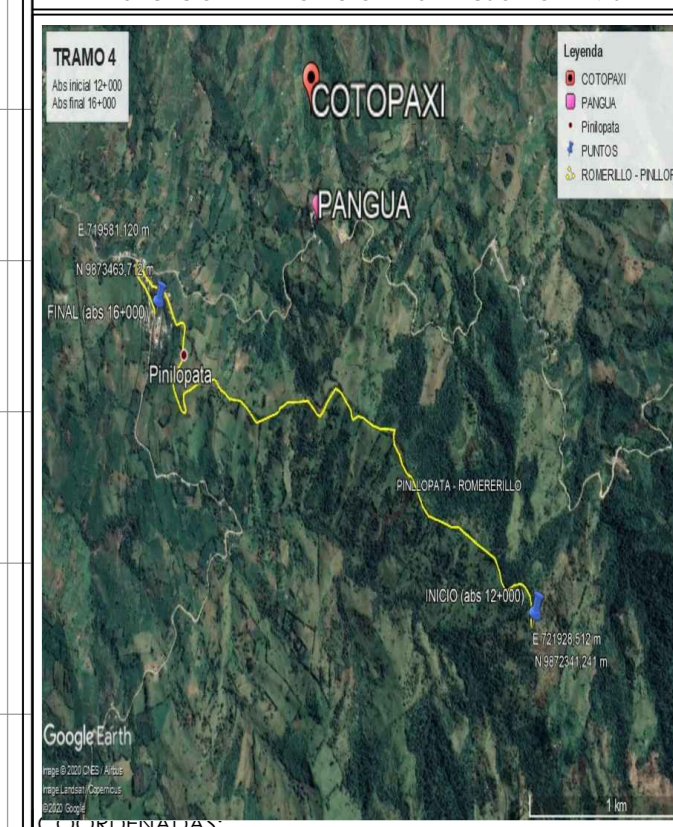
UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
 CANTÓN PANGLUA
 SECTOR SILOP

TUTOR:  REALIZADO POR:
 DANNY EFRAN
 ANDRADE BARRONIEJO
 EGRADUADO

CONTIENE:
 PERFIL
 KM 14+000.00 - KM 15+000.00

ESCALA: INDICADAS FECHA: NOVIEMBRE 2020 LÁMINA: DV 5/7

SELLOS:



NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84.ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILO - PINLOPATA
- EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANAGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANAGUA
SECTOR SILO

TUTOR: REALIZADO POR:
Ing. M.g MARGOL BAYAS DANNY EFRAN
ANDRADE BARRONIEVO
EGRSADO

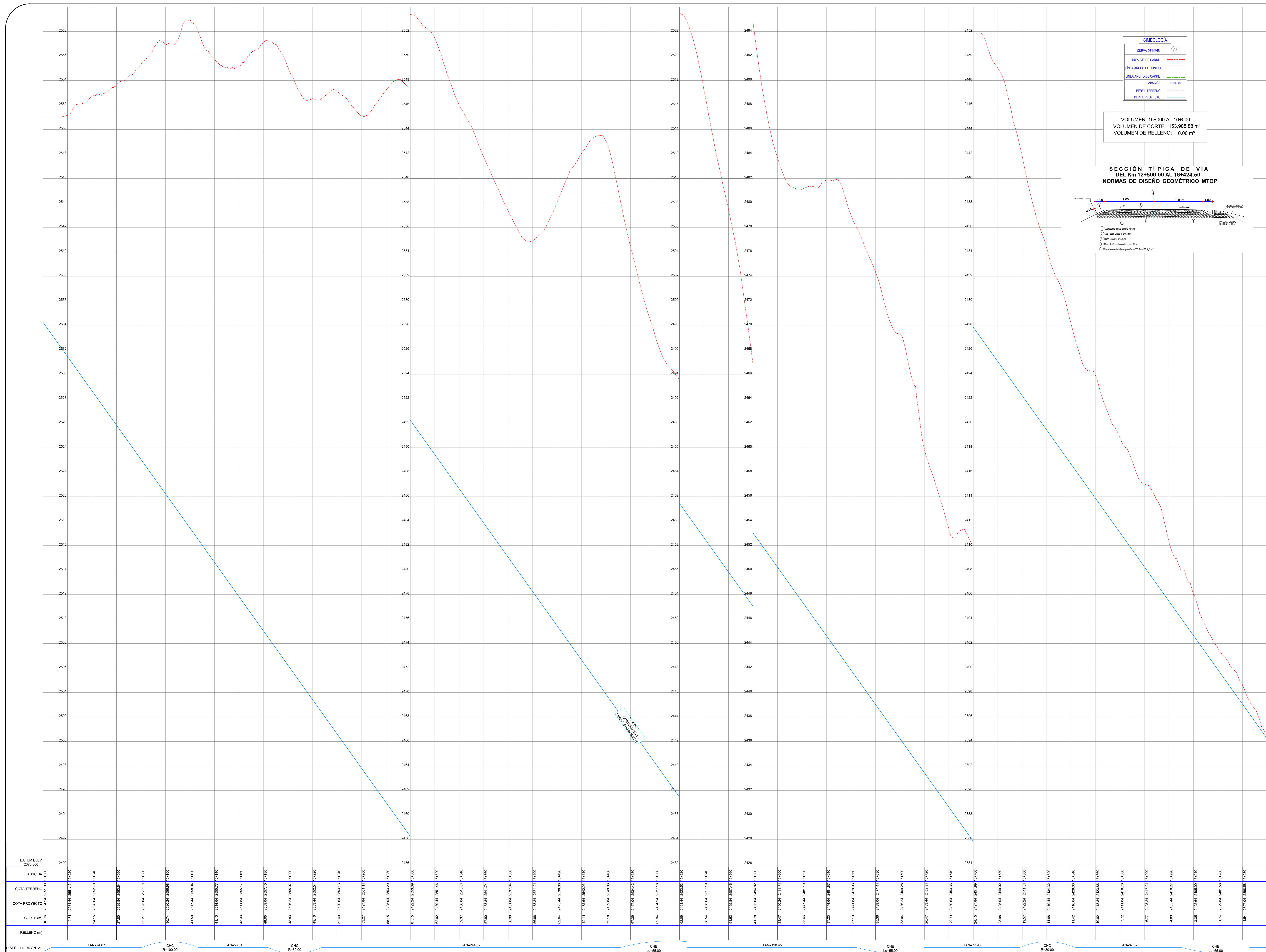
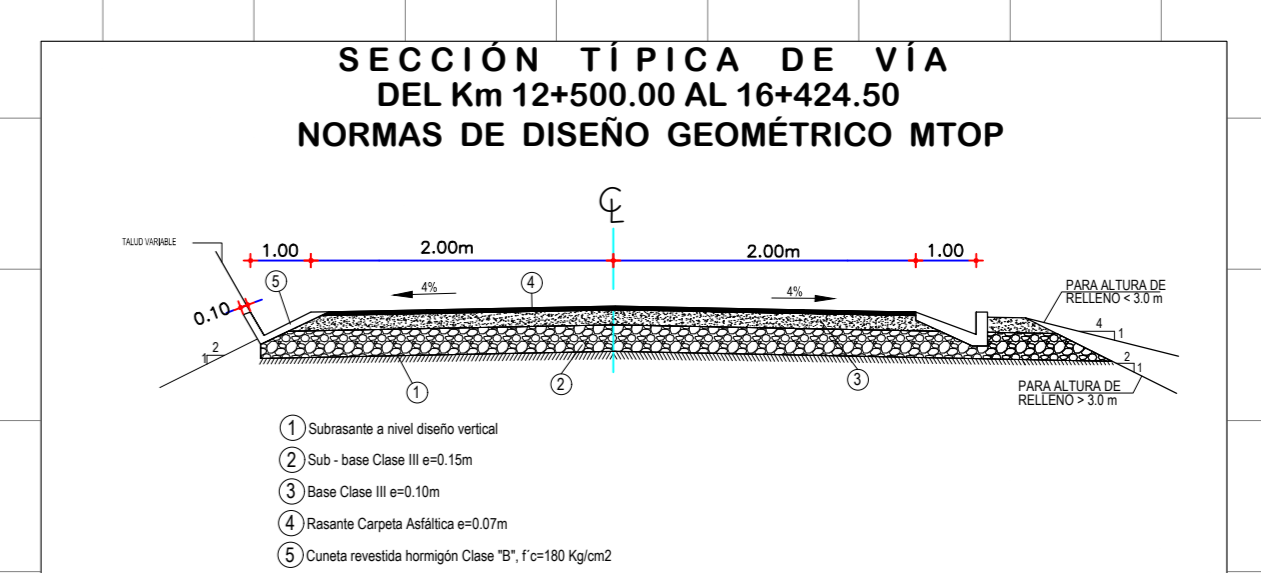
CONTIENE:
PERFIL
KM 15+000.00 - KM 16+000.00

ESCALA: INDICADAS FECHA: NOVIEMBRE 2020 LÁMINA: DV 6/7

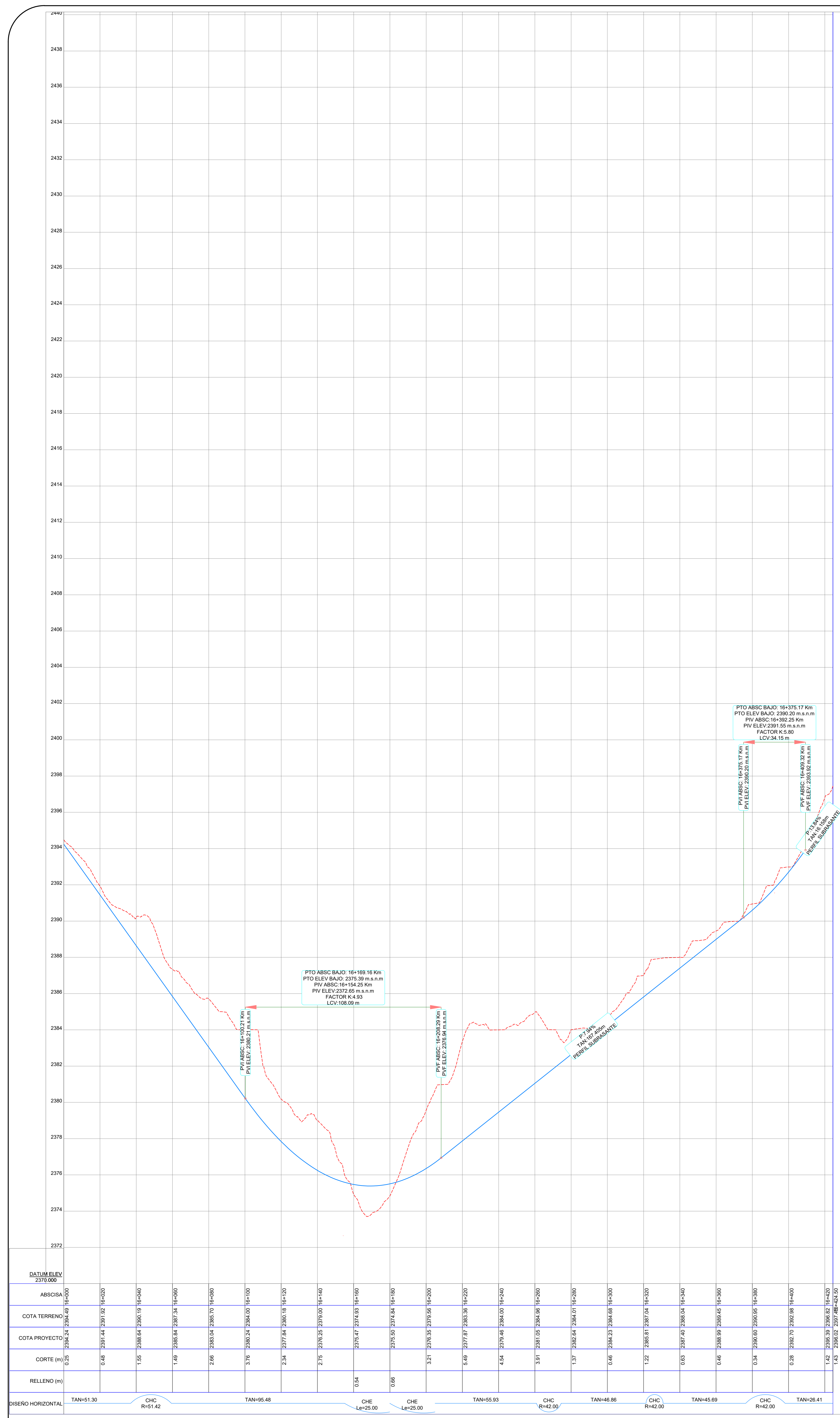
SELLOS:

SIMBOLOGÍA	
CURVA DE NIVEL	
LÍNEA L.E DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABSCISA	$x=0+00.00$
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	

VOLUMEN 15+000 AL 16+000
VOLUMEN DE CORTE: 153,988.88 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 0.00 m³

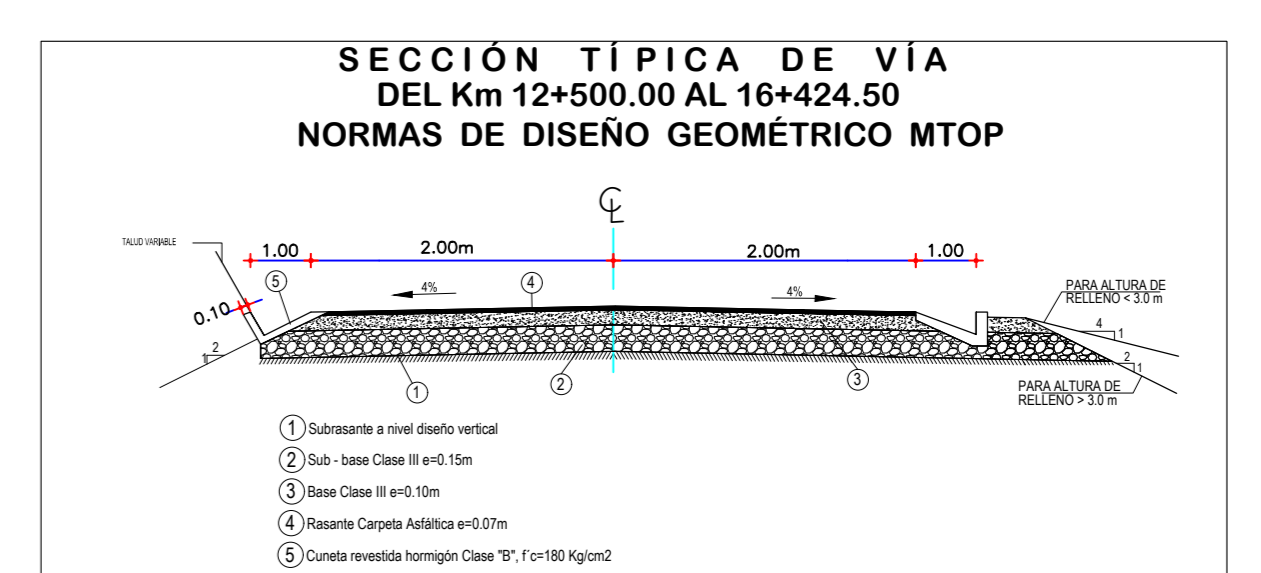


DATUM ELEV	2370.000	
ABSCISA	15+000	16+000
COTA TERRENO	2548.15	2432.84
COTA PROYECTO	2548.15	2432.84
CORTE (m)	0.00	0.00
RELLENO (m)	0.00	0.00



SIMBOLOGÍA	
CURVA DE NIVEL	
LÍNEA E.E. DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETA	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABS/BAJO	
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	

VOLUMEN 15+000 AL 16+000
 VOLUMEN DE CORTE: 96,255.05 m³
 VOLUMEN DE RELLENO: 0.12 m³



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA

UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S

COORDENADAS:
 NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
 WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILO - PINLOPATA
 - EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50,
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANAGUA DE LA
 PROVINCIA DE COTOPAXI.

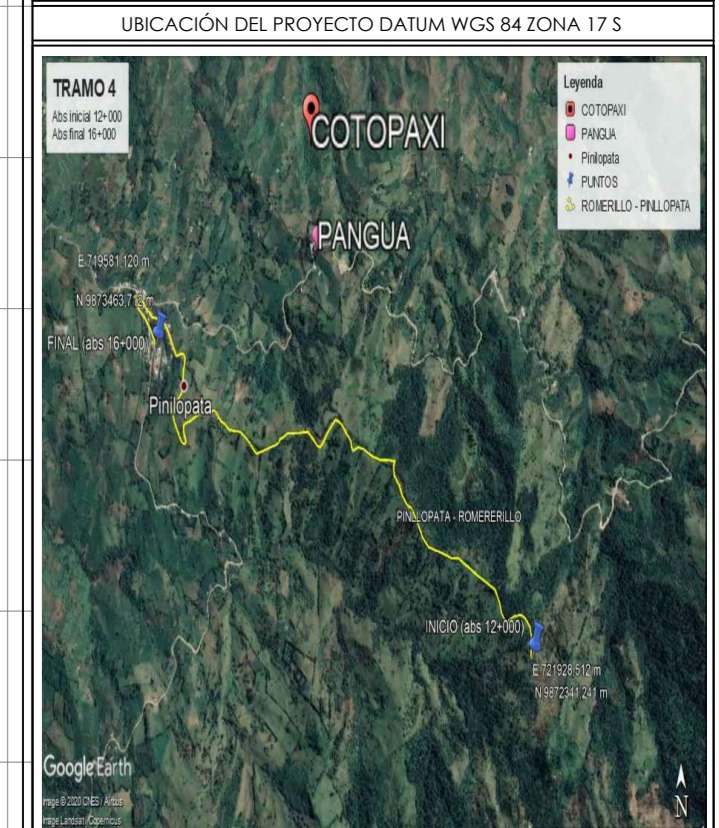
UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
 CANTÓN PANAGUA
 SECTOR SILO

TUTOR: REALIZADO POR:
 Ing. M.g MARGOL BAYAS DANNY EFRAIM
 ANDRADE BARRONIEJO
 EGRISSADO

CONTIENE:
 PERFIL
 KM 16+000.00 - KM 16+360.00

ESCALA: INDICADAS FECHA: NOVIEMBRE 2020 LÁMINA: DV 7/7

SELLOS:



COORDENADAS:
 NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
 WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILO - PINLOPATA
 - EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANAGUA DE LA
 PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
 PROVINCIA DE COTOPAXI
 CANTÓN PANAGUA
 SECTOR SILO

TUTOR:
 Ing. M.g MARGOL BAYAS

REALIZADO POR:
 DANNY EFRAIM
 ANDRADE BARRONIEJO
 EGRESADO

CONTIENE:
 PERFIL
 KM 12+000.00 - KM 13+000.00

ESCALA:
 INDICADAS

FECHA:
 NOVIEMBRE 2020

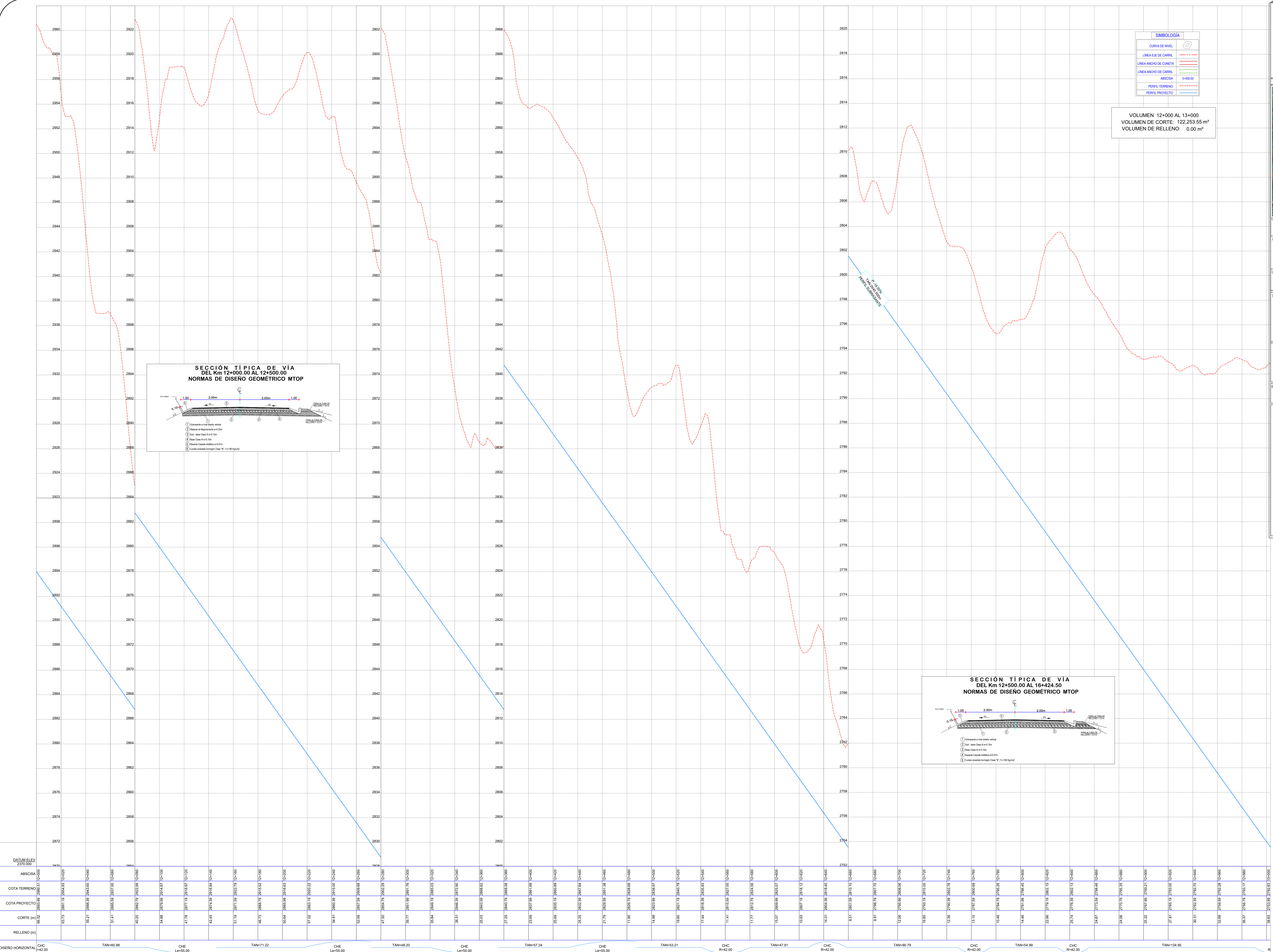
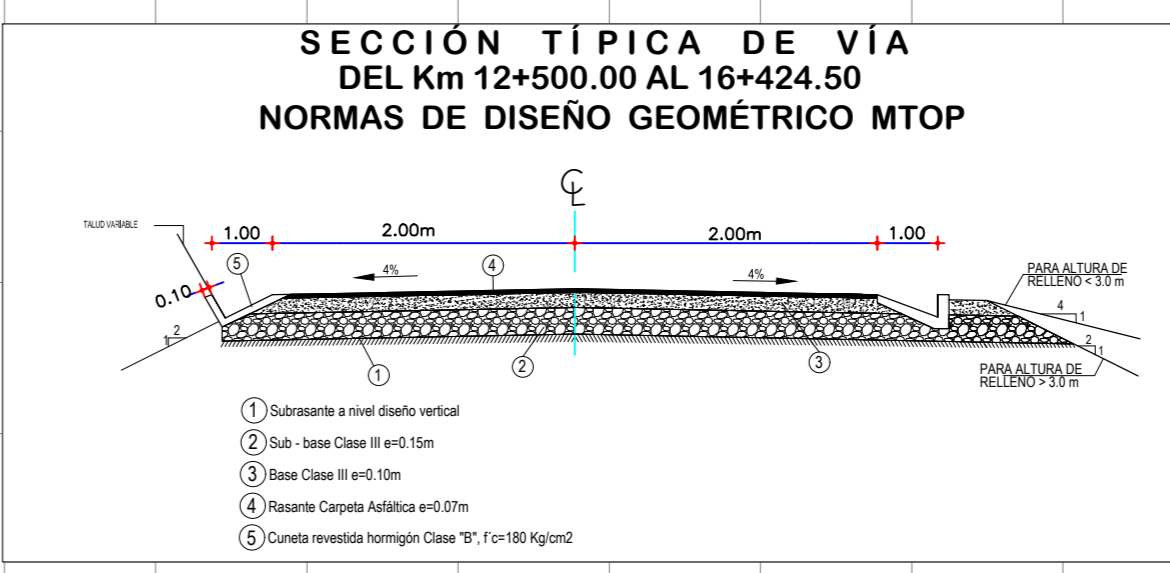
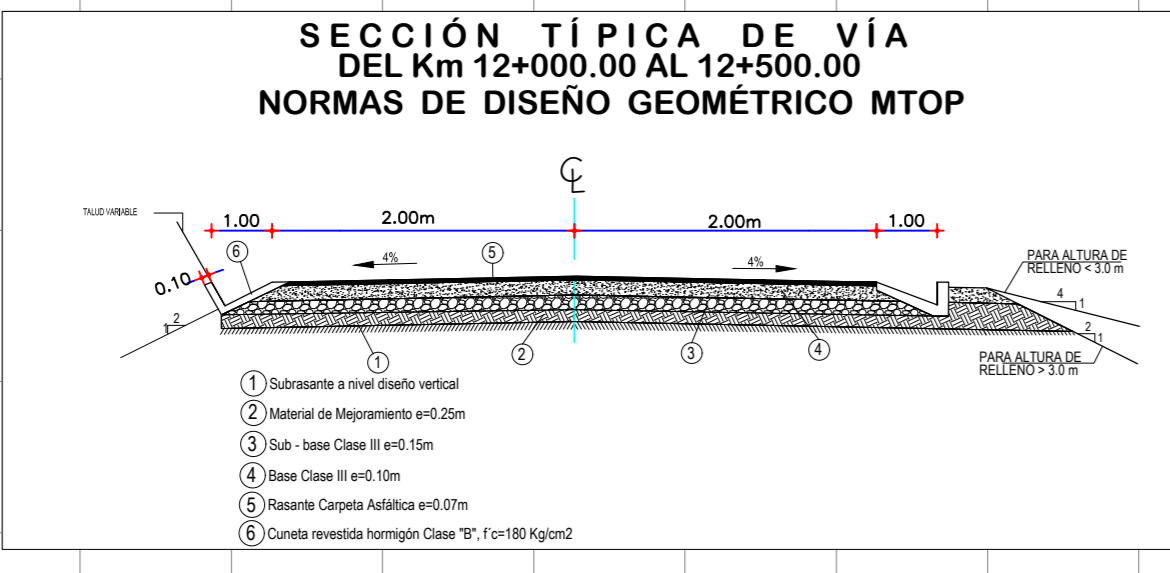
LÁMINA:
 DV 3/7

SELLOS:

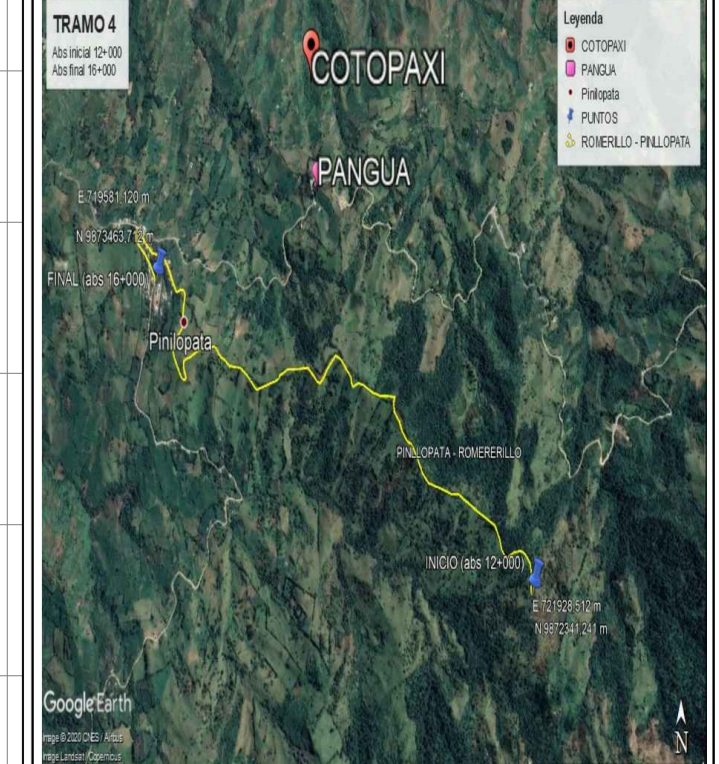
SIMBOLOGÍA

CURVA DE NIVEL	
LÍNEA EJE DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTADO	

VOLUMEN 12+000 AL 13+000
 VOLUMEN DE CORTE: 122.253,55 m³
 VOLUMEN DE RELLENO: 0,00 m³



DATUM ELEV	2970.000
ABSCISA	12+000.00
COTA TERRENO	2870.00
COTA PROYECTO	2870.00
CORTE (m)	0.00
RELLENO (m)	0.00
DISEÑO HORIZONTAL	CHC R=42.00
	TAN=66.98
	CHC L=55.00
	TAN=71.22
	CHC L=55.00
	TAN=48.20
	CHC L=55.00
	TAN=57.24
	CHC L=55.00
	TAN=53.21
	CHC R=42.00
	TAN=47.91
	CHC R=42.00
	TAN=90.79
	CHC R=42.00
	TAN=54.99
	CHC R=42.00
	TAN=134.95
	CHC R=42.00



COORDENADAS:
NORTE: 9817202.41 ESTE: 731363.82
WGS84 ZONA 17 S ALTITUD: 3740 m.s.n.m.

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILOPO - PINLOPATA
- EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTACACHI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOPO

TUTOR: Ing. M.g MARGOL BAYAS
REALIZADO POR: DANNY EFRAN
ANDRADE BARRONCIEVO
EGRESADO

CONTIENE:
PERFIL
KM 13+000.00 - KM 14+000.00

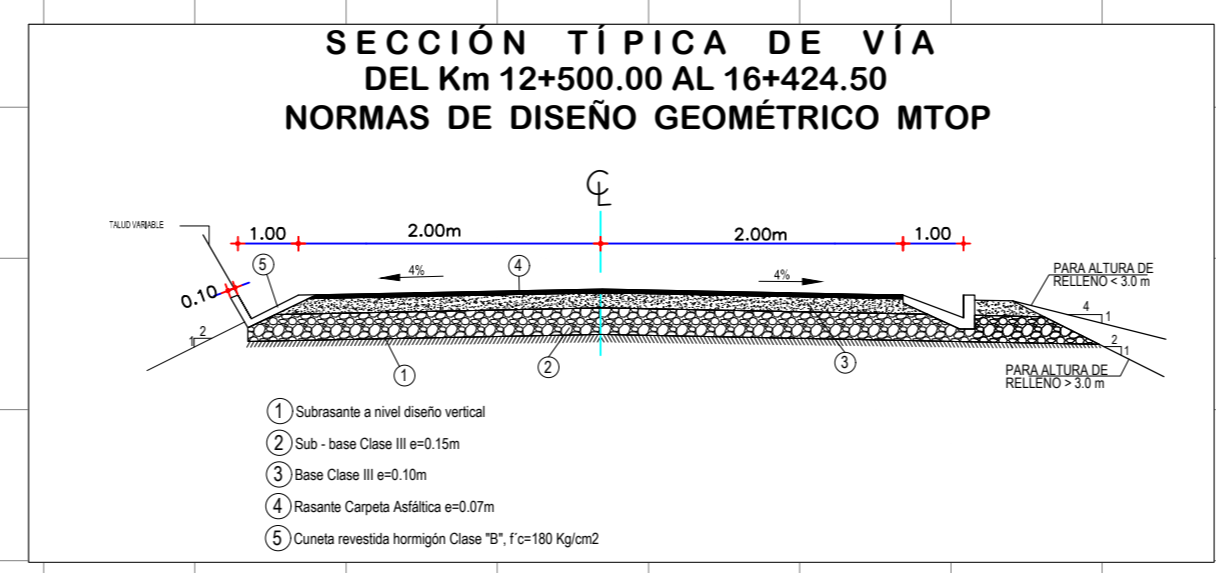
ESCALA: INDICADAS
FECHA: NOVIEMBRE 2020
LAMINA: DV 4/7

SELLOS:

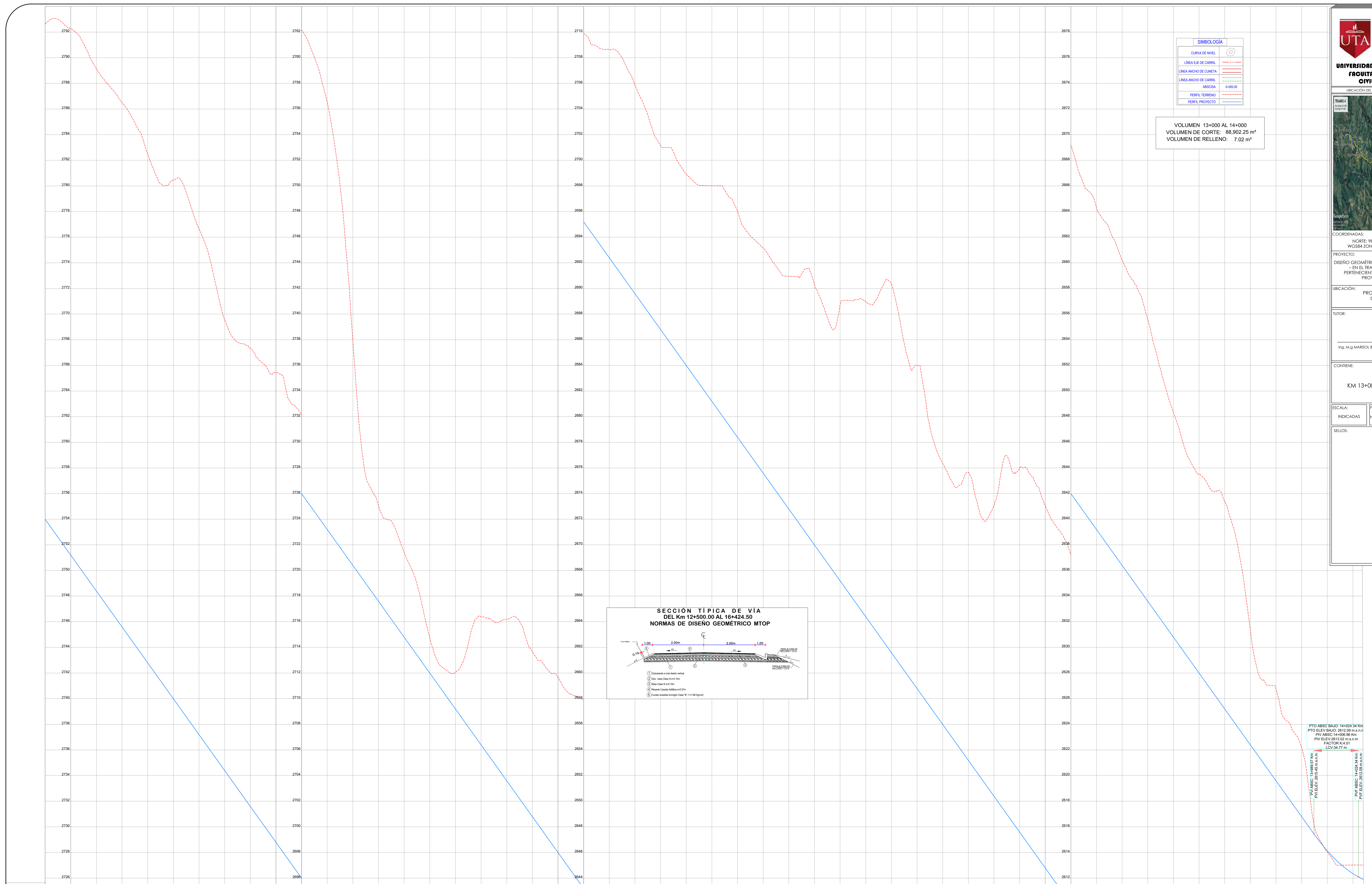
SIMBOLOGÍA

CURVA DE NIVEL	
LÍNEA E.E. DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABSCISA	$x=000.00$
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	

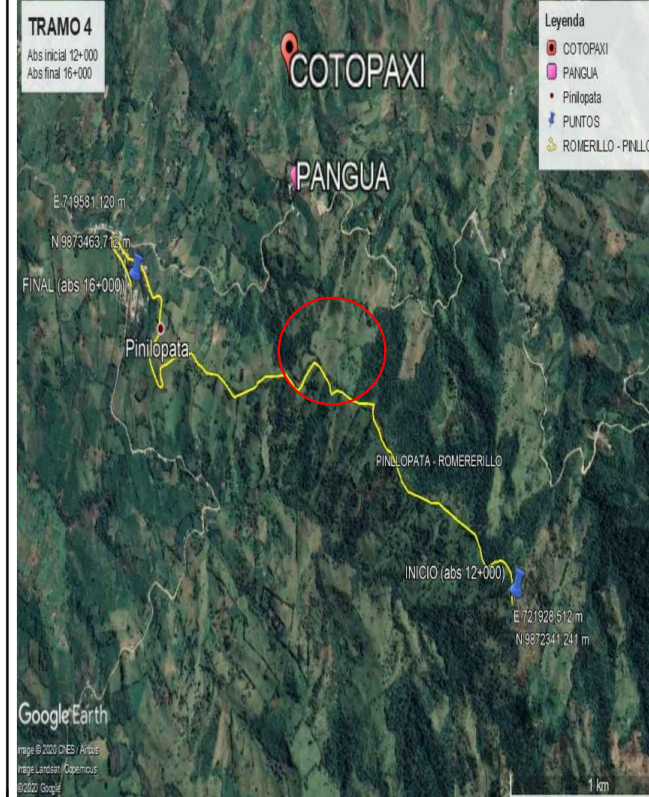
VOLUMEN 13+000 AL 14+000
VOLUMEN DE CORTE: 88.902.25 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 7.02 m³



PTO ABCSC BAJO: 14+024.34 Km
PTO ELEV BAJO: 2612.20 m.s.n.m.
PIV ABCSC: 14+006.96 Km
PIV ELEV: 2613.02 m.s.n.m.
FACTOR: 4.421
LCV: 34.77 m



ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	CORTE (m)	RELLENO (m)
13.00	2791.10	2789.28	1.82	0.00
13.10	2788.30	2786.14	2.16	0.00
13.20	2785.50	2782.49	3.01	0.00
13.30	2782.70	2778.58	4.12	0.00
13.40	2779.90	2774.01	5.89	0.00
13.50	2777.10	2769.28	7.91	0.00
13.60	2774.30	2764.01	10.29	0.00
13.70	2771.50	2758.78	12.72	0.00
13.80	2768.70	2753.01	15.69	0.00
13.90	2765.90	2747.28	19.62	0.00
14.00	2763.10	2741.01	24.09	0.00
14.10	2760.30	2734.78	29.52	0.00
14.20	2757.50	2728.01	35.49	0.00
14.30	2754.70	2721.28	41.42	0.00
14.40	2751.90	2714.01	47.89	0.00
14.50	2749.10	2706.78	54.32	0.00
14.60	2746.30	2699.01	60.29	0.00
14.70	2743.50	2691.28	65.22	0.00
14.80	2740.70	2683.01	69.69	0.00
14.90	2737.90	2674.78	73.12	0.00
15.00	2735.10	2666.01	75.09	0.00
15.10	2732.30	2657.28	75.02	0.00
15.20	2729.50	2648.01	72.49	0.00
15.30	2726.70	2638.78	67.92	0.00
15.40	2723.90	2629.01	61.89	0.00
15.50	2721.10	2619.28	54.82	0.00
15.60	2718.30	2609.01	46.29	0.00
15.70	2715.50	2598.78	36.72	0.00
15.80	2712.70	2588.01	26.59	0.00
15.90	2709.90	2577.28	15.62	0.00
16.00	2707.10	2566.01	4.39	0.00
16.10	2704.30	2554.78	-6.42	0.00
16.20	2701.50	2543.01	-17.59	0.00
16.30	2698.70	2531.28	-28.02	0.00
16.40	2695.90	2519.01	-37.69	0.00
16.50	2693.10	2506.78	-46.62	0.00
16.60	2690.30	2494.01	-54.79	0.00
16.70	2687.50	2481.28	-62.22	0.00
16.80	2684.70	2468.01	-68.39	0.00
16.90	2681.90	2454.78	-73.22	0.00
17.00	2679.10	2441.01	-76.99	0.00
17.10	2676.30	2427.28	-79.92	0.00
17.20	2673.50	2413.01	-81.59	0.00
17.30	2670.70	2398.78	-82.02	0.00
17.40	2667.90	2384.01	-81.19	0.00
17.50	2665.10	2369.28	-79.12	0.00
17.60	2662.30	2354.01	-75.79	0.00
17.70	2659.50	2338.78	-71.22	0.00
17.80	2656.70	2323.01	-65.39	0.00
17.90	2653.90	2307.28	-58.32	0.00
18.00	2651.10	2291.01	-50.19	0.00
18.10	2648.30	2274.78	-41.02	0.00
18.20	2645.50	2258.01	-30.79	0.00
18.30	2642.70	2241.28	-20.52	0.00
18.40	2639.90	2224.01	-10.19	0.00
18.50	2637.10	2207.28	-0.12	0.00
18.60	2634.30	2190.01	9.59	0.00
18.70	2631.50	2173.28	18.72	0.00
18.80	2628.70	2156.01	26.79	0.00
18.90	2625.90	2138.78	33.12	0.00
19.00	2623.10	2121.01	37.79	0.00
19.10	2620.30	2103.28	40.72	0.00
19.20	2617.50	2085.01	41.99	0.00
19.30	2614.70	2066.78	41.52	0.00
19.40	2611.90	2048.01	39.19	0.00
19.50	2609.10	2029.28	35.02	0.00
19.60	2606.30	2010.01	29.19	0.00
19.70	2603.50	1990.78	21.72	0.00
19.80	2600.70	1971.01	13.79	0.00
19.90	2597.90	1951.28	5.12	0.00
20.00	2595.10	1931.01	-2.19	0.00



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILOP - PINLLÓPATA
- EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANPALLA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANPALLA
SECTOR SILOP

TUTOR:
Ing. Mg. MARISOL BAYAS

REALIZADO POR:
DANIEL ERKIN
ANDRÉS BARRONNEUVO
EGREDAO

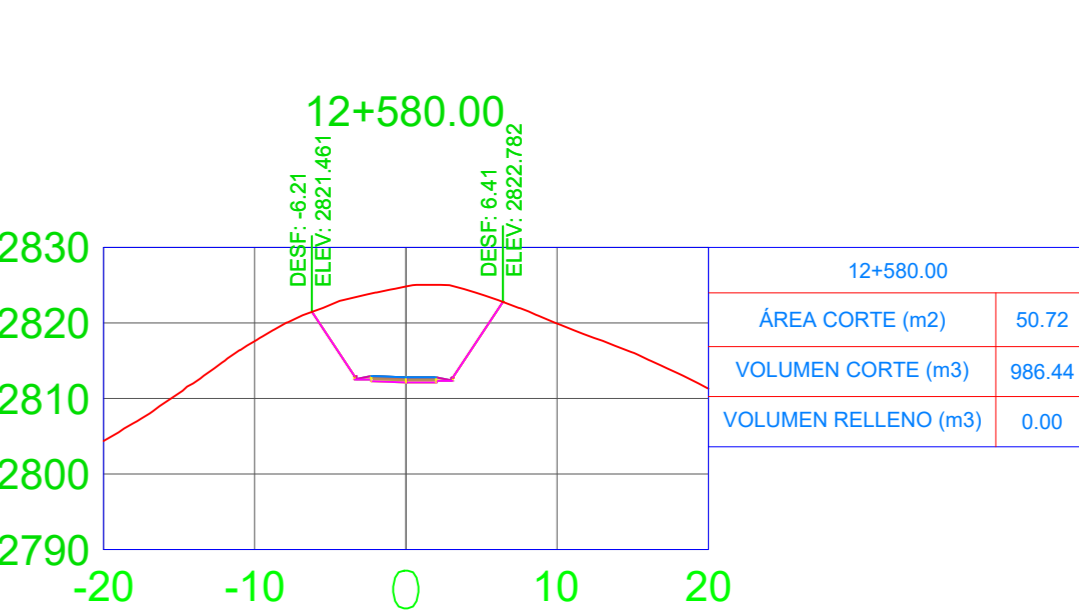
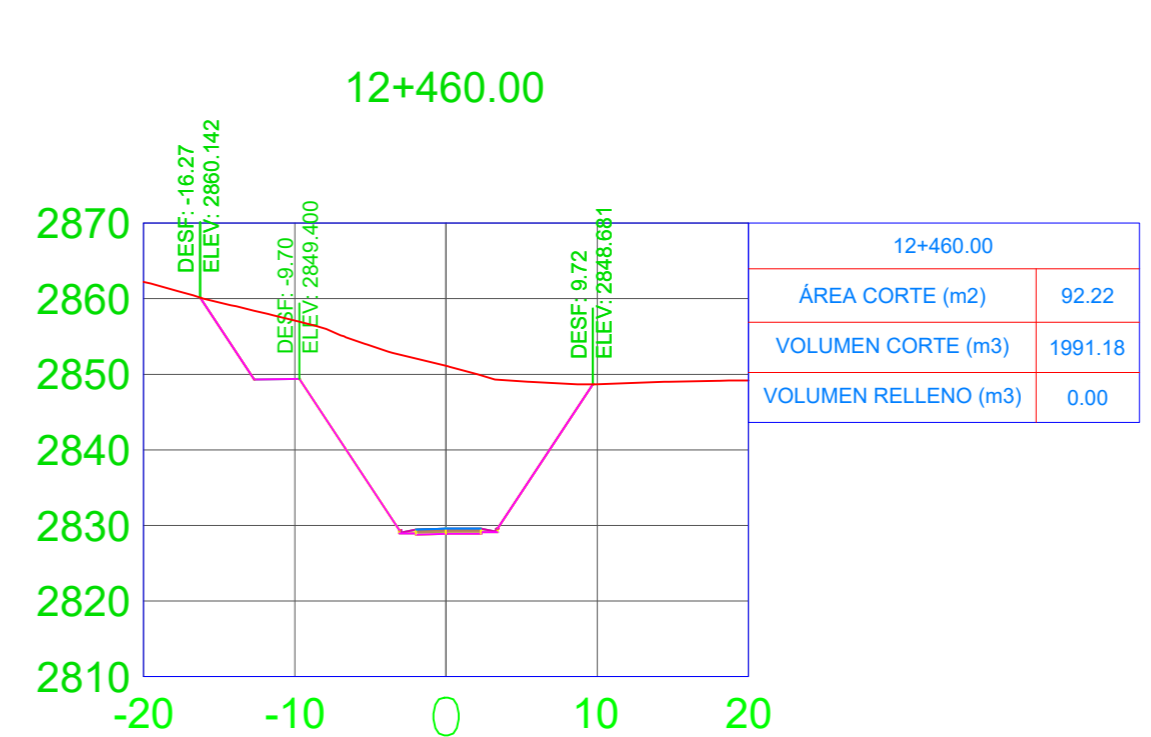
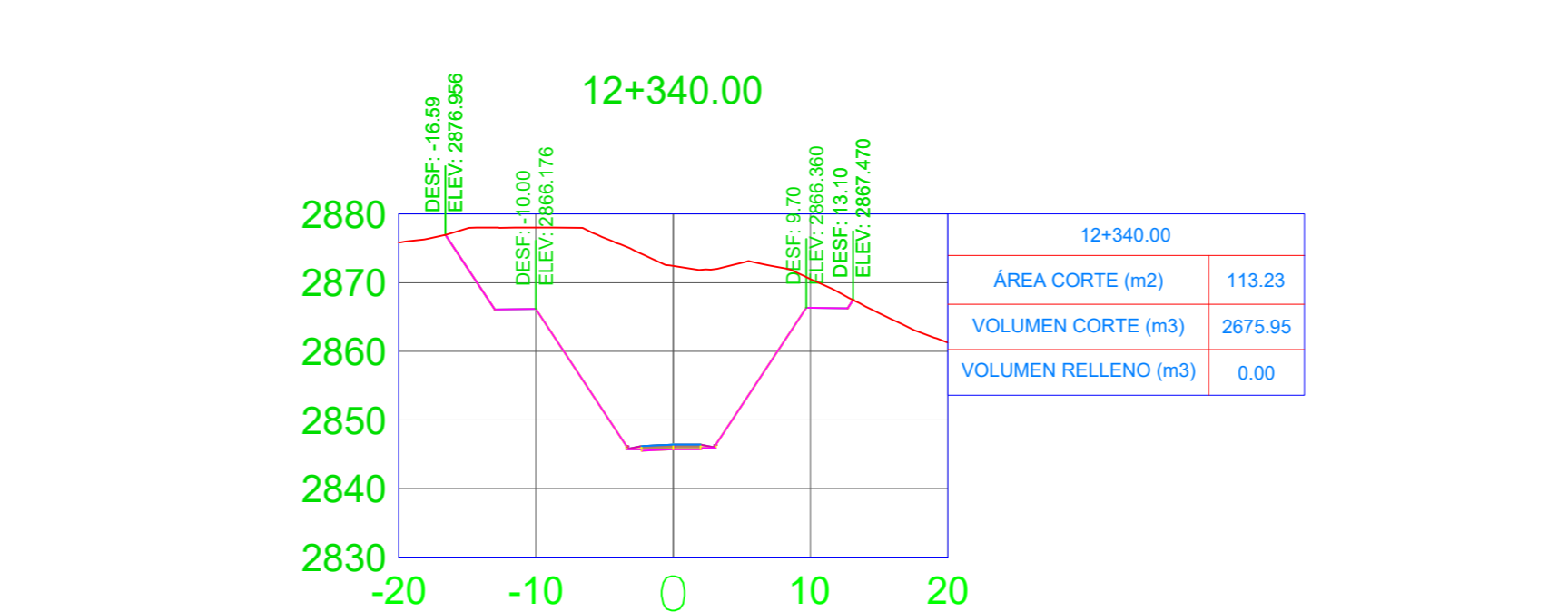
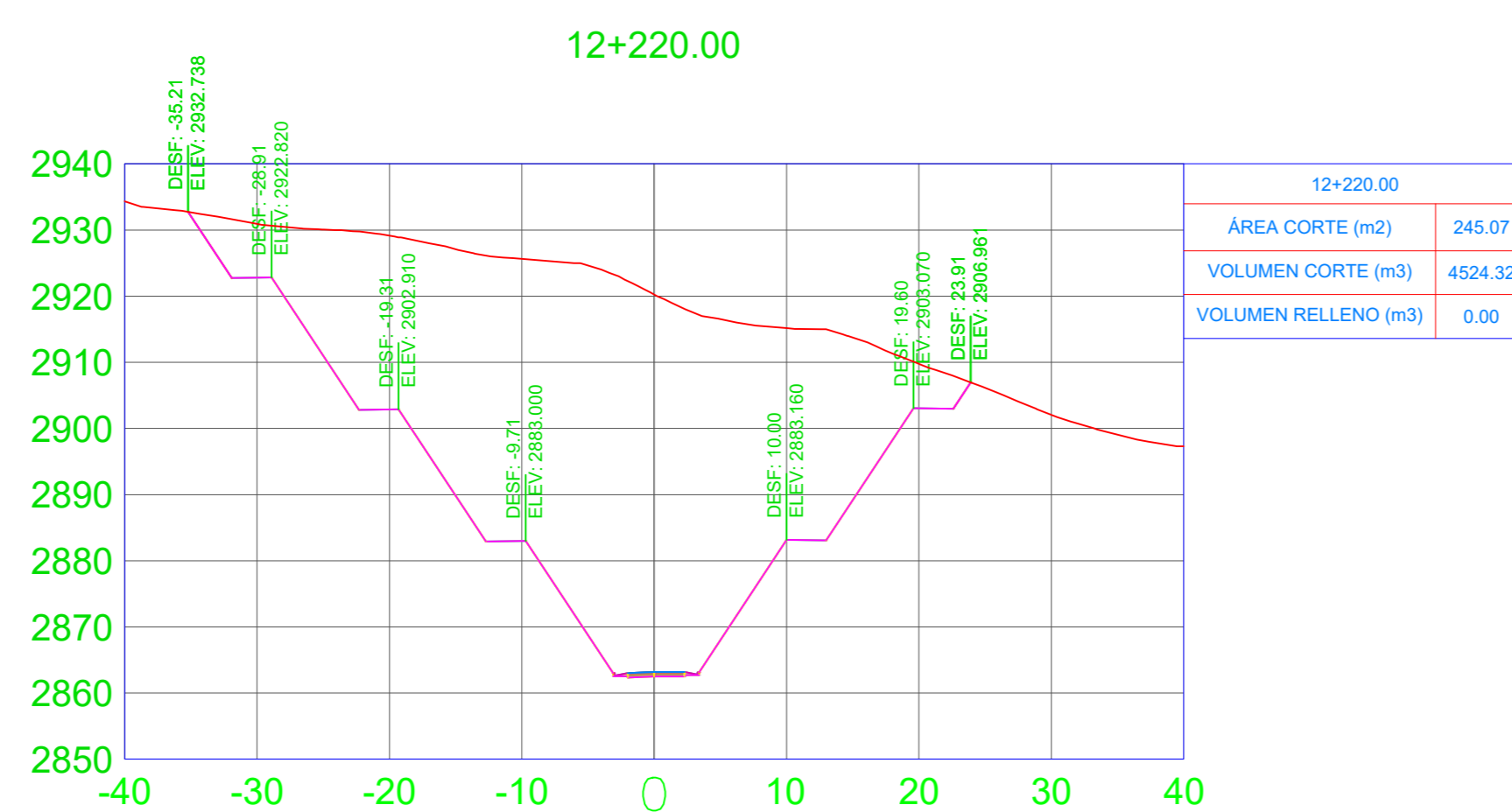
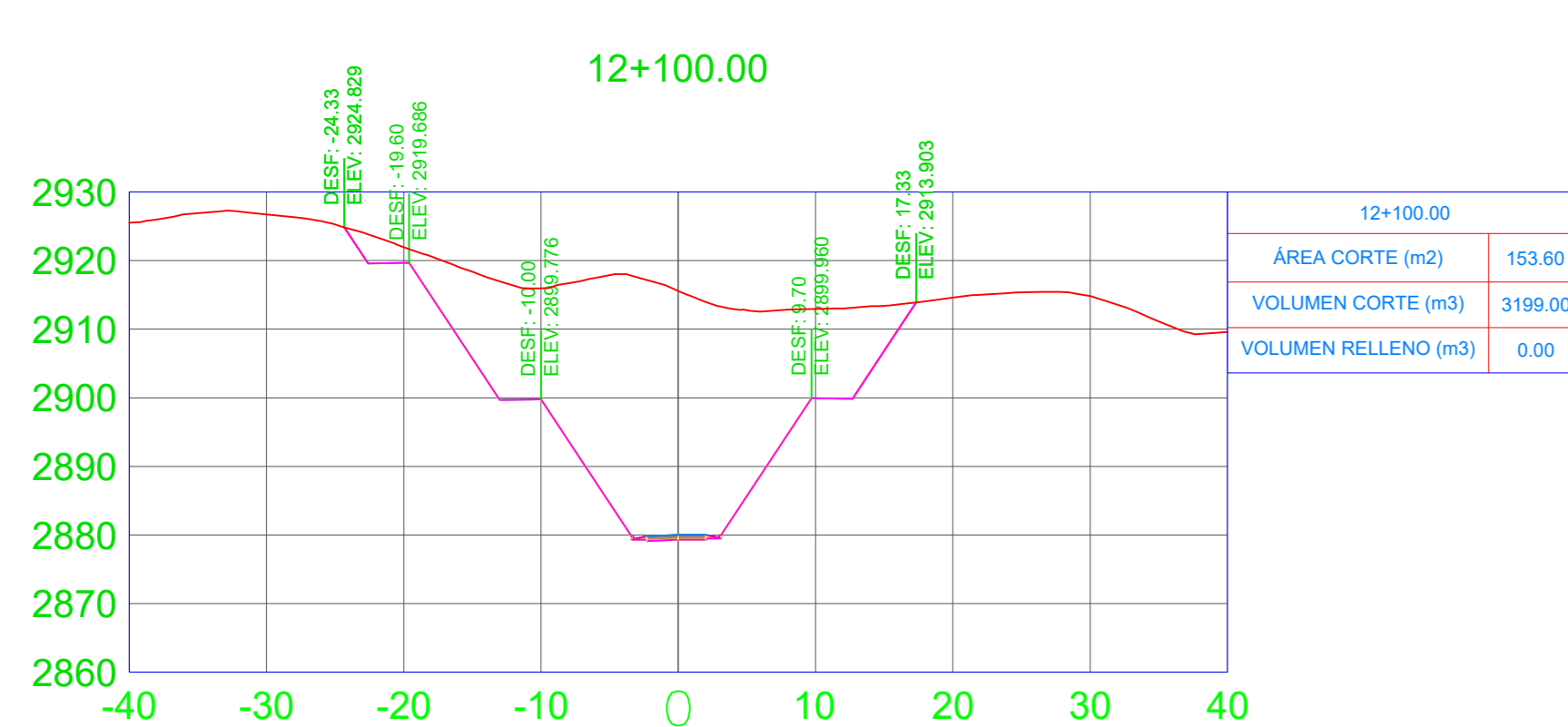
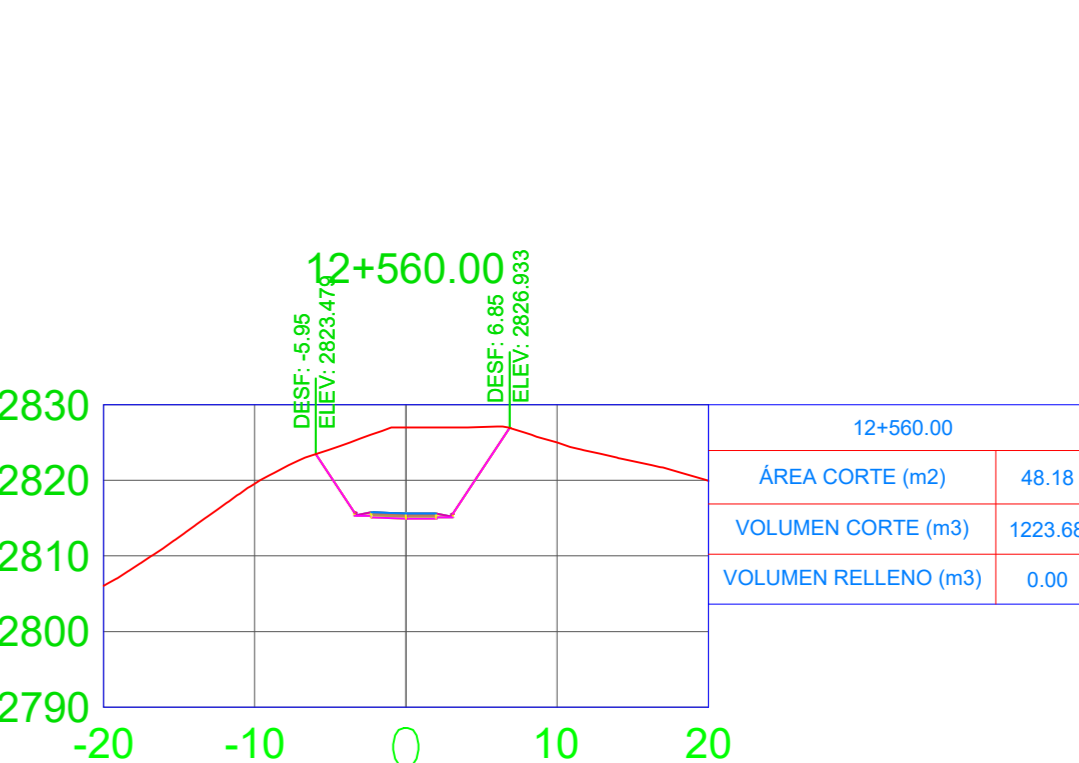
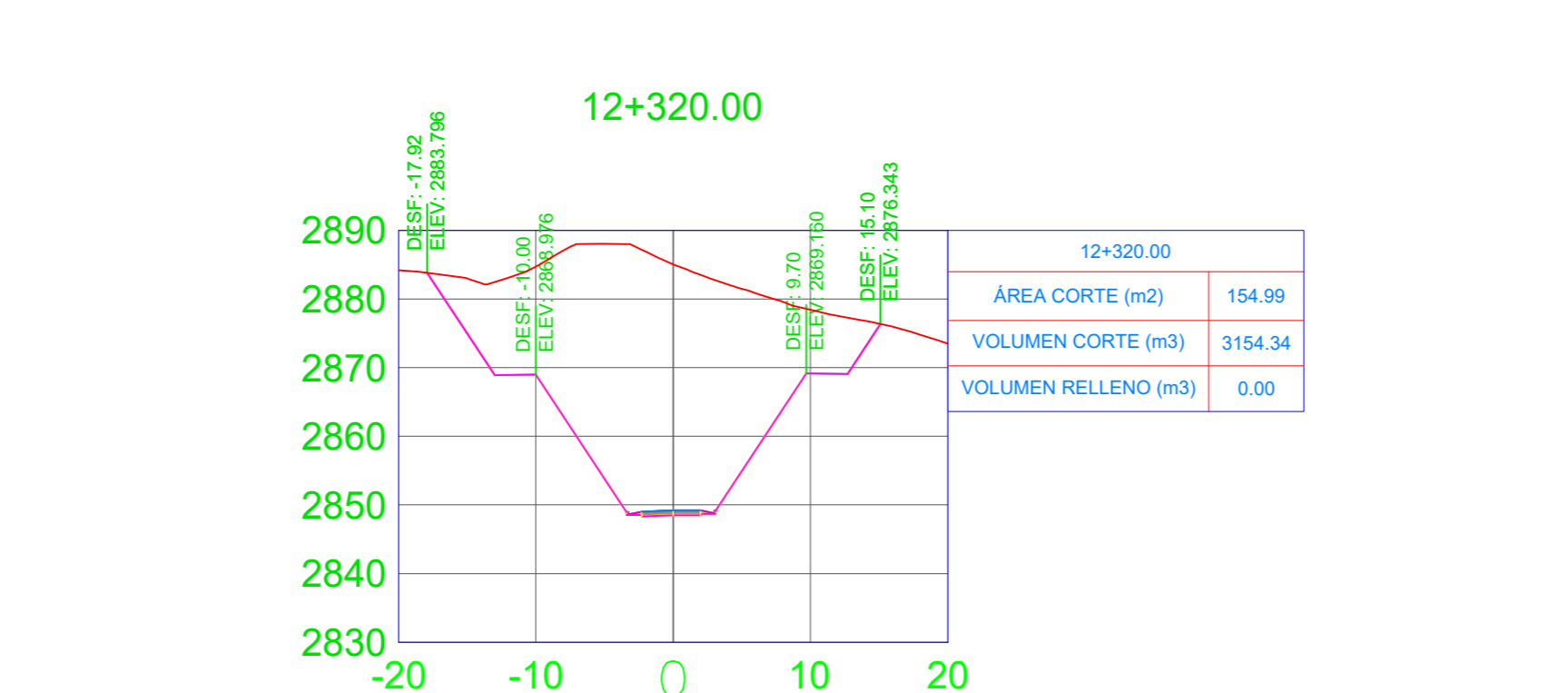
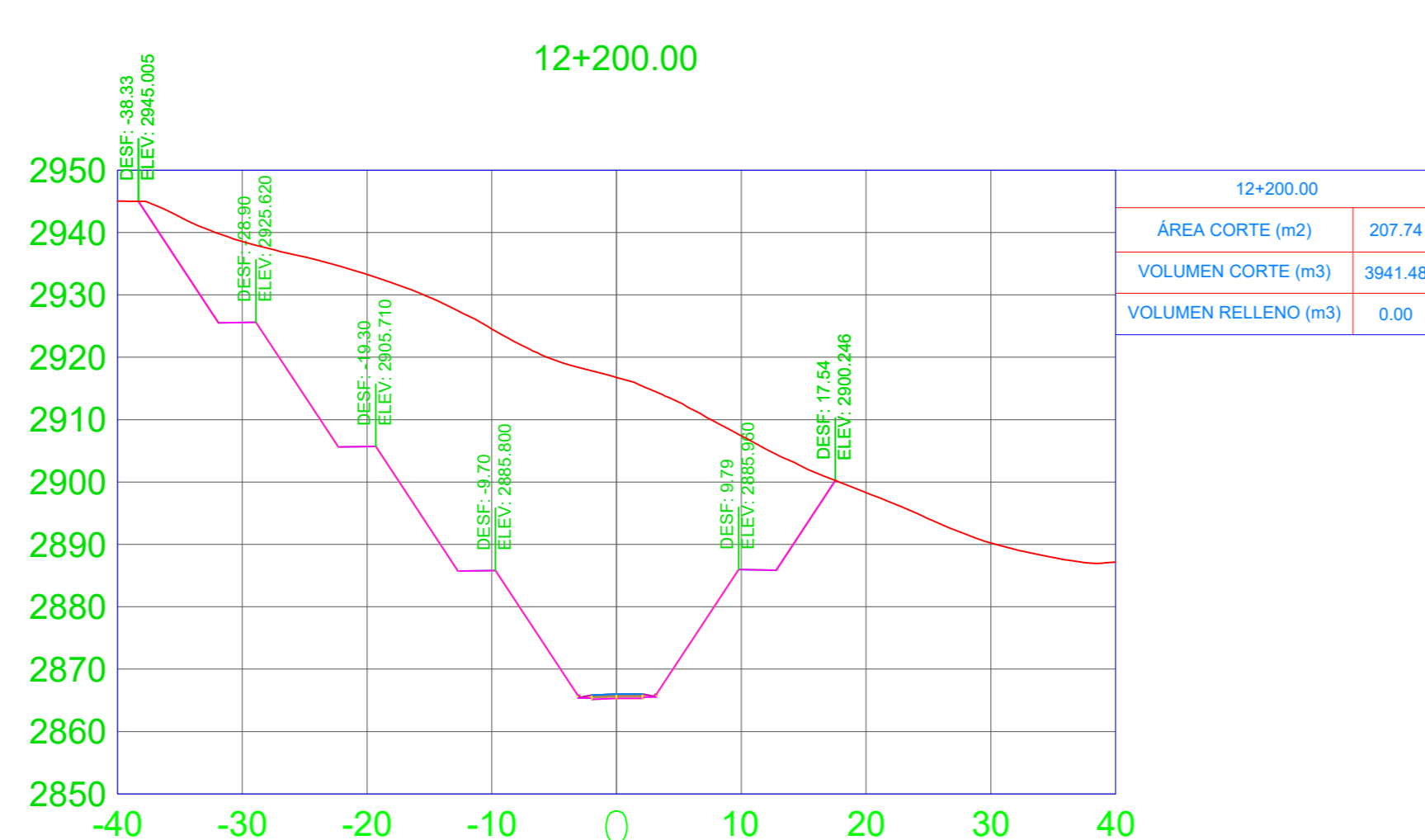
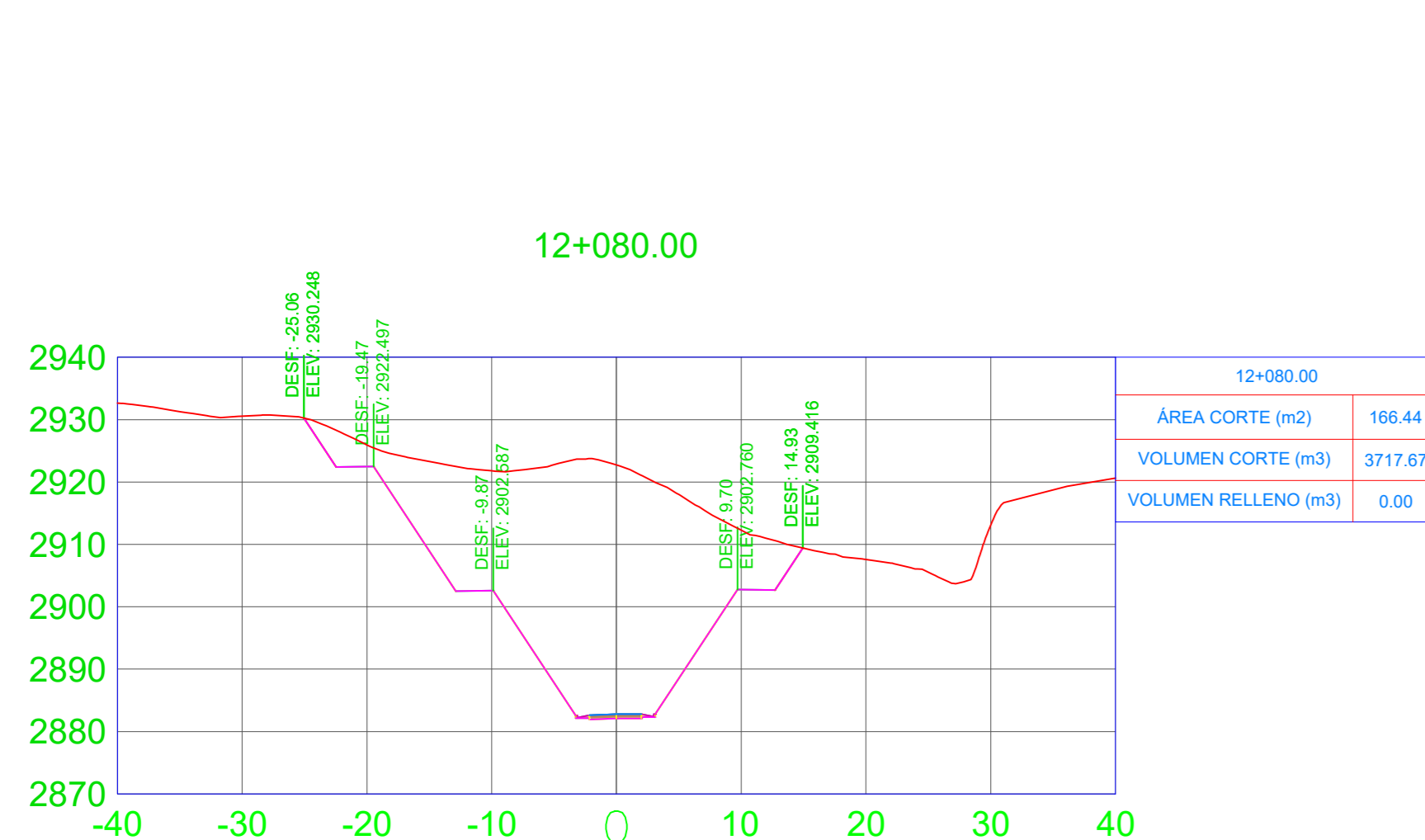
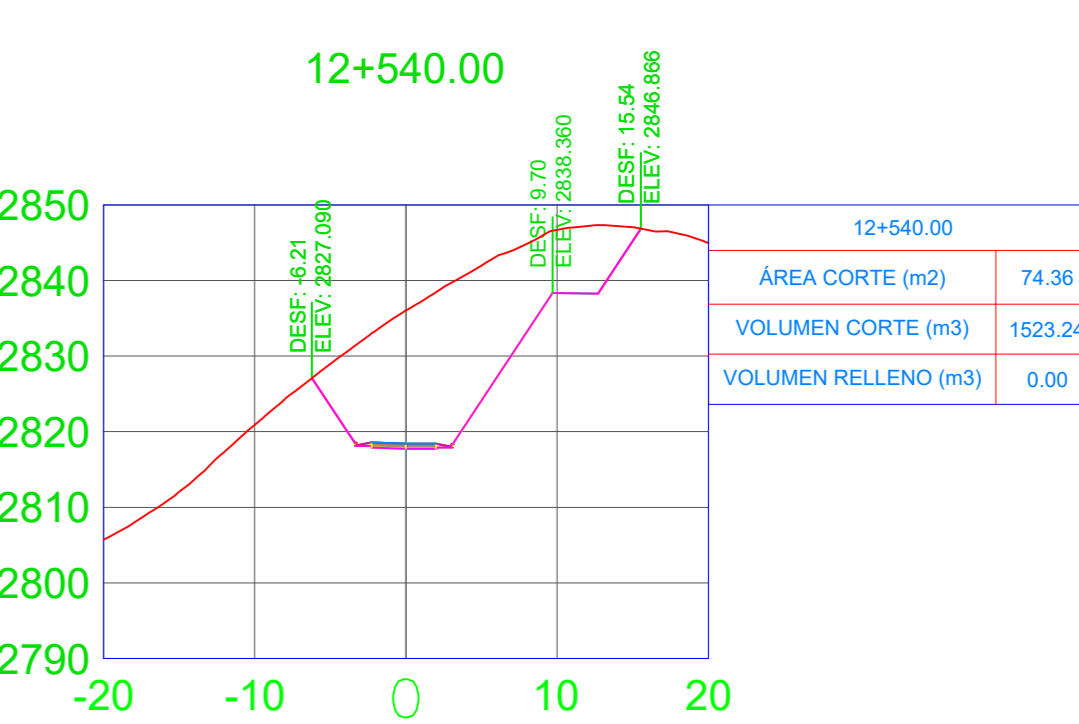
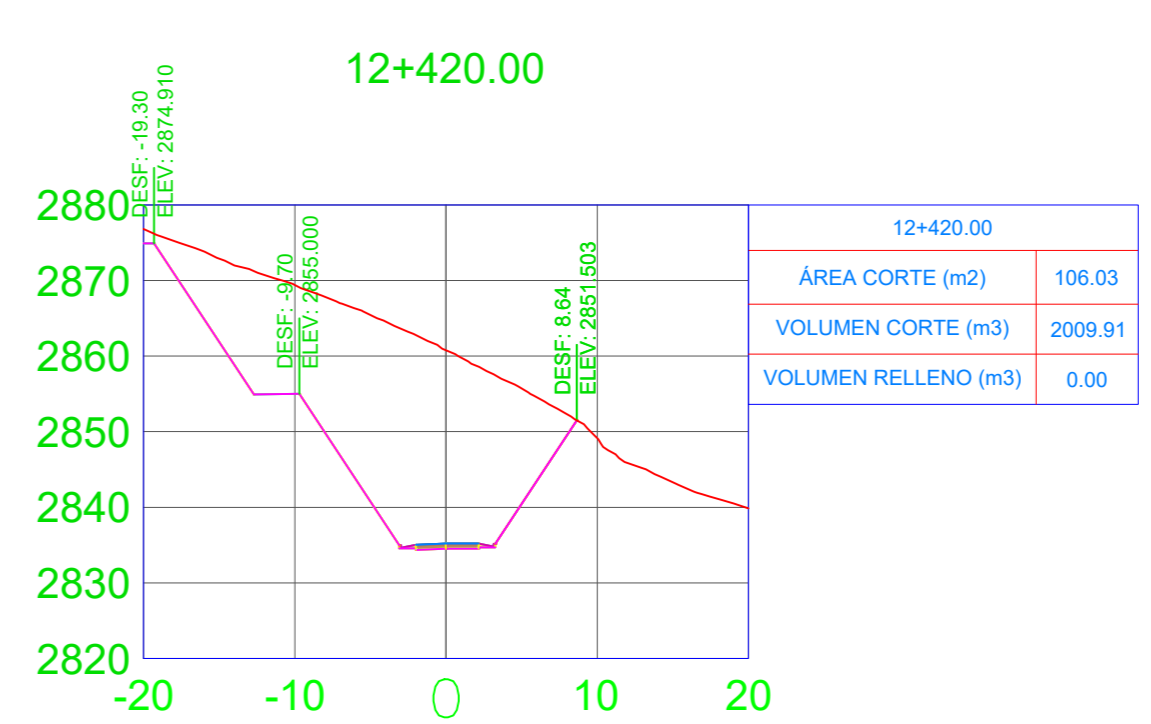
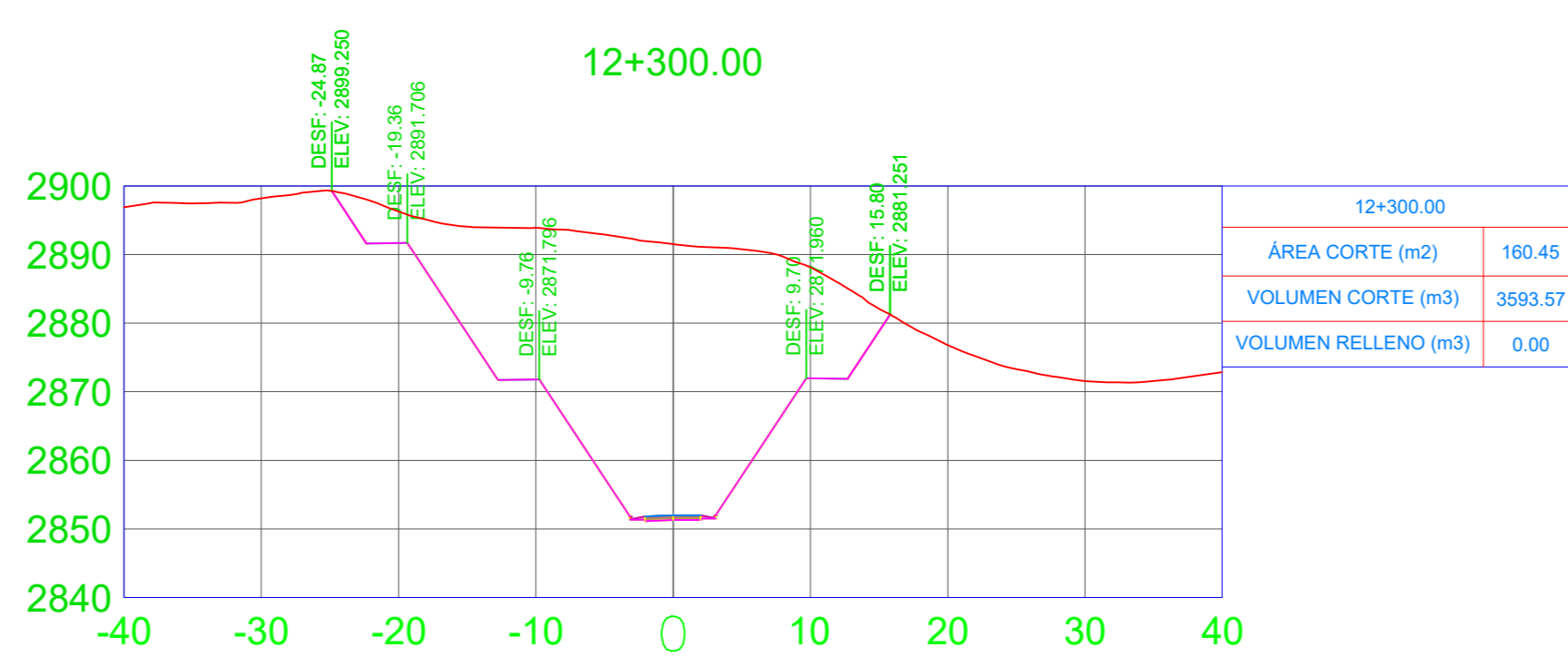
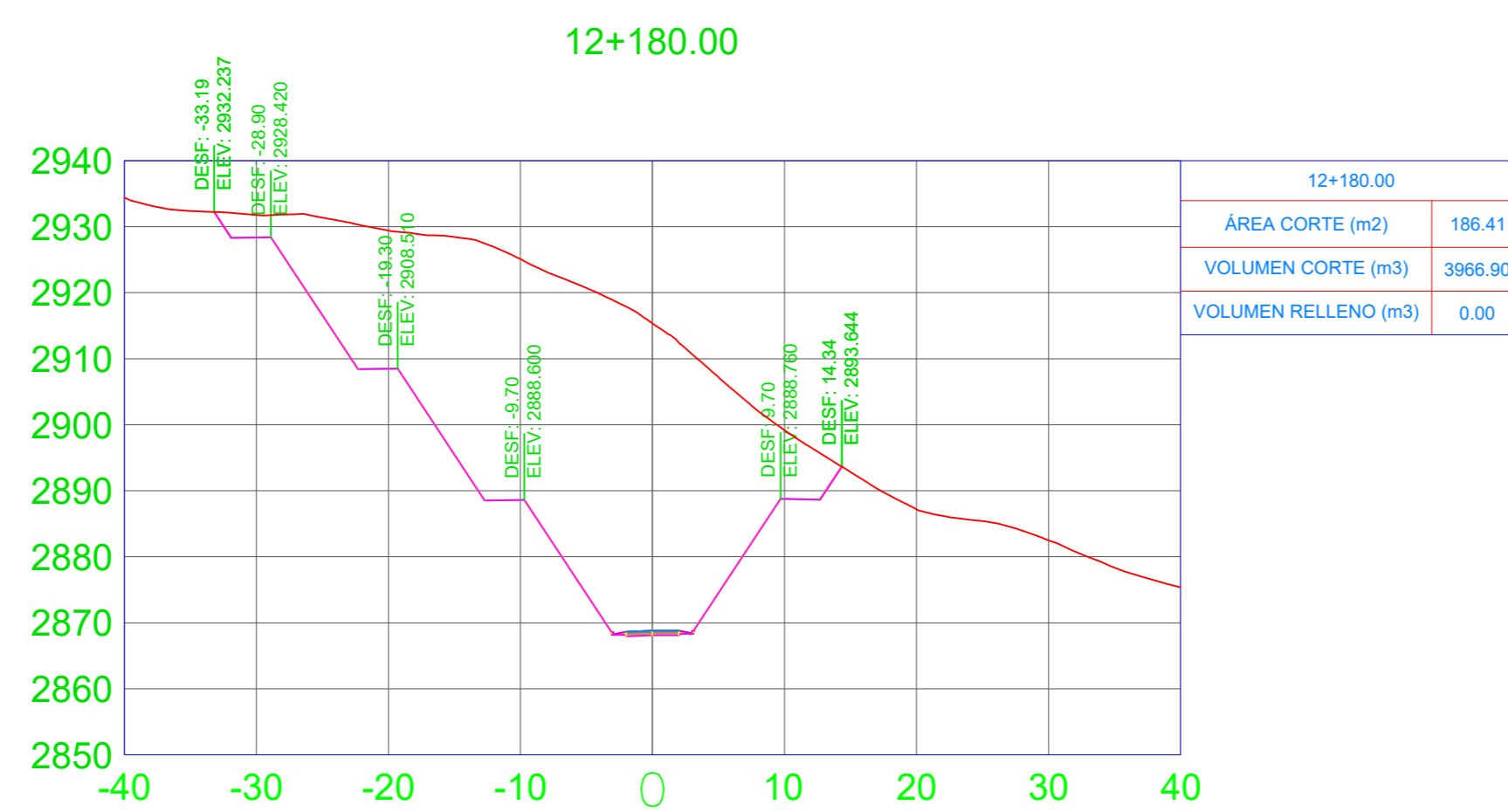
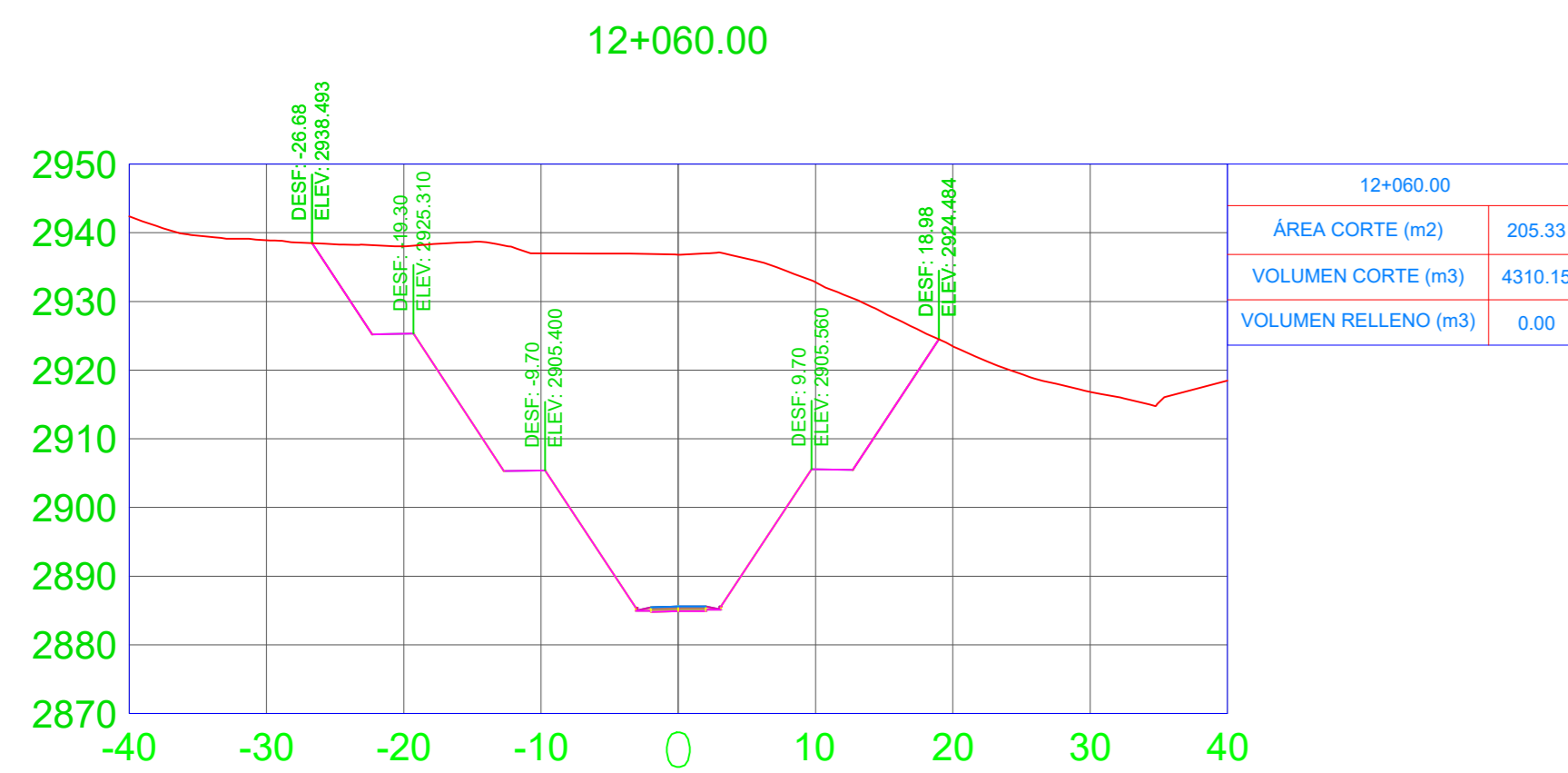
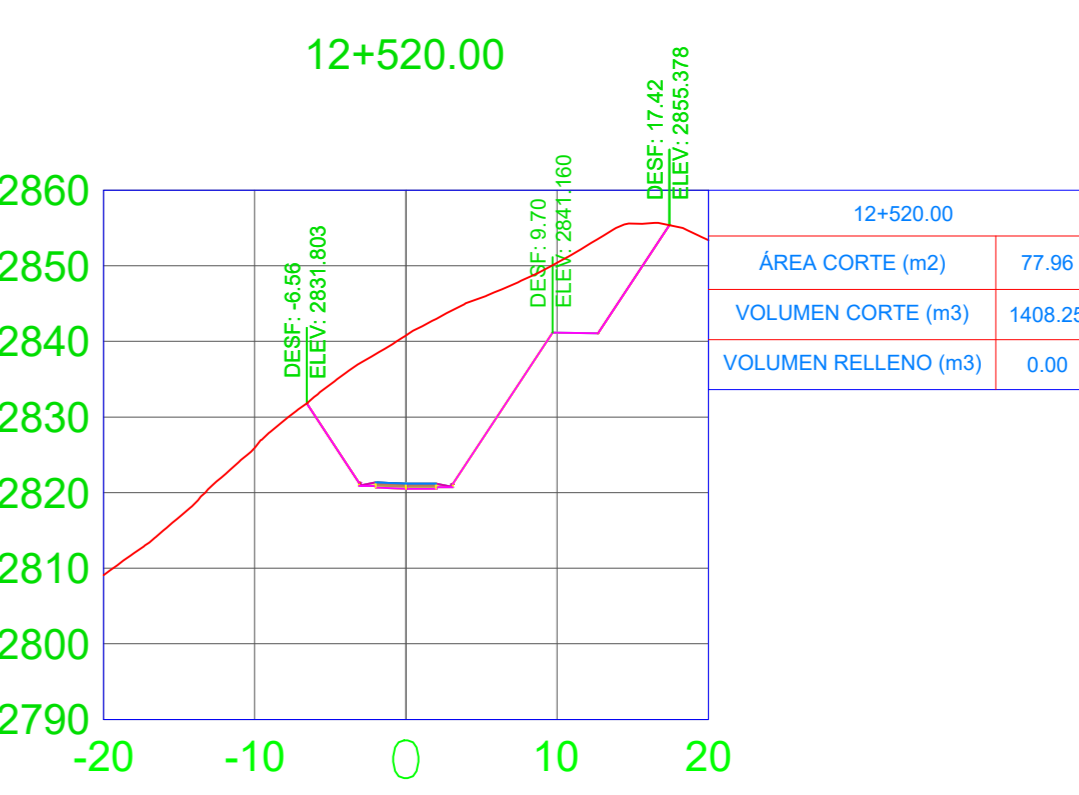
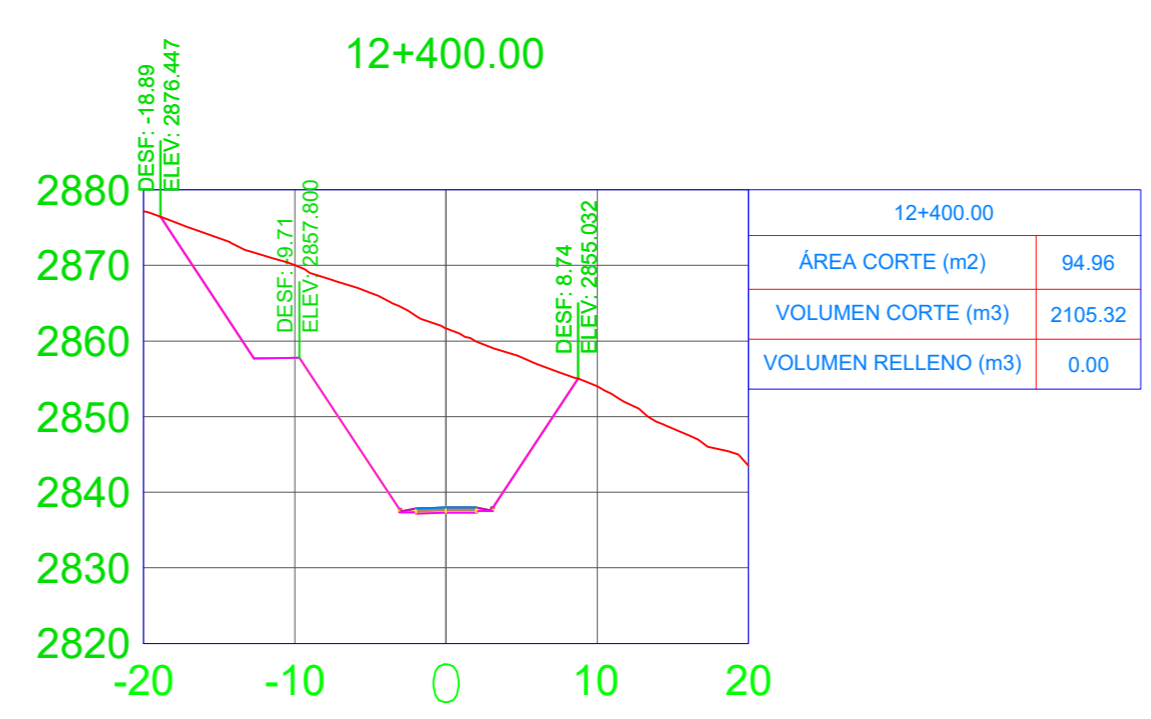
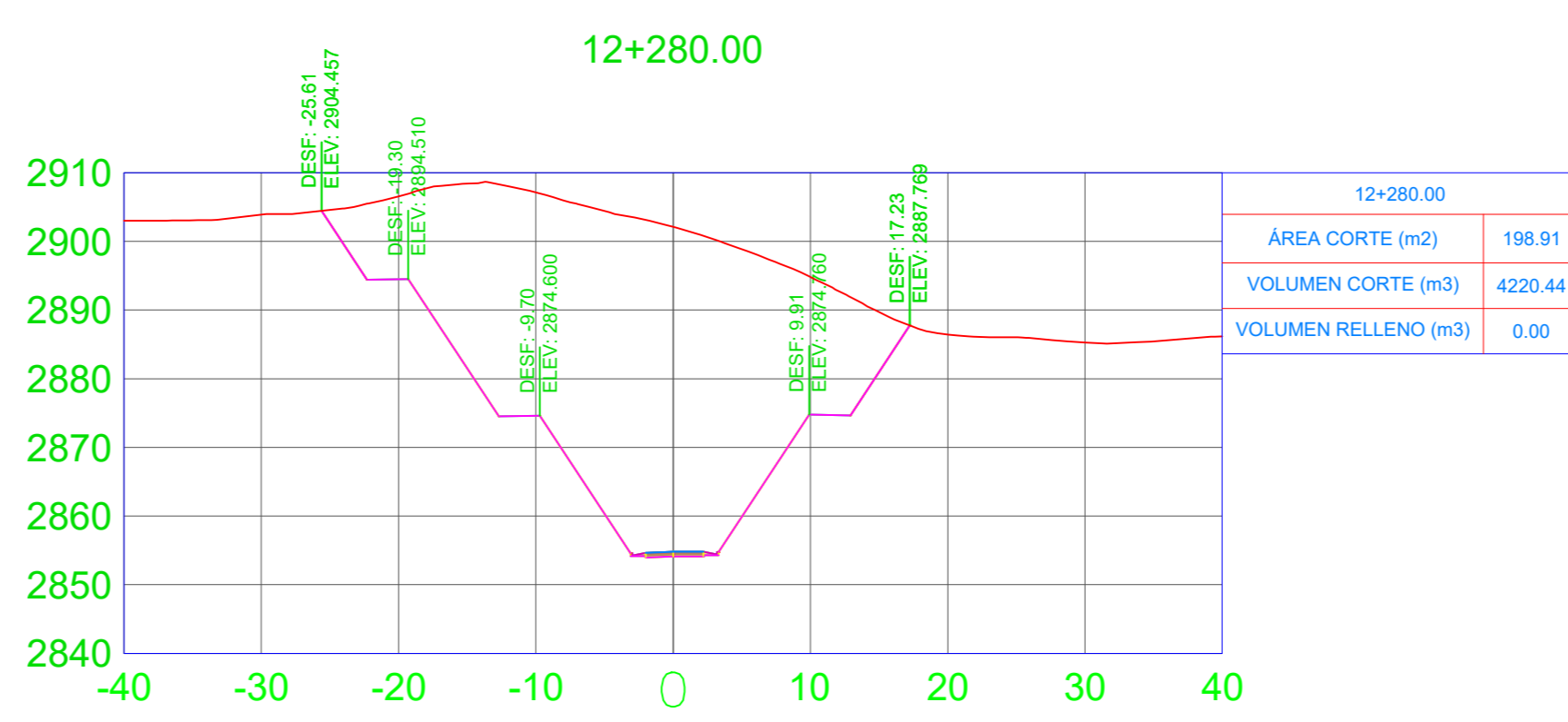
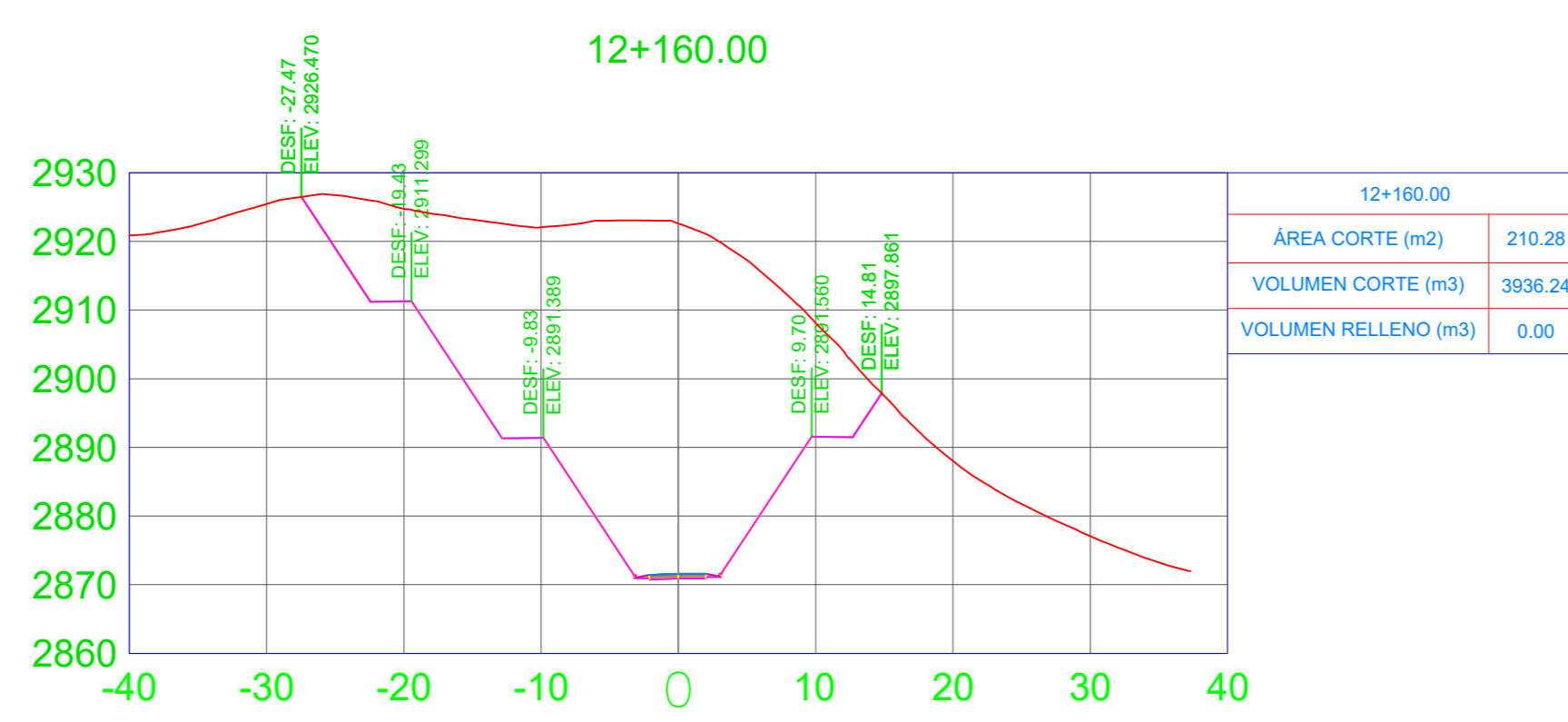
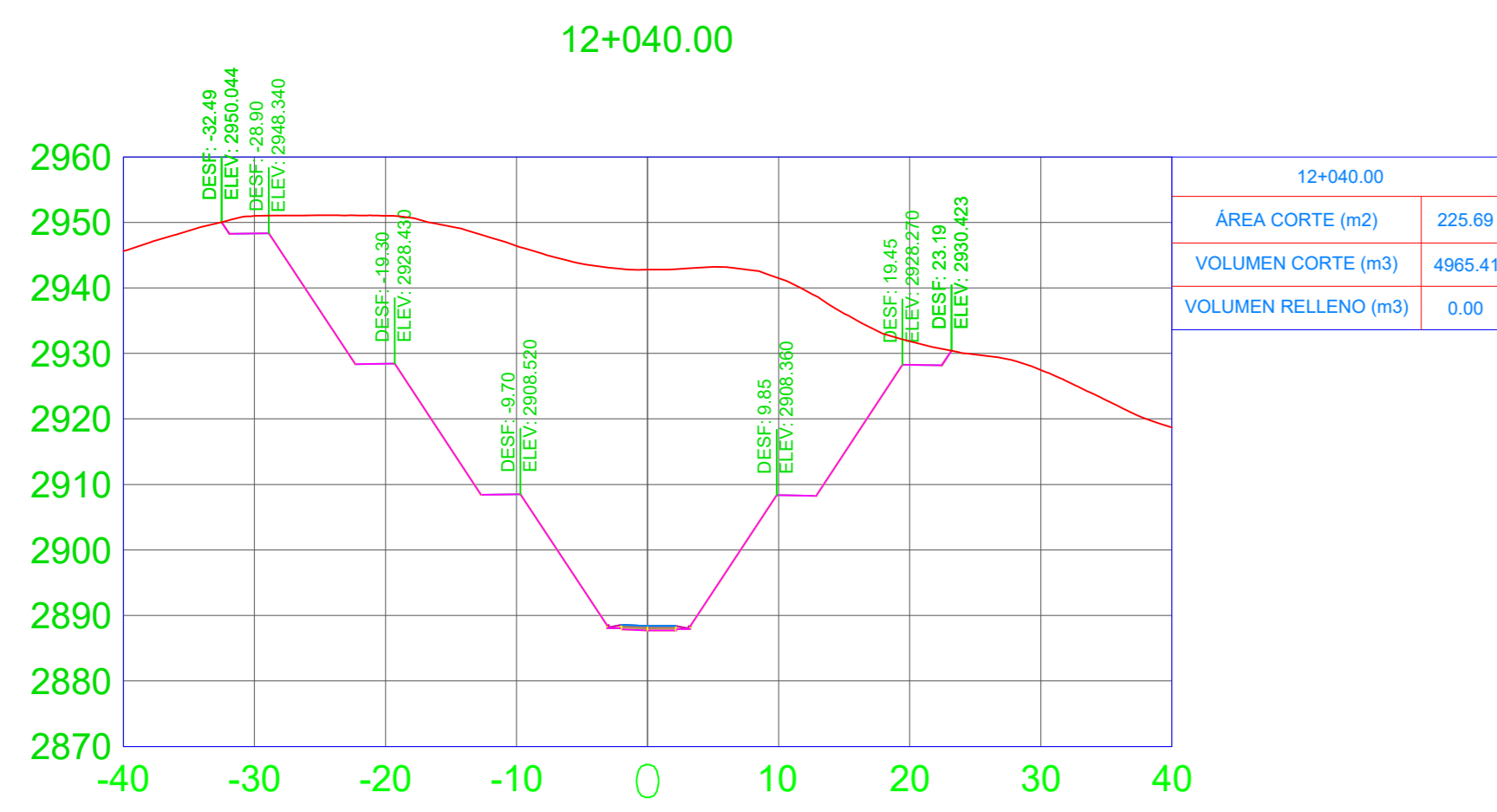
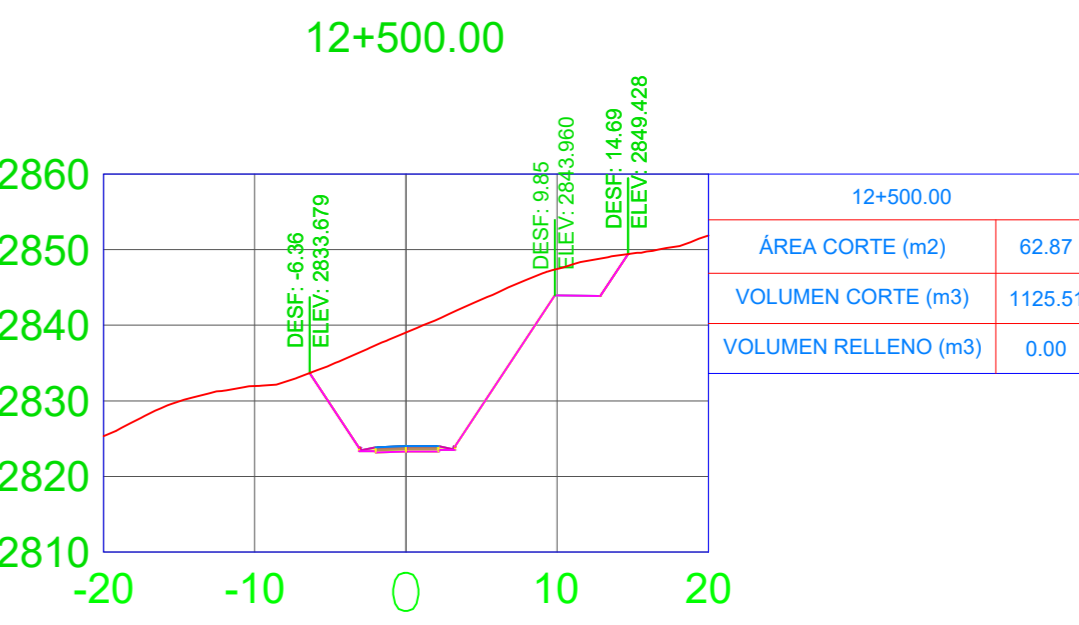
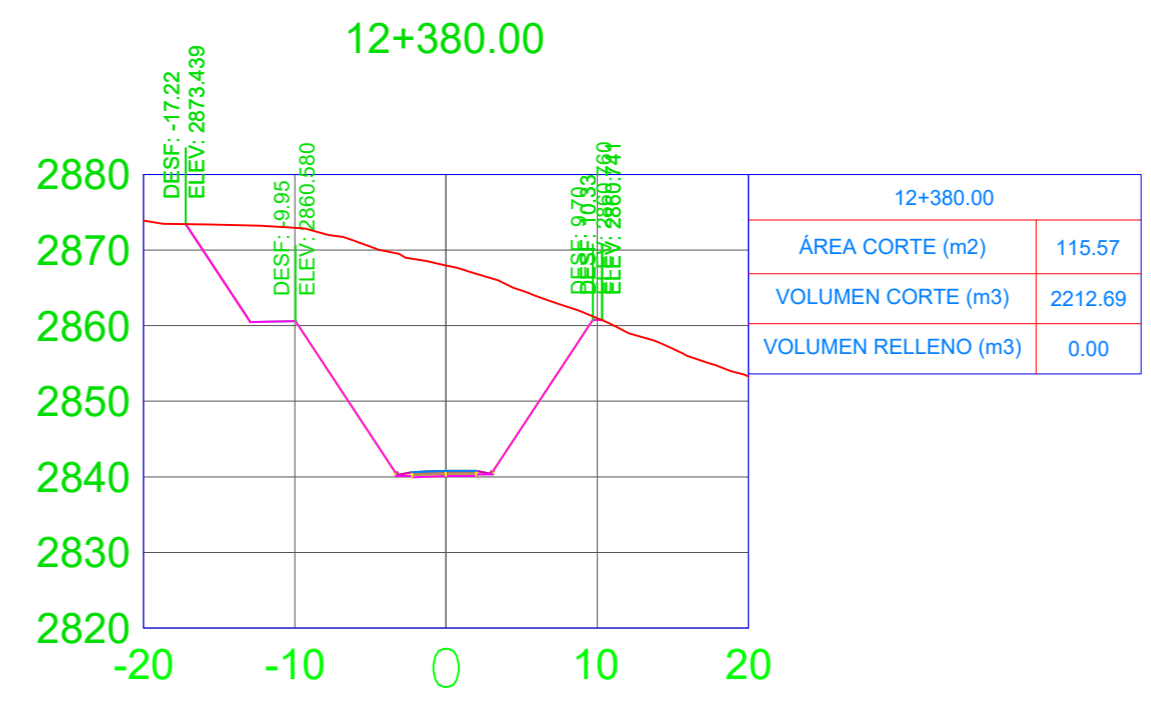
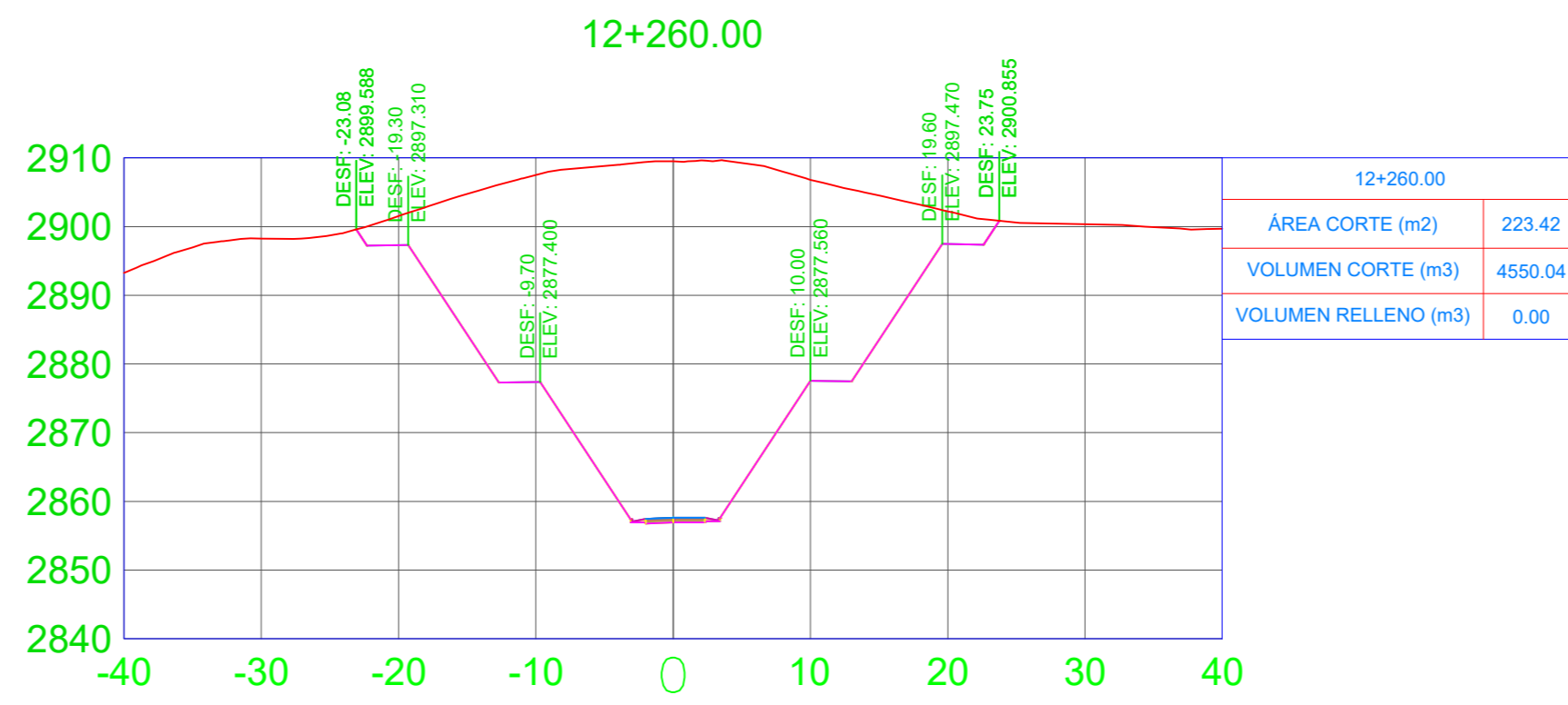
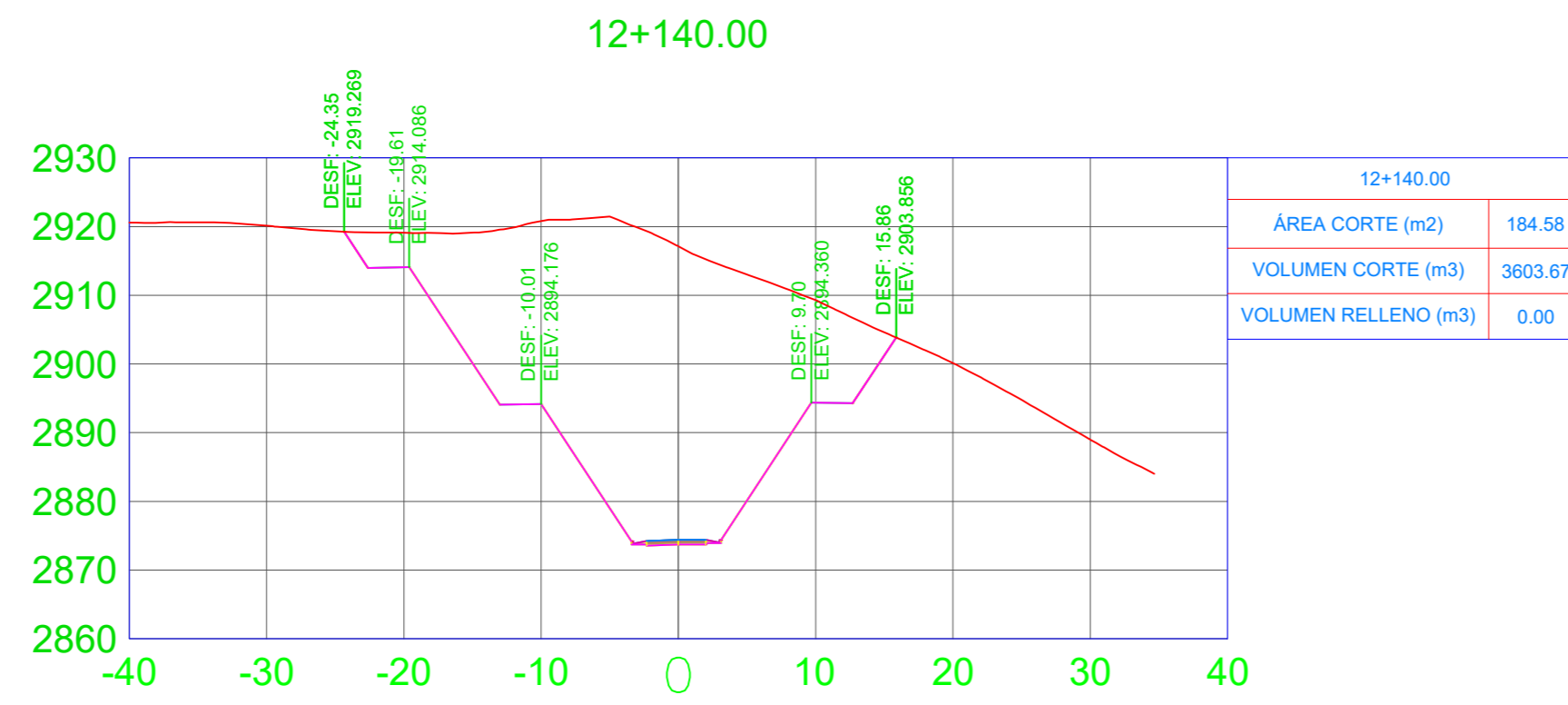
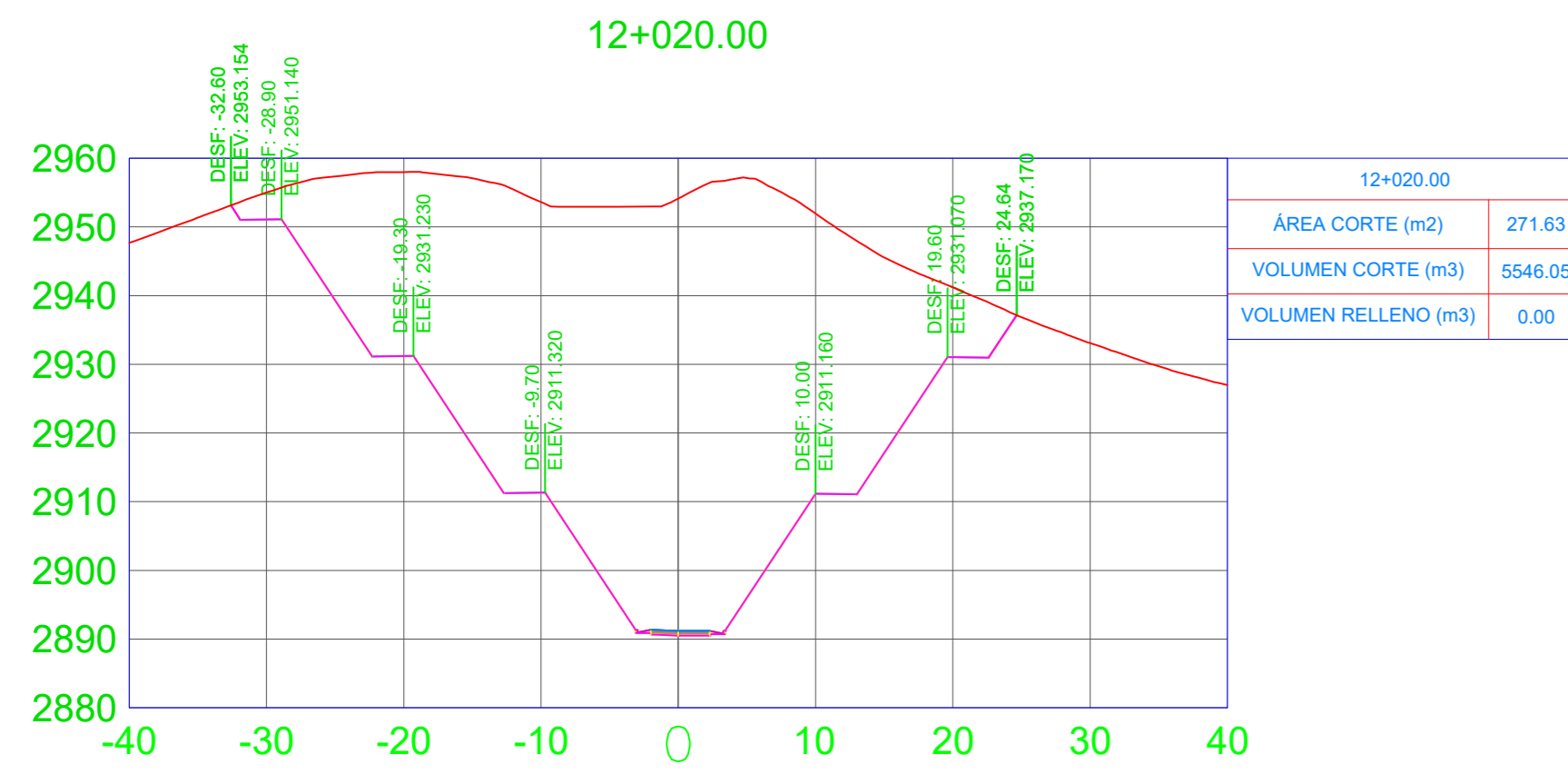
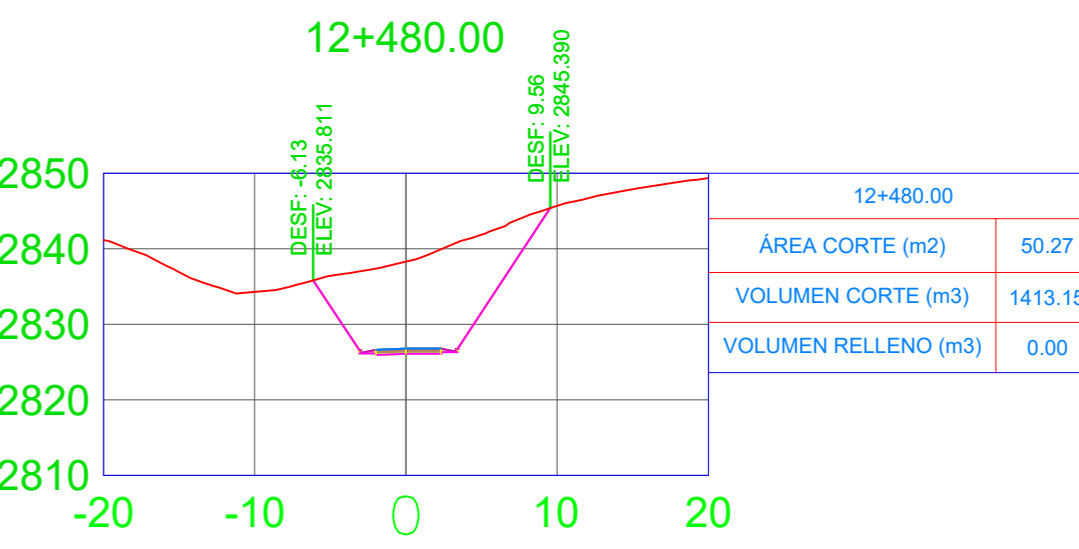
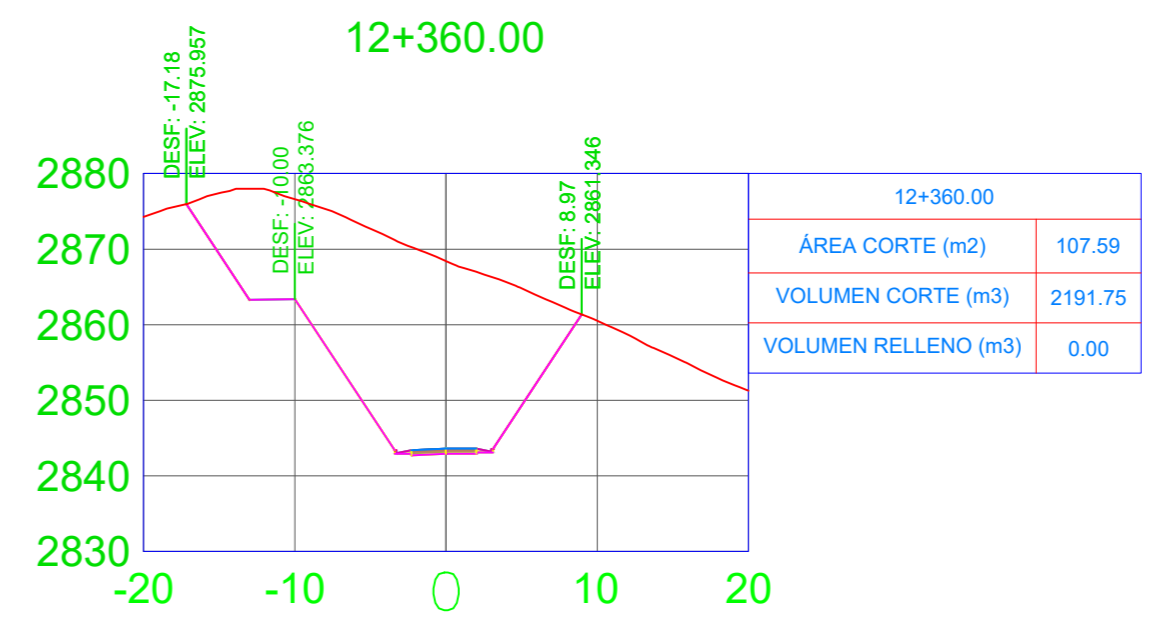
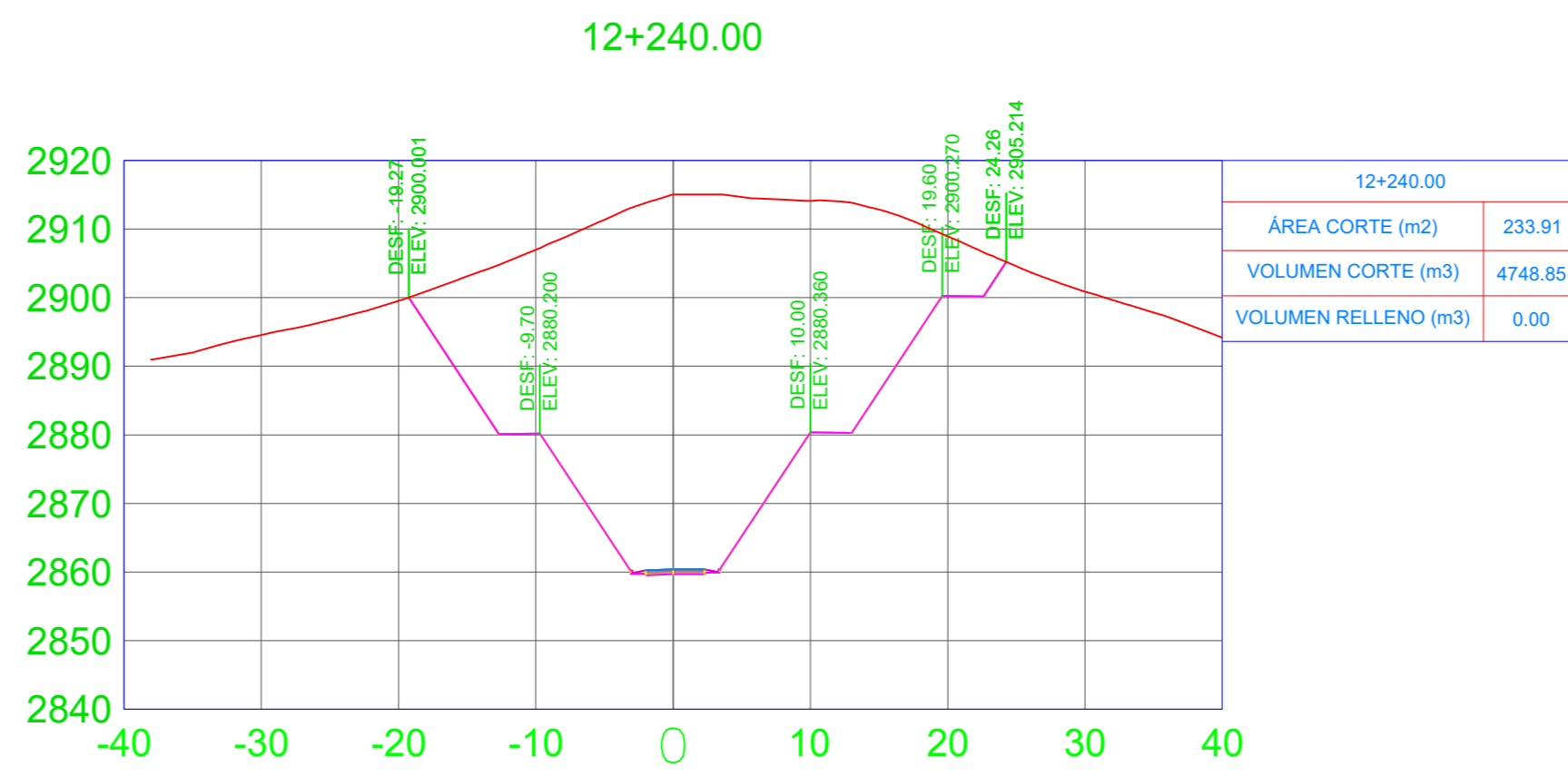
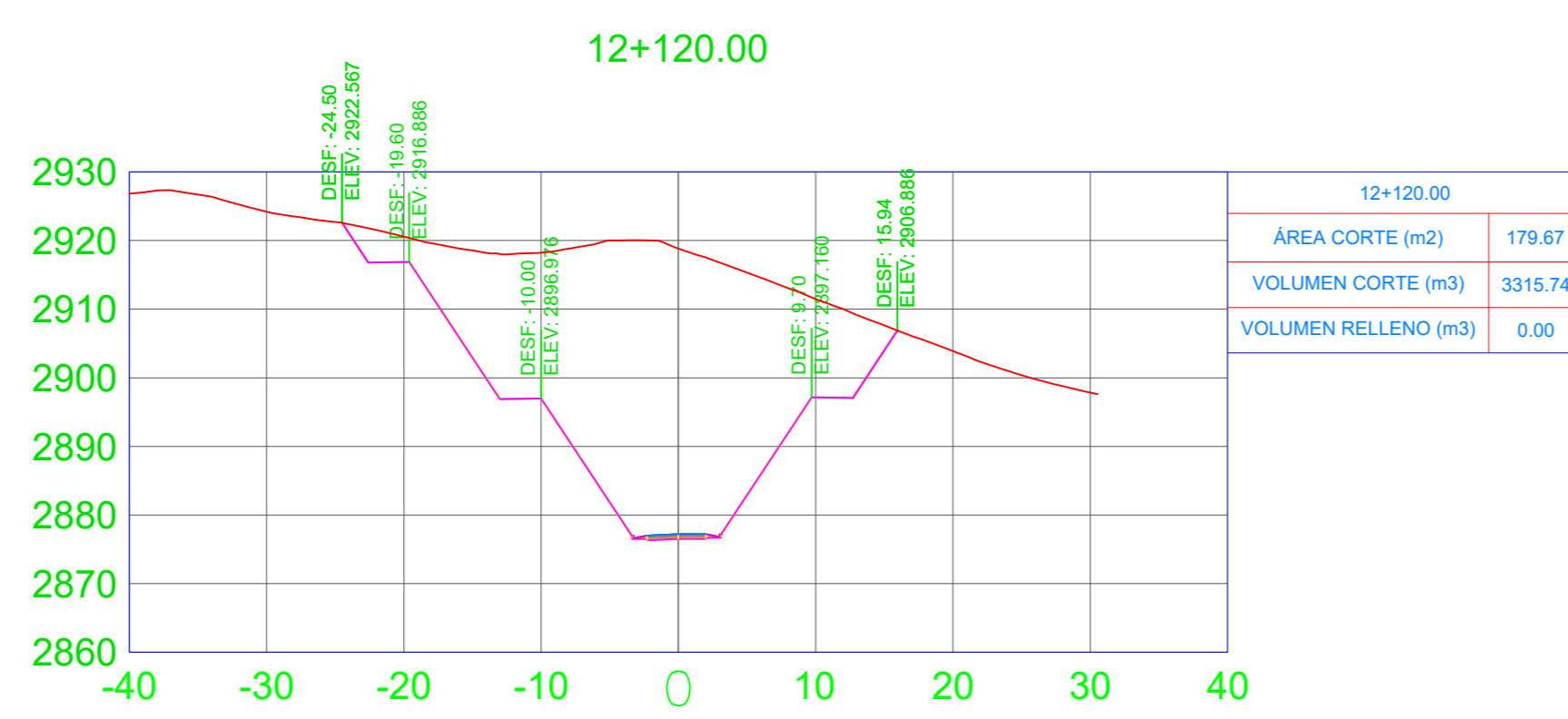
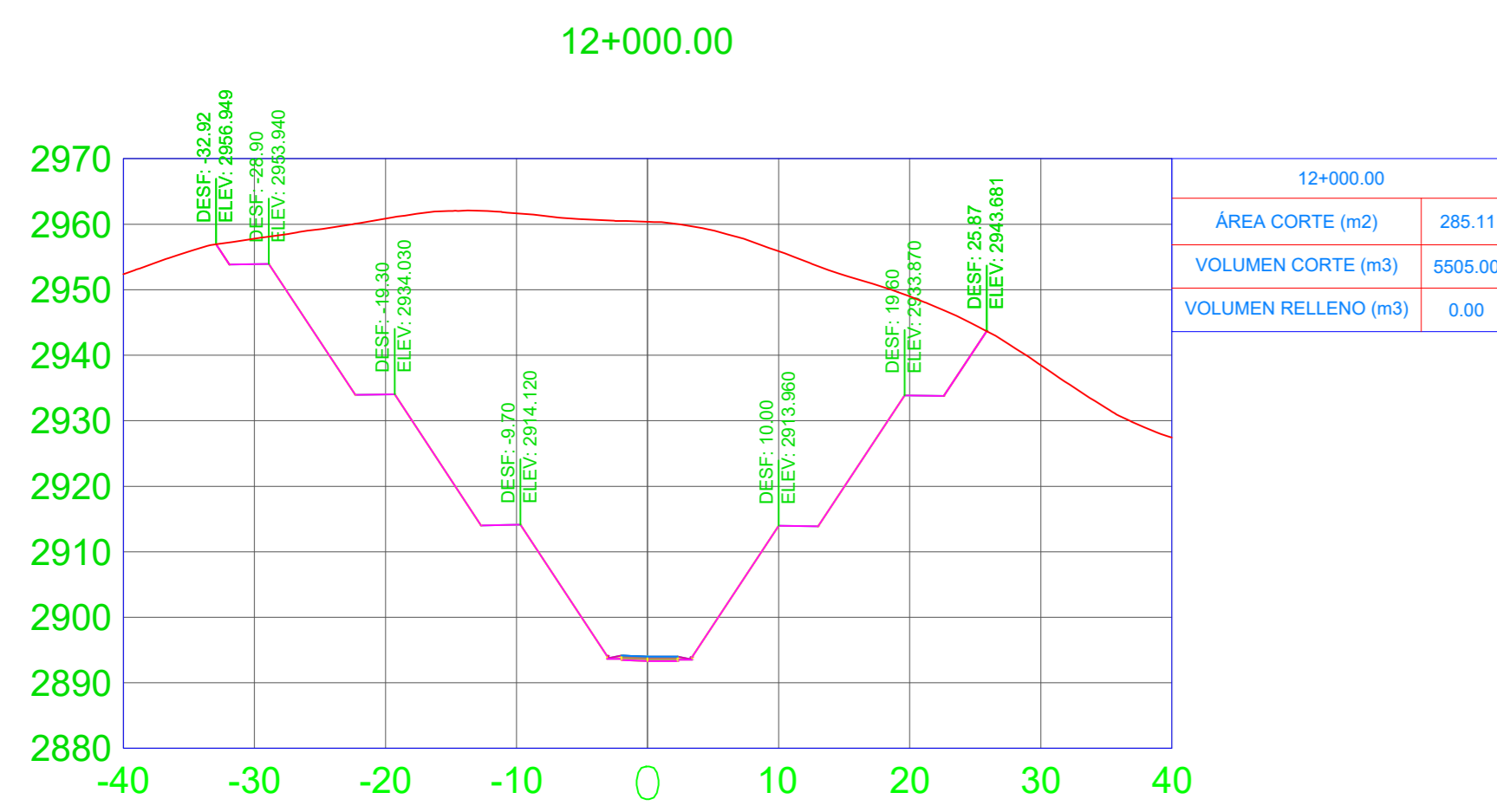
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 12+000.00 - KM 12+580.00

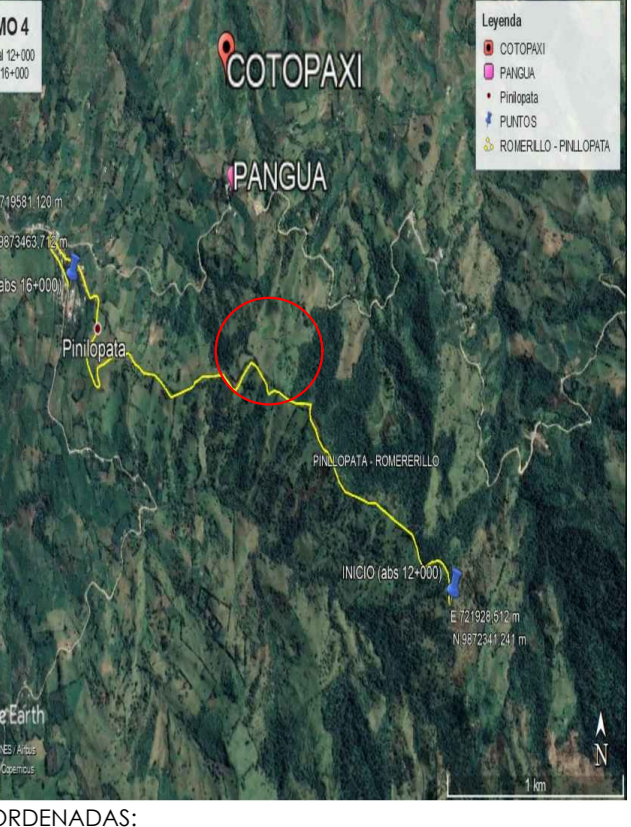
ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:
SC 1/6

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILO - PINLLOPATA
- EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGLIA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGLIA
SECTOR SILO

TUTOR:
Ing. Mg. MARISOL BAYAS

REALIZADO POR:
DANIEL ERAIN
ANDRÉS BARRONNEUVO
EGREDAO

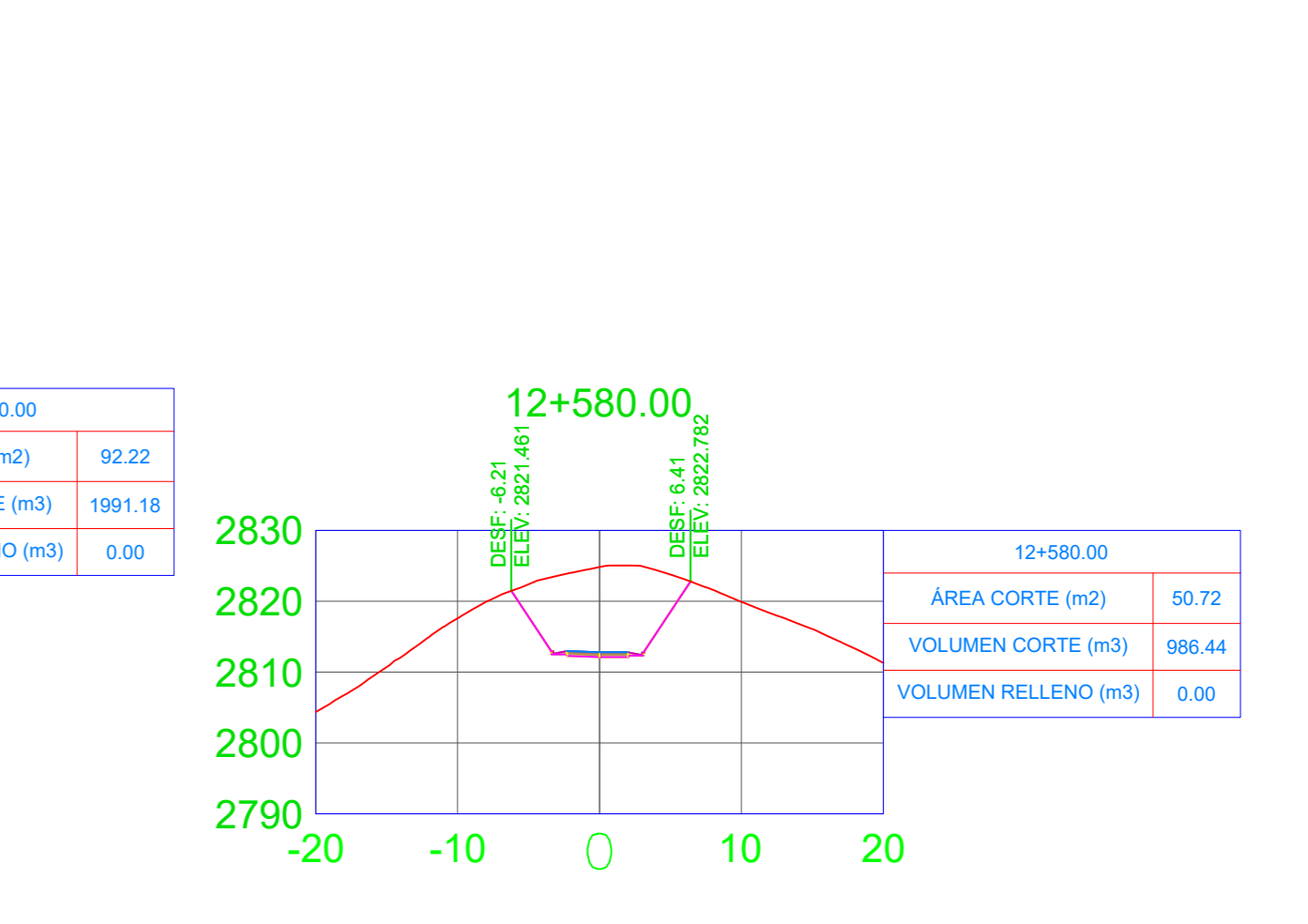
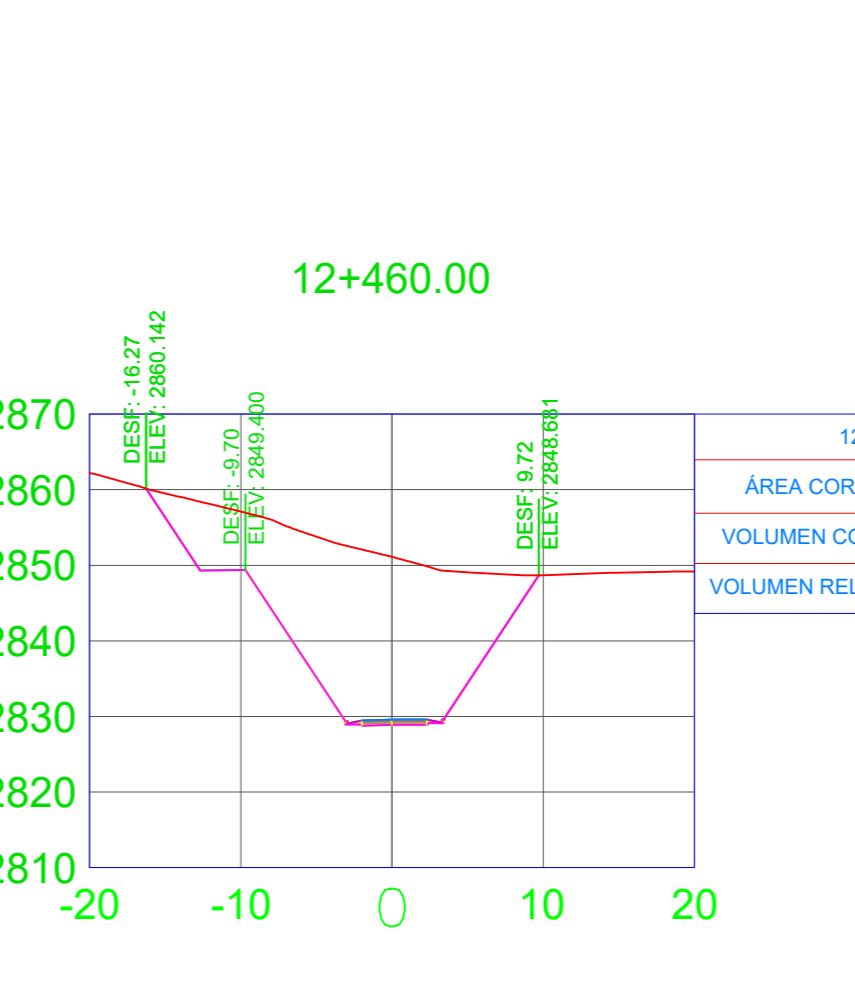
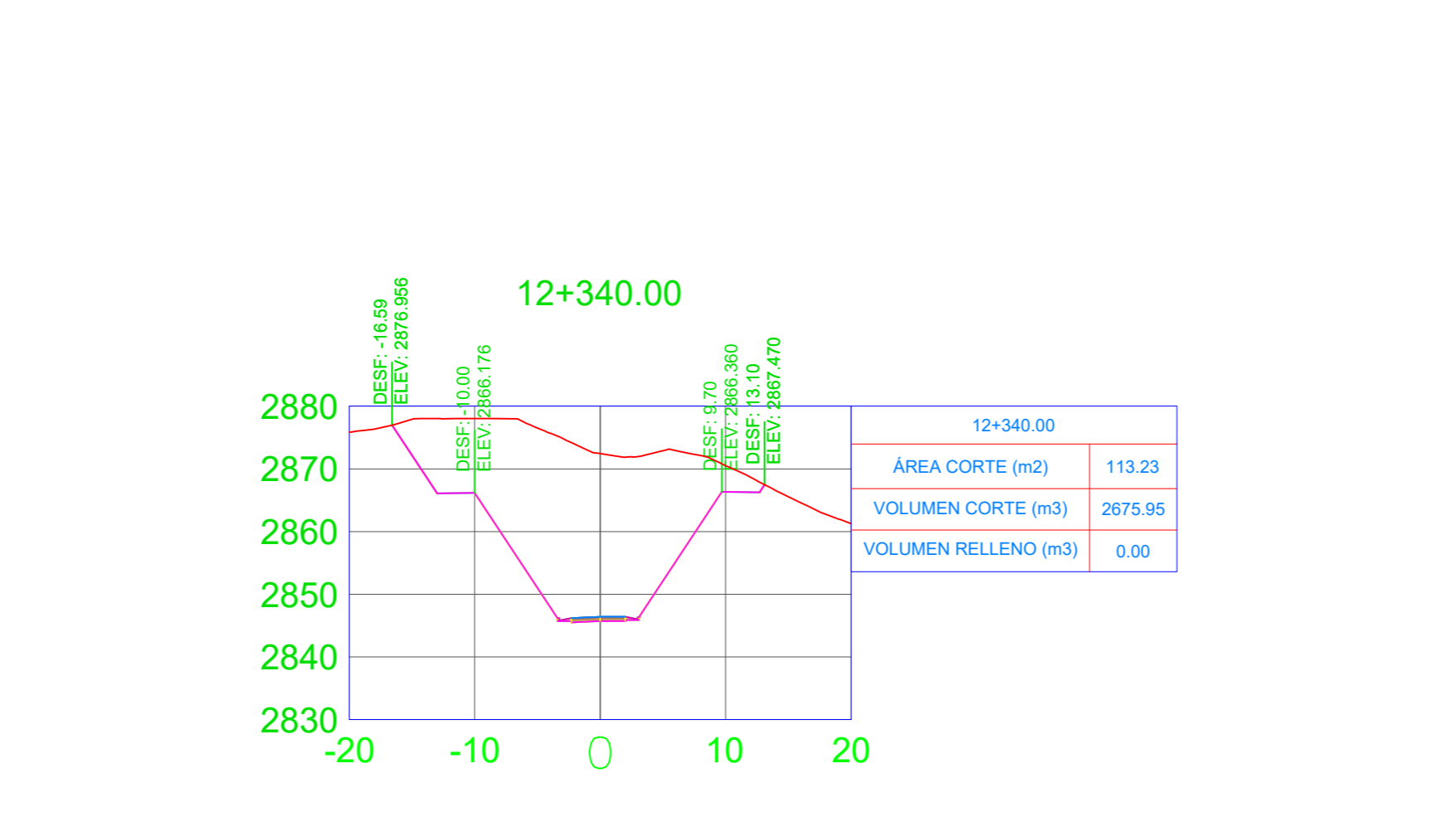
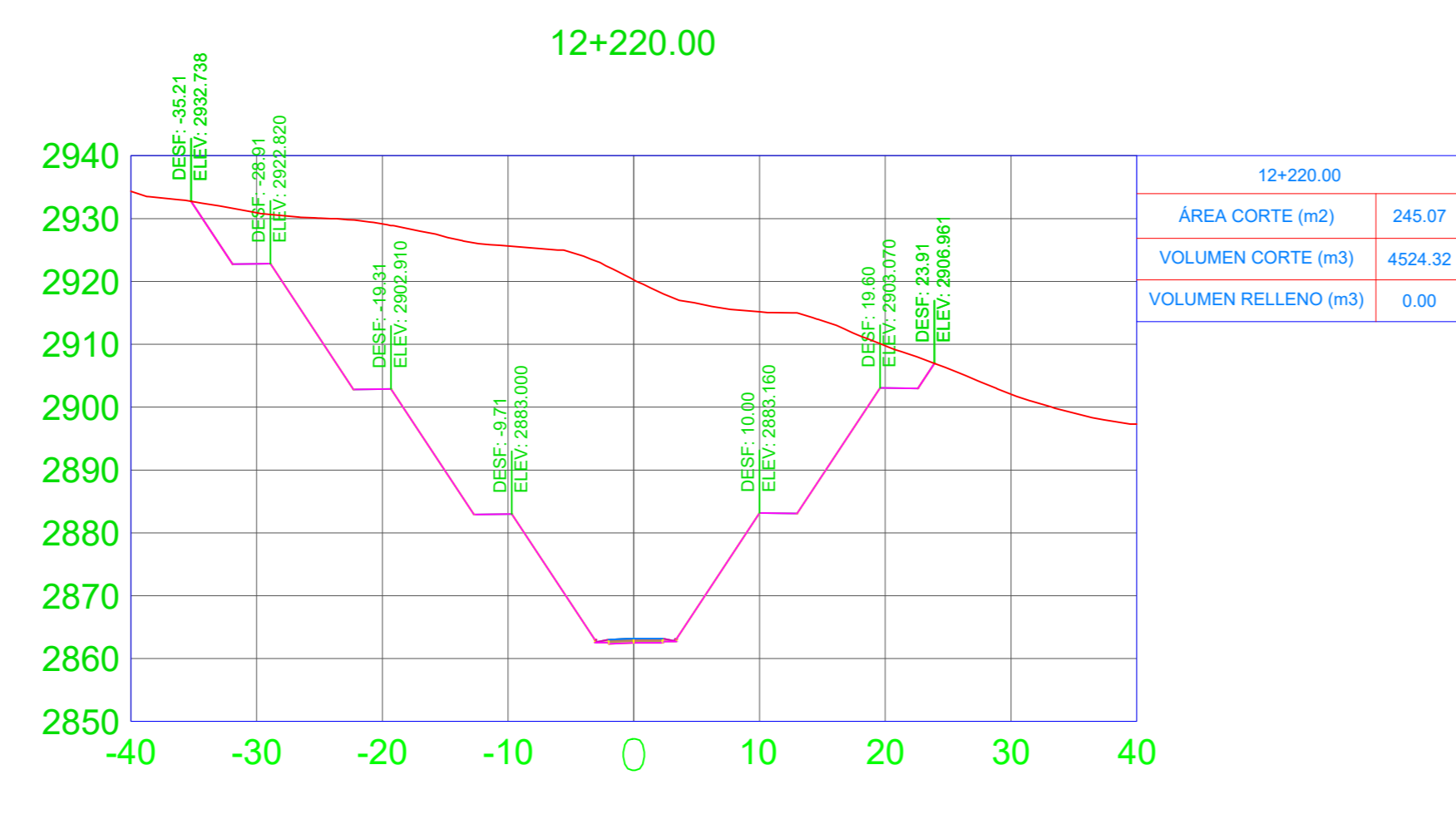
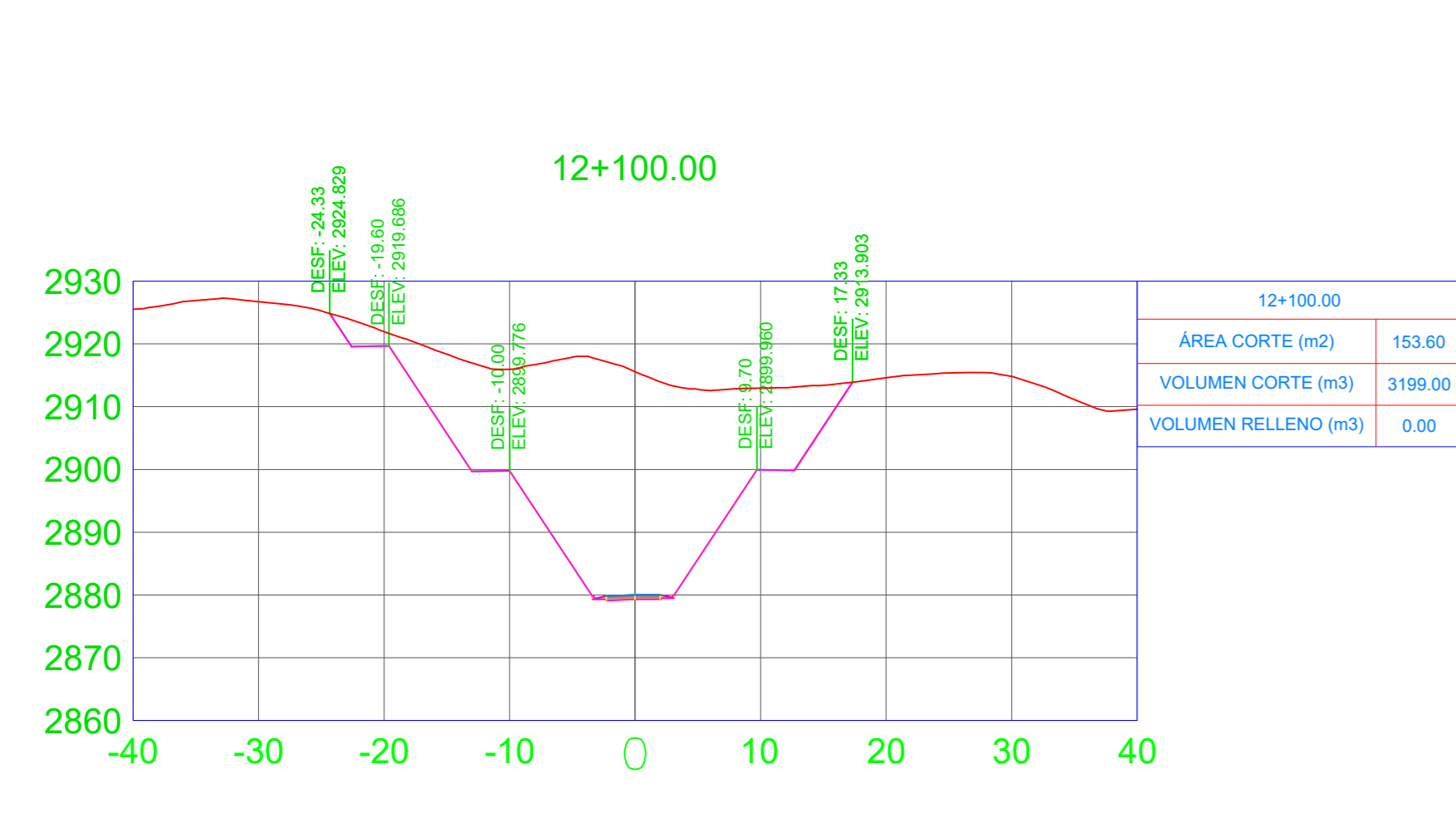
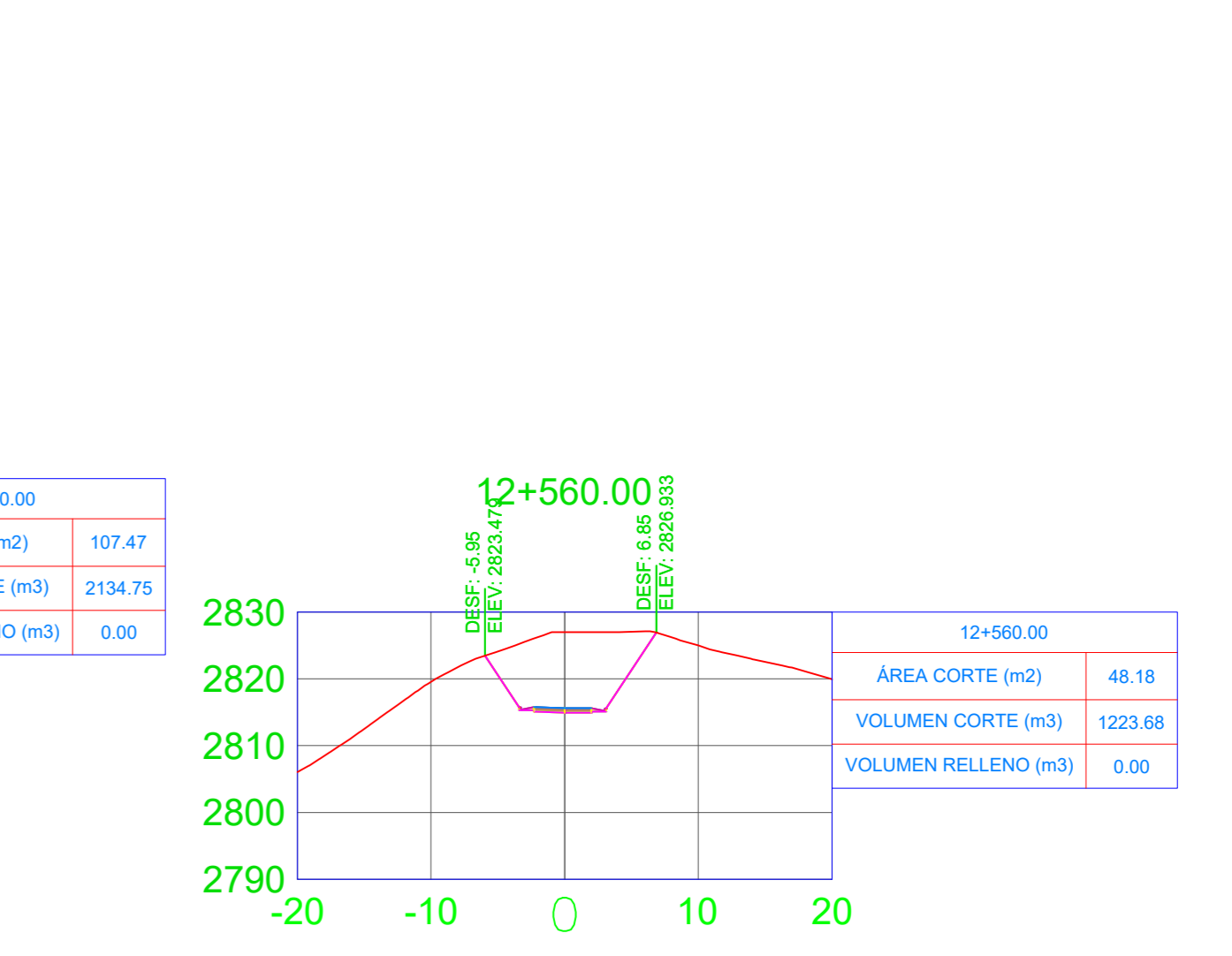
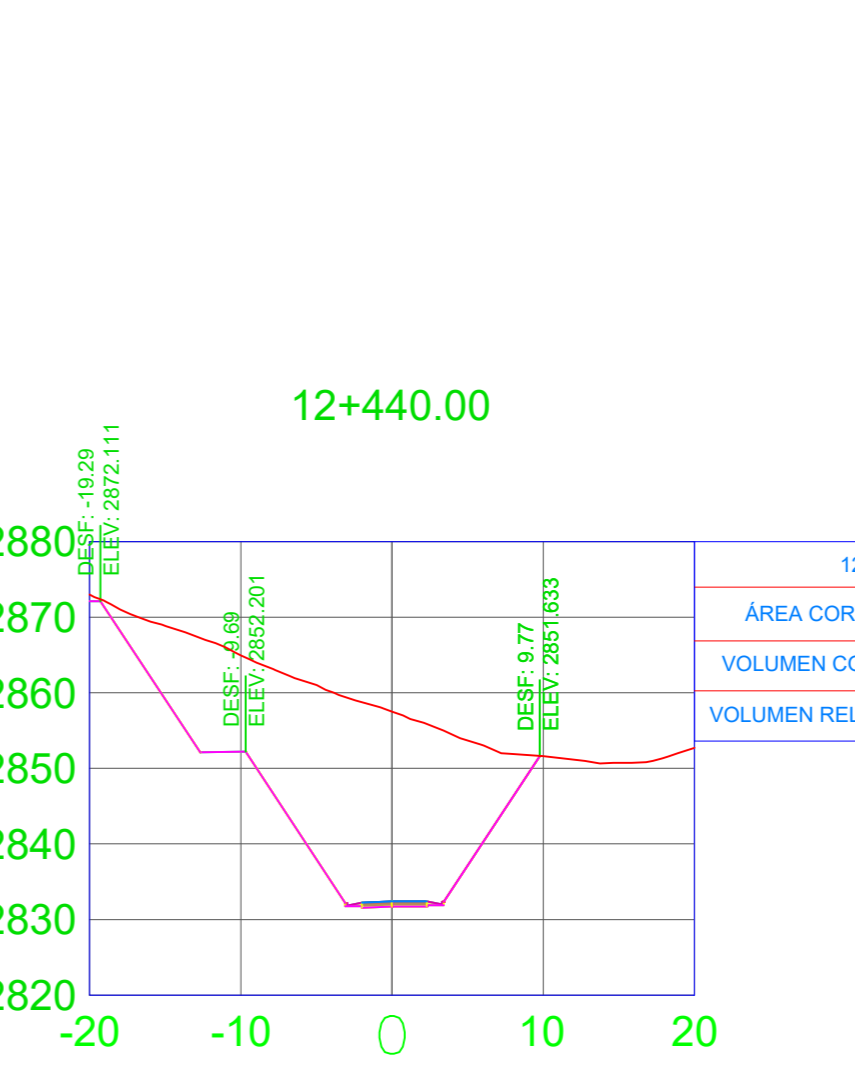
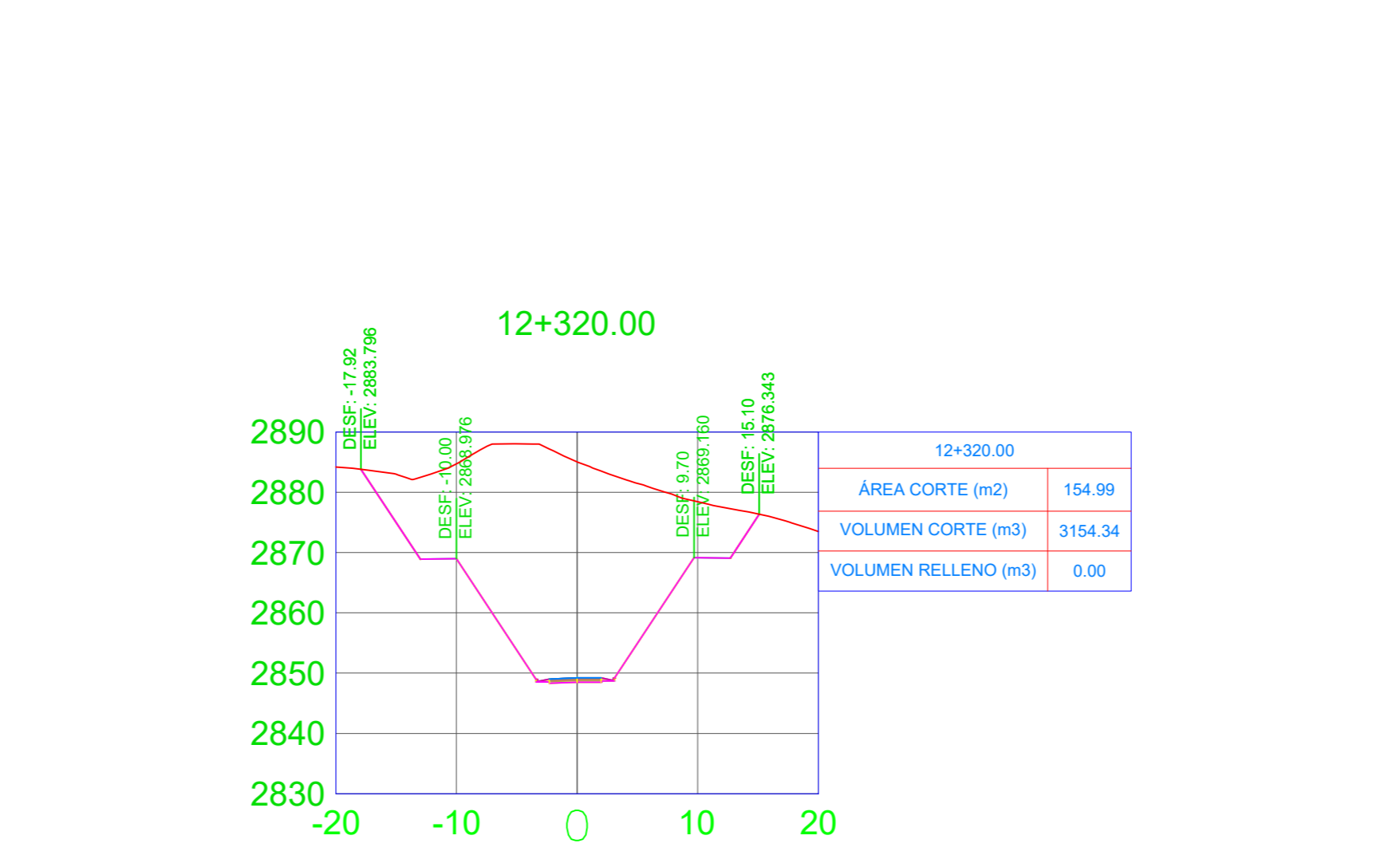
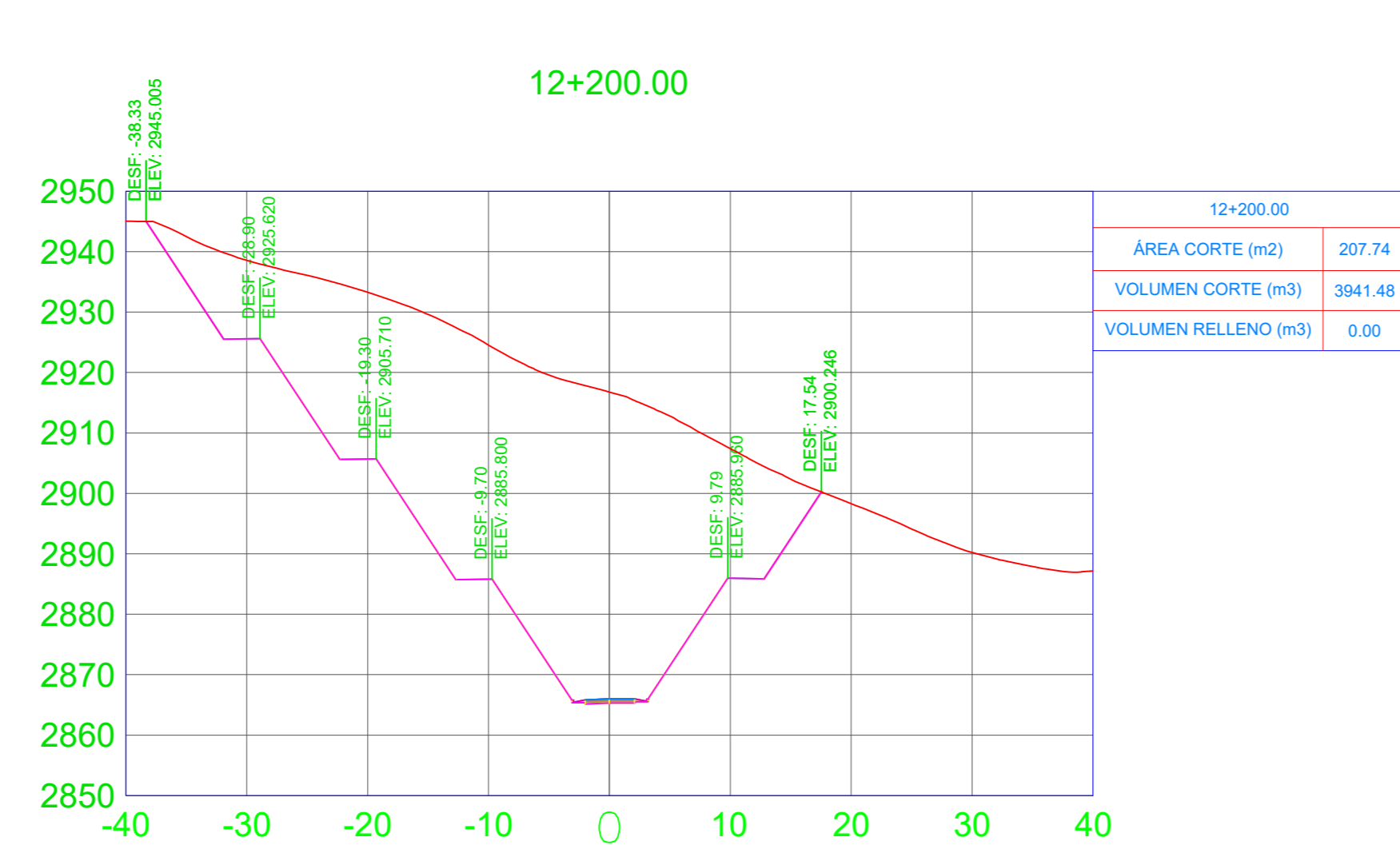
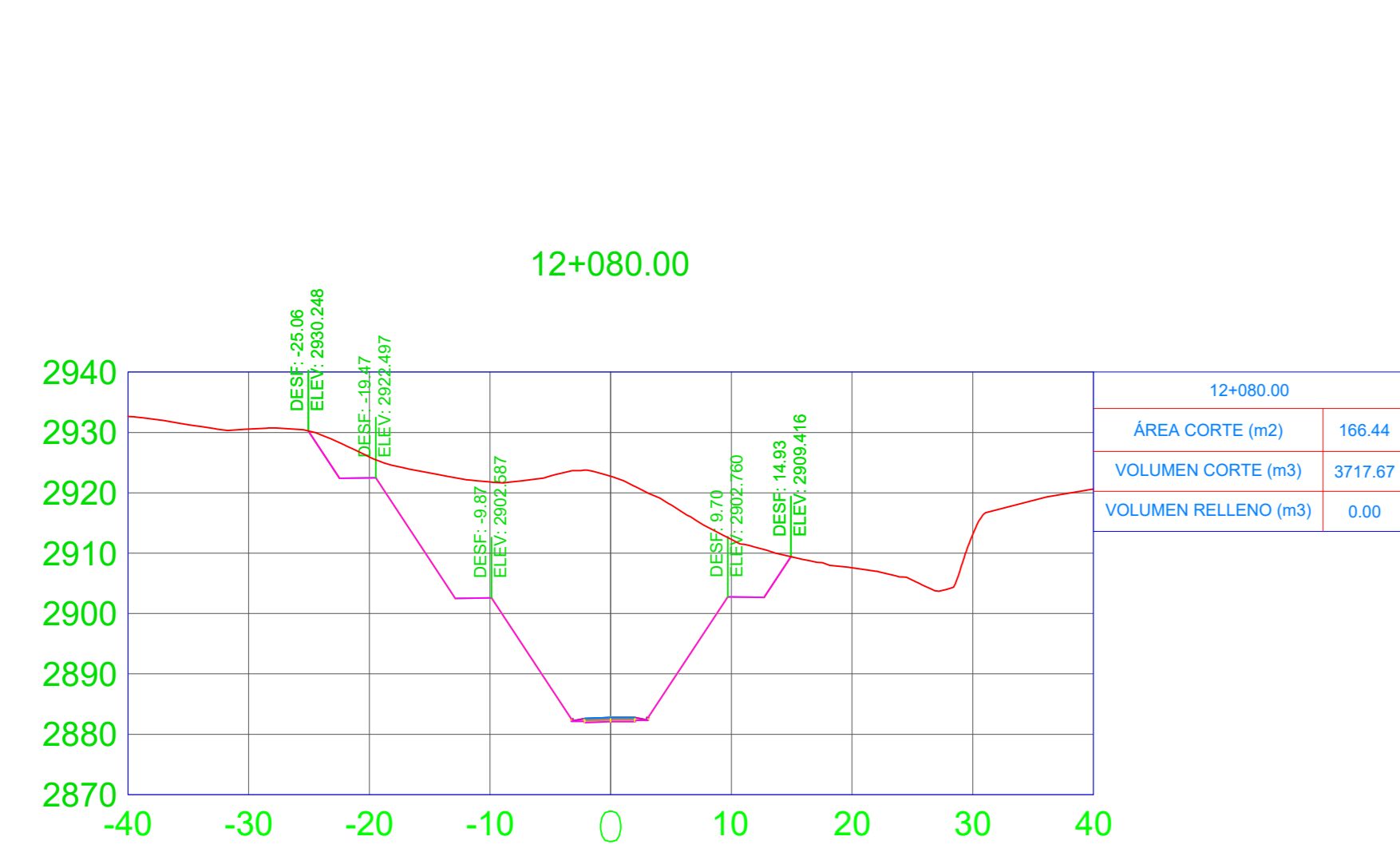
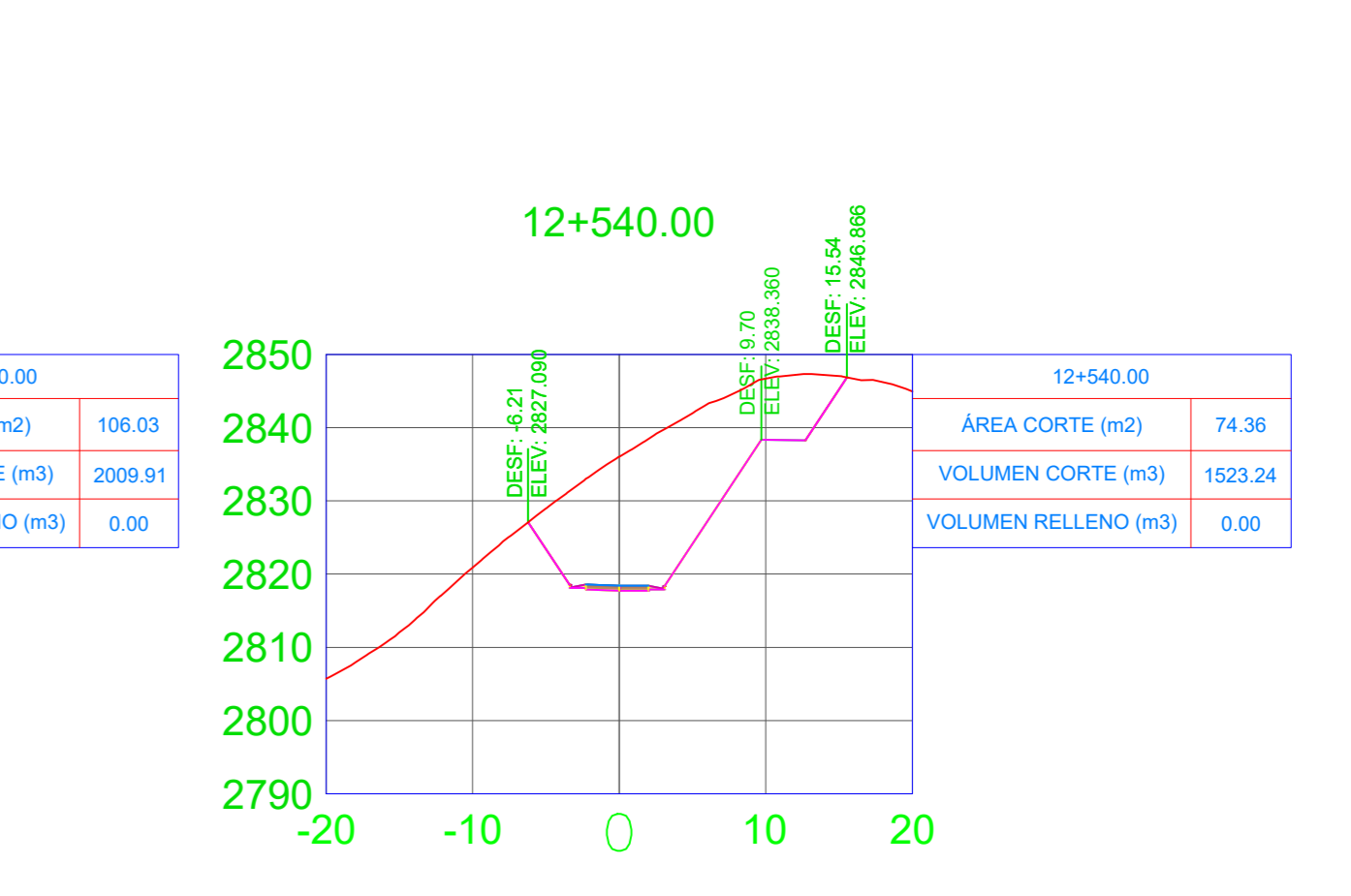
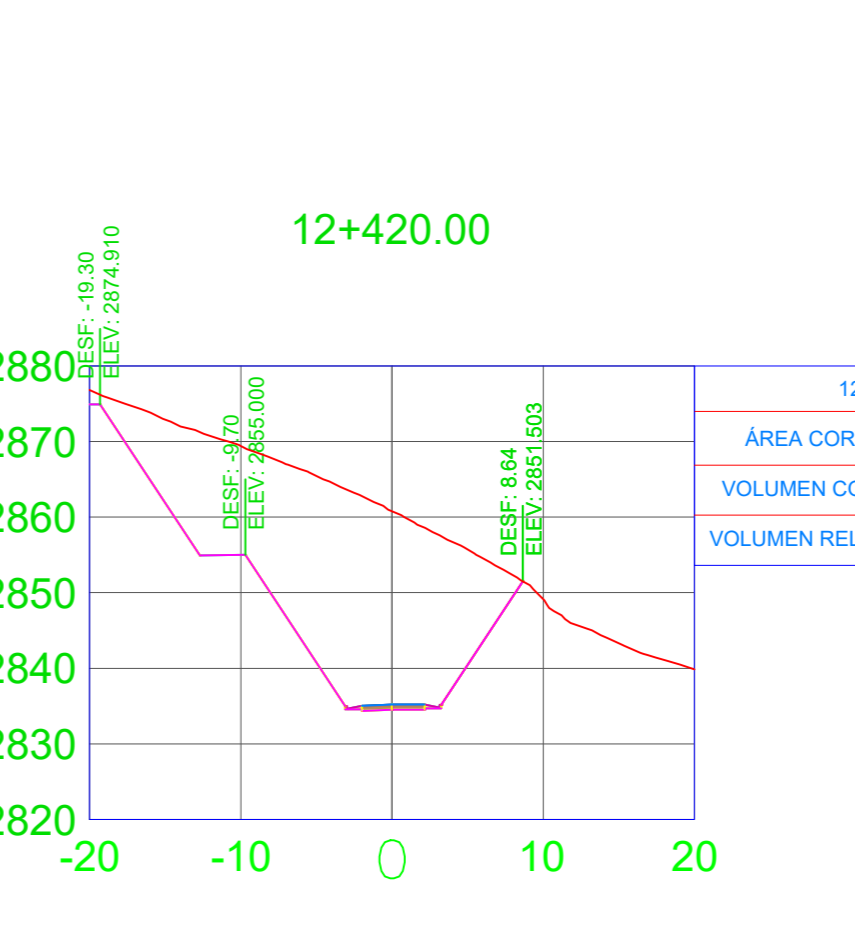
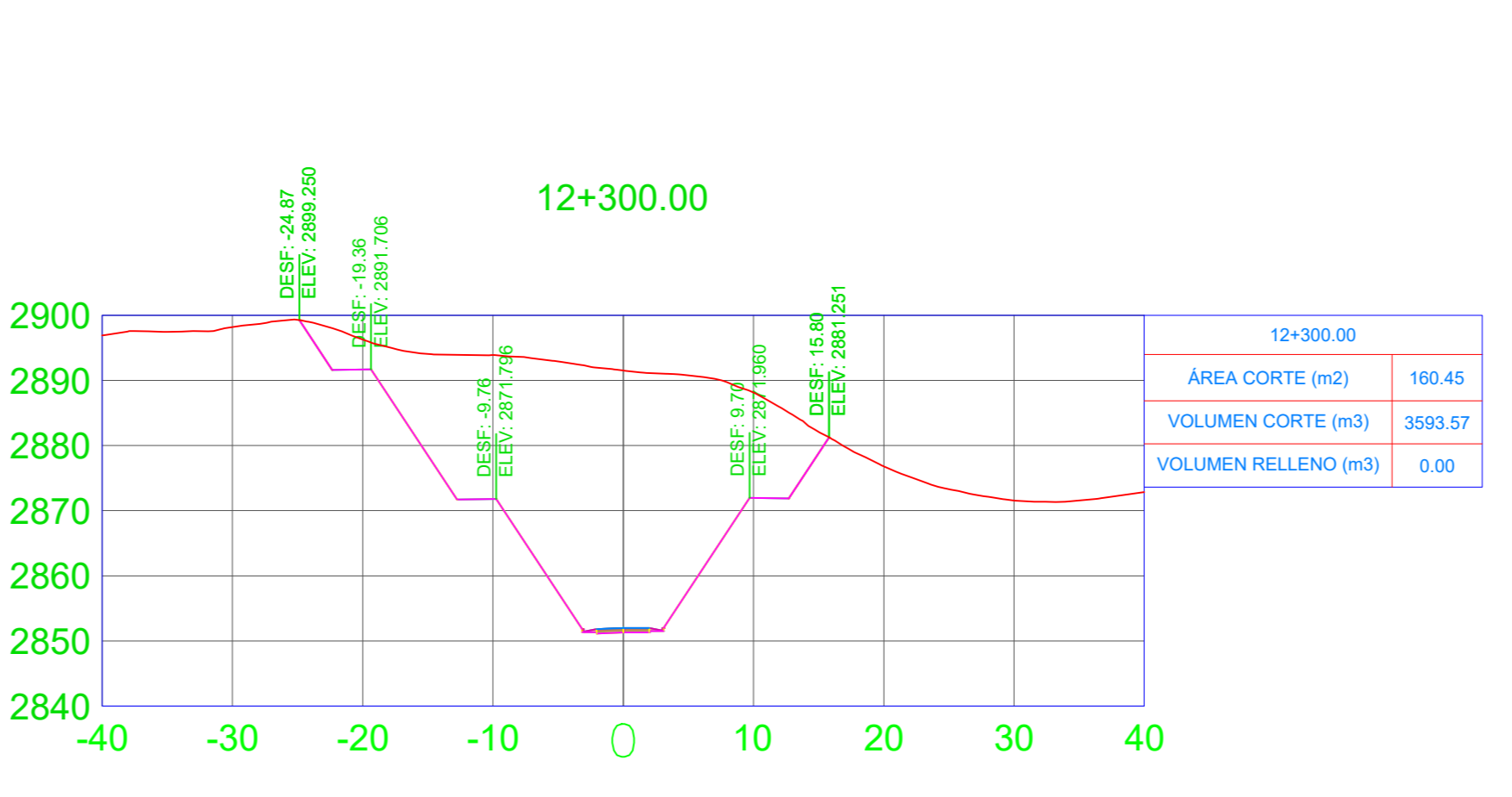
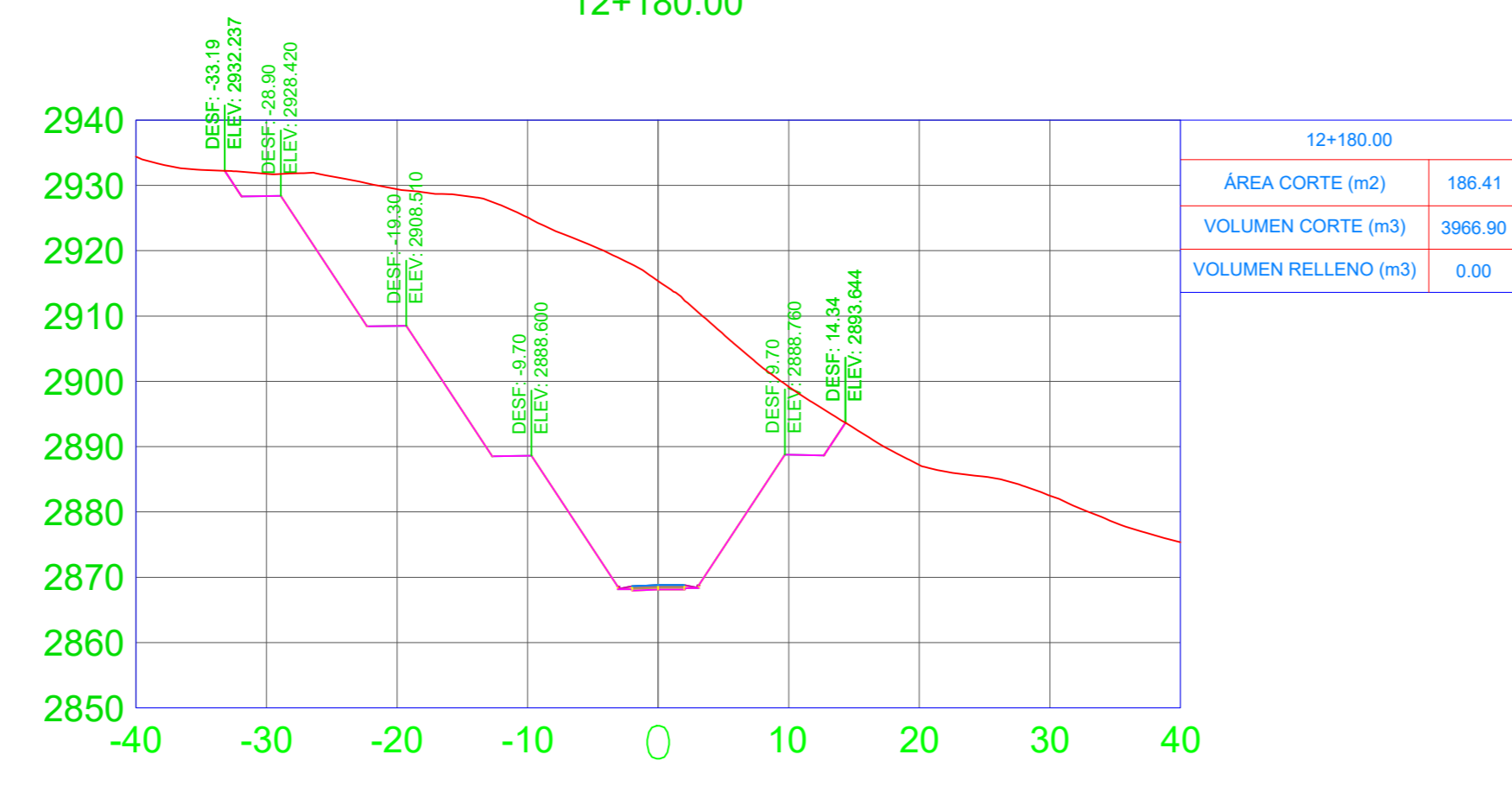
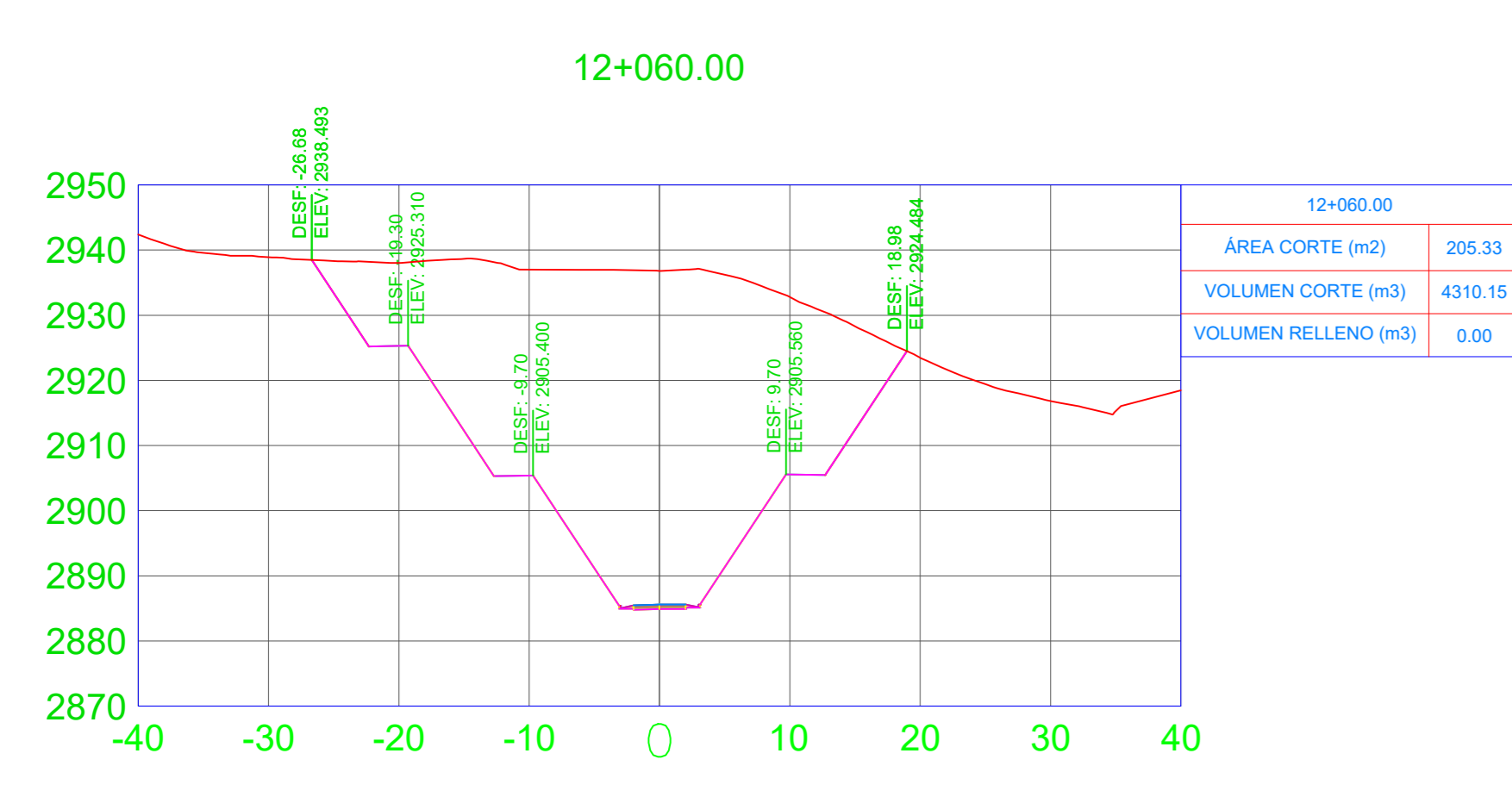
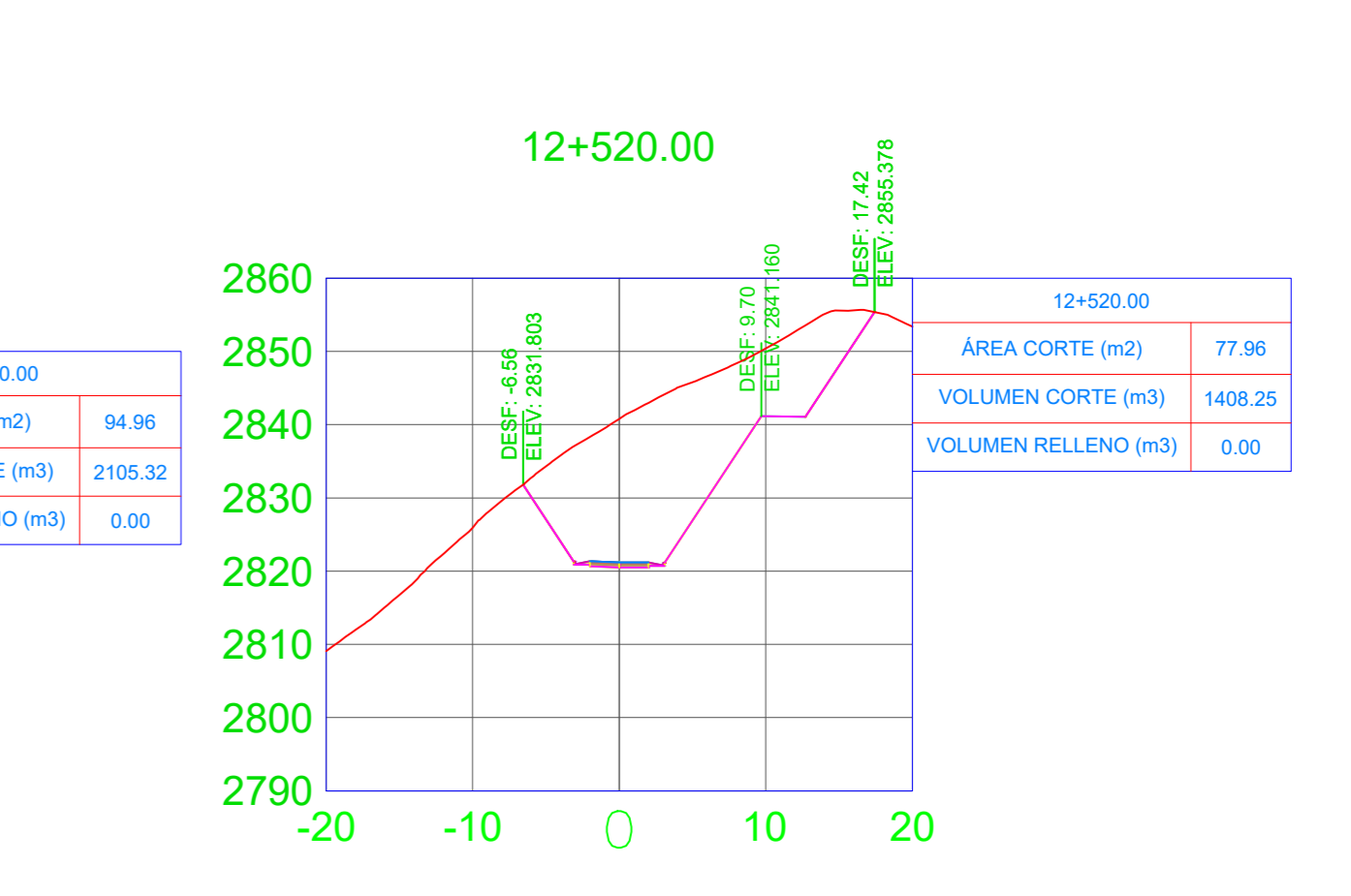
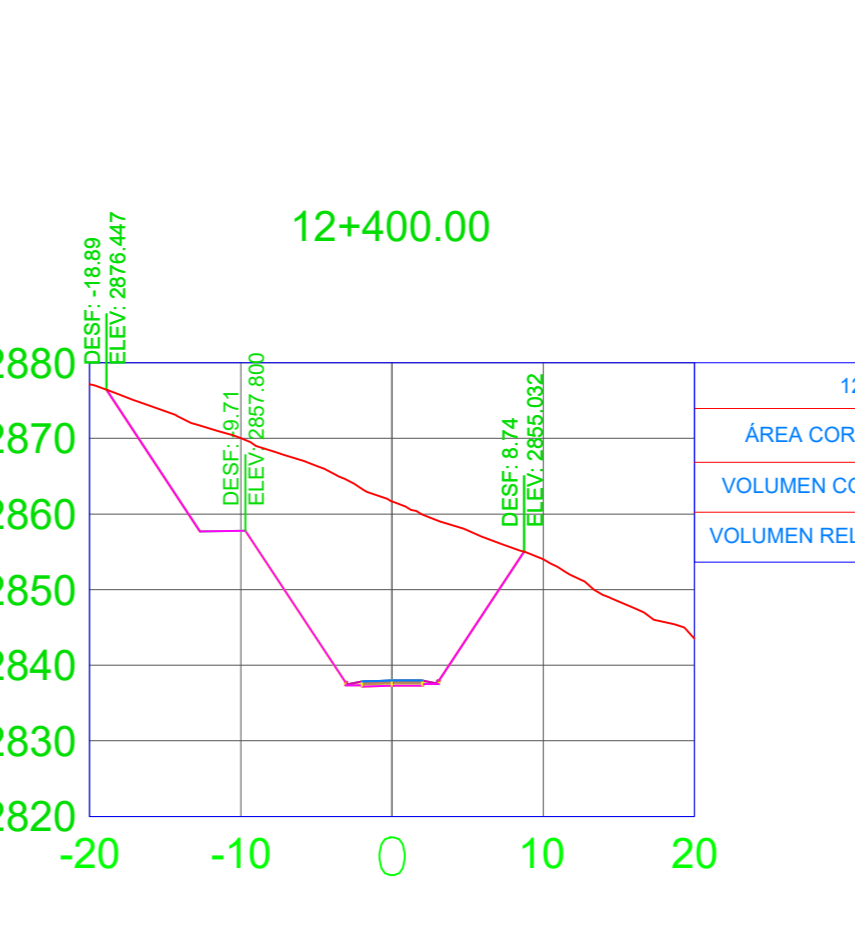
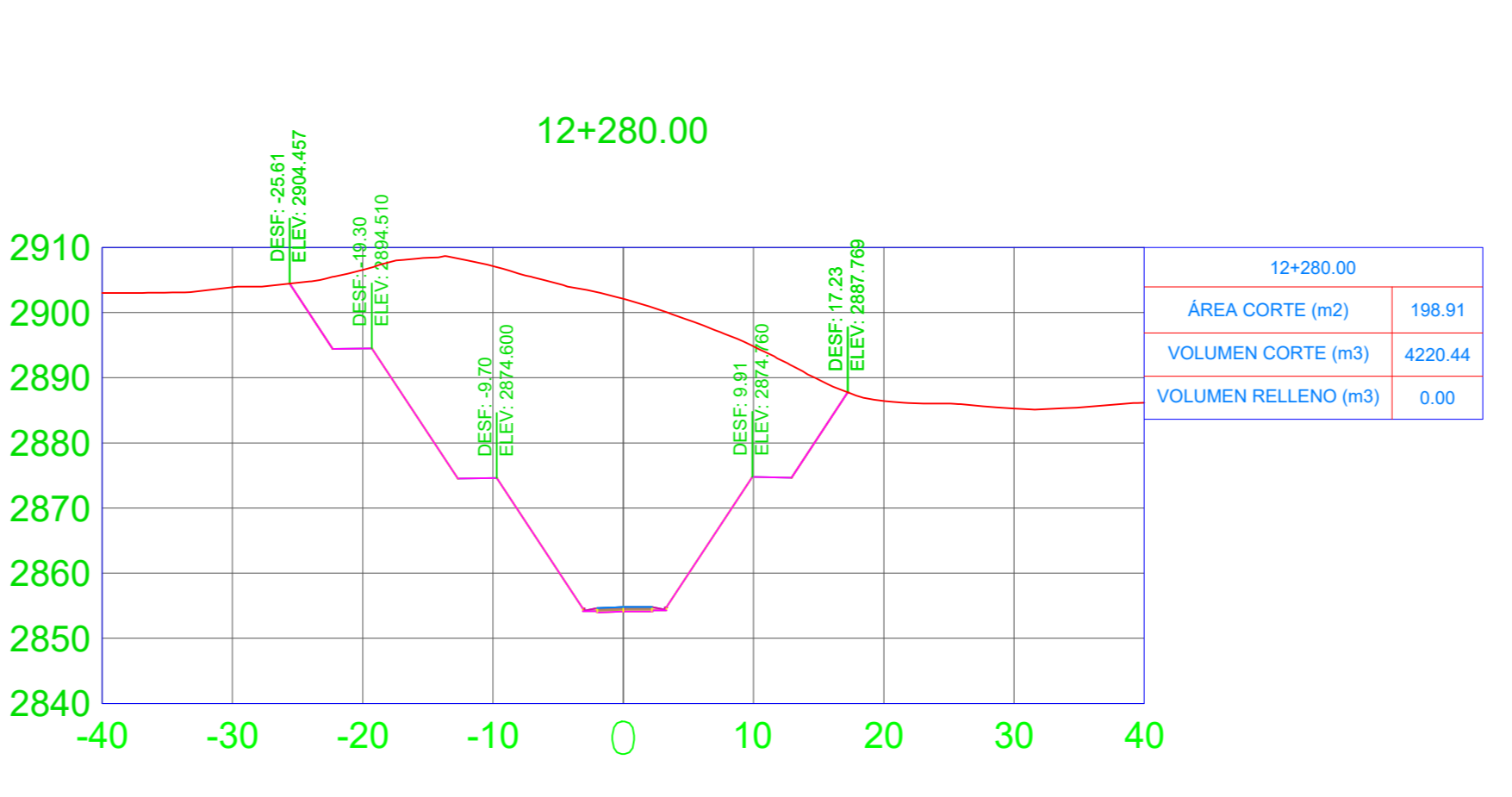
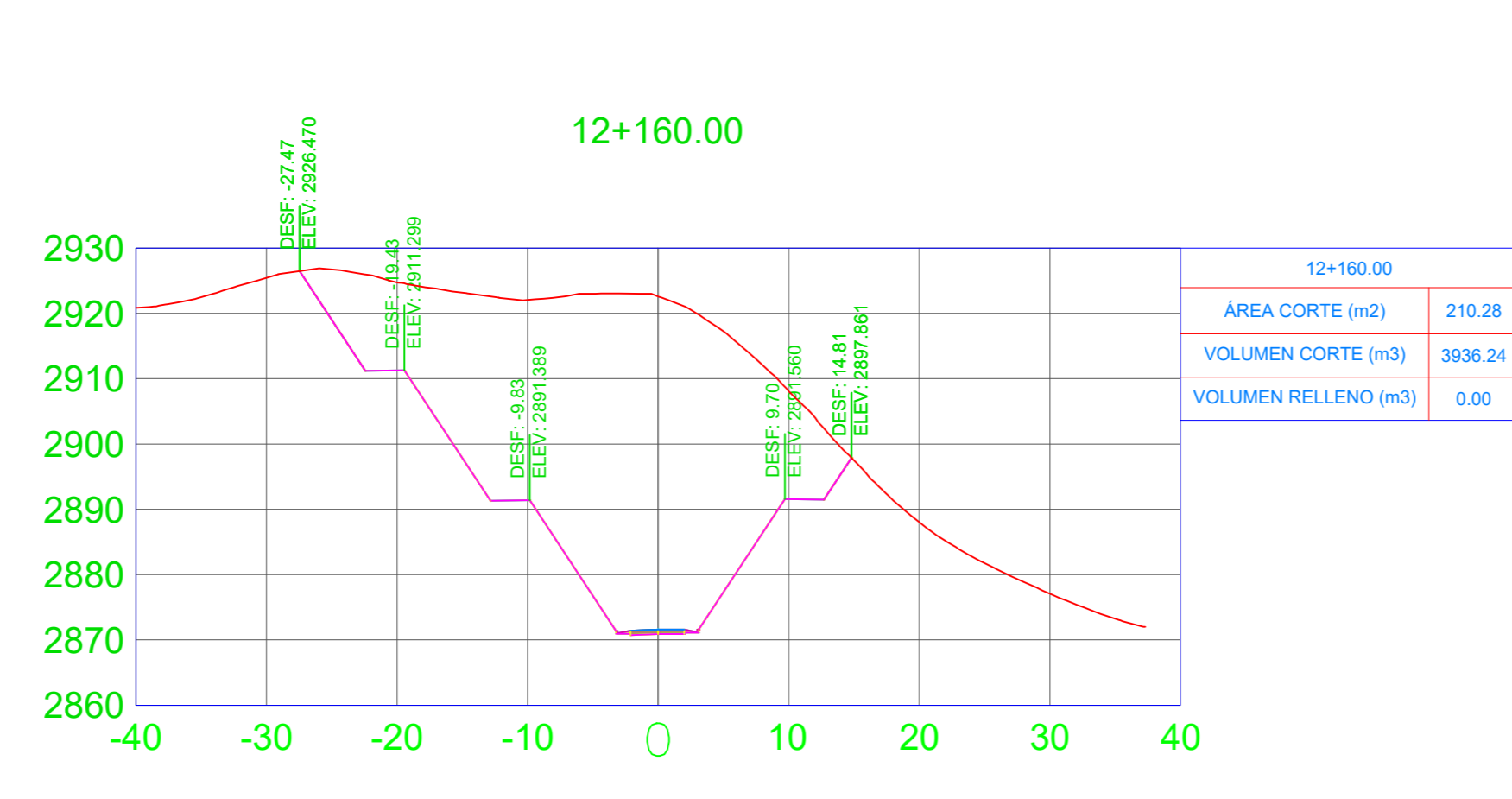
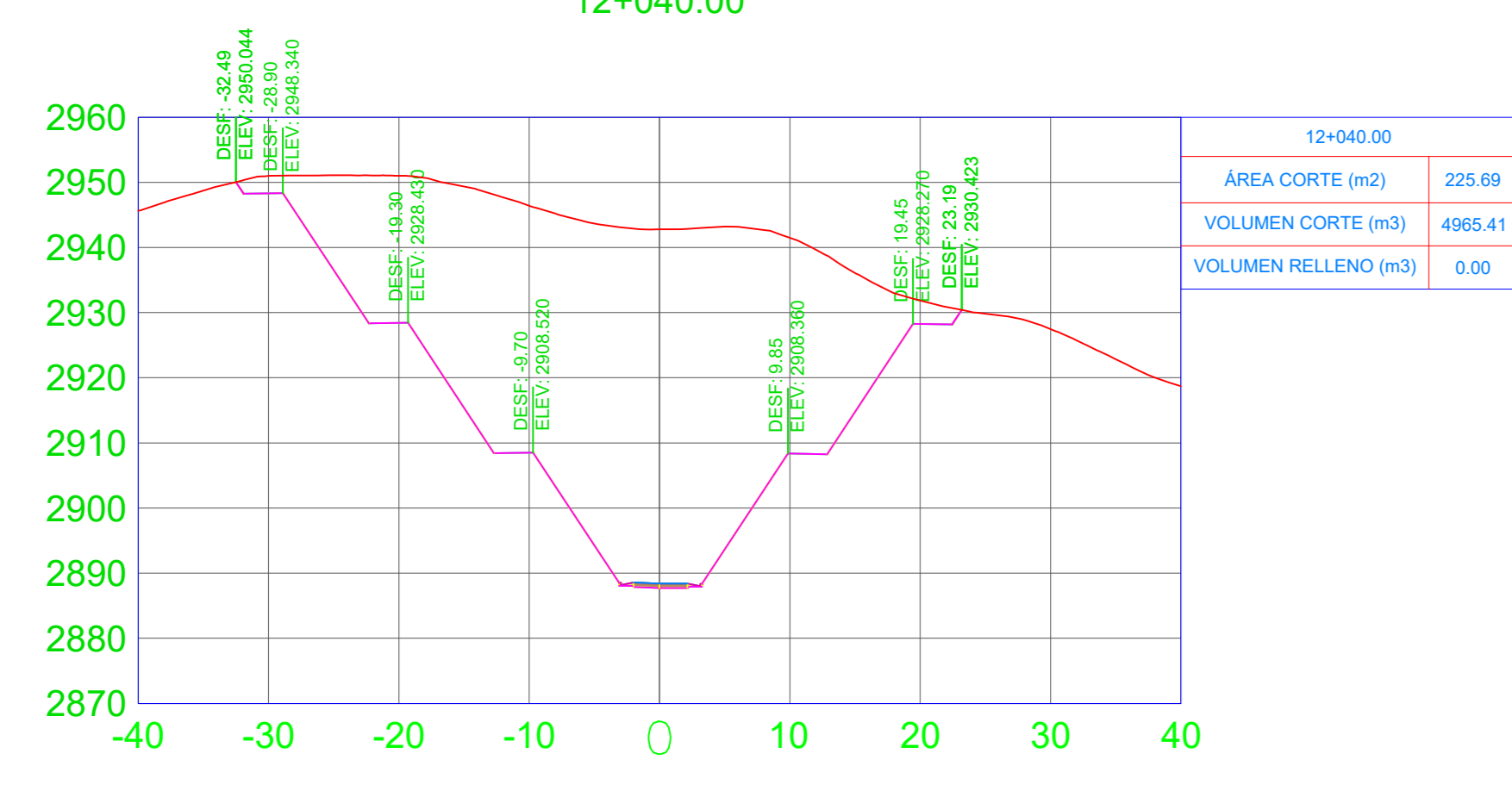
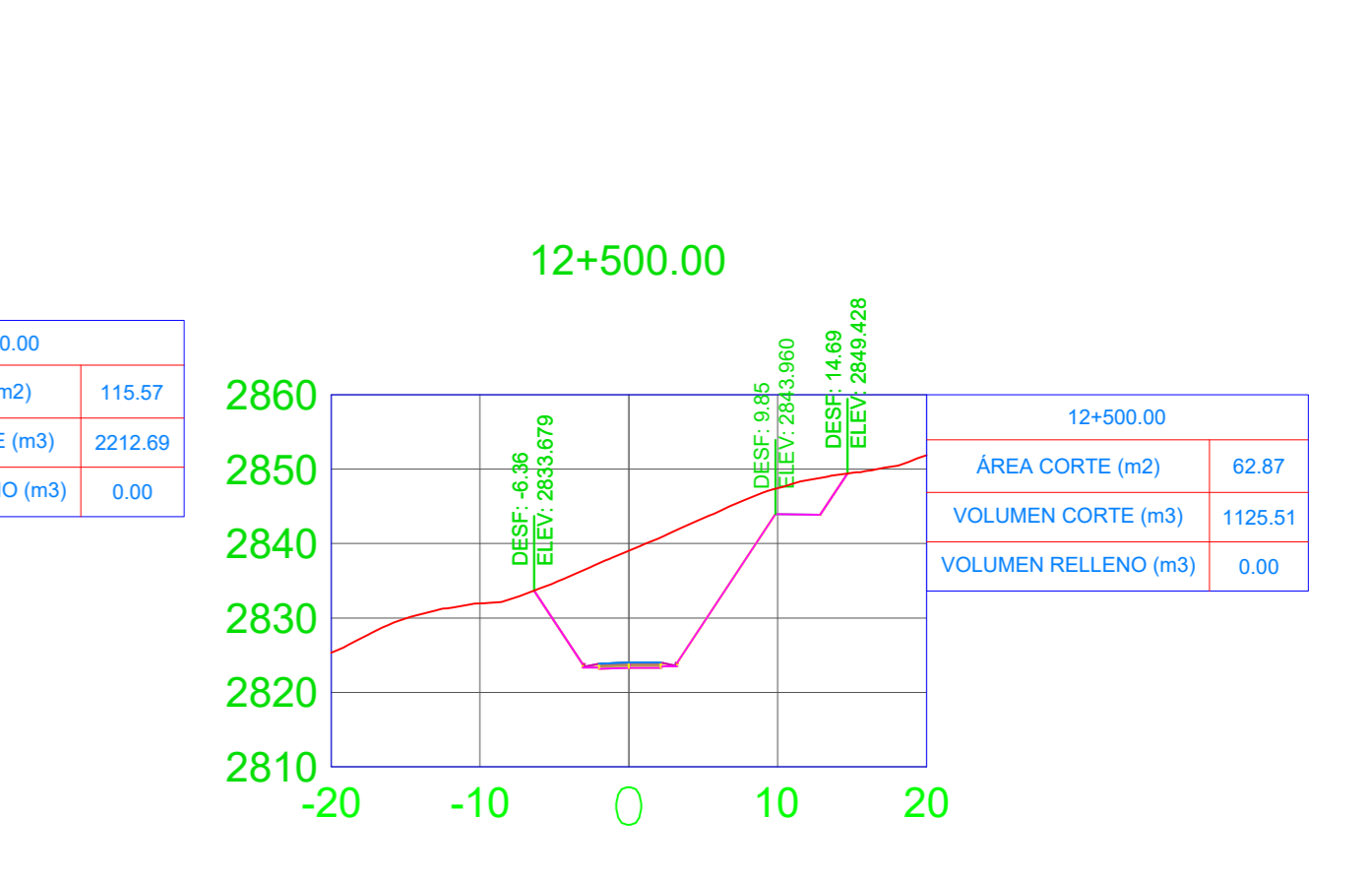
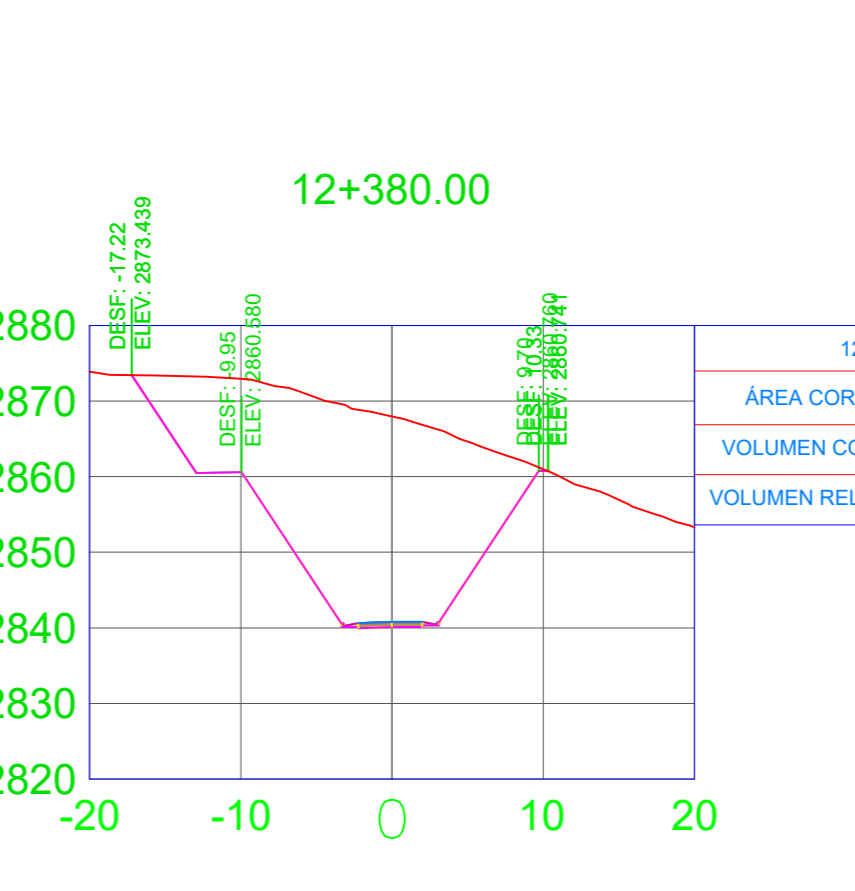
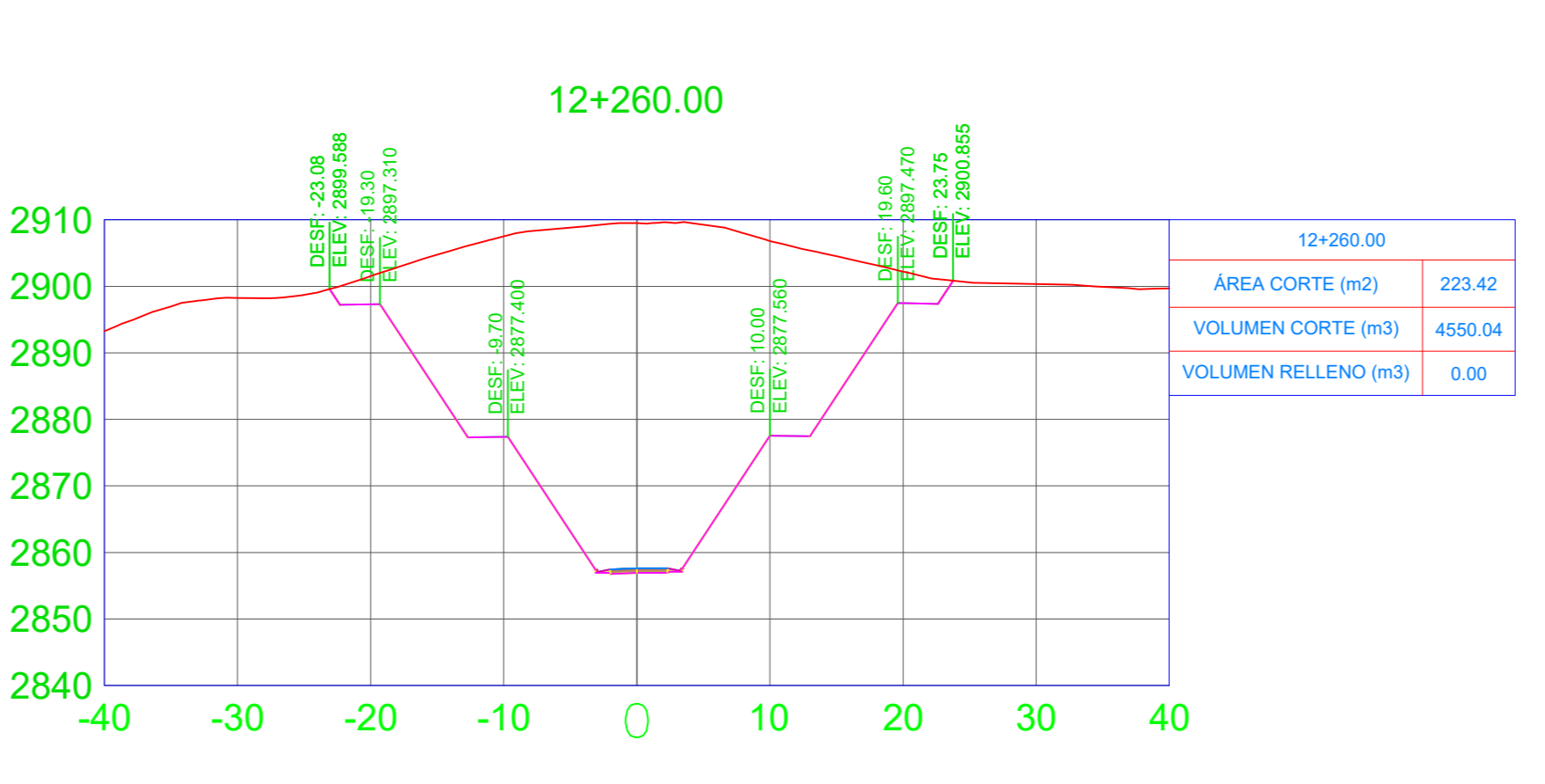
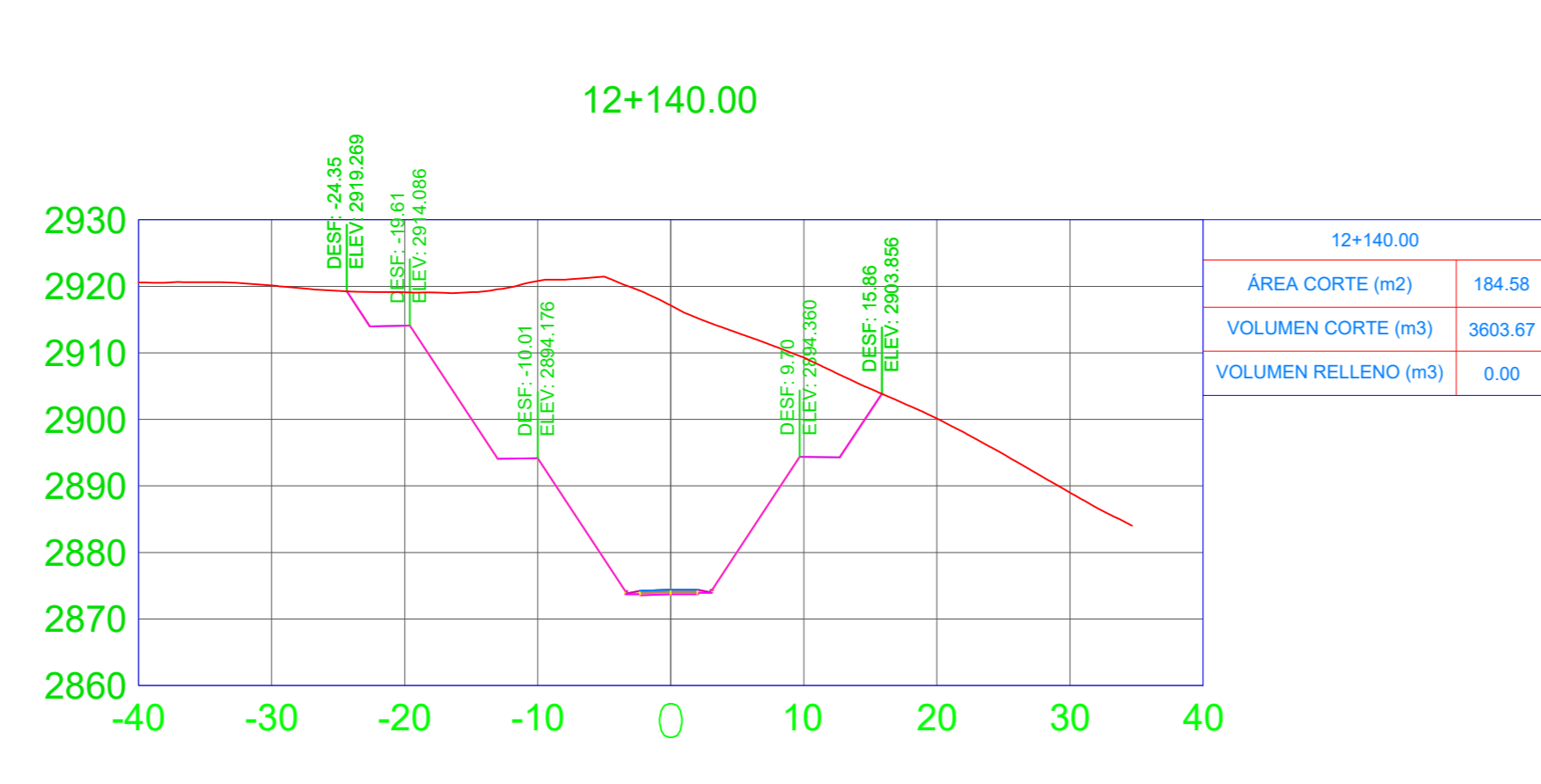
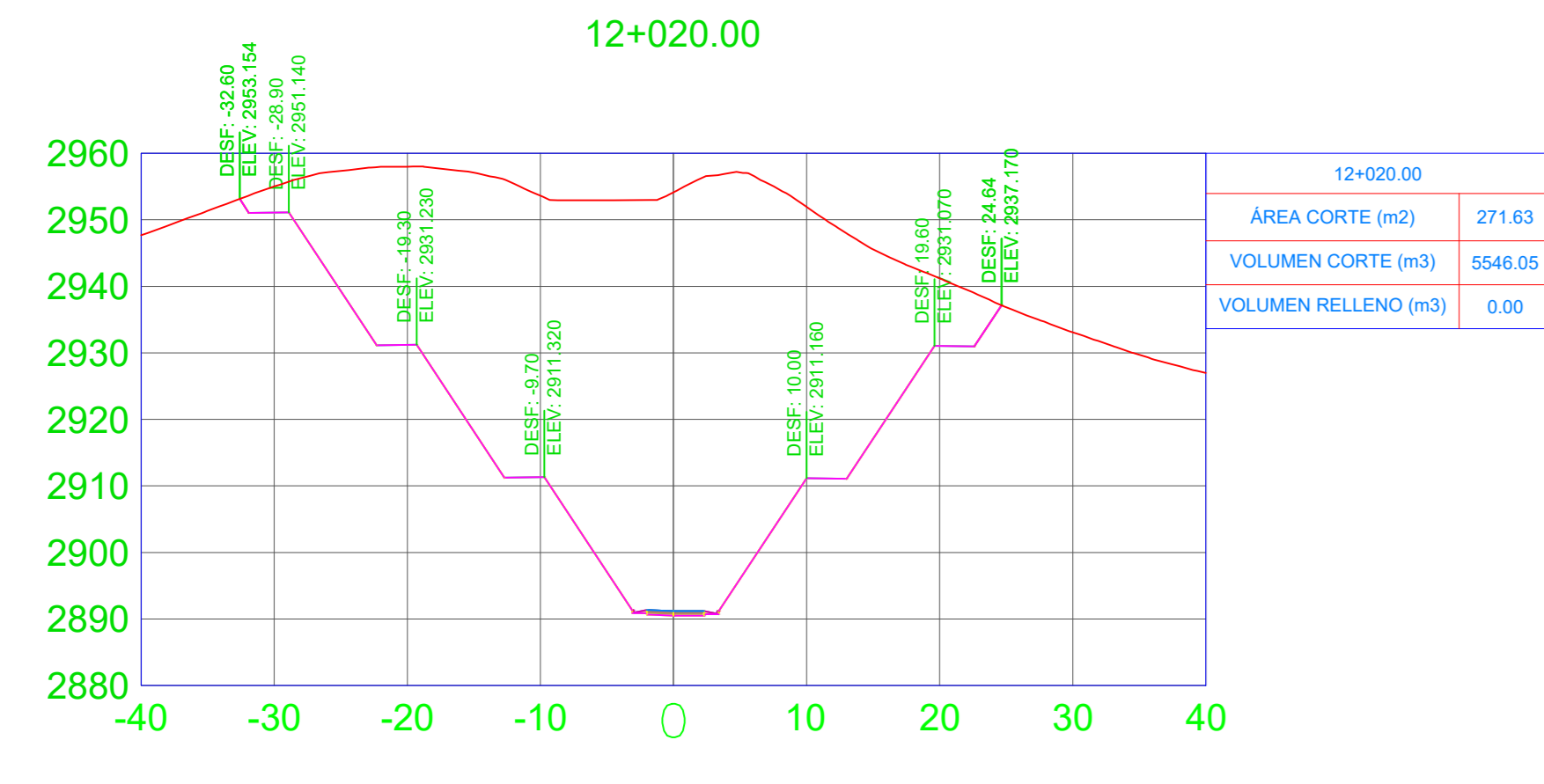
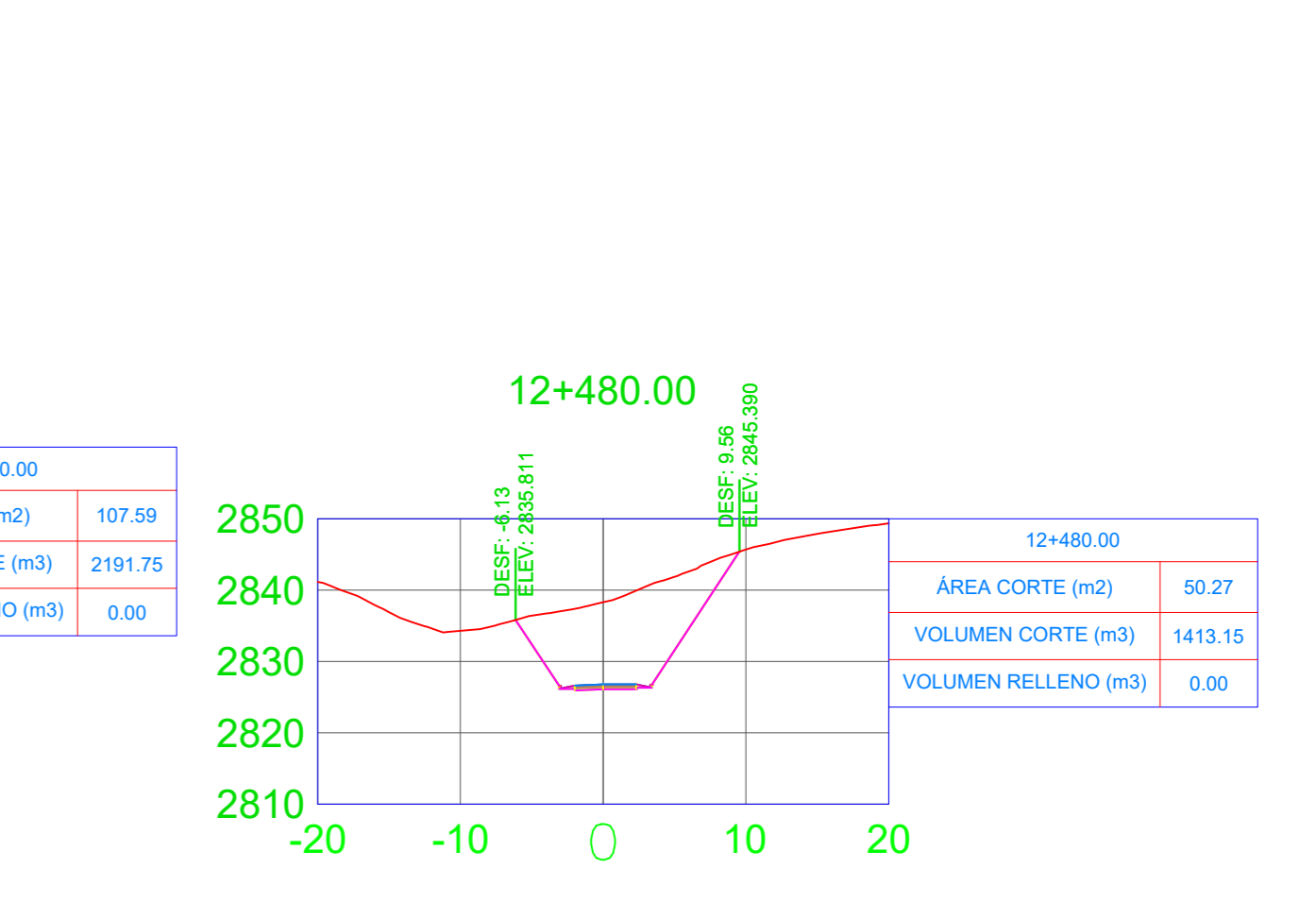
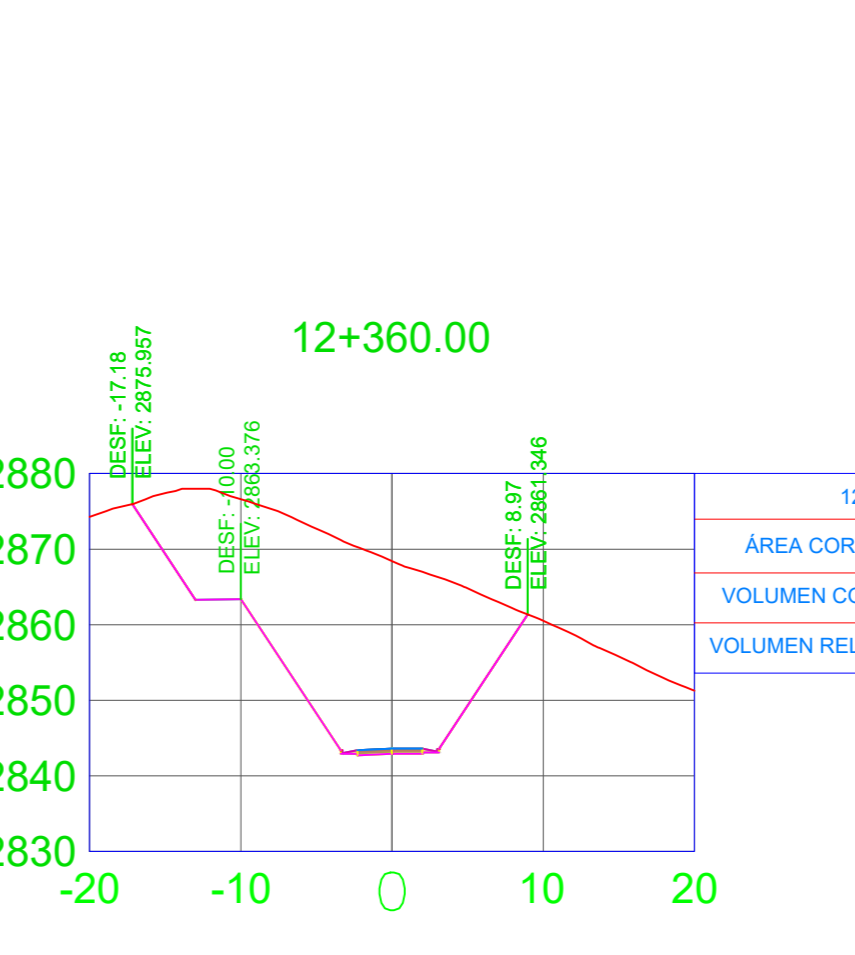
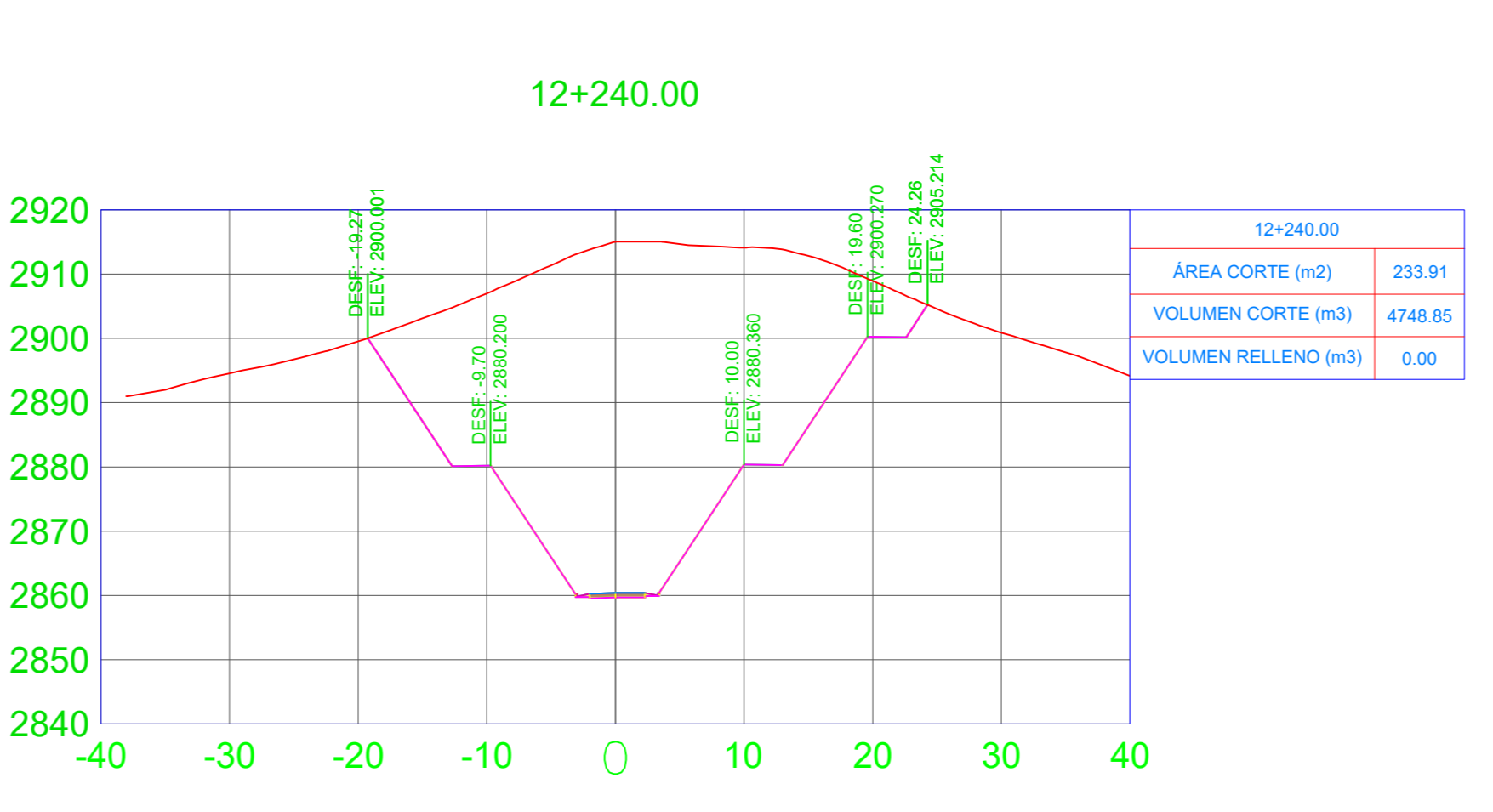
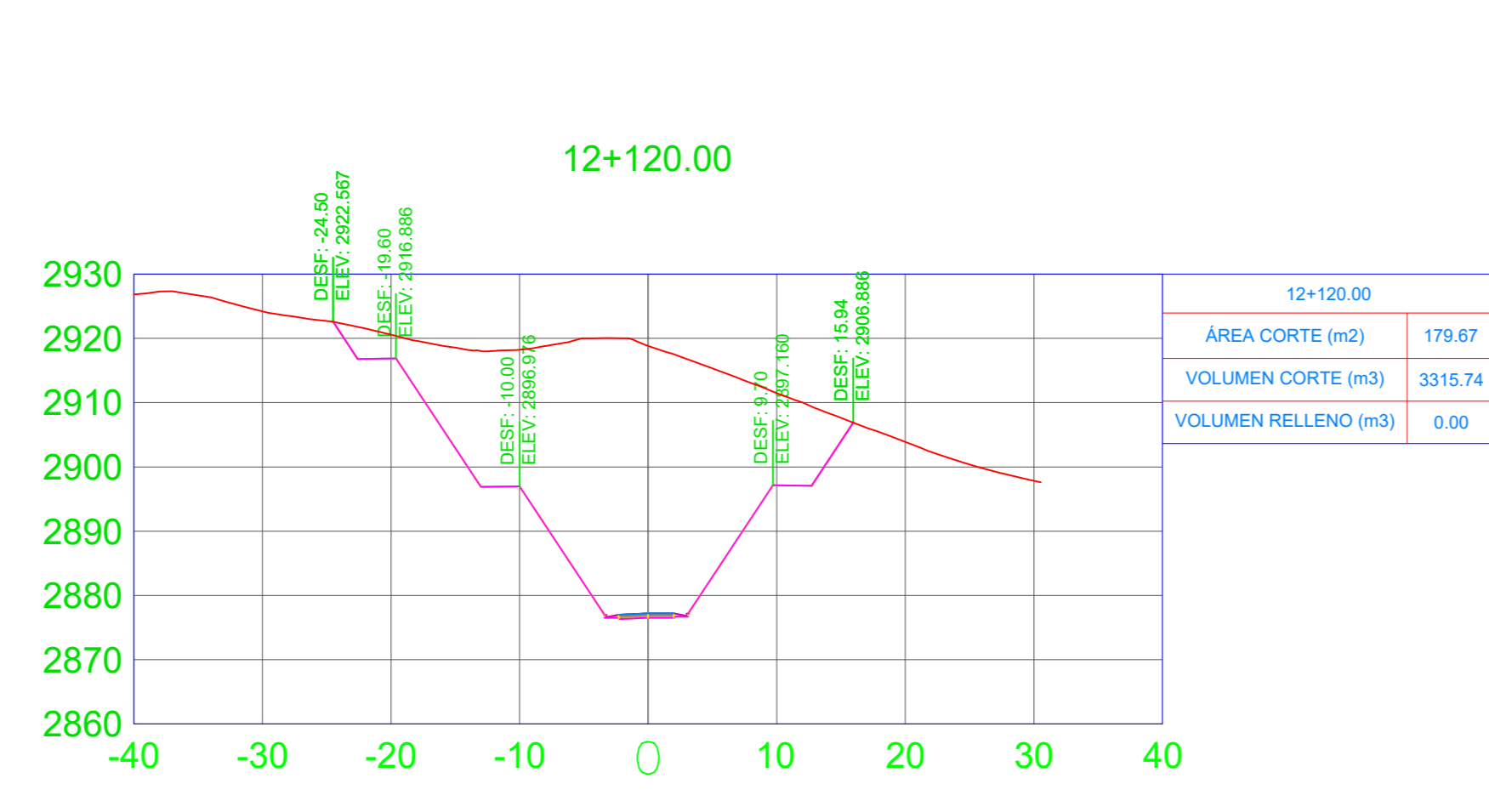
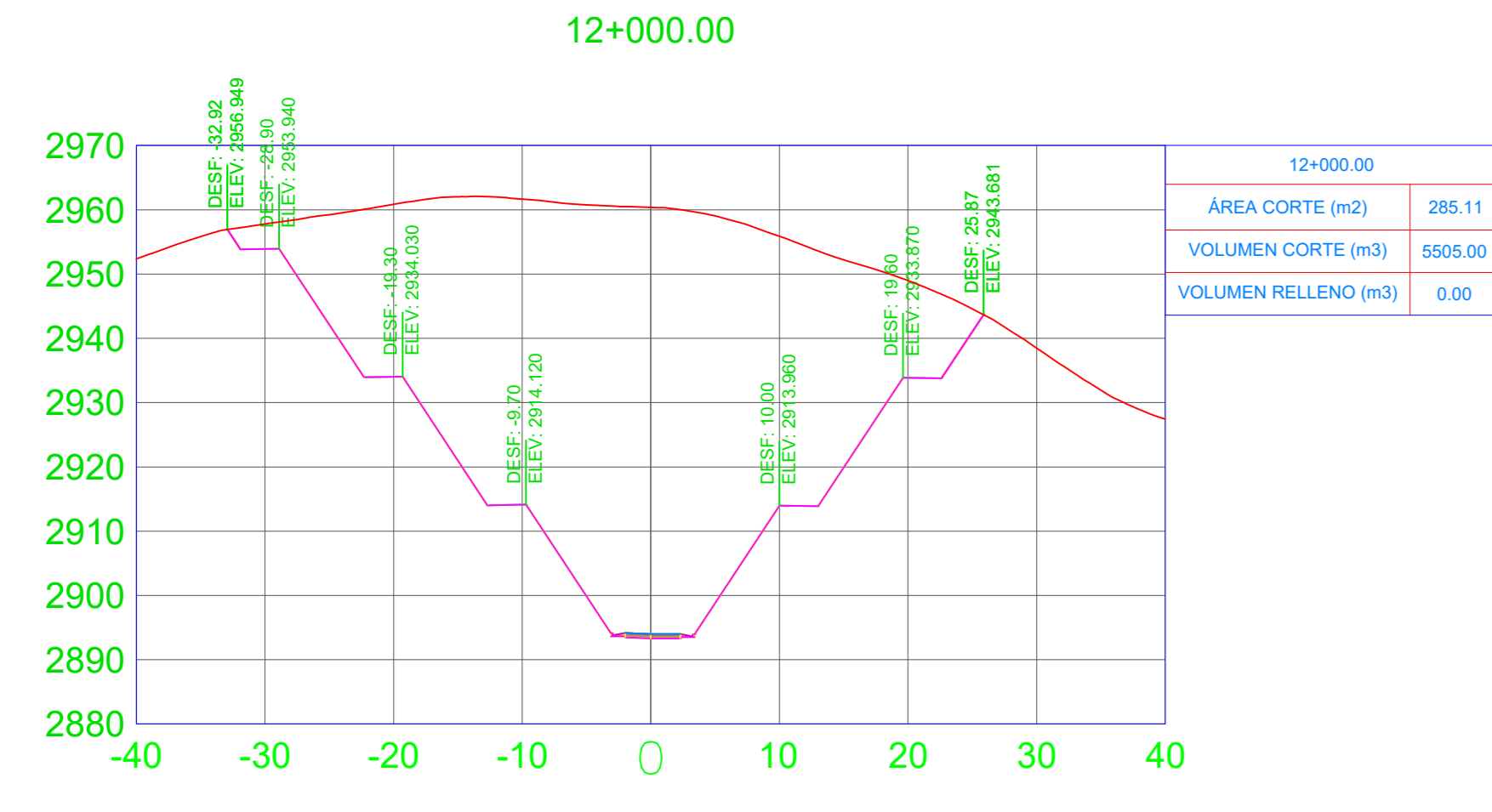
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 12+000.00 - KM 12+580.00

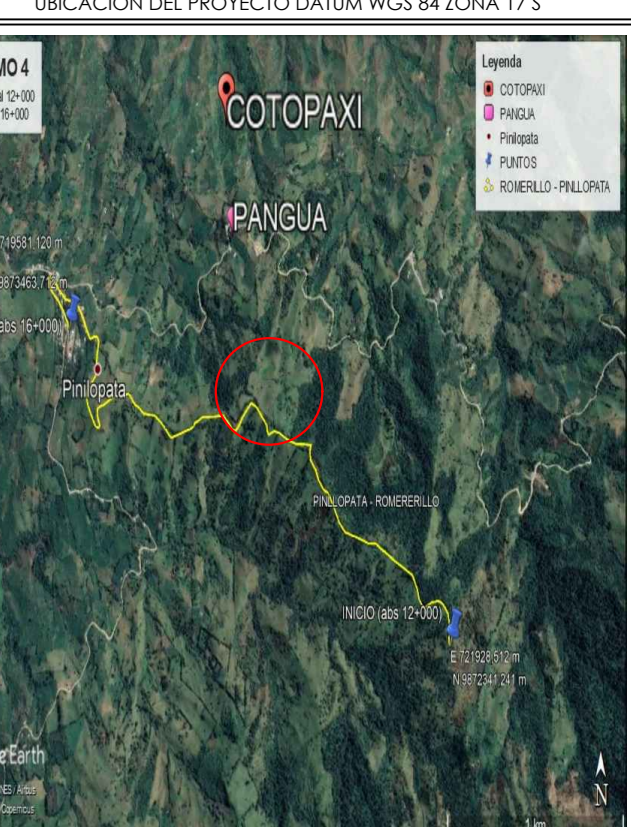
ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:
SC 1/6

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILIPO - PINLOPATA
- EN EL TRAMO KM 13+000 - 14+24.50
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTACACHI.

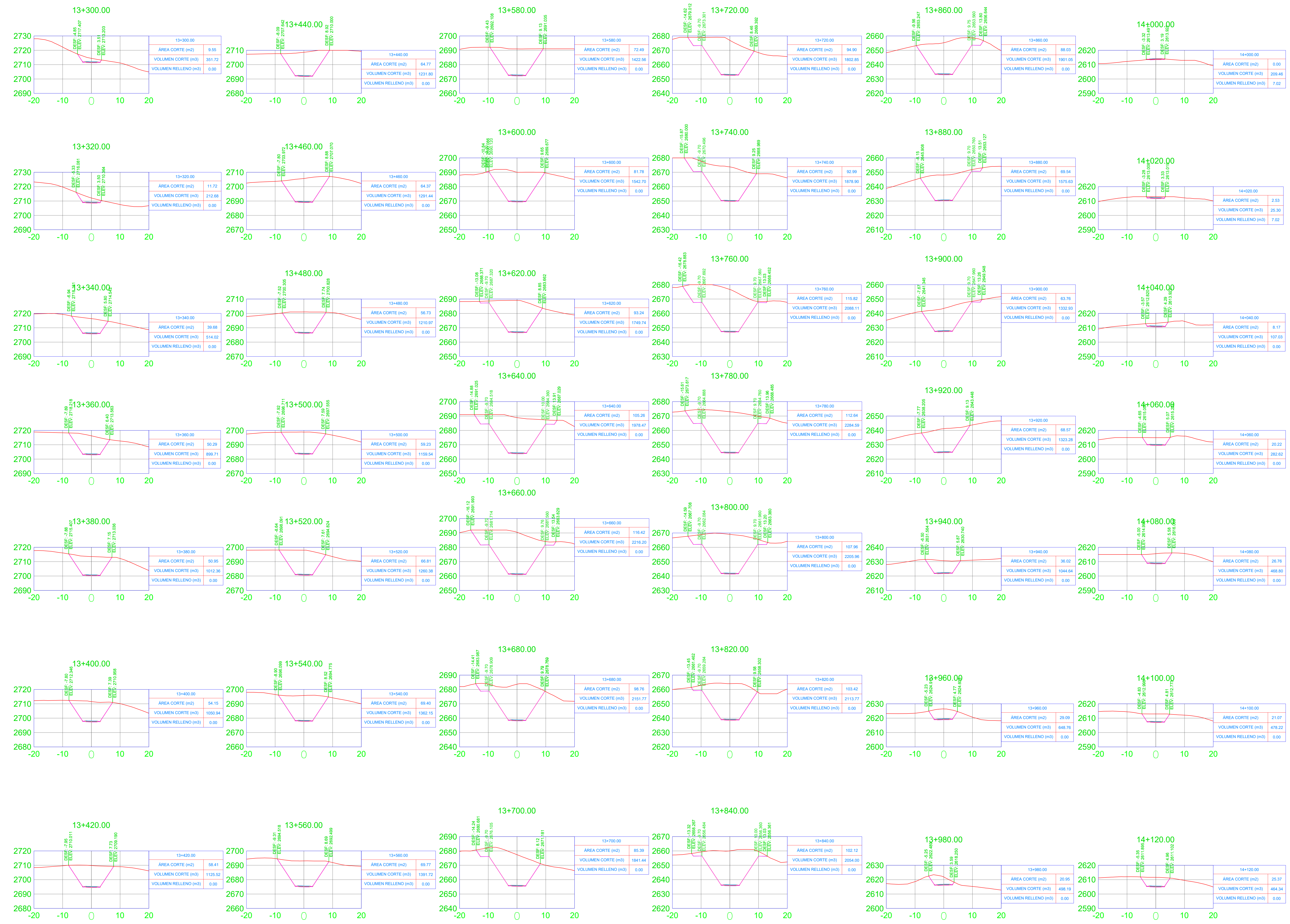
UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTACACHI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILIPO

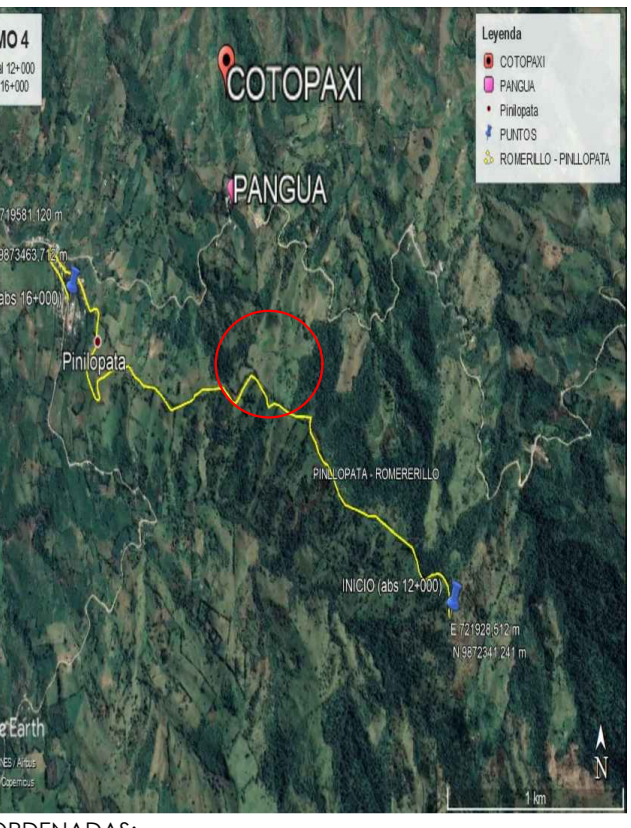
TUTOR: REALIZADO POR:
Ing. Mg MARCOS BAYAS DANNY FERRAN
ANDRÉS BARROCHO DEYO
EGRESADO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 13+300.00 - KM 14+120.00

ESCALA: FECHA: LÁMINA:
INDICADAS NOVIEMBRE 2020 SC 3/6

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILOP - PINLÓPATA
EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANPACHA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANPACHA
SECTOR SILOP

TÍTULO:
Ing. Mg. MARISOL BAYAS

REALIZADO POR:
DANILO ERASIN
ANDRÉS BARRONNEUVO
EGORSAO

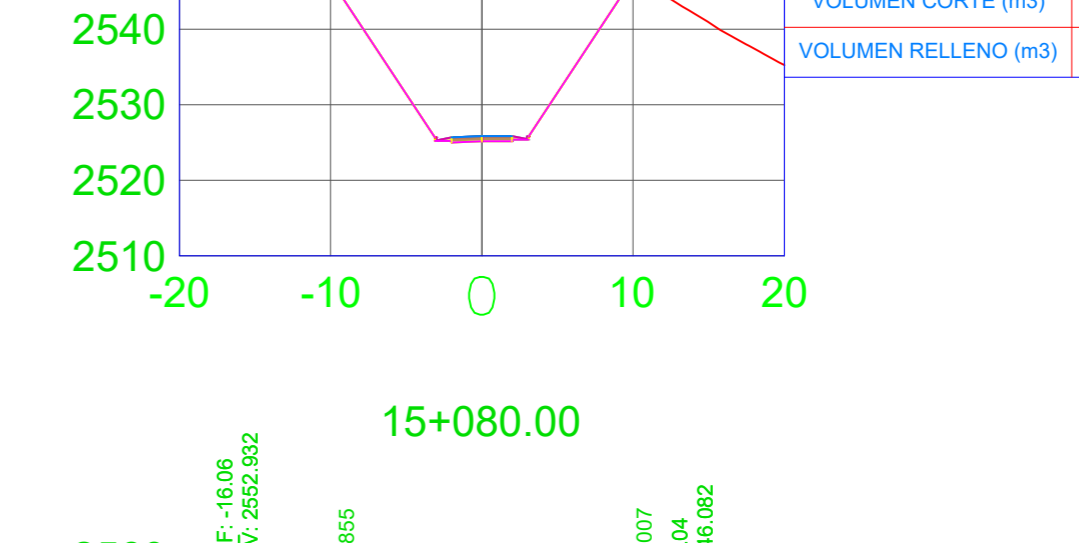
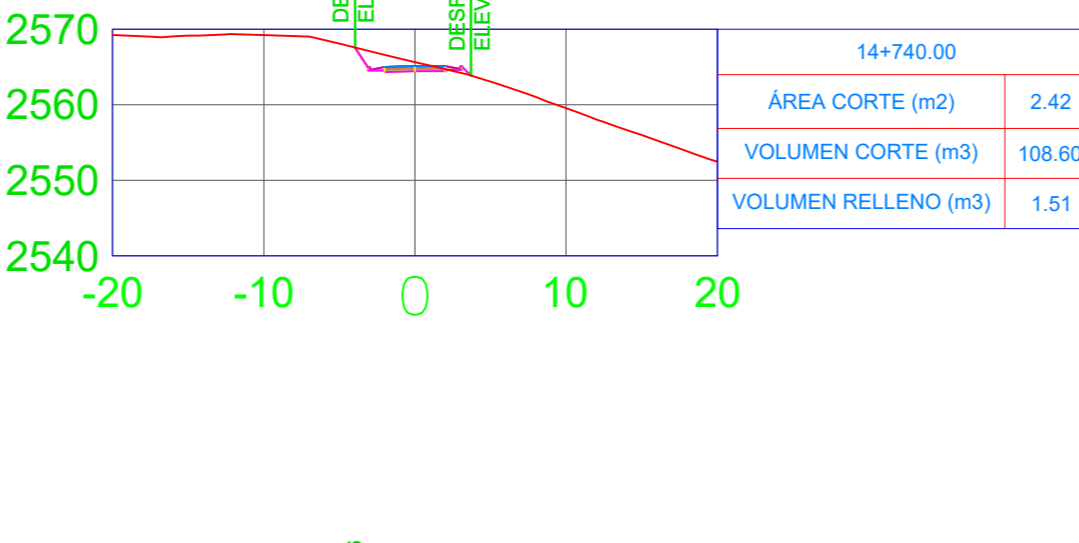
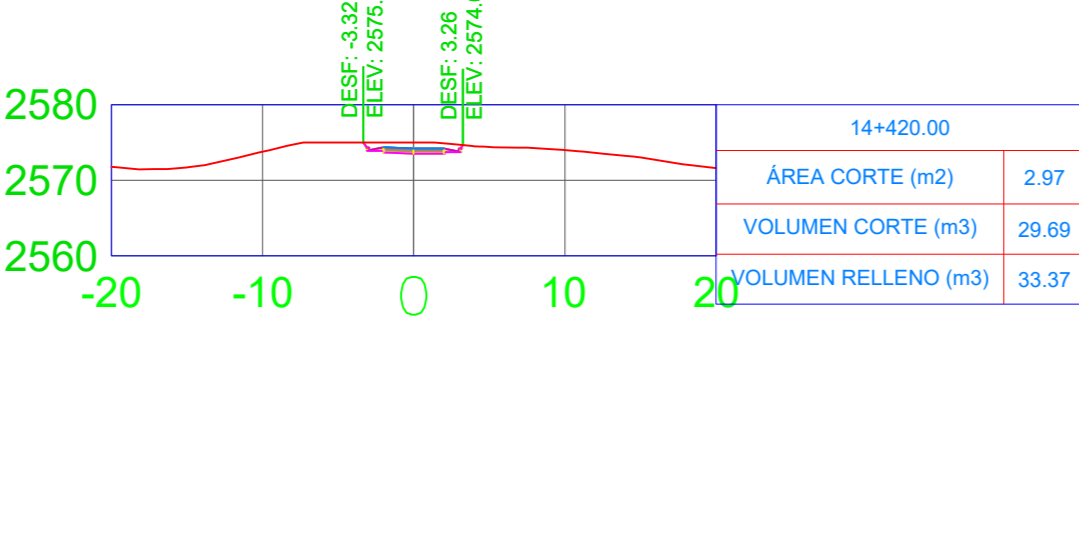
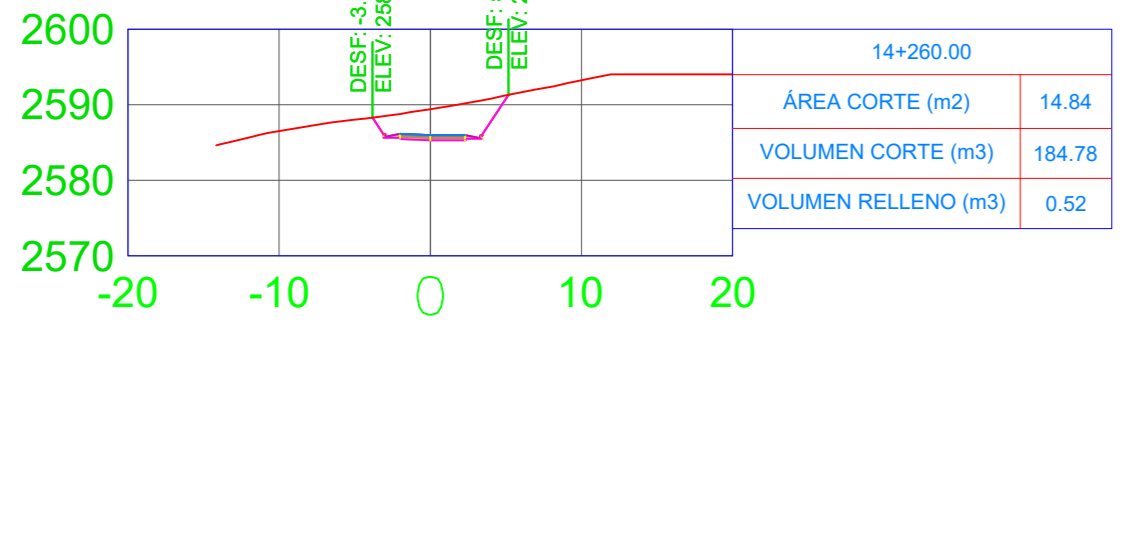
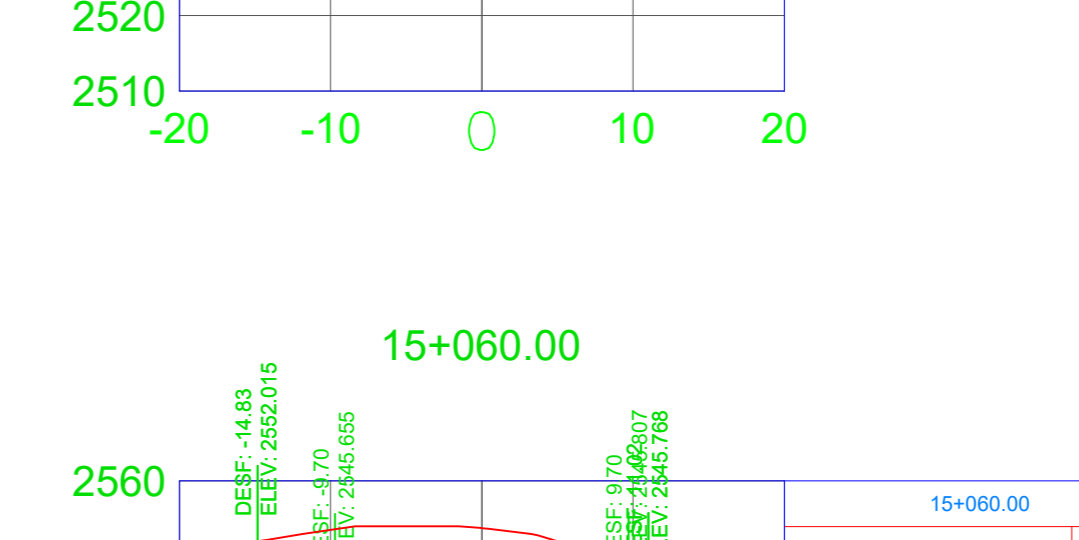
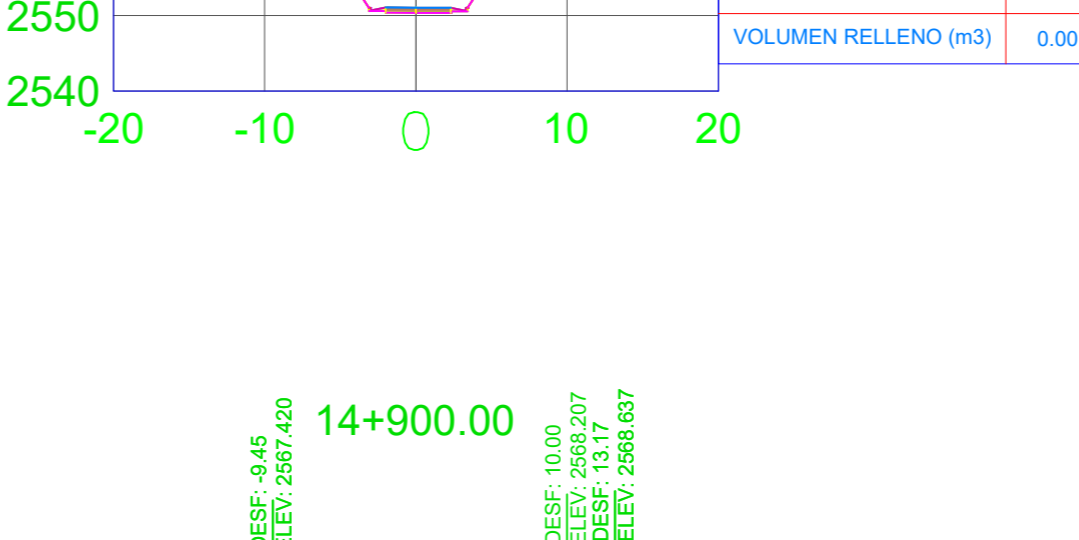
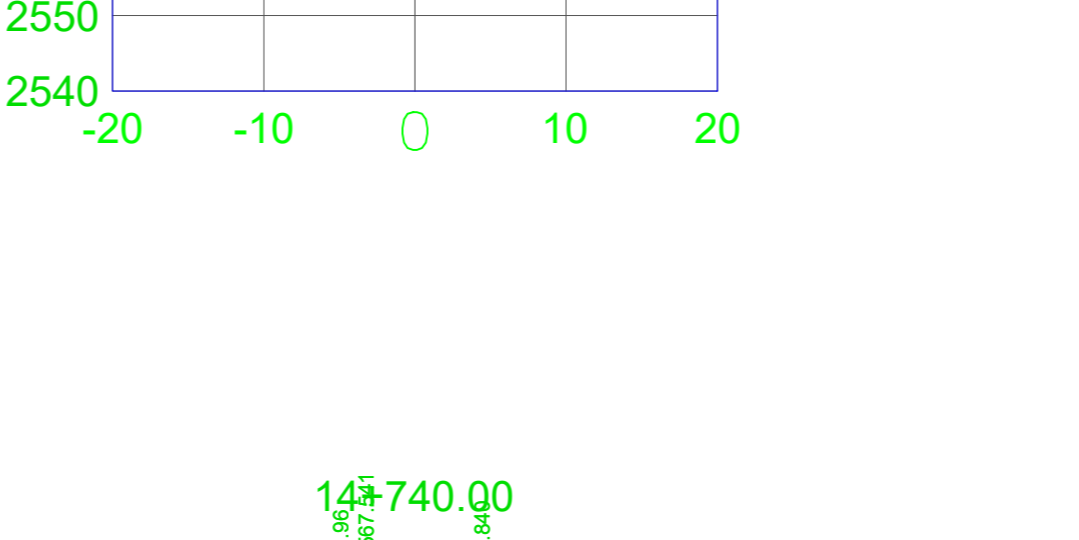
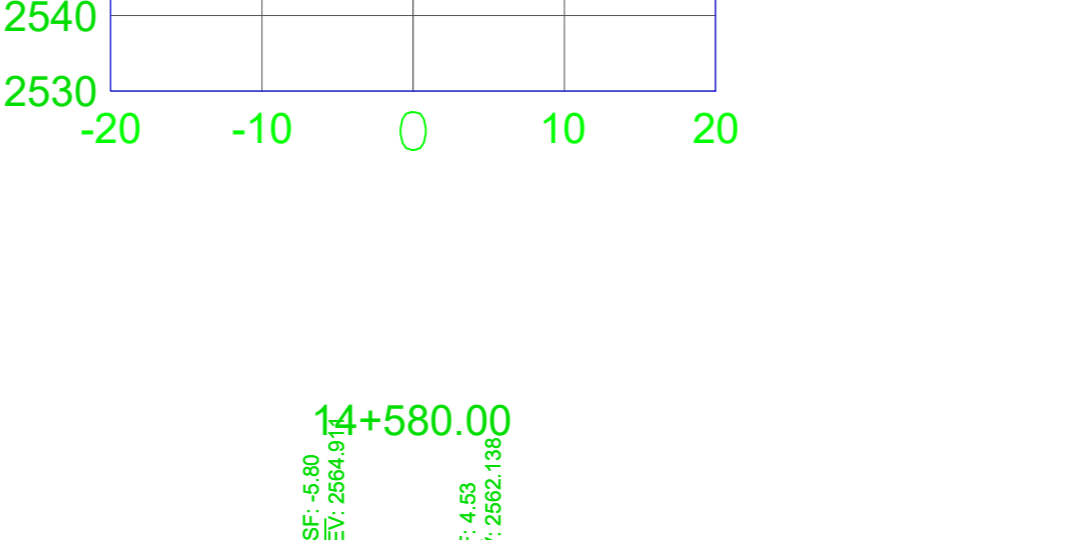
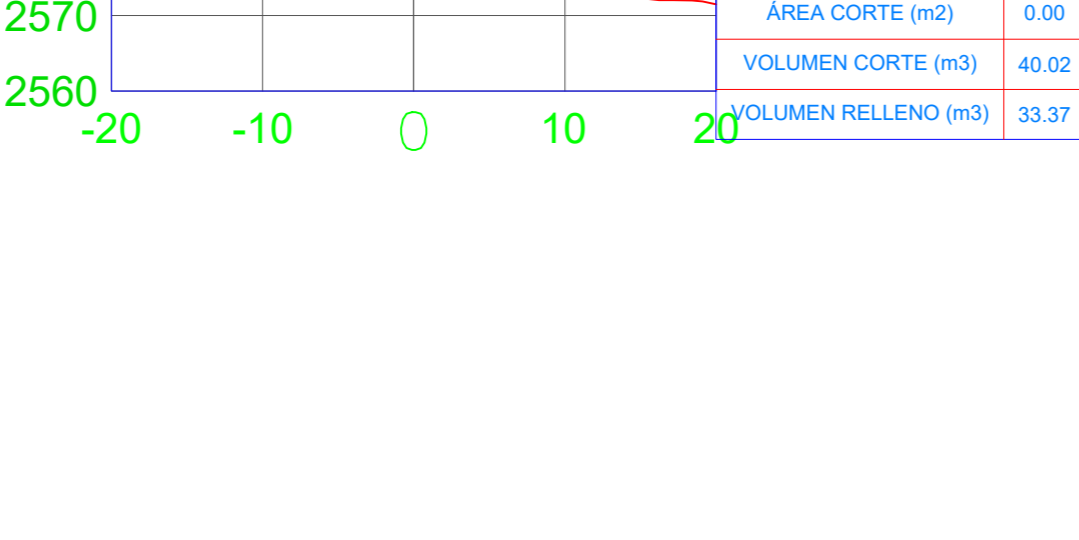
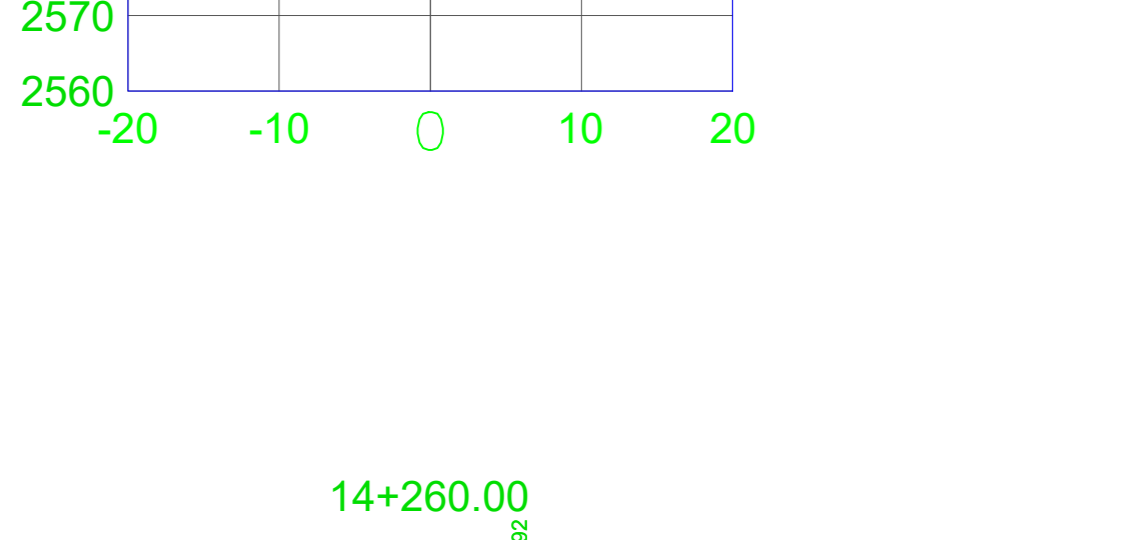
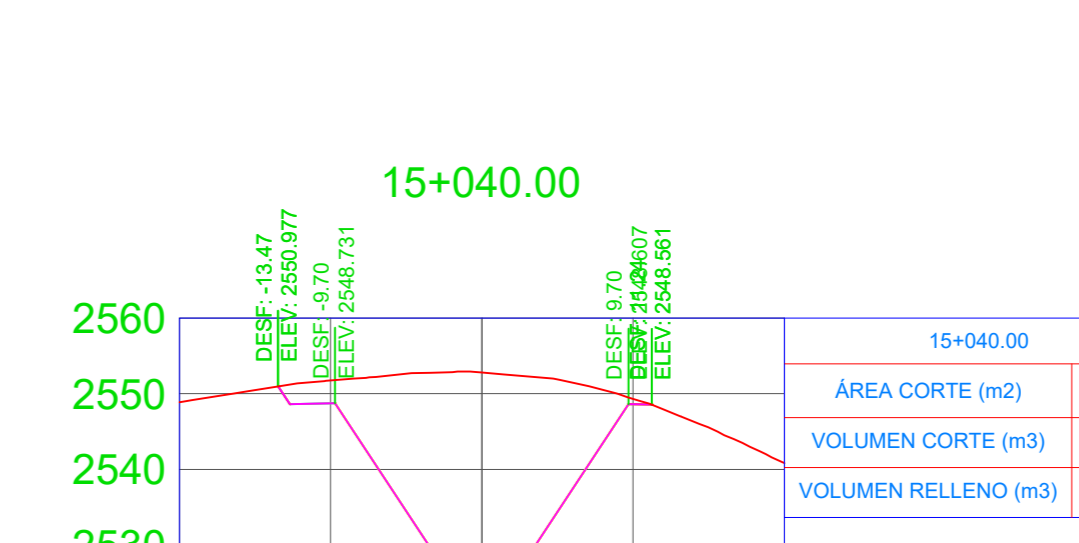
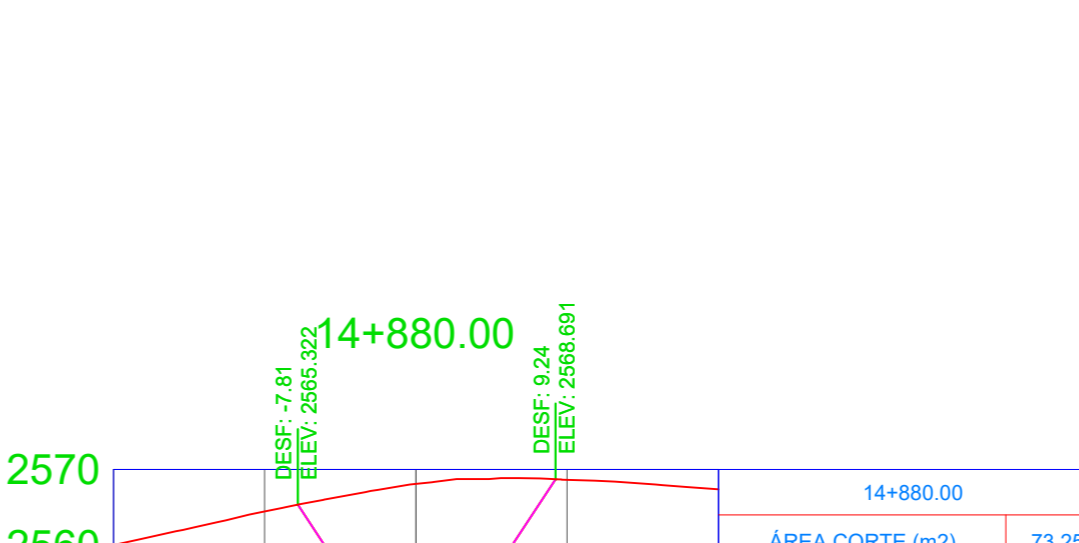
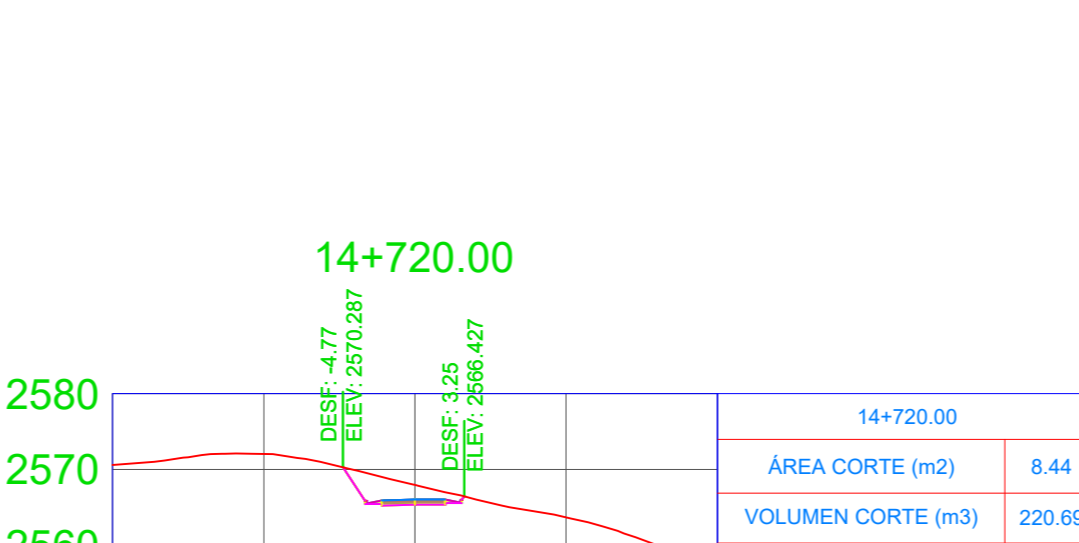
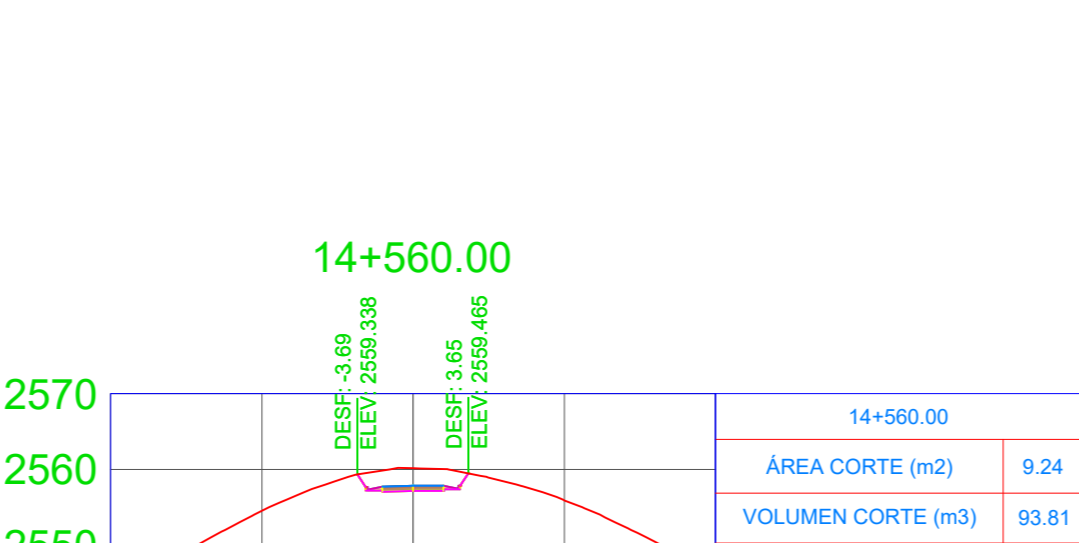
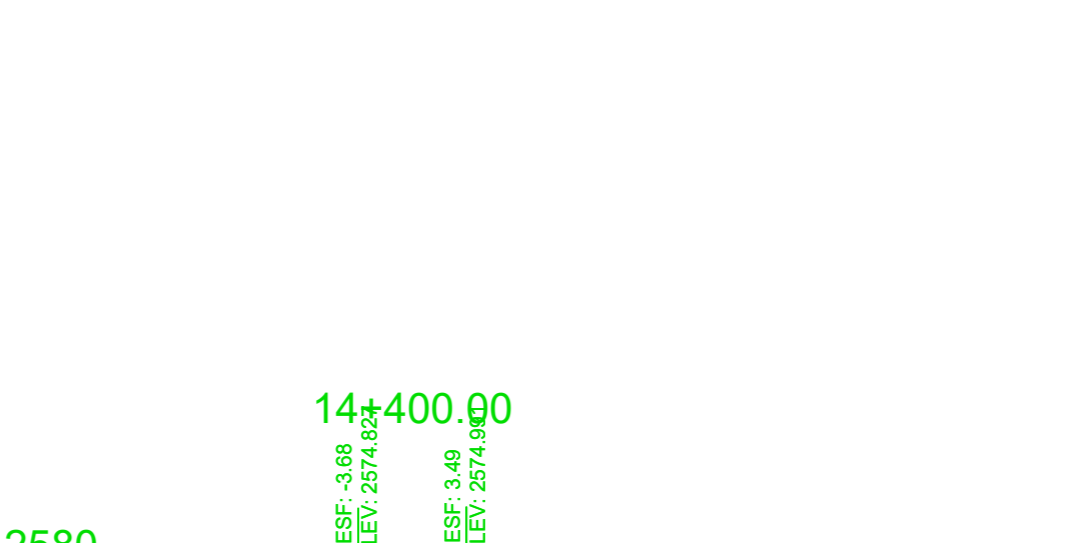
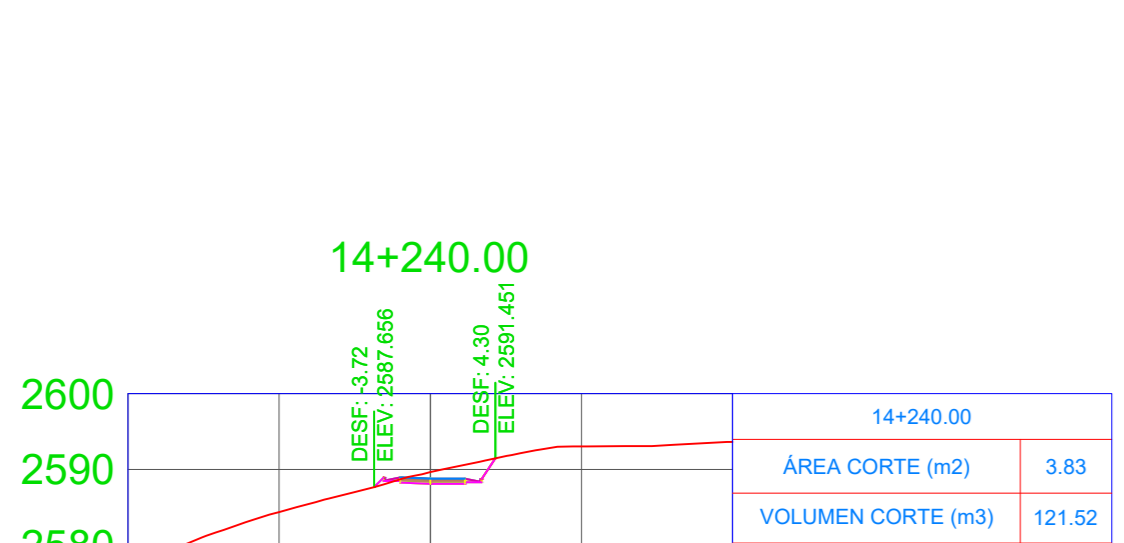
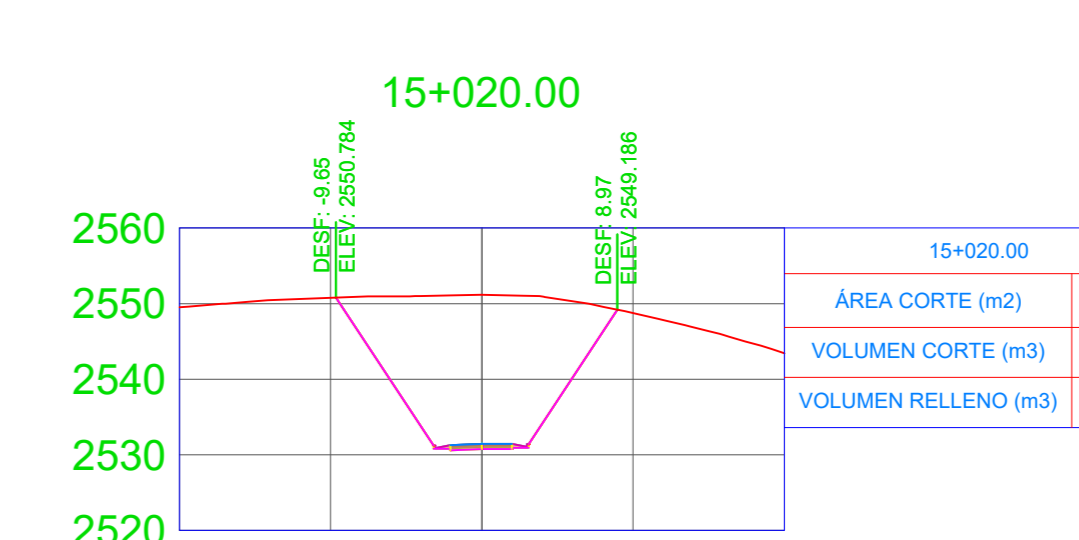
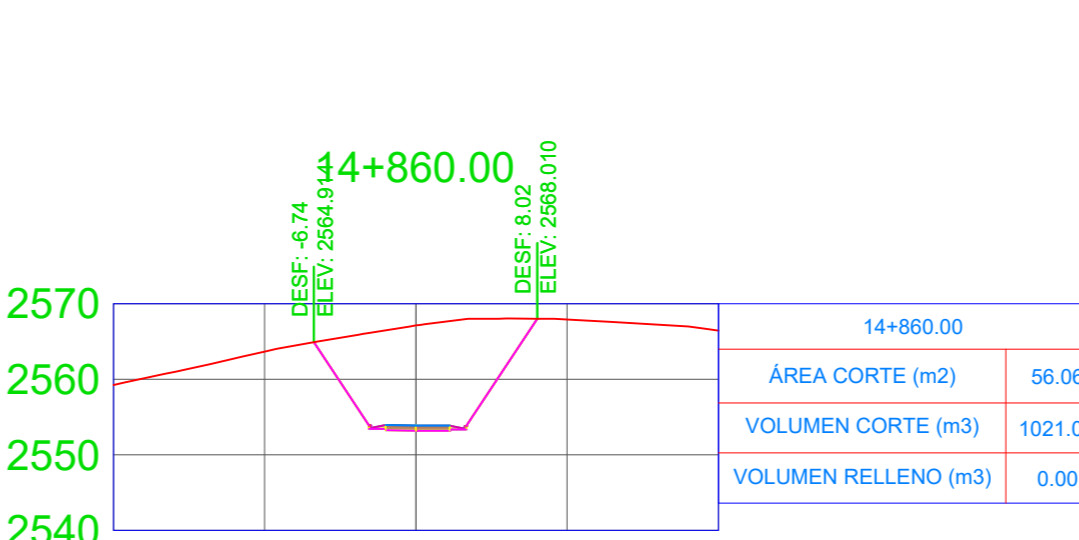
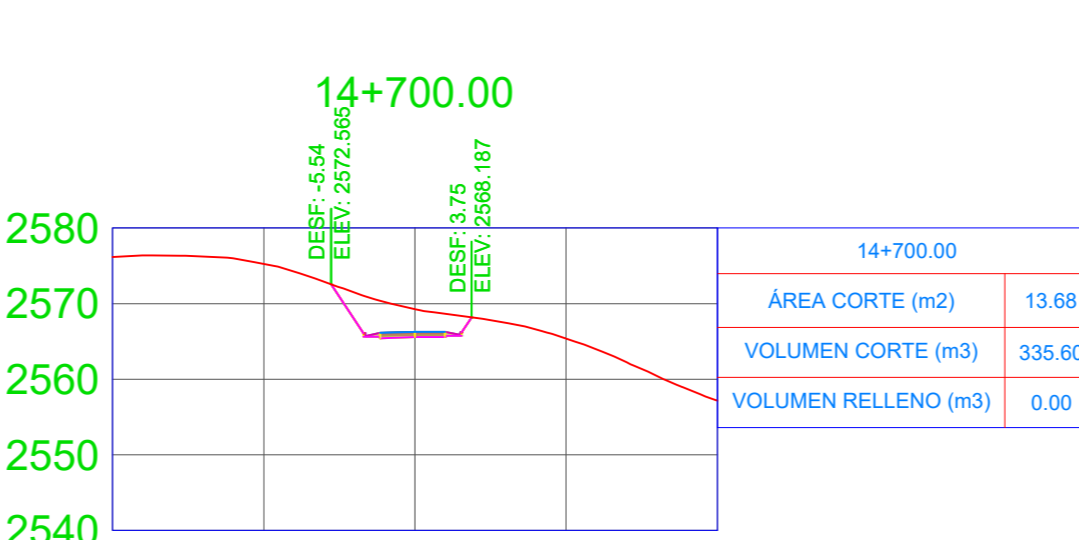
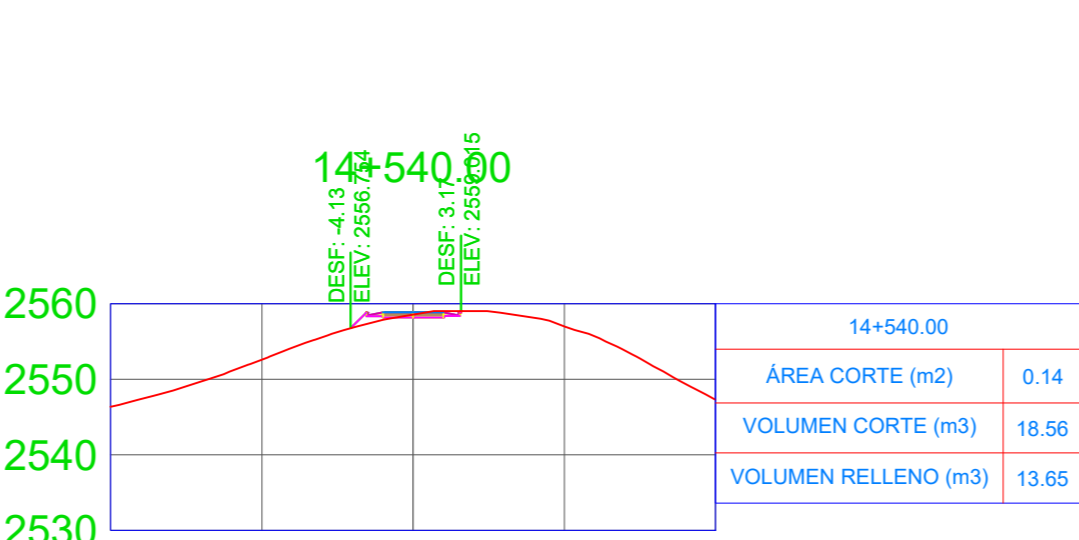
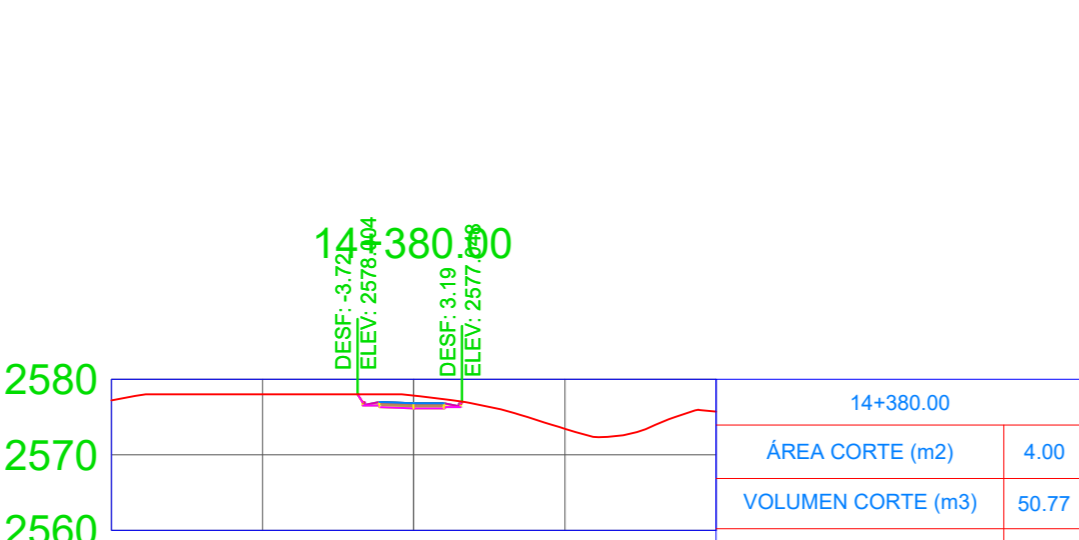
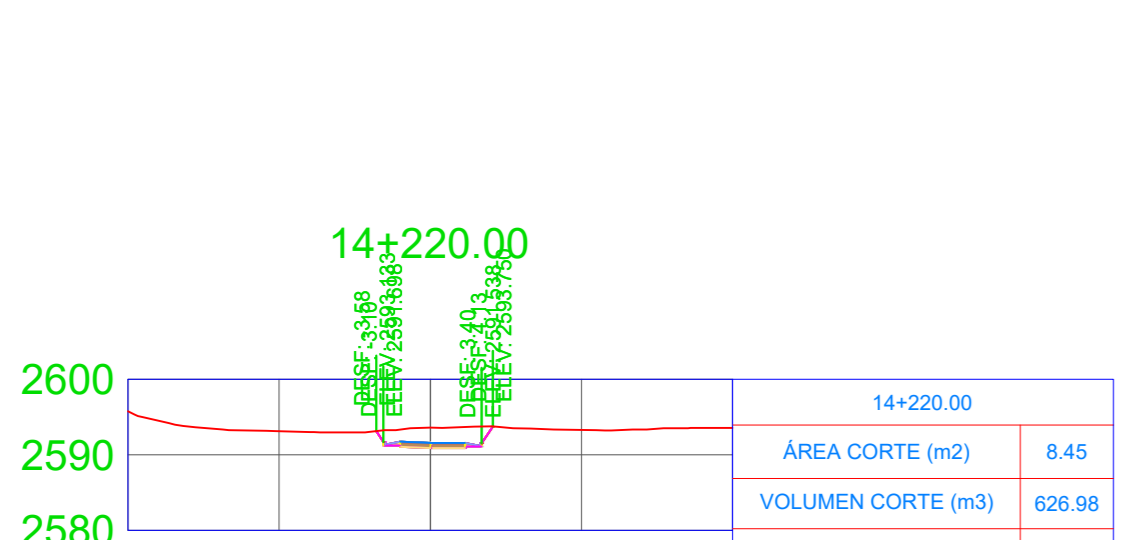
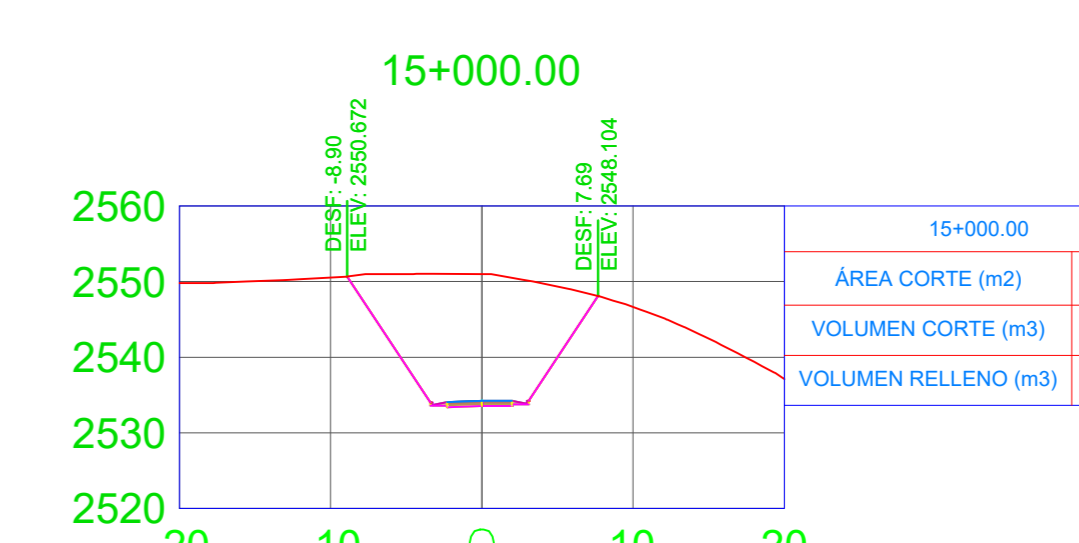
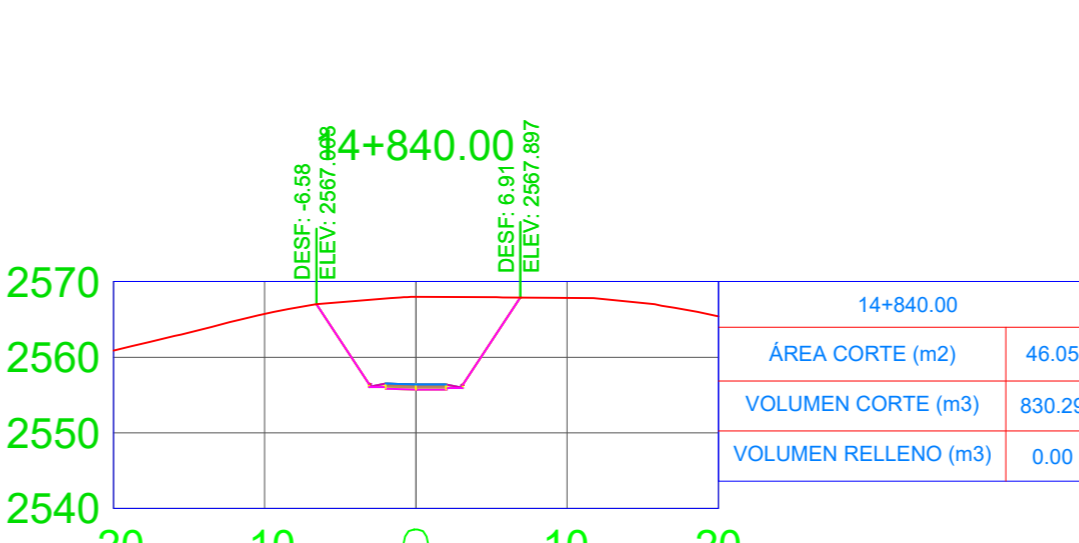
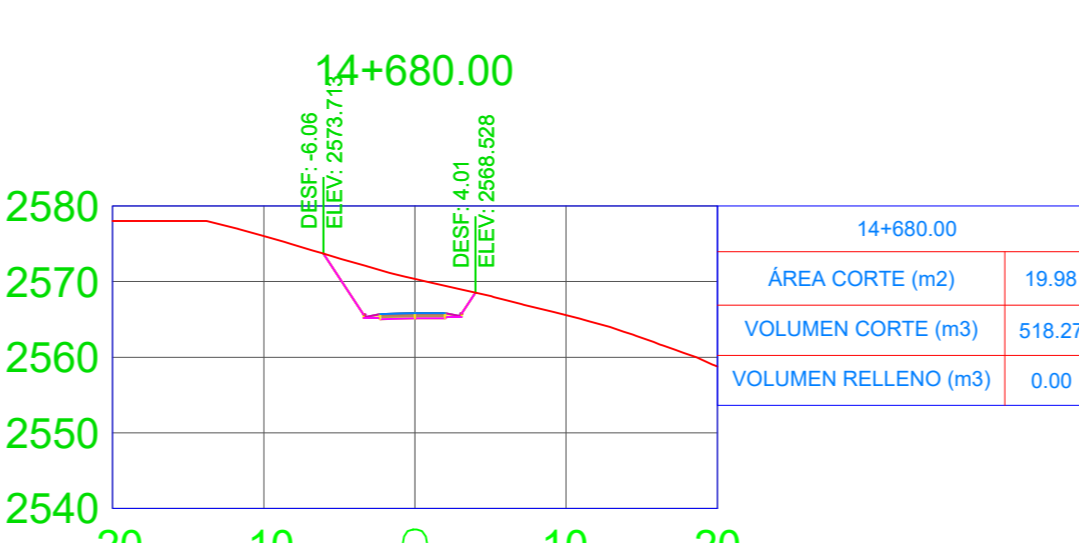
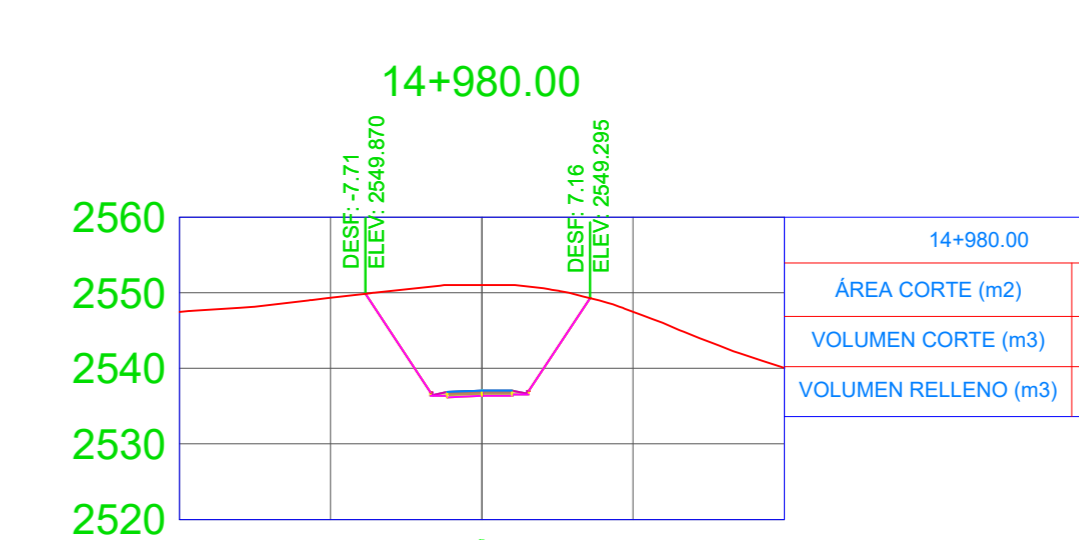
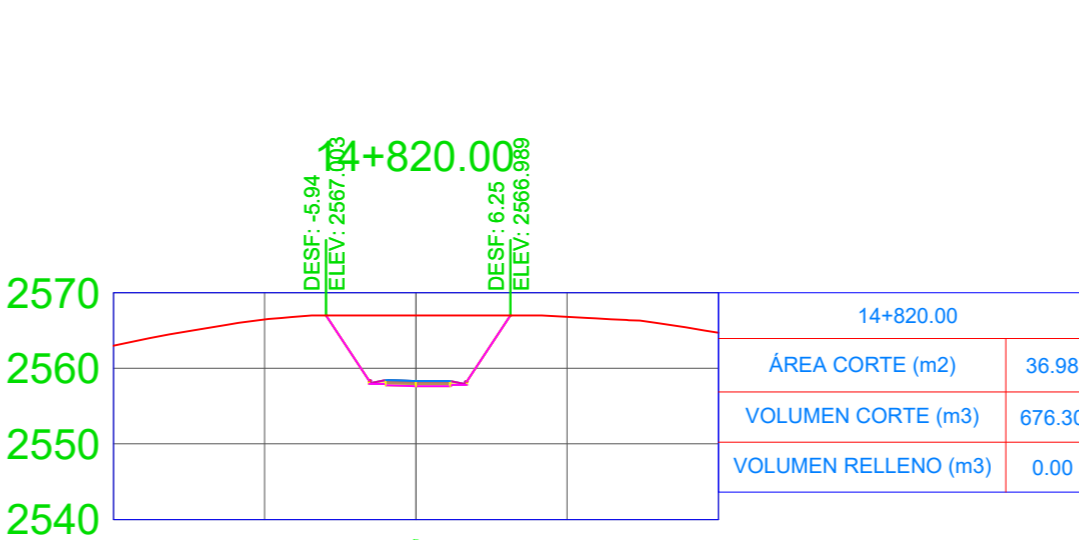
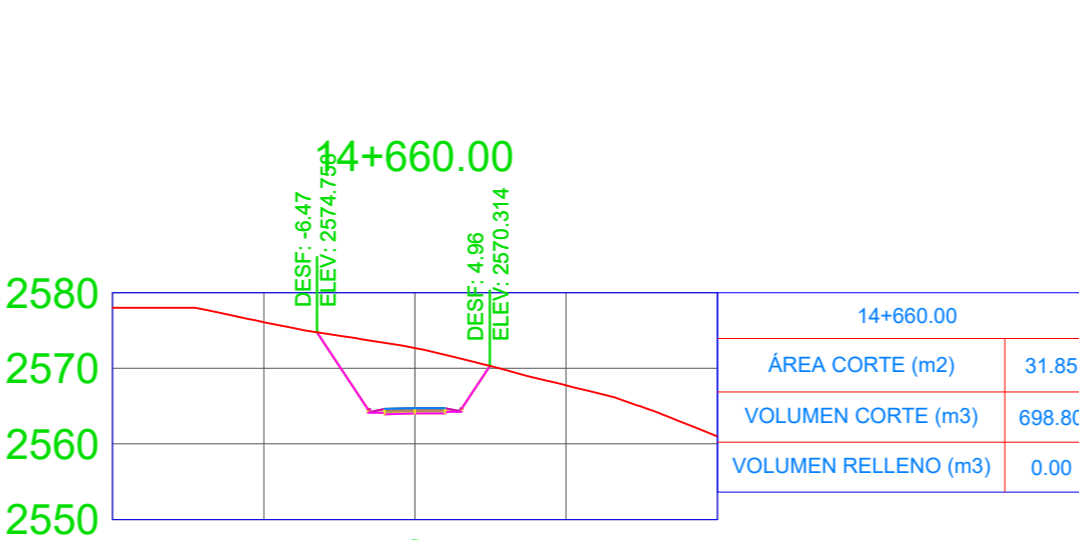
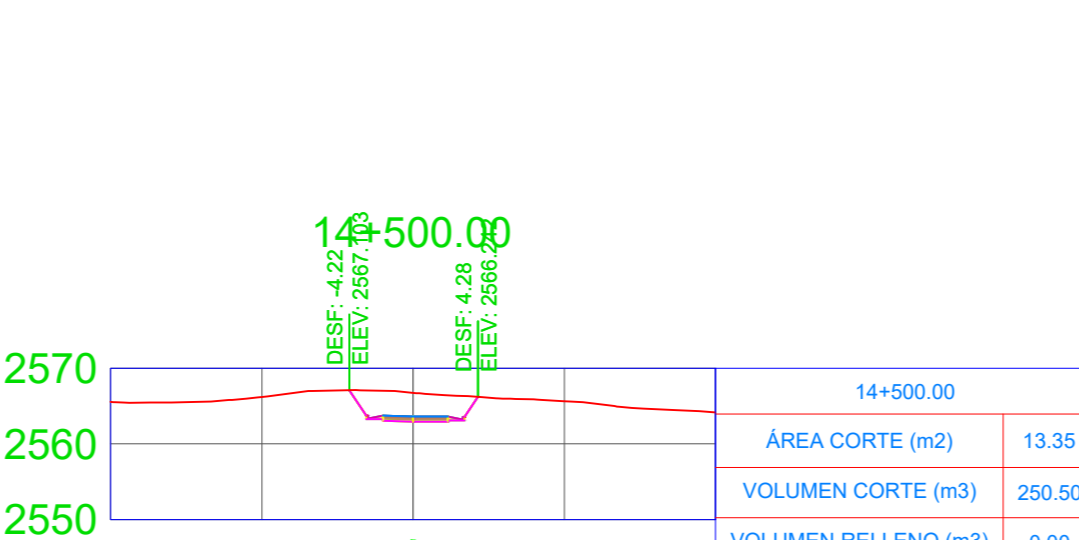
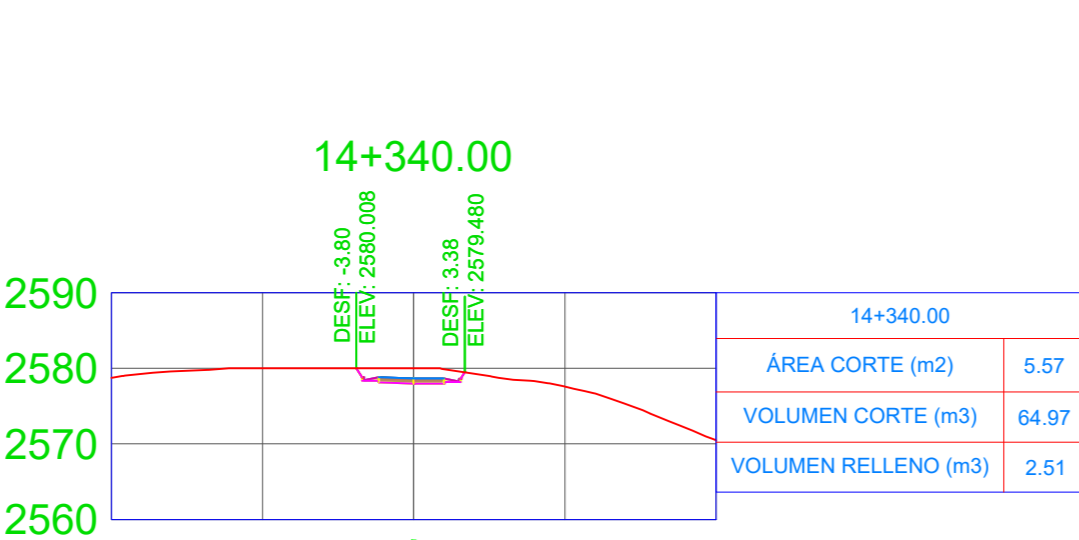
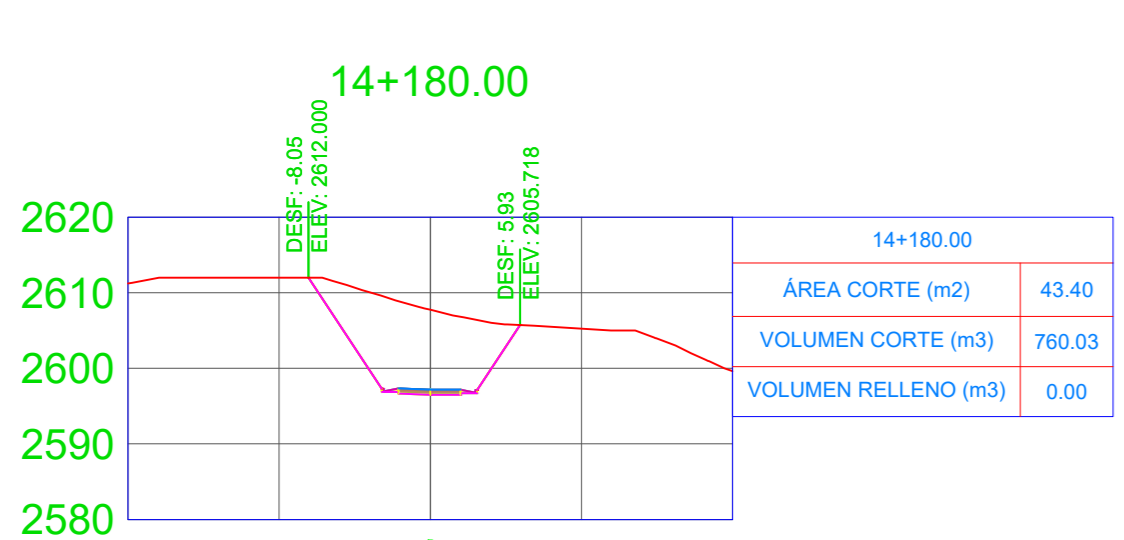
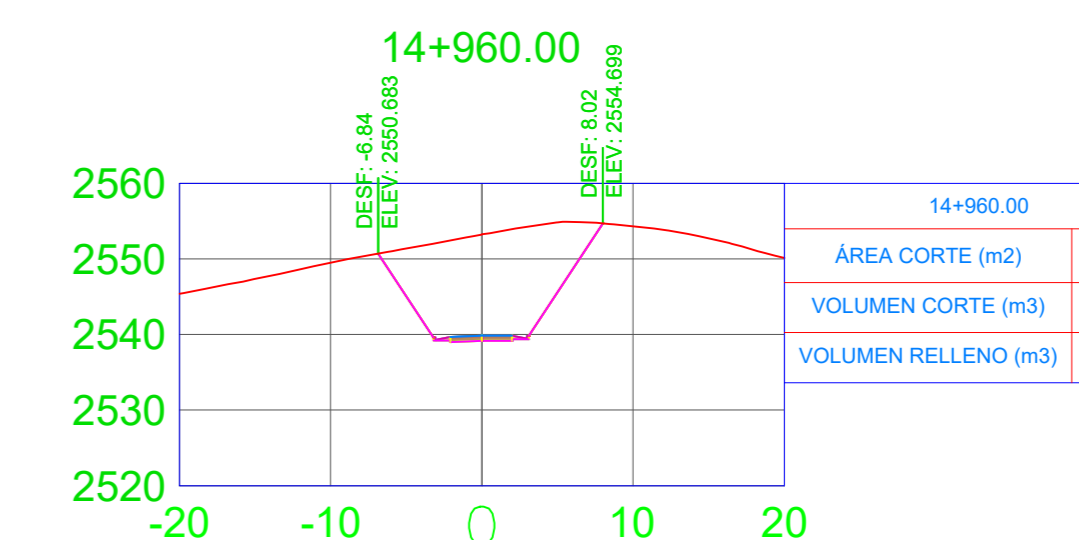
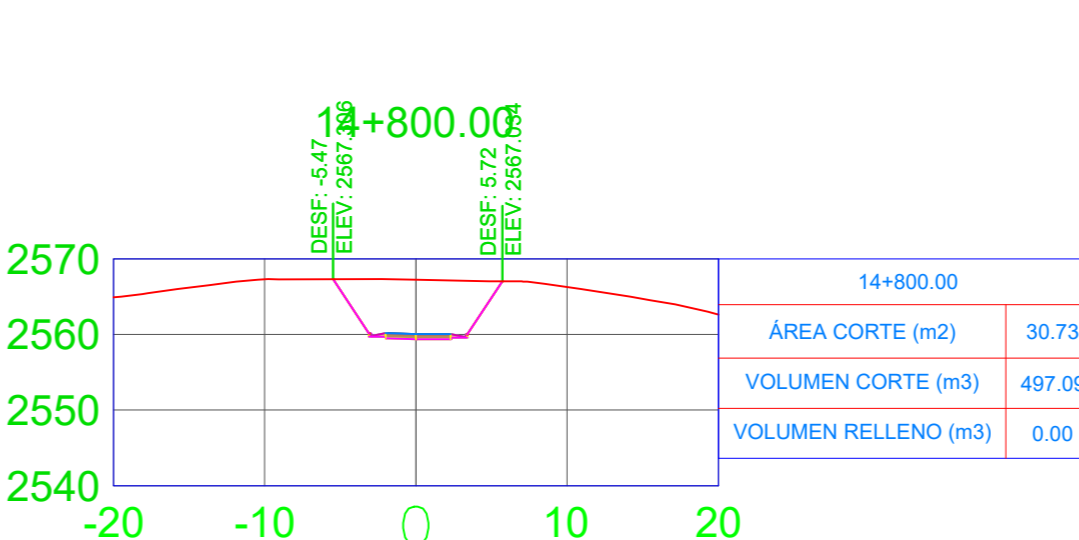
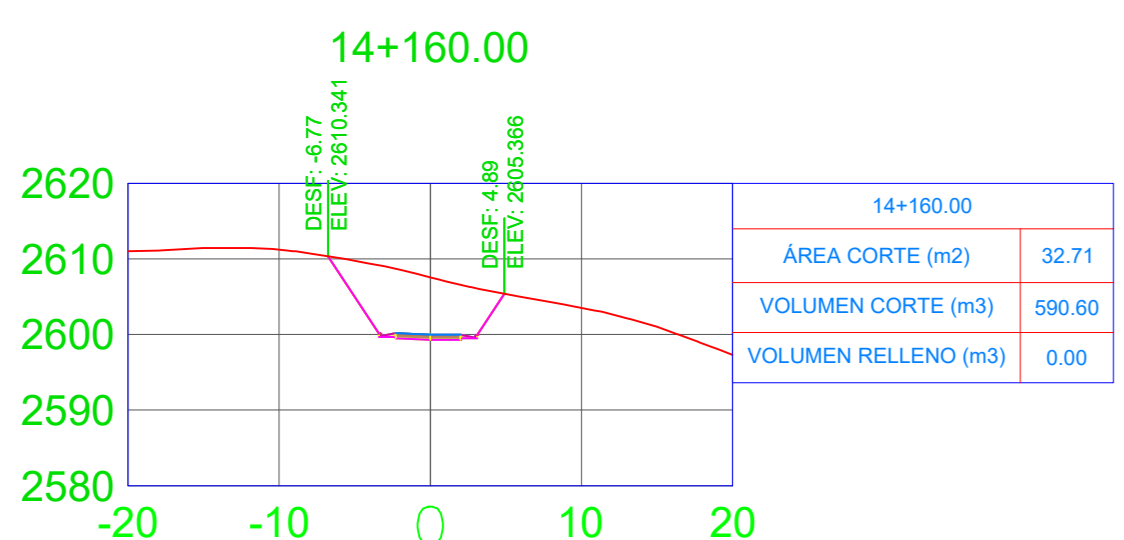
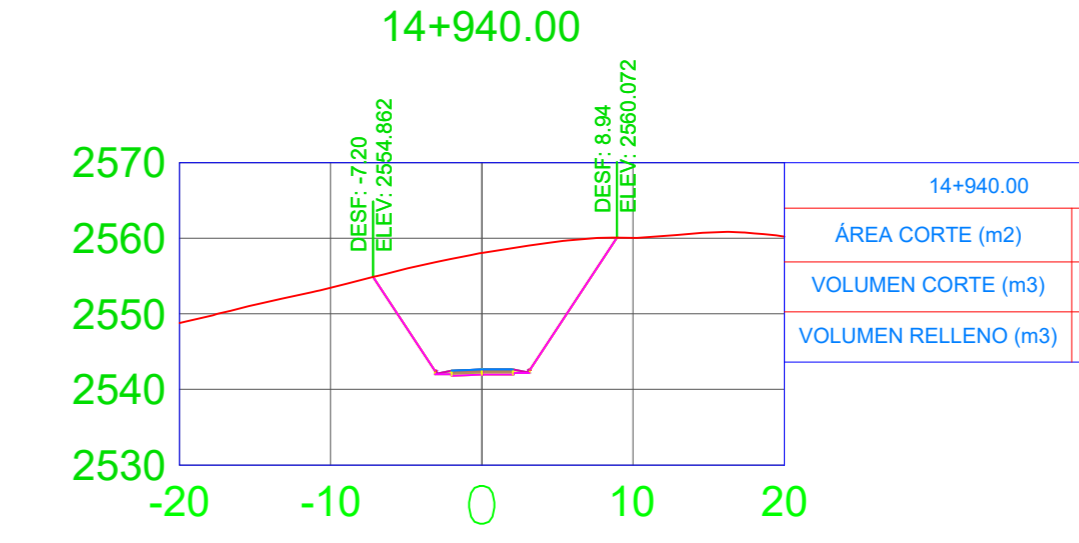
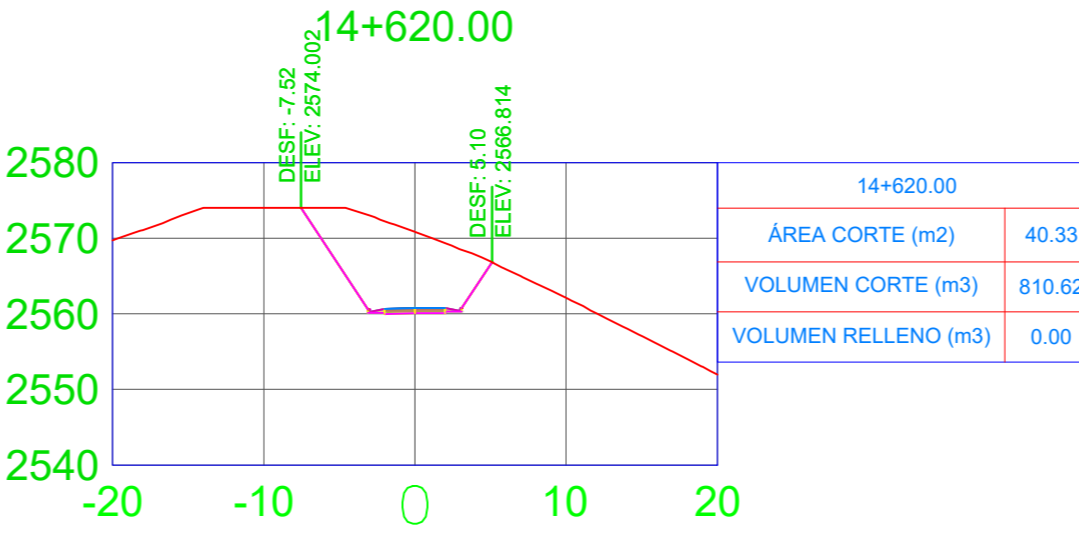
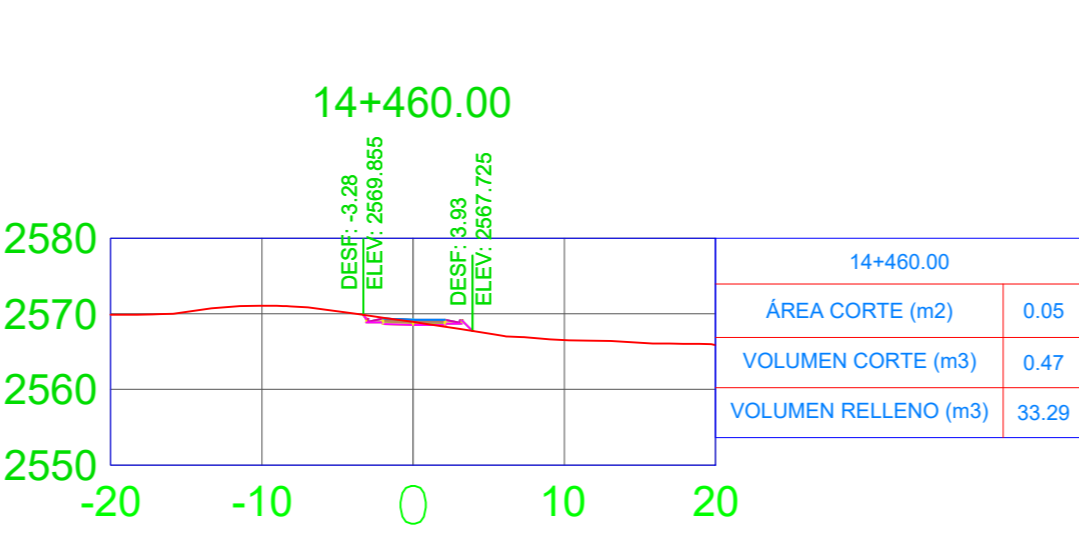
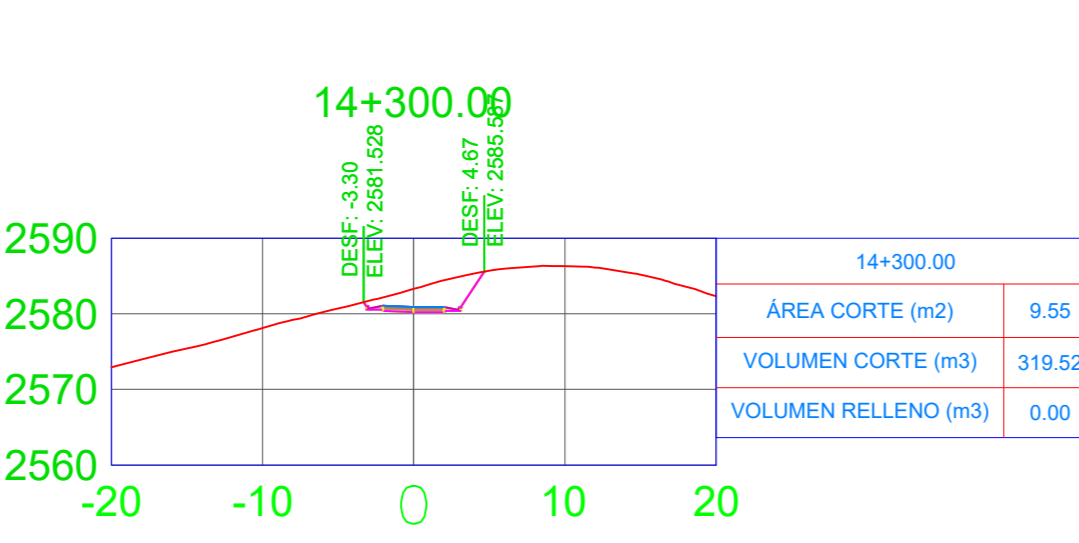
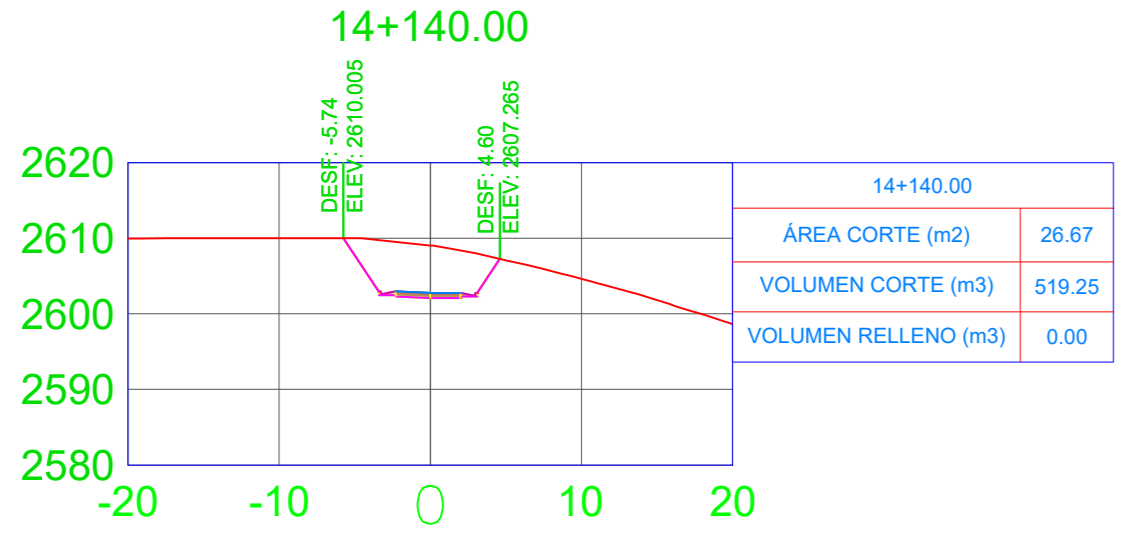
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 14+140.00 - KM 15+060.00

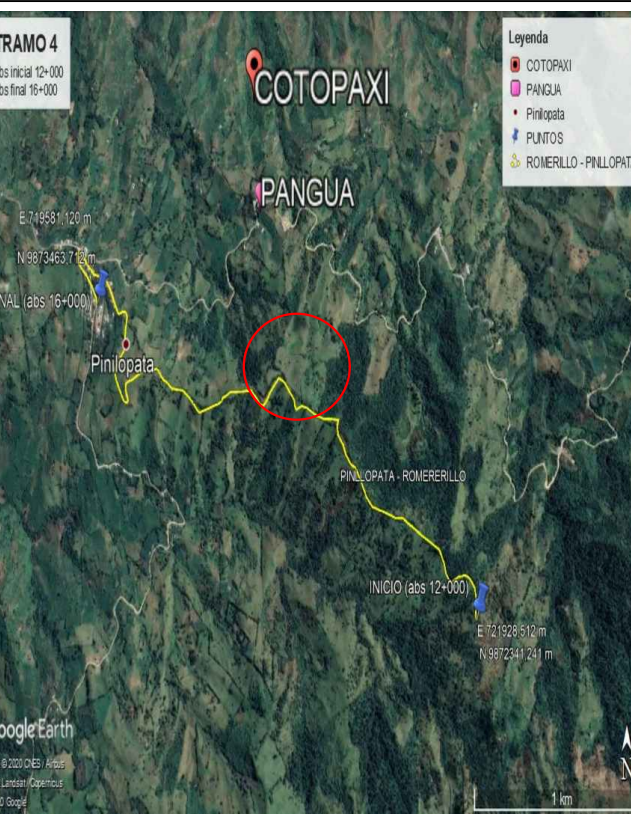
ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:
SC 4/6

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILOP – PINLOPATA
– EN EL TRAMO KM 12+000 – 16+424.50,
PERTENECIENTE AL CANYÓN PANJAGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

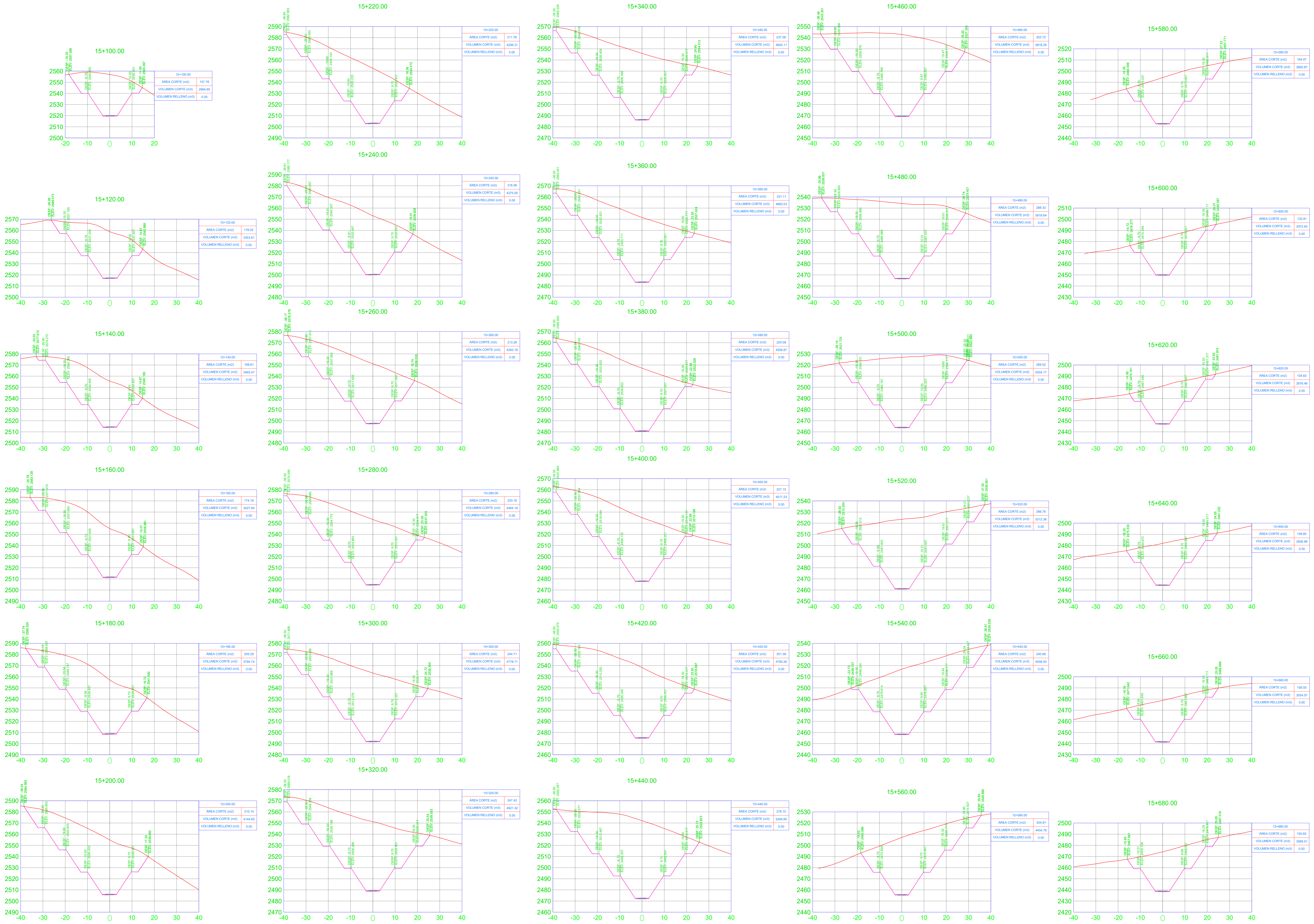
UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANJAGUA
SECTOR SILOP

ELABORADO POR:
ING. M. G. MARGOL BATAS
DANNY ERRAN
ANDRADE BARRICHUEVO
EGREDO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 15+100.00 - KM 15+680.00

ESCALA: INCODICADAS
FECHA: NOVIEMBRE 2020
LÁMINA: SC 5/6

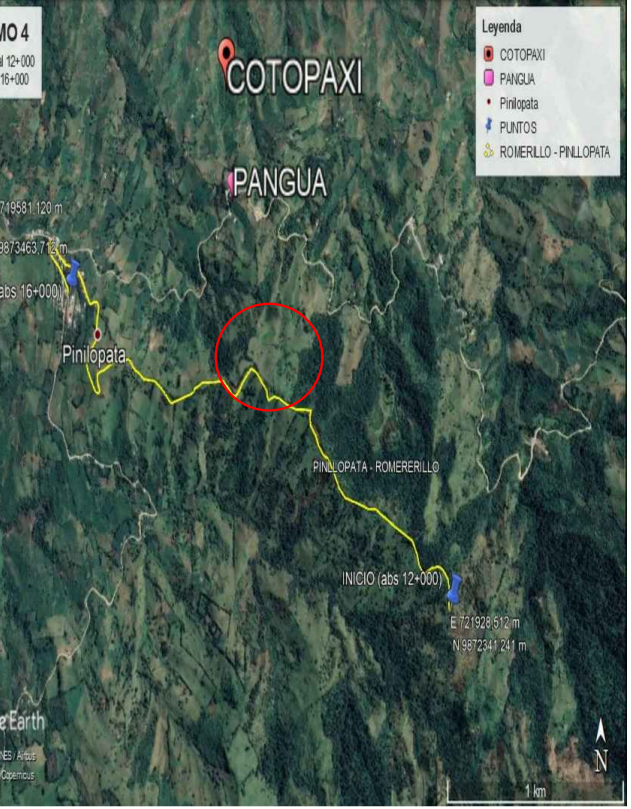
SELOS:





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA

UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 EDA 175



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILO - PINLLAPATA
EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANPALLA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANPALLA
SECTOR SILO

TUTOR:
Ing. Mg. MARISOL BAYAS

REALIZADO POR:
DANIEL ERKIN
ANDRÉS BARRONUEVO
EGRESADO

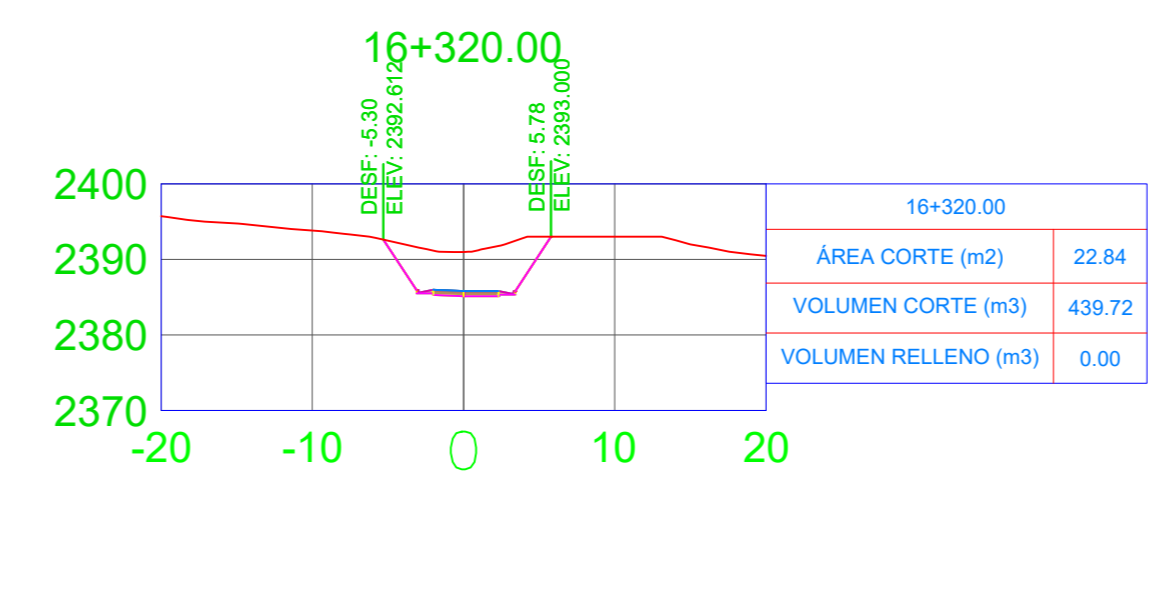
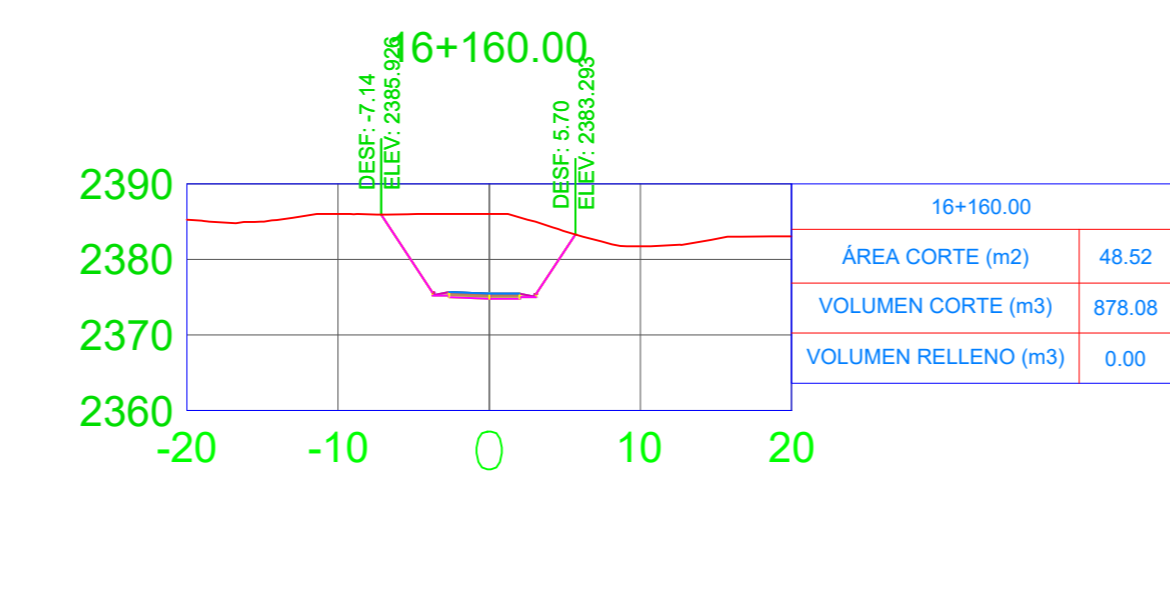
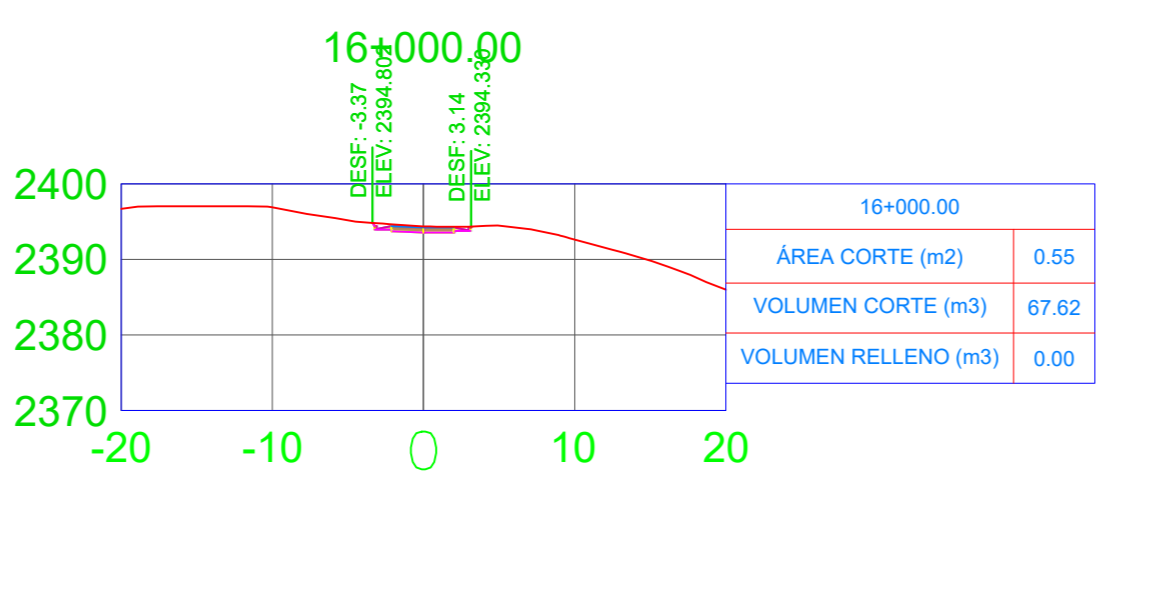
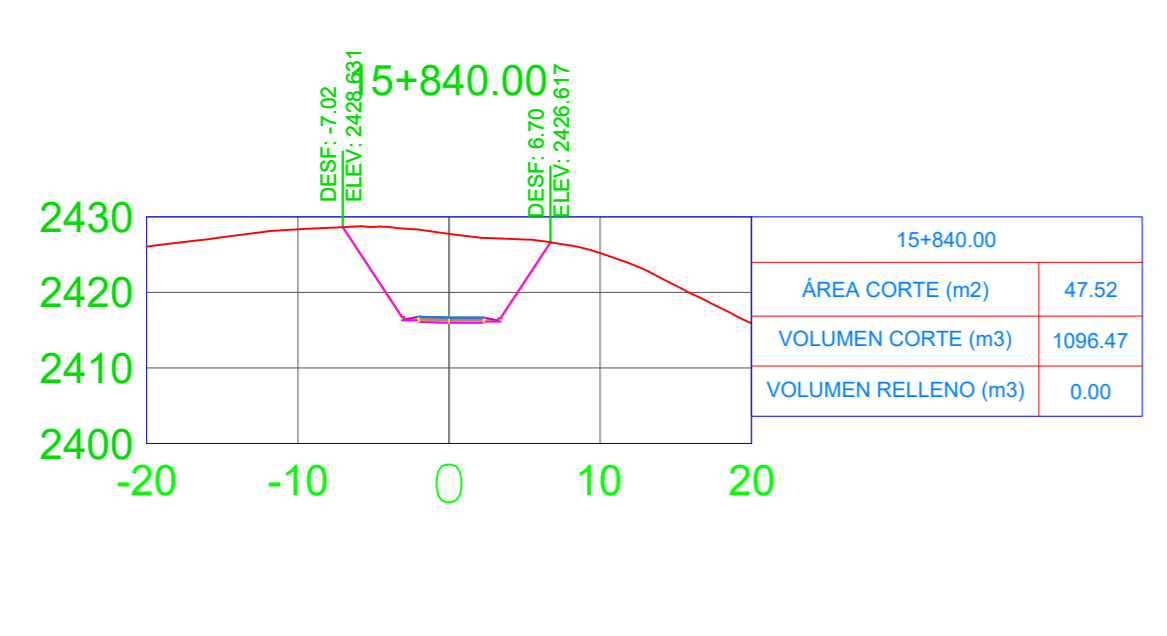
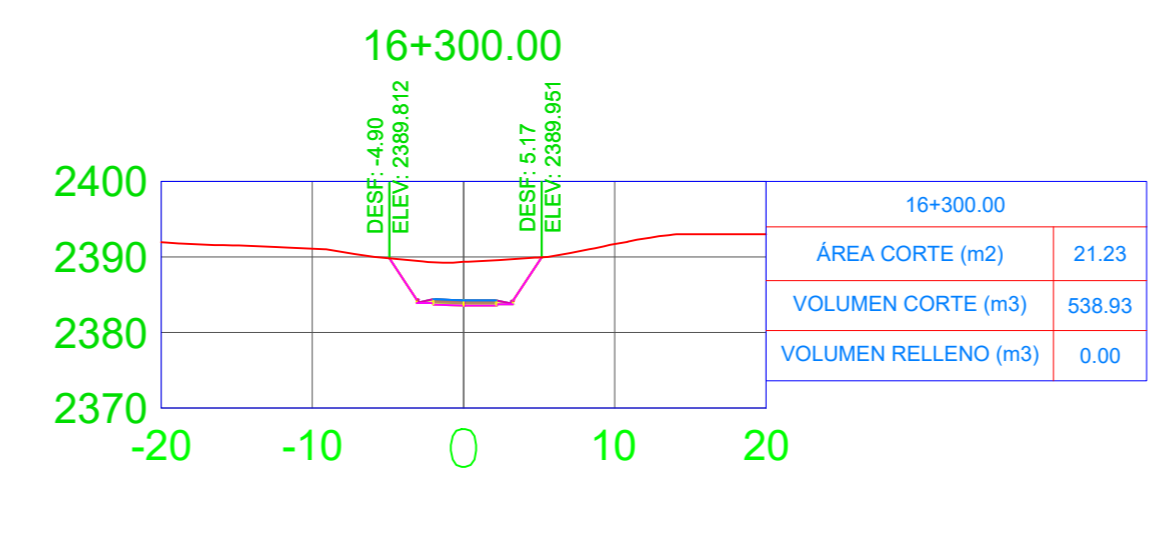
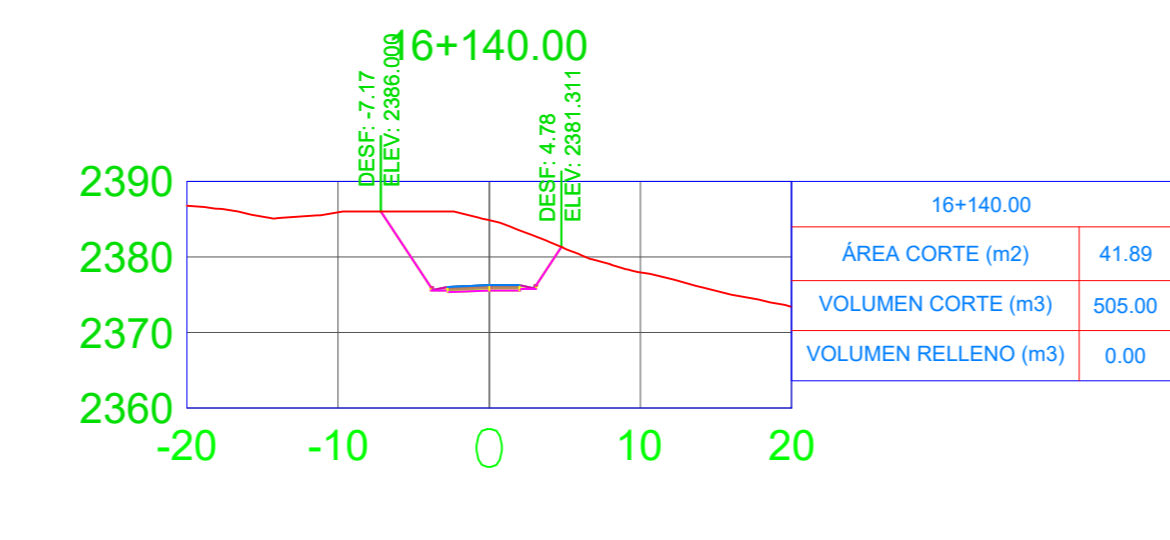
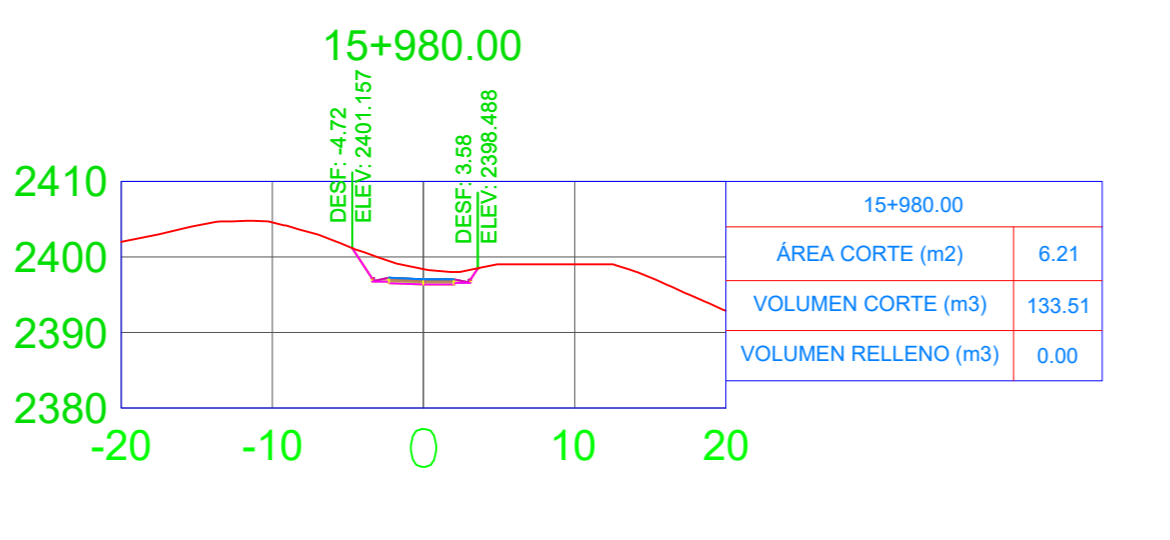
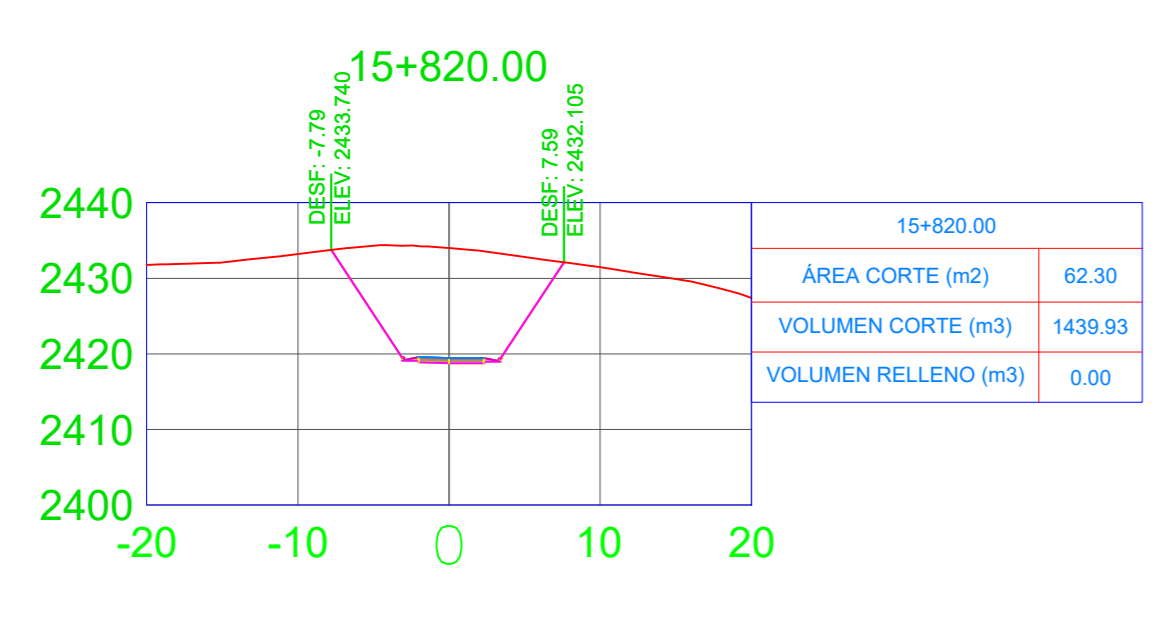
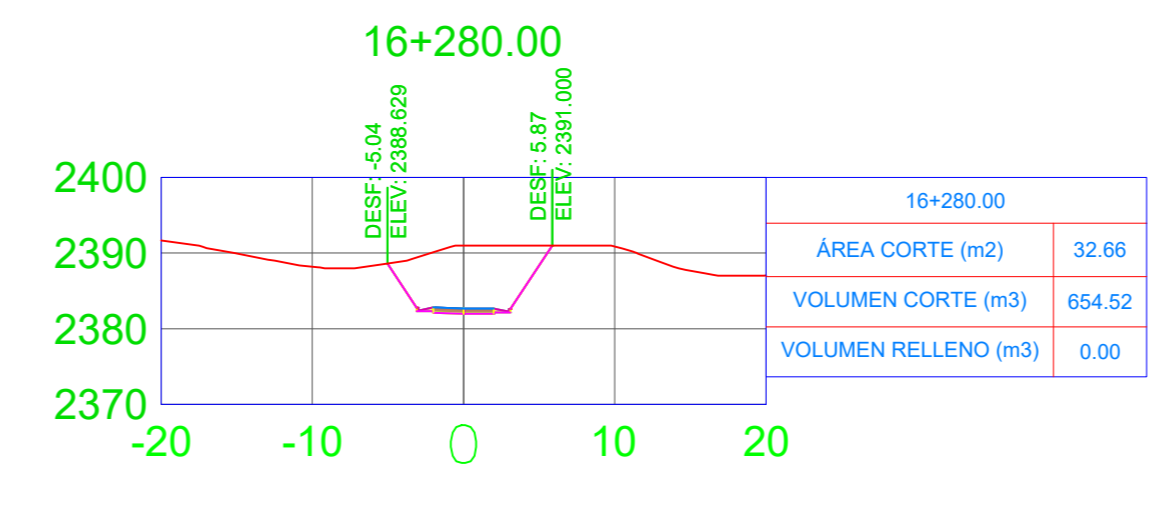
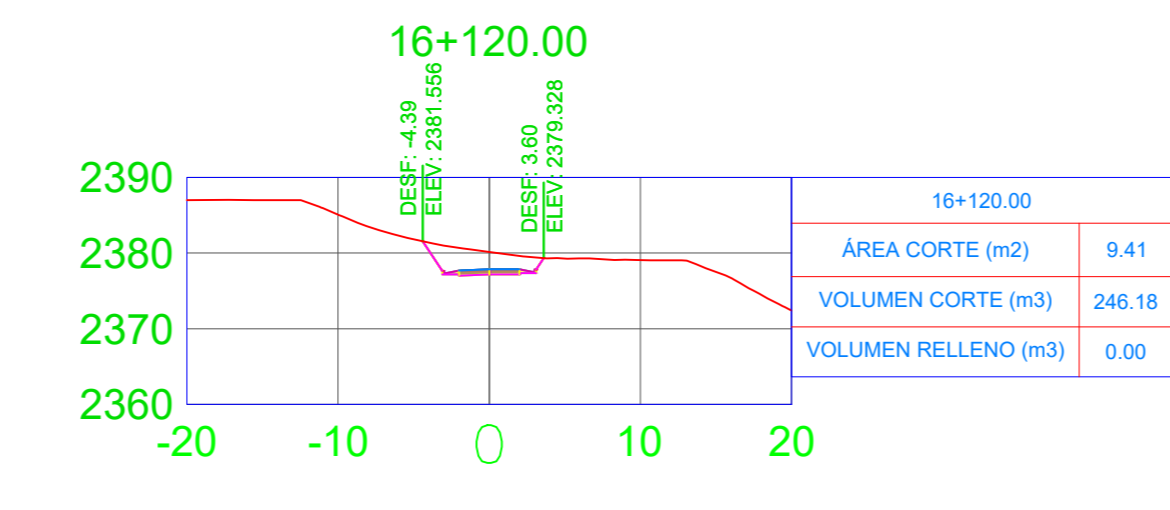
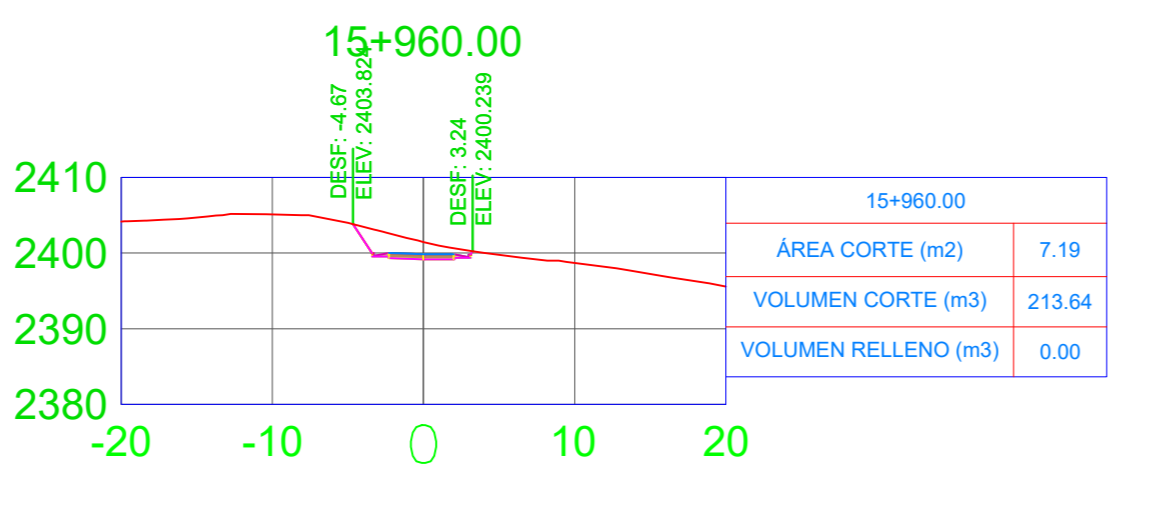
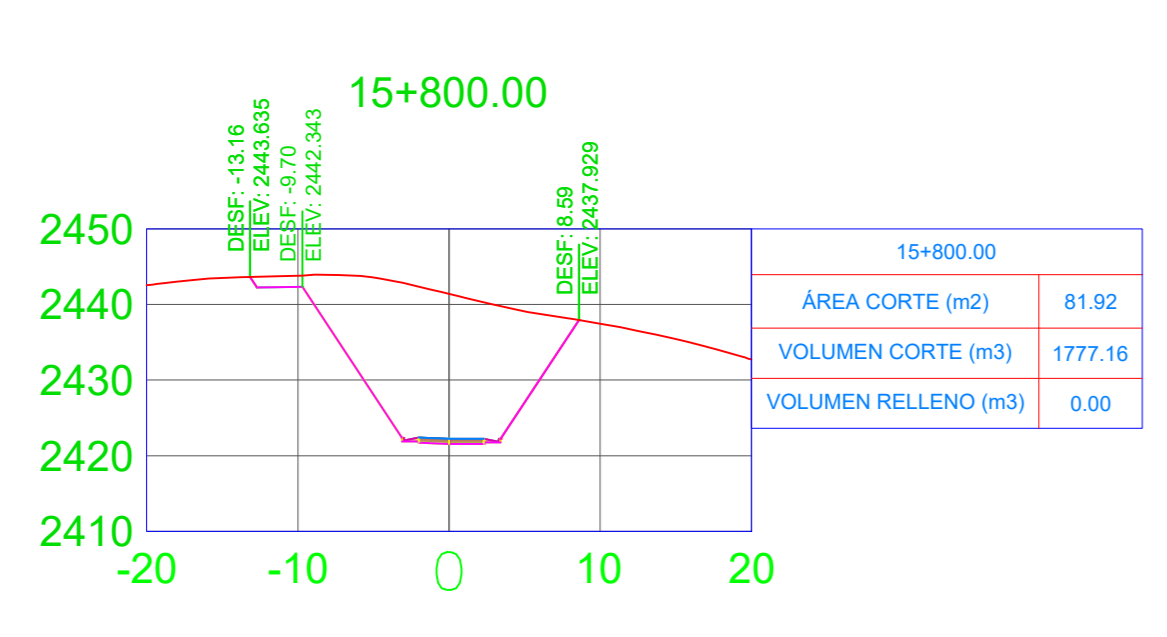
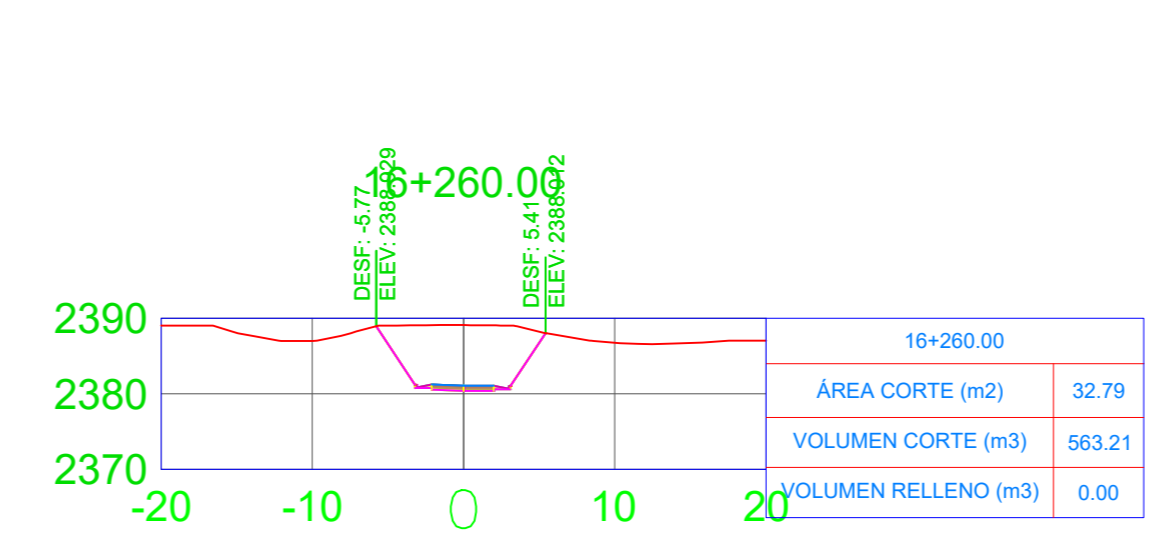
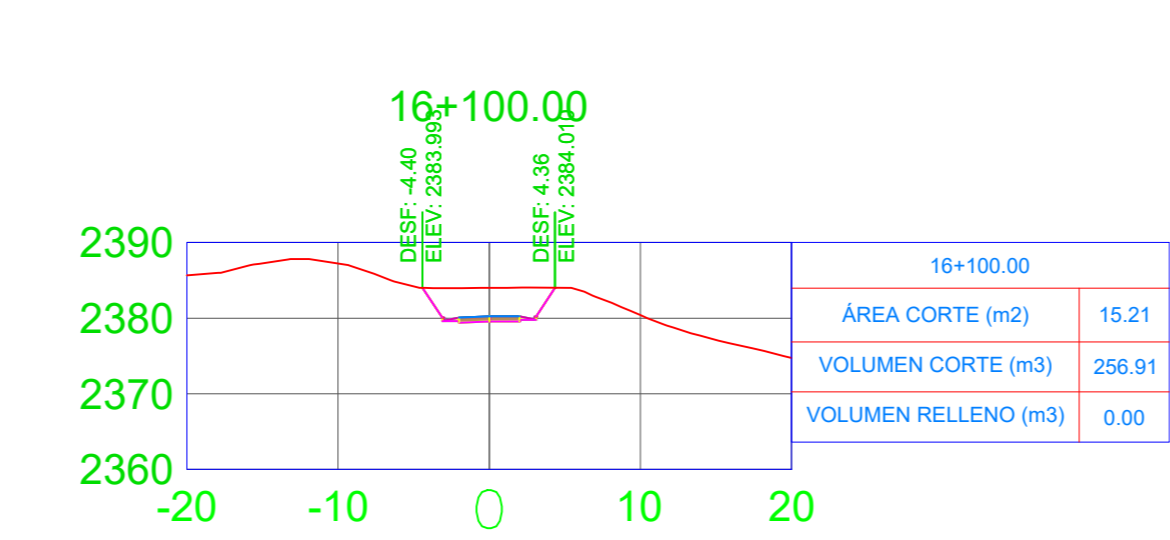
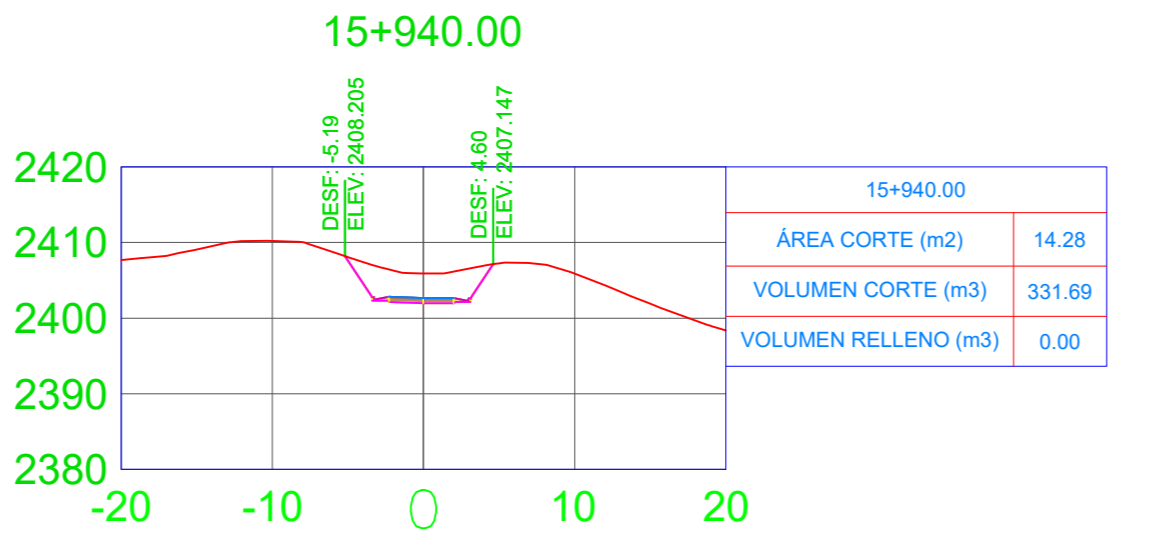
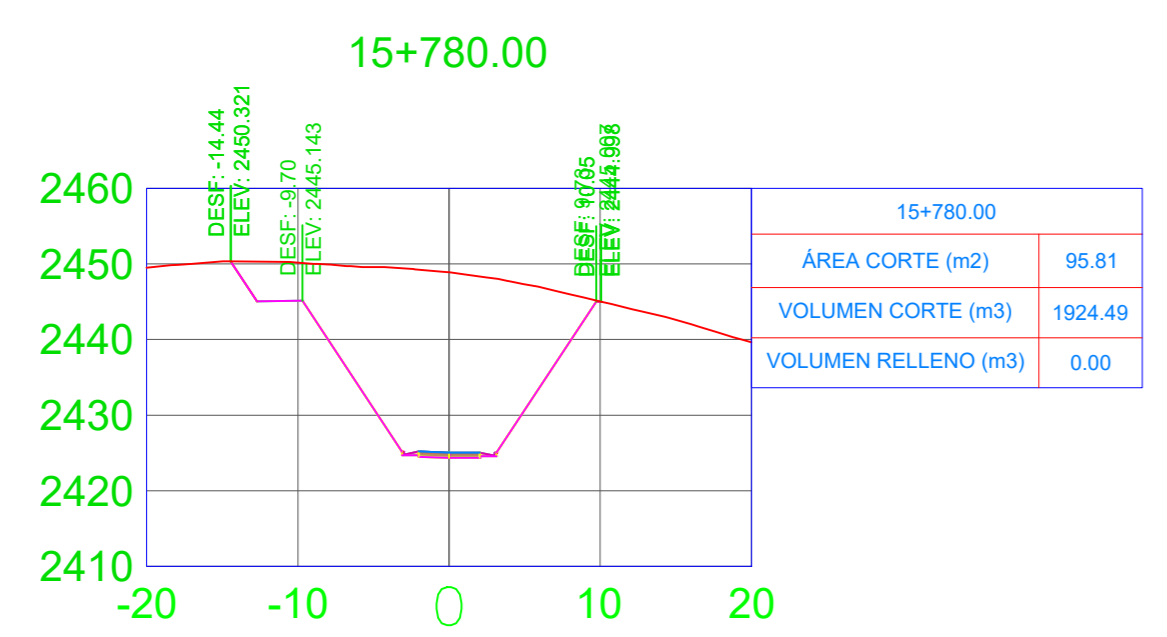
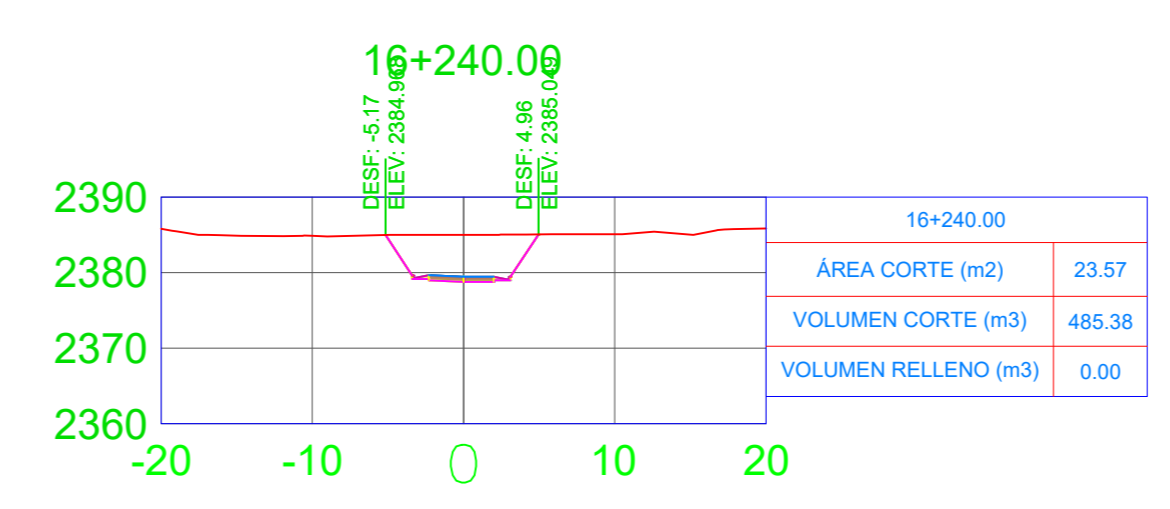
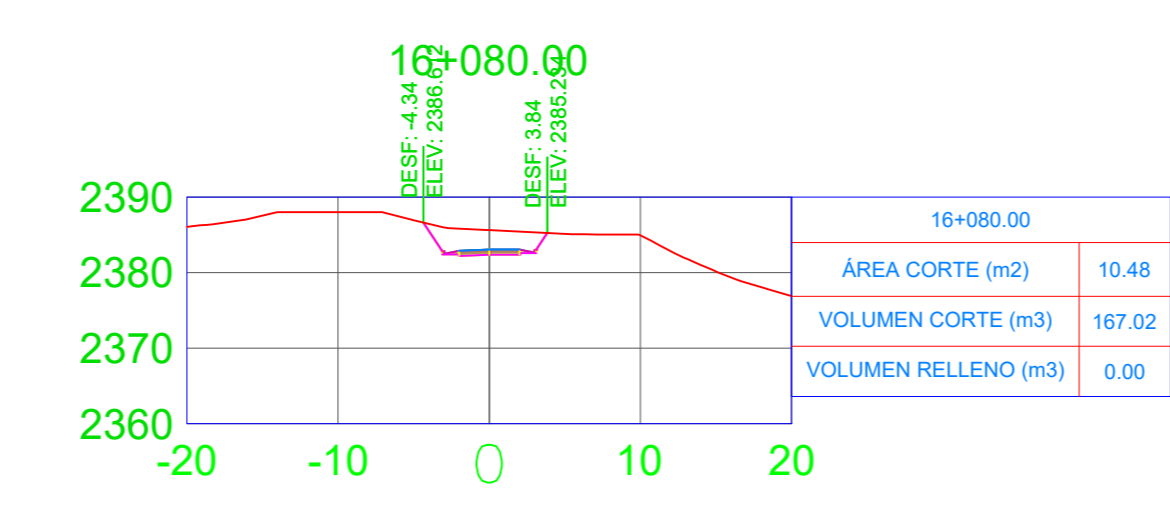
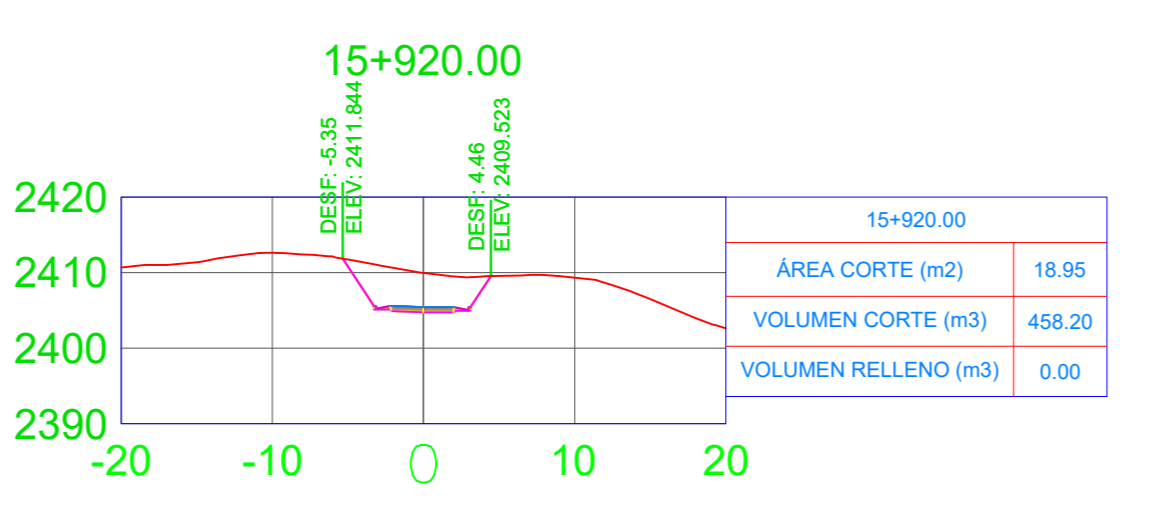
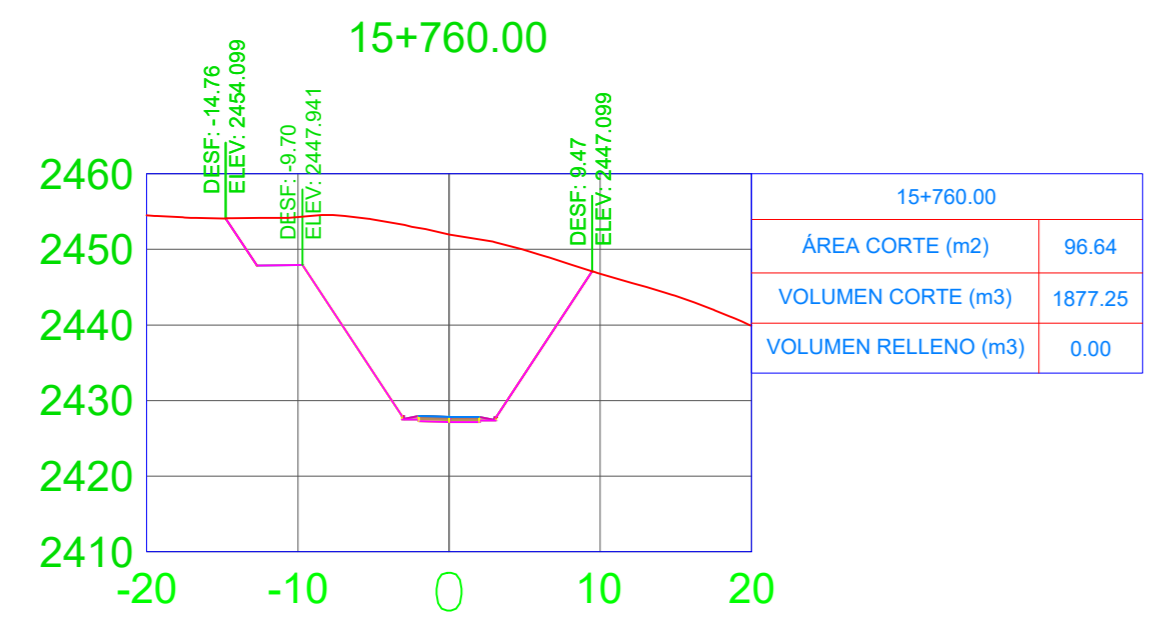
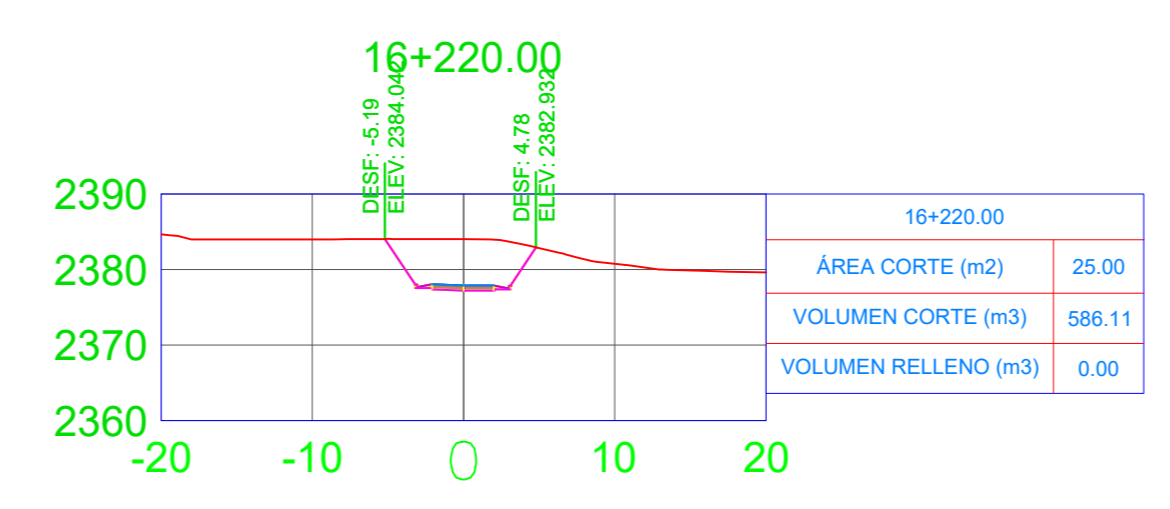
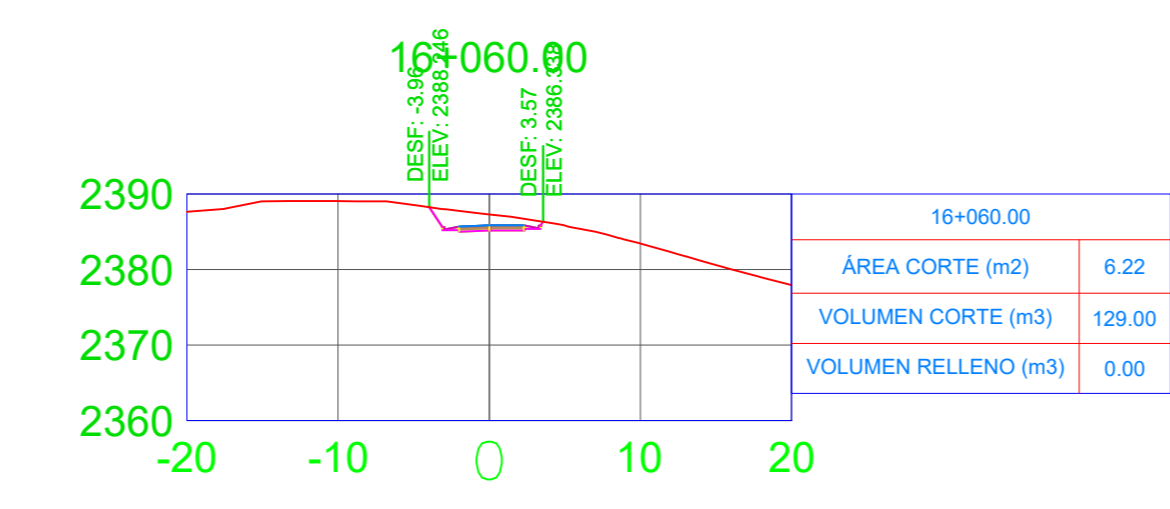
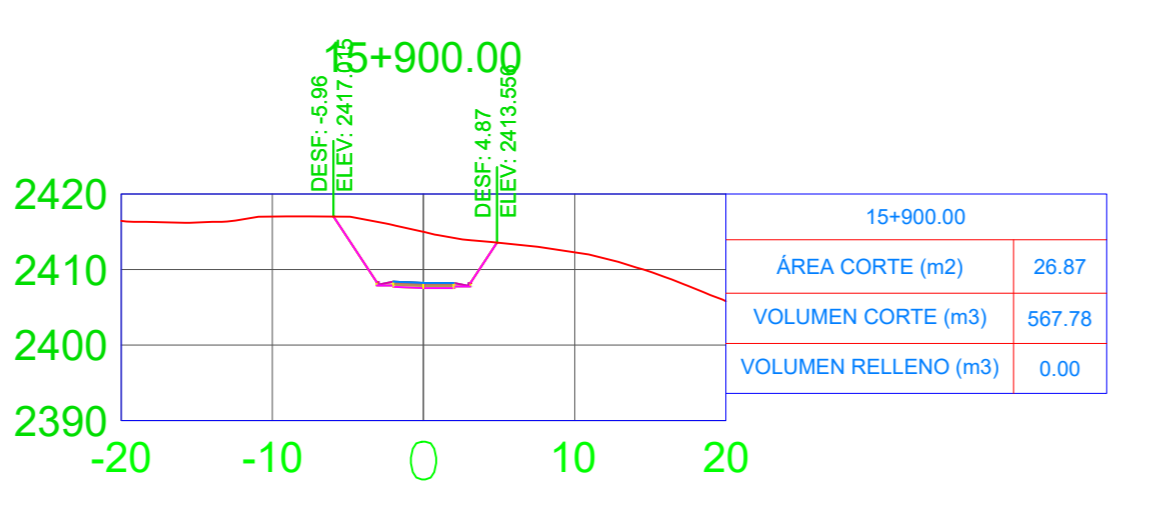
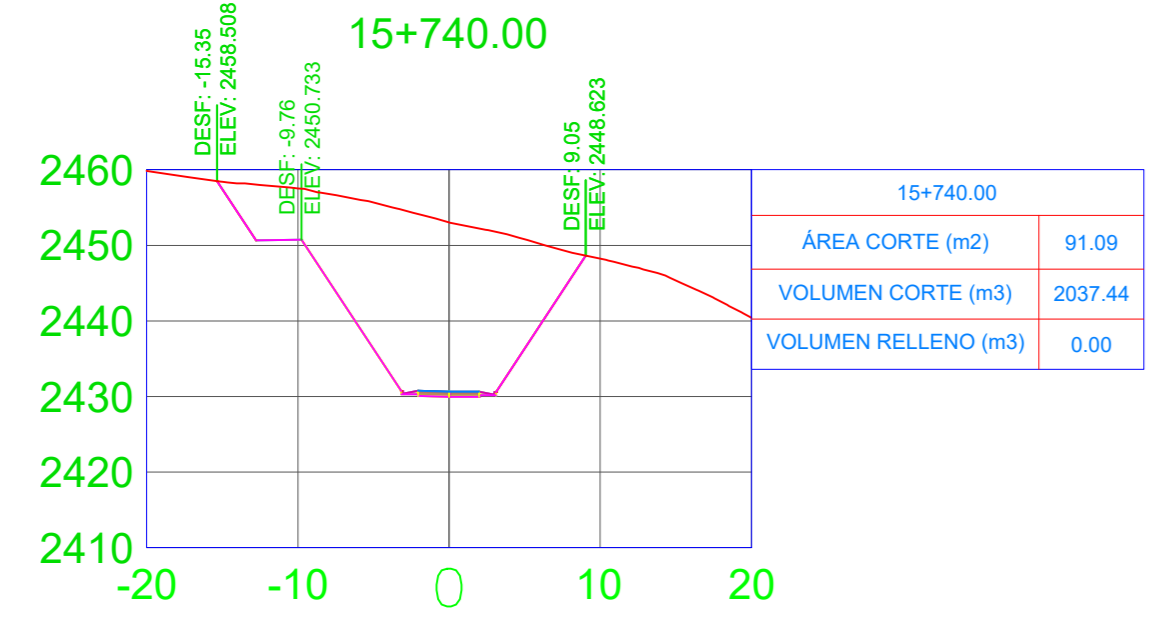
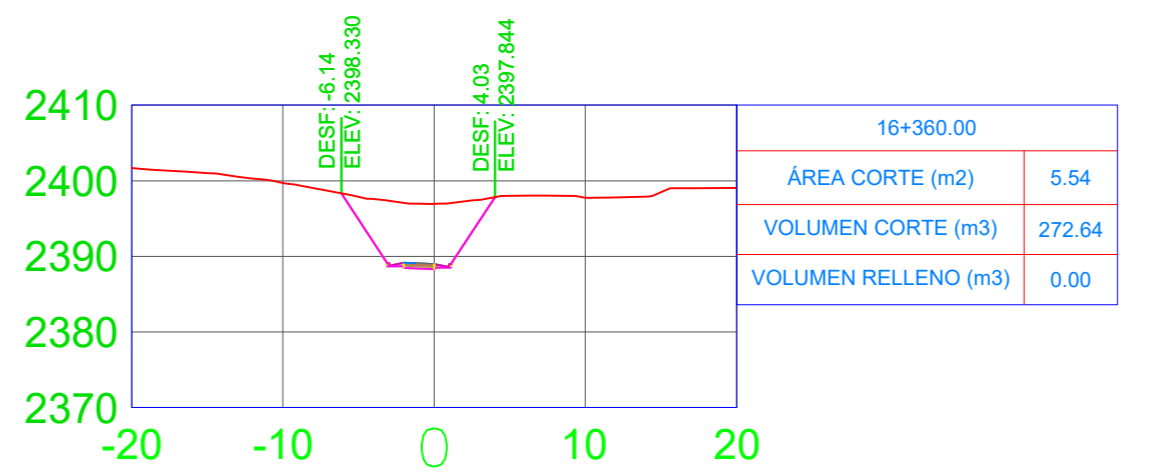
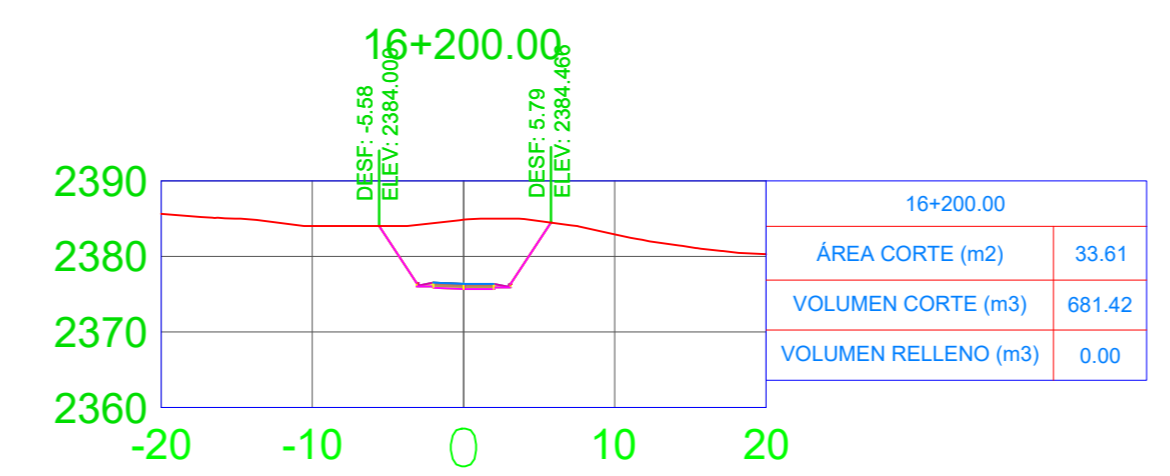
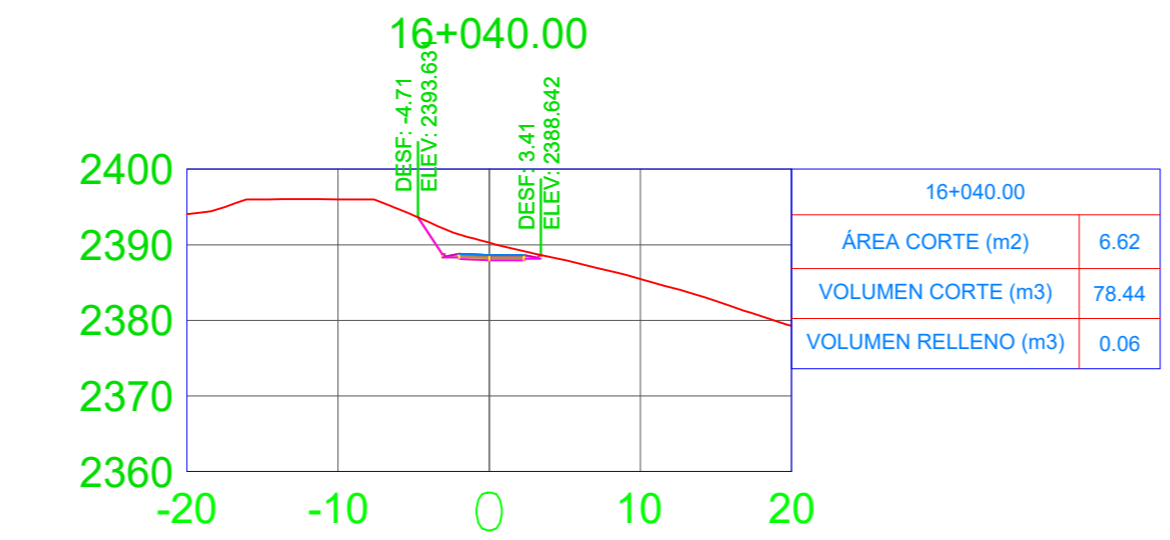
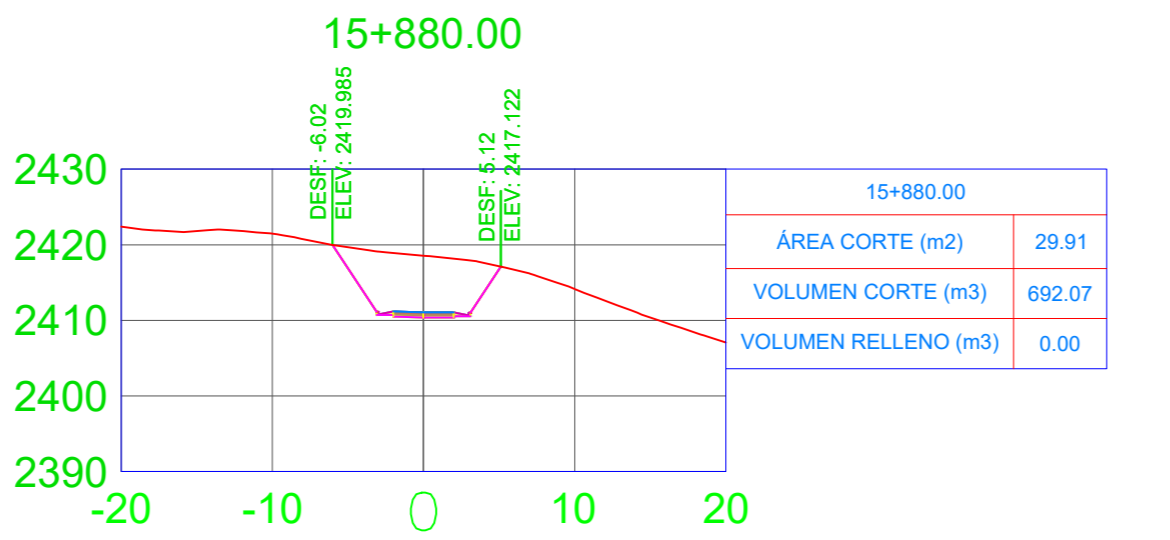
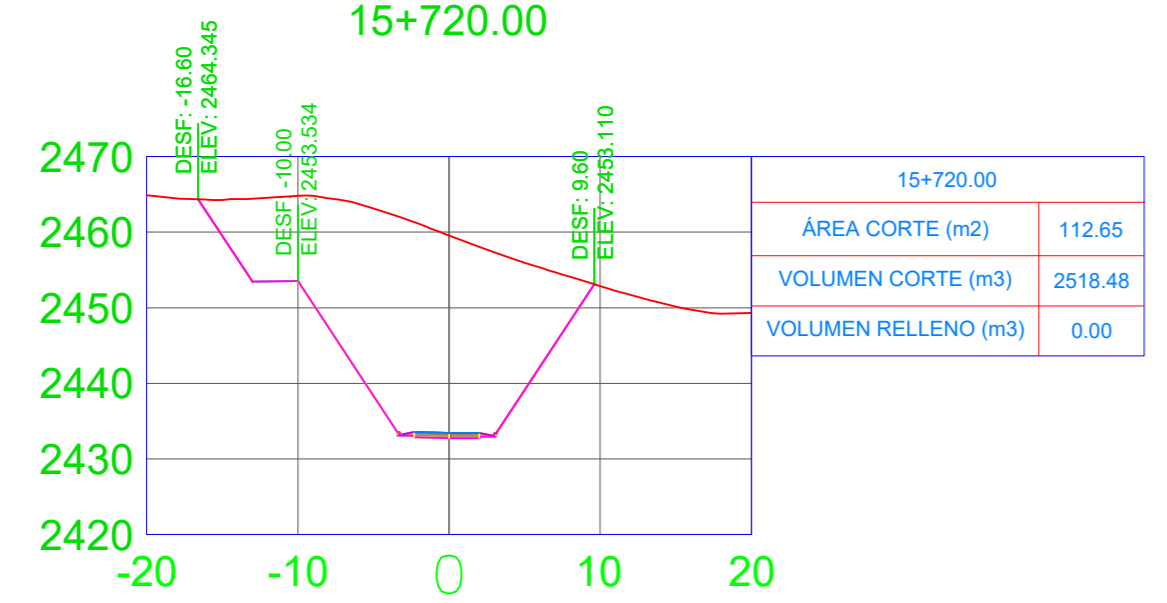
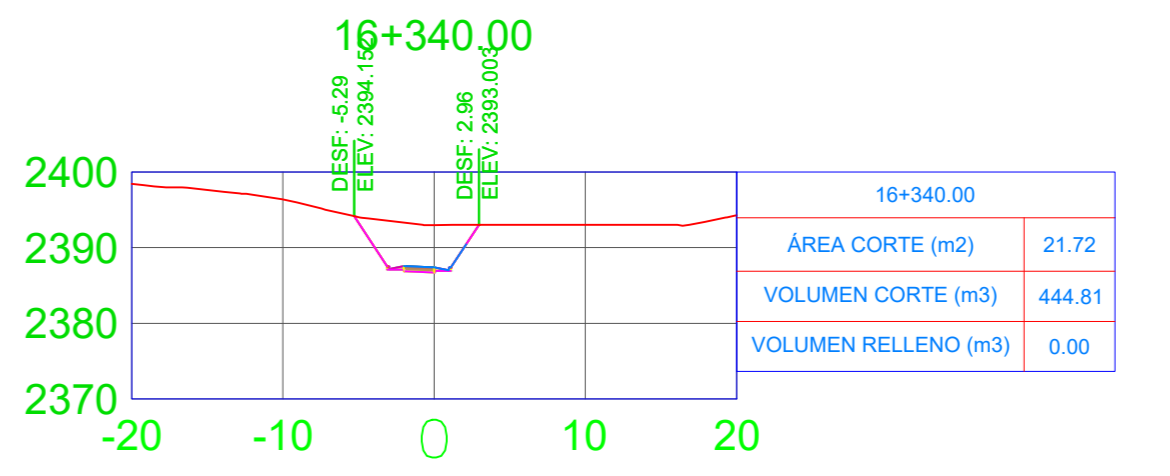
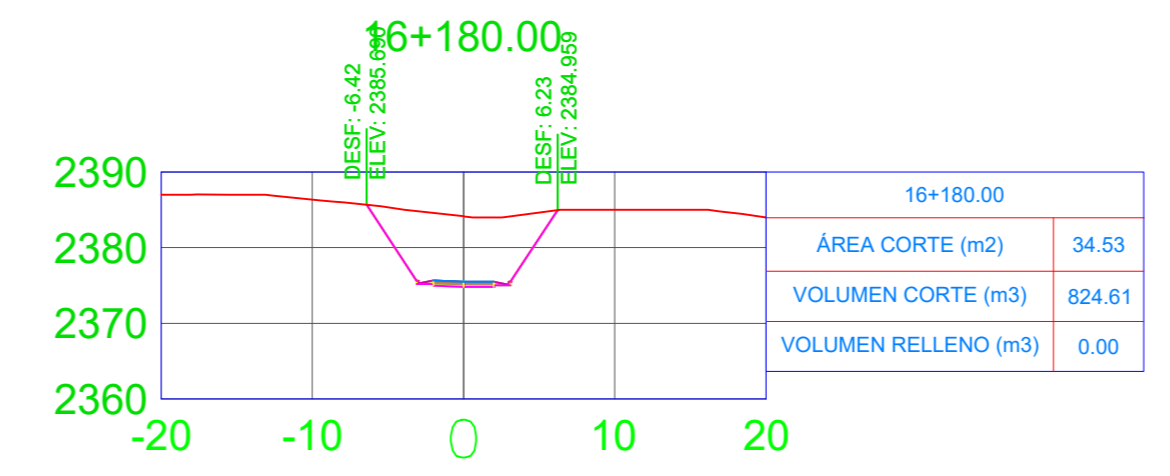
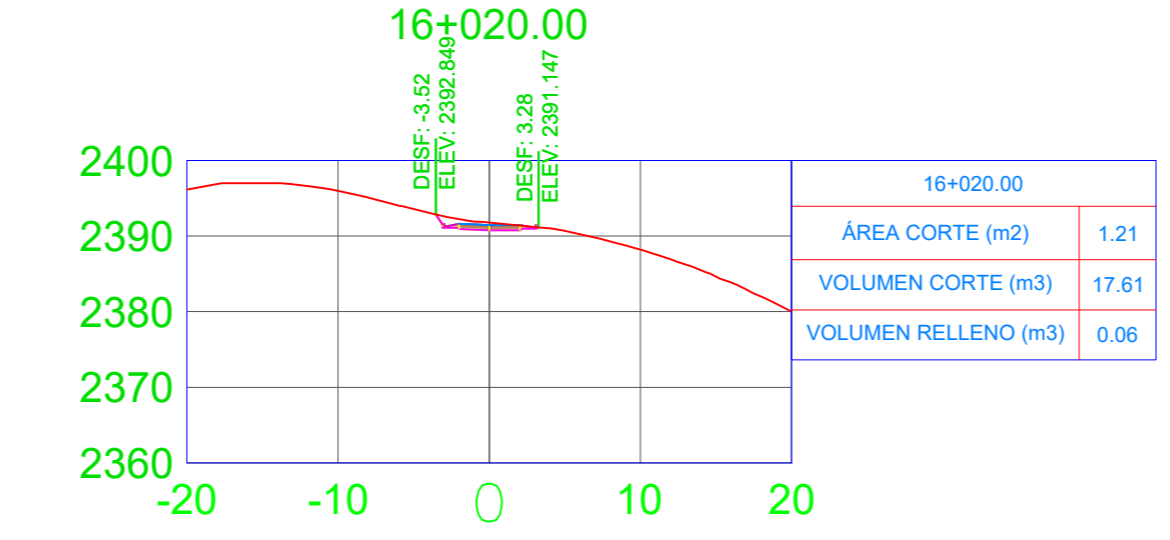
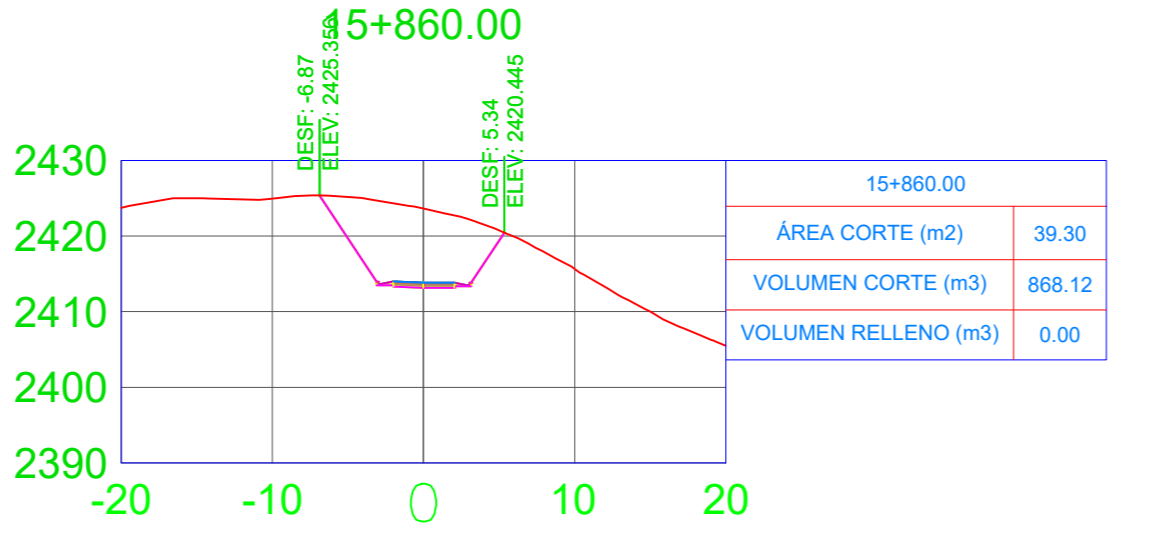
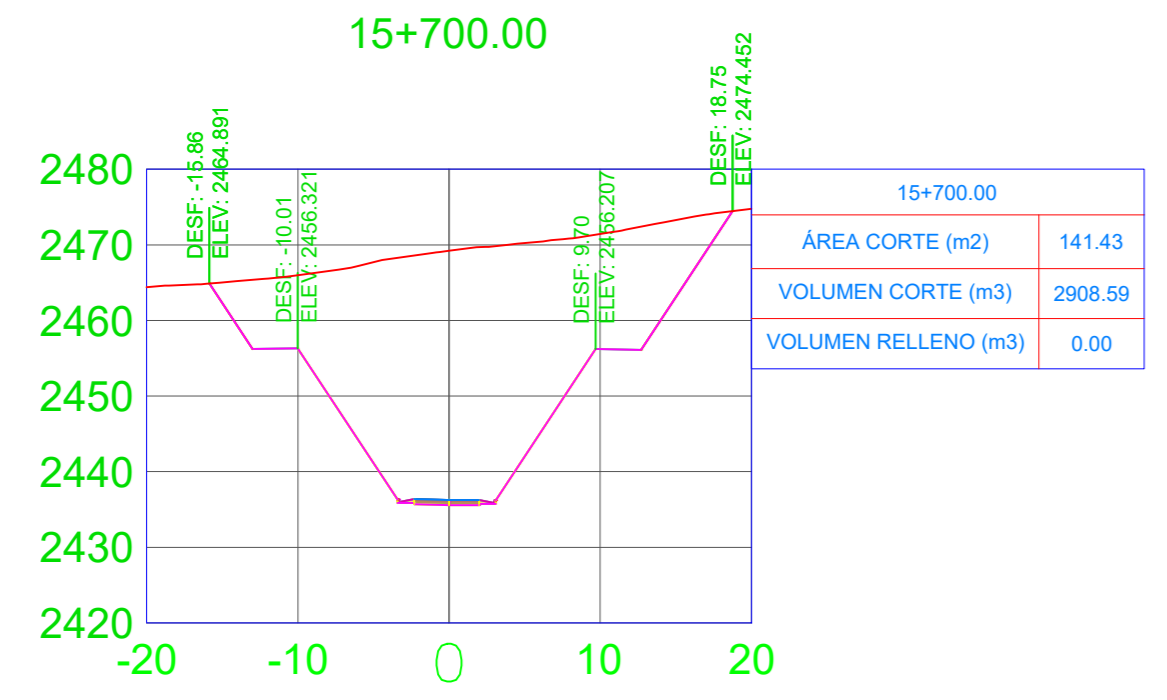
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 15+700.00 - KM 16+360.00

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

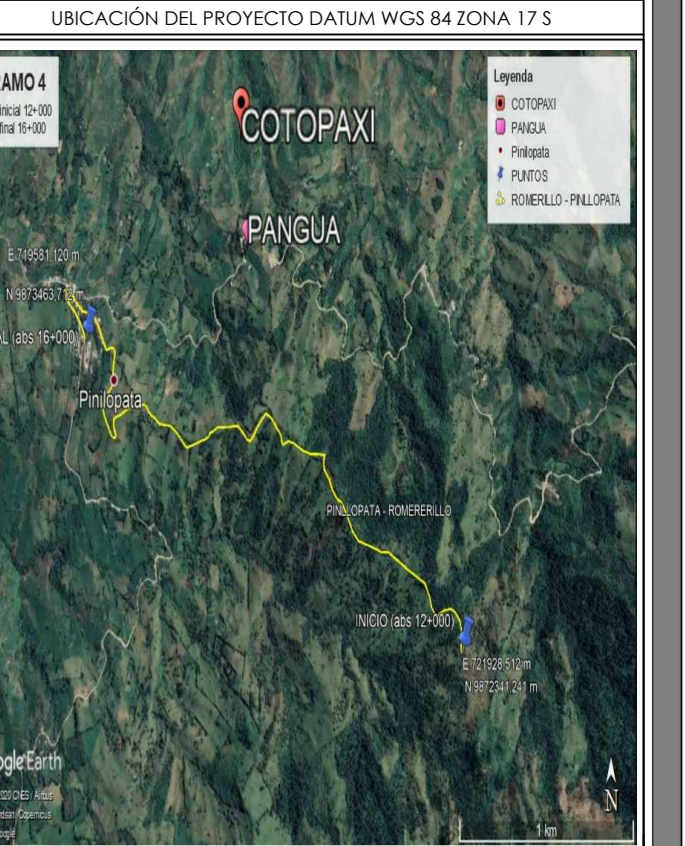
LÁMINA:
SC 6/6

SELLOS:





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILIPO - PINLOPATA
- EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILIPO

TUTOR: Ing. M.g MARGOL BAYAS
REALIZADO POR: DANNY EFRAN
ANDRADE BARRIONIEVO
EGRESADO

CONTIENE:
DIAGRAMA DE MASAS
KM 14+000.00 - KM 16+000.00

ESCALA: INDICADAS
FECHA: NOVIEMBRE 2020
LAMINA: DM 2/3

SELLOS:

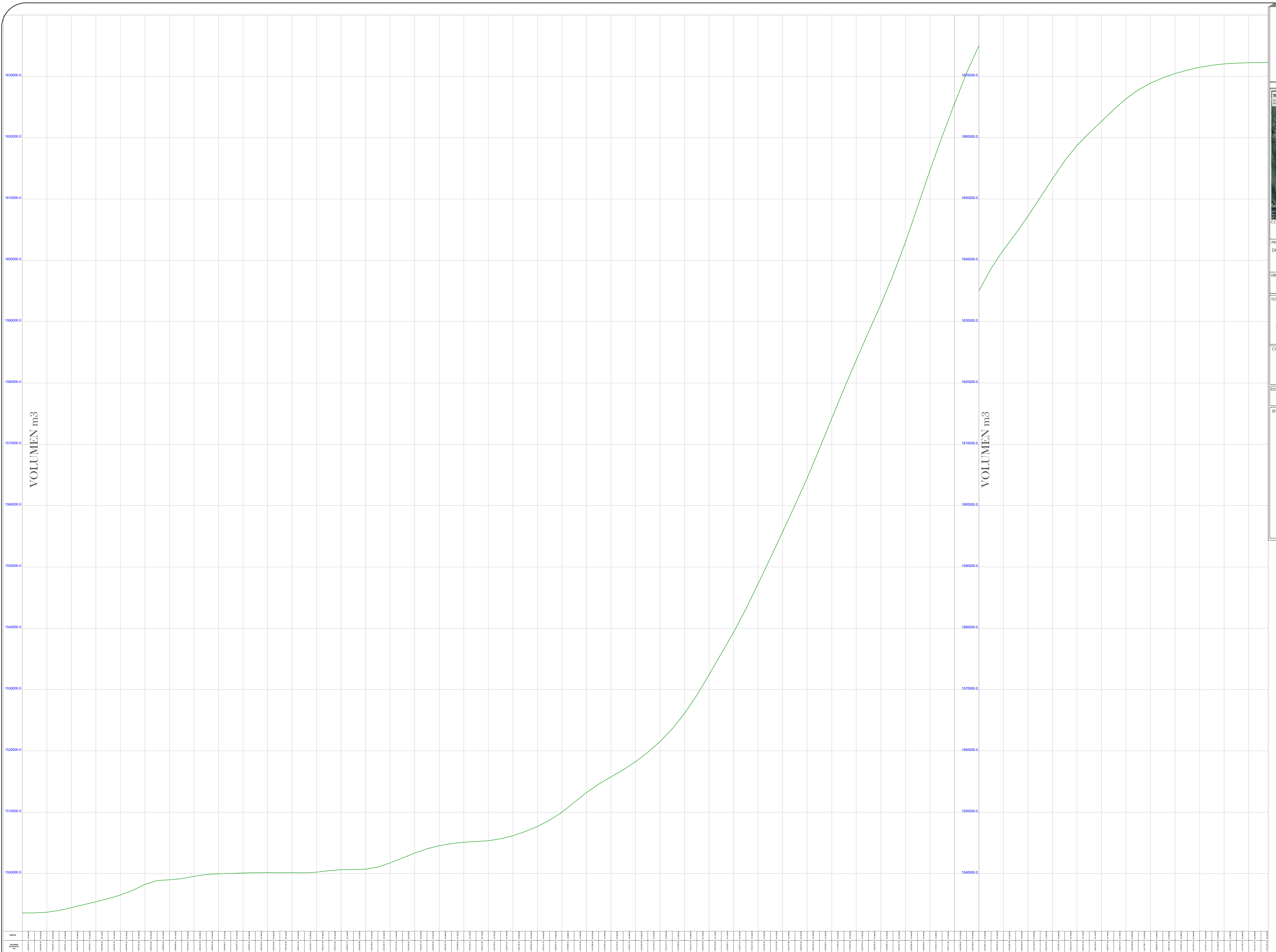
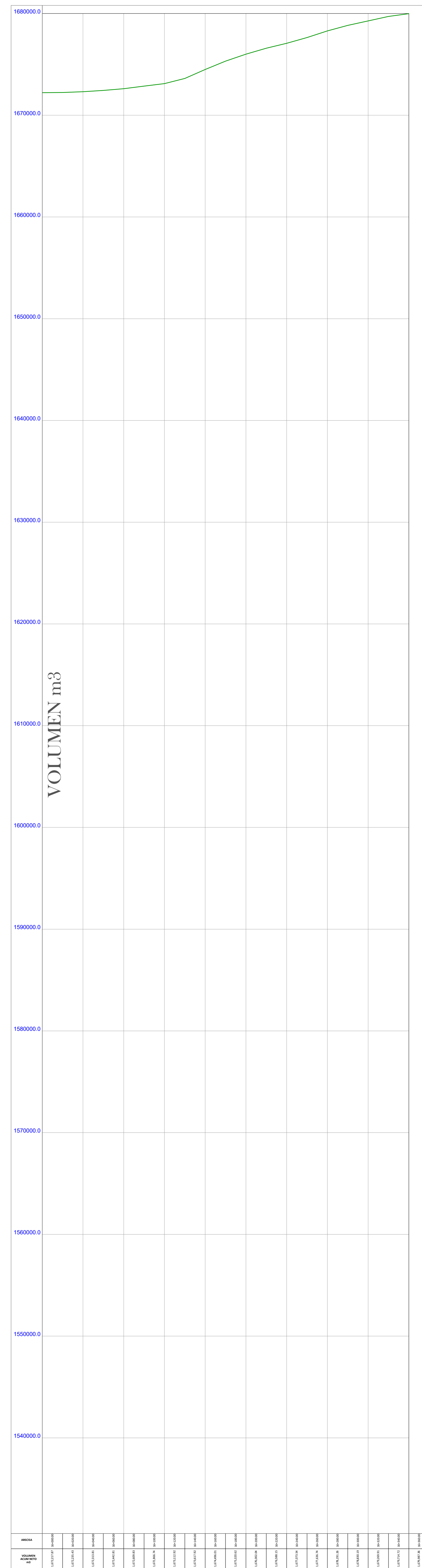




DIAGRAMA DE MASAS
ESCALA: H=1:200
V=1:200



Tramo	Inicio	Fin	Longitud
1	16+000.00	16+010.00	10.00
2	16+010.00	16+020.00	10.00
3	16+020.00	16+030.00	10.00
4	16+030.00	16+040.00	10.00
5	16+040.00	16+050.00	10.00
6	16+050.00	16+060.00	10.00
7	16+060.00	16+070.00	10.00
8	16+070.00	16+080.00	10.00
9	16+080.00	16+090.00	10.00
10	16+090.00	16+100.00	10.00
11	16+100.00	16+110.00	10.00
12	16+110.00	16+120.00	10.00
13	16+120.00	16+130.00	10.00
14	16+130.00	16+140.00	10.00
15	16+140.00	16+150.00	10.00
16	16+150.00	16+160.00	10.00
17	16+160.00	16+170.00	10.00
18	16+170.00	16+180.00	10.00
19	16+180.00	16+190.00	10.00
20	16+190.00	16+200.00	10.00
21	16+200.00	16+210.00	10.00
22	16+210.00	16+220.00	10.00
23	16+220.00	16+230.00	10.00
24	16+230.00	16+240.00	10.00
25	16+240.00	16+250.00	10.00
26	16+250.00	16+260.00	10.00
27	16+260.00	16+270.00	10.00
28	16+270.00	16+280.00	10.00
29	16+280.00	16+290.00	10.00
30	16+290.00	16+300.00	10.00
31	16+300.00	16+310.00	10.00
32	16+310.00	16+320.00	10.00
33	16+320.00	16+330.00	10.00
34	16+330.00	16+340.00	10.00
35	16+340.00	16+350.00	10.00
36	16+350.00	16+360.00	10.00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S

TRAMO:
16+000.00 - 16+360.00

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILPO - PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 12+000 - 16+424.50, PERTENECIENTE AL CANTÓN PANAGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANAGUA
SECTOR SILPO

TUTOR:
Ing. M.g MARGOL BAYAS

REALIZADO POR:
DANNY EFRAN
ANDRADE BARRIONIEVO
EGRESADO

CONTIENE:
DIAGRAMA DE MASAS
KM 16+000.00 - KM 16+360.00

ESCALA: INDICADAS	FECHA: NOVIEMBRE 2020	LAMINA: DM 3/3
----------------------	--------------------------	-------------------

SELLOS: