



**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:**

---

**MEJORAMIENTO DE LA VÍA COTUNDO-COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
DE LA PARROQUIA COTUNDO, CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE  
NAPO, CON LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE  
DRENAJE**

---

**AUTOR:** Pablo Hernán Guerrero Mangui

**TUTOR:** Ing. M.Sc. Dilón Moya

Ambato - Ecuador.

2017

## CERTIFICACIÓN

Yo, Ing. M.Sc. Dilón Moya en calidad de tutor, certifico que el presente trabajo de investigación desarrollado por el Sr. Pablo Hernán Guerrero Mangui de la carrera de Ingeniería Civil, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil se desarrolló bajo mi dirección, siendo un trabajo personal realizado bajo el tema **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA COTUNDO-COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE DE LA PARROQUIA COTUNDO, CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO, CON LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE DRENAJE”**, el cual reúne los requisitos pertinentes para ser sometido a evaluación y que se ha concluido satisfactoriamente.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad.

Ambato, Agosto 2017

.....  
Ing. M.Sc. Dilón Moya

**TUTOR**

## **AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO**

Yo, **PABLO HERNÁN GUERRERO MANGUI**, declaro que los análisis, interpretaciones, diseños, propuestas, conclusiones y recomendaciones emitidos en el presente trabajo de investigación, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, son exclusivamente de mi autoría; a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Ambato, Agosto 2017

.....  
Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

**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 proceso de investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mí proyecto con fines de difusión pública, además la reproducción del mismo, 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, Agosto 2017

.....  
Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

**AUTOR**

## **APROBACION DE PROFESORES CALIFICADORES**

Los miembros del tribunal examinador aprueban el proyecto técnico, bajo el tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA COTUNDO-COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE DE LA PARROQUIA COTUNDO, CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO, CON LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE DRENAJE”**, del Sr. Egresado Guerrero Manguí Pablo Hernán, de la carrera de Ingeniería Civil, el mismo que guarda conformidad con las disposiciones reglamentarias emitidas por el centro de estudios de Pregrado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato.

Ambato, Agosto 2017

Ing. Mg. Fricson Moreira

**DOCENTE CALIFICADOR**

Ing. Mg. Rodrigo Acosta

**DOCENTE CALIFICADOR**

## DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a **DIOS**, todopoderoso por ser él quien ha guiado mis pasos por el camino del bien y darme la fuerza necesaria para seguir adelante y no desvanecerme en momentos difíciles, por darme sabiduría y confianza en mí mismo para salir victorioso frente a los obstáculos que se presentan, gracias a su apoyo hoy puedo concluir unos de mis sueños.

De manera especial y desde lo más profundo de mi corazón, dedico este Trabajo Técnico de Graduación a mi **MADRE**, quien se ha sacrificado durante toda su vida por darme lo mejor del mundo, madre para mí eres mi amor eterno y motor, gracias a ella puedo cumplir esta meta. Eres madre mía mi motivación y mi ejemplo a seguir, por tu fortaleza, bondad, amor y dedicación. TE AMO MADRE MIA.

Pablo H. Guerrero M.

## AGRADECIMIENTO

A **DIOS** por ser quien ha cuidado de mí en cada paso y permitirme ser un hombre luchador y victorioso, por hacerme mejor cada día.

A mi **MAMITA LINDA** quien se sacrificó durante toda su vida para ser de mí un hombre de bien, por ser mi apoyo y mi amiga incondicional. Gracias madre mía por ser el cimiento principal de mi vida.

A mis **HERMANOS** y **mi PADRE**, les agradezco por estar presentes en mi vida, y con sus locuras hacerme sonreír aun estando lejos de casa.

A **mi negra bella**, mi morenita hermosa **ISABEL**, por siempre estar junto a mí en momentos importantes de mi vida, gracias morenita por brindarme tú apoyo incondicional. TE AMO.

A mis tíos **JOSÉ Y BERTHA**, quienes me abrieron las puertas de su casa y me aceptaron como un hijo más, les agradezco por sus sabios consejos y su bella compañía, por no dejarme caer en momentos de debilidad y por brindarme su amor.

A **DON JOHNSON** y **DOÑA ELENITA** quienes me brindaron su apoyo incondicional y me enseñan cosas de superación, que a pesar de los problemas siempre hay una luz que brillará al final del día.

A **LOURDES** y a **TAÑIA** quienes me abrieron las puertas de su casa cuando inicié esta maravillosa carrera universitaria y me aceptaron como un miembro más de su familia.

A mi **TUTOR** por su aporte en este trabajo de titulación y compartir sus conocimientos conmigo.

Con Amor, Pablo Guerrero M.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

### A. PÁGINAS PRELIMINARES

CERTIFICACIÓN .....	II
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO.....	III
DERECHOS DE AUTOR .....	IV
APROBACION DE PROFESORES CALIFICADORES.....	V
DEDICATORIA .....	VI
AGRADECIMIENTO .....	VII
ÍNDICE DE CONTENIDOS .....	VIII
ÍNDICE DE CUADROS.....	XIII
ÍNDICE DE GRÁFICOS .....	XV
ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	XVII
RESUMEN EJECUTIVO .....	XVIII
ABSTRACT.....	XIX

<b>B. TEXTO .....</b>	<b>XX</b>
INTRODUCCIÓN .....	XX

<b>CAPITULO I.....</b>	<b>1</b>
<b>1. EL PROBLEMA .....</b>	<b>1</b>
1.1.    TEMA .....	1
1.2.    JUSTIFICACIÓN .....	1
1.3.    OBJETIVOS.....	2
1.3.1.    OBJETIVO GENERAL.....	2
1.3.2.    OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	2
<b>CAPITULO II .....</b>	<b>3</b>
<b>2. FUNDAMENTACIÓN .....</b>	<b>3</b>
2.1.    INVESTIGACIONES PREVIAS .....	3
2.2.    FUNDAMENTACIÓN LEGAL .....	5
2.3.    FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA .....	6
2.3.1.    Infraestructura Vial.....	6



2.3.2.	Características de una Vía.....	8
2.3.3.	Partes integrantes de una Carretera.....	9
2.3.4.	Clasificación de las Carreteras en el Ecuador.....	10
2.3.4.1.	Según el tipo de terreno:.....	10
2.3.4.2.	Según su jurisdicción: .....	11
2.3.4.3.	Según su jerarquía en la Red Vial.....	11
2.3.4.4.	Según el Tráfico proyectado.....	12
2.3.5.	Tráfico.....	13
2.3.6.	Mecánica de Suelos.....	18
2.3.6.1.	Análisis Granulométrico.....	18
2.3.6.2.	Estados de Consistencia .....	22
2.3.6.3.	Límites de Atterberg.....	22
2.3.6.3.1.	Límite Líquido (LL).....	23
2.3.6.3.2.	Límite Plástico.....	23
2.3.6.4.	Contenido de Humedad.....	24
2.3.6.5.	Compactación de Suelos.....	24
2.3.6.6.	Capacidad Portante del Suelo CBR.....	25
2.3.6.7.	Módulo de Resiliencia “Mr”.....	27
2.3.6.8.	Pavimento.....	27
2.3.6.8.1.	Tipos de Pavimento.....	28
2.3.6.8.2.	Elementos de un Pavimento.....	29
2.3.6.8.3.	Especificaciones técnicas para base y sub-base.....	30
2.3.7.	Topografía.....	32
2.3.7.1.	Curvas de Nivel.....	32
2.3.7.1.1.	Características de las curvas de nivel:.....	33
2.3.7.2.	Tipos de Curvas de Nivel.....	34
2.3.7.3.	Escalas.....	34
2.3.7.4.	Sistema de Coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator). 35	
2.3.7.4.1.	Husos UTM.....	36
2.3.7.4.2.	Zonas UTM.....	37
2.3.7.5.	Sistema WGS 84 (World Geodetic System).....	37
2.3.8.	Diseño Geométrico.....	38
2.3.8.1.	Factores de Diseño.....	38
2.3.8.2.	Velocidad de Diseño.....	39

2.3.8.3.	Proceso de Diseño .....	41
2.3.8.4.	Relación entre velocidad de circulación y diseño. ....	42
2.3.8.5.	Alineamiento Horizontal. ....	43
2.3.8.6.	Sobre ancho de curvas. ....	54
2.3.9.	Distancia de Visibilidad. ....	56
2.3.9.1.	Distancia de Visibilidad para la Parada de un Vehículo (Df). ....	56
2.3.9.2.	Distancia de visibilidad para el rebasamiento de vehículos. ....	60
2.3.10.	Alineamiento Vertical. ....	64
2.3.10.1.	Gradientes.....	64
2.3.10.1.1.	Gradientes Mínimas .....	64
2.3.10.1.2.	Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño .....	65
2.3.10.2.	Curvas Verticales. ....	65
2.3.10.2.1.	Curvas Verticales Convexas .....	65
2.3.10.2.2.	Curvas Verticales Cóncavas. ....	67
2.3.10.3.	Criterios Generales para el alineamiento Vertical.....	70
2.3.10.4.	Combinación de los Alineamientos Verticales y horizontales. ....	70
2.3.10.5.	Diseño de Carreteras en Zonas Inundables .....	71
2.3.11.	Secciones Transversales Típicas. ....	72
2.3.11.1.	Ancho de la Sección Transversal Típica. ....	73
2.3.12.	Sistema de Drenaje.....	78
2.3.12.1.	Criterio de diseño para los sistemas de drenaje.....	79
2.3.12.2.	Objetivos del sistema de drenaje. ....	80
2.3.12.3.	Drenaje Longitudinal.....	80
2.3.12.4.	Drenaje Transversal.....	84
2.3.12.5.	Drenaje Subterráneo. ....	87
2.3.12.6.	Obras Complementarias de Drenaje.....	95
<b>CAPITULO III</b>	.....	<b>100</b>
<b>3. DISEÑO DEL PROYECTO</b>	.....	<b>100</b>
3.1.	Estudios Topográficos. ....	100
3.2.	Estudios de Suelos. ....	100
3.3.	Análisis del estudio de Tráfico. ....	102
3.3.1.	Determinación del Factor de Hora Pico. ....	104
3.3.2.	Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA <sub>actual</sub> ) .....	105

3.4.	Diseño Horizontal.....	111
3.4.1.	Velocidad de Diseño.....	111
3.4.2.	Velocidad de Circulación ( $V_c$ ).....	112
3.4.3.	Distancia de Visibilidad de Parada ( $D_f$ ). ....	112
3.4.4.	Distancia de Visibilidad de Rebasamiento ( $D_r$ ).....	113
3.4.5.	Peralte.....	113
3.4.6.	Radio mínimo de Curvatura horizontal ( $R_{min}$ ). ....	113
3.4.7.	Elementos de la Curva Horizontal. ....	114
3.5.	Diseño Vertical .....	122
3.6.	Sección Transversal. ....	129
3.6.1.	Ancho de la sección transversal. ....	129
3.6.2.	Gradiente transversal para pavimento.....	130
3.7.	Diseño del Pavimento Flexible.....	130
3.7.1.	Variables que se toman en consideración para el desarrollo del Método AASTHO-93.....	130
3.7.1.1.	Período de diseño. ....	130
3.7.1.2.	Factor de Daño ( $FD$ ).....	131
3.7.2.	Número de ejes equivalentes según el período de diseño $W_{18}$ .....	132
3.7.2.1.	Factor de Distribución por dirección ( $DD$ ). ....	133
3.7.2.2.	Factor de Distribución por Carril ( $DC$ ) .....	133
3.7.3.	Datos para el diseño del Pavimento Flexible. ....	134
3.7.3.1.	Confiabilidad “ $R$ ”.....	134
3.7.3.2.	Desviación estándar global ( $S_o$ ).....	135
3.7.3.3.	Módulo de Resiliencia “ $M_r$ ”. ....	136
3.7.3.4.	Índice de Servicialidad “ $PSI$ ” .....	137
3.7.3.5.	Determinación de los espesores por capa.....	137
3.7.3.6.	Diseño de la sección Transversal. ....	152
3.7.4.	Diseño del Sistema de Drenaje. ....	153
3.7.4.1.	Diseño de Cunetas. ....	153
3.7.4.2.	Diseño de Alcantarillas. ....	162
3.7.4.3.	Obras de Drenaje Complementarias.....	165
3.8.	Señales de Tránsito. ....	168
3.8.1.	Señales verticales. ....	168
3.8.2.	Señales Horizontales. ....	174
3.9.	Medidas Ambientales .....	179

3.9.1.	Ficha Ambiental .....	179
3.10.	Especificaciones Técnicas .....	181
3.11.	Cálculo de volúmenes de obra para el Proyecto. ....	182
3.12.	Presupuesto Referencial.....	187
3.13.	Cronograma de Trabajo .....	188
 <b>CAPITULO IV .....</b>		<b>189</b>
<b>4.</b>	<b>CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES .....</b>	<b>189</b>
4.1.	Conclusiones.....	189
4.2.	Recomendaciones .....	190
 <b>C. MATERIAL DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL .....</b>		<b>191</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>		<b>191</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 1. Función Jerárquica de las Vías. ....	12
Cuadro N° 2. Clasificación de Carreteras en Función del Trafico Proyectado.....	13
Cuadro N° 3. Tasa de Crecimiento de Tráfico (%). ....	18
Cuadro N° 4. Clasificación Granulométrica de los Suelos SUCS. ....	19
Cuadro N° 5. Símbolos del Tipo de Suelo SUCS. ....	20
Cuadro N° 6. Tipología de Suelos SUCS .....	21
Cuadro N° 7. Valores Típicos de Consistencia del Suelo. ....	24
Cuadro N° 8. Relación Esfuerzo-Deformación para la Muestra Patrón. ....	26
Cuadro N° 9. Clasificación de los Suelos según CBR. ....	27
Cuadro N° 10. Límites de Granulometría para Sub-base.....	30
Cuadro N° 11. Límites de Granulometría para Base .....	31
Cuadro N° 12. Características de la Sub-base y Base.....	32
Cuadro N° 13. Escalas Normalizadas .....	35
Cuadro N° 14. Parámetros del Sistema WGS-84.....	38
Cuadro N° 15. Velocidades de Diseño en Función del Tipo de Vía y de Terreno. ....	41
Cuadro N° 16. Velocidades de Circulación. ....	43
Cuadro N° 17. Radios Mínimos de Curvatura en Función .....	49
Cuadro N° 18. Valores Límites Permisibles de "f".....	53
Cuadro N° 19. Valores de Diseño de las Distancias de Visibilidad.....	59
Cuadro N° 20. Distancia de Visibilidad Mínima para Parada de un Vehículo. ....	59
Cuadro N° 21. Distancia Mínima de Visibilidad para el .....	63
Cuadro N° 22. Valores de Diseño de Visibilidad Mínimas .....	63
Cuadro N° 23. Valores de Diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas.....	64
Cuadro N° 24. Curvas Verticales Convexas Mínimas. ....	66
Cuadro N° 25. Valores Mínimos de Diseño del Coeficiente "K" para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Convexas Mínimas.....	67
Cuadro N° 26. Valores Mínimos de Diseño del Coeficiente "K" para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Cóncavas Mínimas. ....	68
Cuadro N° 27. Curvas Verticales Cóncavas Mínimas. ....	68
Cuadro N° 28. Valores de Diseño para el Ancho de Pavimento.....	74
Cuadro N° 29. Valores de Gradiente Transversal.....	74
Cuadro N° 30. Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones.....	76
Cuadro N° 31. Gradientes Transversales para Espaldones. ....	76
Cuadro N° 32. Velocidades del Agua con que se .....	82
Cuadro N° 33. Dimensiones Mínimas de Cuneta. ....	83
Cuadro N° 34. Ubicación de Calicatas. ....	101
Cuadro N° 35. Resultados Ensayos de Granulometría.....	101
Cuadro N° 36. Resultados de Contenido de humedad. ....	101
Cuadro N° 37. Densidad Seca Máxima y Humedad Óptima. ....	102
Cuadro N° 38. Resultados de CBR Puntual. ....	102
Cuadro N° 39. Volumen de Vehículos Durante la hora Pico.....	103
Cuadro N° 40. Tráfico Actual. ....	107
Cuadro N° 41. Tráfico Generado. ....	108

Cuadro N° 42. Tráfico Atraído. ....	109
Cuadro N° 43. Tráfico Desarrollado. ....	110
Cuadro N° 44. Tráfico Actual. ....	110
Cuadro N° 45. TPDA Futuro (20 Años) .....	111
Cuadro N° 46. Valores de Diseño de Curvas Horizontales. ....	117
Cuadro N° 47. Valores de Diseño de Curvas Verticales.....	126
Cuadro N° 48. Períodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera. ....	131
Cuadro N° 49. Factor de Daño según el Tipo de Vehículo.....	131
Cuadro N° 50. Factor de Distribución por Dirección (DD) .....	133
Cuadro N° 51. Factor de Distribución por Carril (DC).....	133
Cuadro N° 52. Número de Ejes Equivalentes. ....	134
Cuadro N° 53. Valores de Confianza "R" de acuerdo al Tipo de Camino. ....	135
Cuadro N° 54. Factor de Desviación Normal "Zr". ....	135
Cuadro N° 55. Espesores Mínimos en Función de Ejes Equivalentes. ....	138
Cuadro N° 56. Estabilidad Marshall. ....	139
Cuadro N° 57. Módulo Elástico de la Carpeta Asfáltica "a1". ....	141
Cuadro N° 58. Coeficiente estructural de la capa base "a2" .....	142
Cuadro N° 59. Coeficiente estructural de la .....	144
Cuadro N° 60. Calidad de Drenaje. ....	145
Cuadro N° 61. Coeficientes de Drenaje "m2 y m3". ....	145
Cuadro N° 62. Resumen de Variables para el Determinar el "SN".....	146
Cuadro N° 63. Diseño de Pavimento Flexible. ....	148
Cuadro N° 64. Coeficiente de Rugosidad de Manning para caudales abiertos.....	154
Cuadro N° 65. Caudales admisibles en función de su pendiente.....	156
Cuadro N° 66. Coeficientes de Escorrentía. ....	157
Cuadro N° 67. Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización.....	175
Cuadro N° 68. Niveles mínimos de retroreflexión .....	176
Cuadro N° 69. Presupuesto Referencial.....	187

## ÍNDICE DE GRÁFICOS

Gráfico 1. Relación entre los Volúmenes Horarios más altos del año y el TPDA.....	16
Gráfico 2. Curva Granulométrica de un Suelo.....	19
Gráfico 3. Curvas Granulométricas. ....	21
Gráfico 4. Curva de Esguerramiento. ....	23
Gráfico 5. Curva Típica de Compactación.....	25
Gráfico 6. Determinación del Índice CBR.....	26
Gráfico 7. Esquema del Comportamiento.....	28
Gráfico 8. Curvas de Nivel. ....	33
Gráfico 9. Tipos de Curvas de Nivel.....	34
Gráfico 10. Escala Gráfica.....	35
Gráfico 11. Proyección de Mercator. ....	36
Gráfico 12. Husos y Zonas UTM.....	37
Gráfico 13. Relación existente entre la Velocidad de .....	42
Gráfico 14. Curva Compuesta.....	44
Gráfico 15. Elementos de la Curva Circular Simple.....	45
Gráfico 16. Espiral de Euler.....	50
Gráfico 17. Peralte de una Curva.....	51
Gráfico 18. Estabilidad del Vehículo en una Curva.....	52
Gráfico 19. Fricción Lateral según la Velocidad del Proyecto. ....	53
Gráfico 20. Esquema para Determinar el Sobreeancho .....	55
Gráfico 21. Transición de Peralte y Sobreeancho.....	56
Gráfico 22. Distancia de Parada.....	57
Gráfico 23. Etapas de Maniobra para Adelantamiento .....	62
Gráfico 24. Curvas Cóncavas y Convexas.....	69
Gráfico 25. Secciones Transversales. ....	73
Gráfico 26. Espaldón. ....	77
Gráfico 27. Talud. ....	77
Gráfico 28. Sistema de Drenaje Vial. ....	81
Gráfico 29. Tipos de Cunetas.....	82
Gráfico 30. Contracuneta. ....	83
Gráfico 31. Elementos de una Alcantarilla. ....	85
Gráfico 32. Tubería Perforada para Dren.....	89
Gráfico 33. Cámara de Registro del Dren.....	90
Gráfico 34. Drenajes Subterráneos. ....	91
Gráfico 35. Mantos Drenantes y Drenes en Espina de Pescado.....	92
Gráfico 36. Tacón Drenante.....	94
Gráfico 37. Sistema de Dren en Zanja. ....	95
Gráfico 38. Bombeo en Sección Tangente.....	96
Gráfico 39. Bombeo en Curva. ....	96
Gráfico 40. Rampa de Descarga. ....	97
Gráfico 41. Corte en Terraza. ....	98
Gráfico 42. Ubicación de la Estación de Conteo Vehicular.....	103
Gráfico 43. Distribución de Tráfico Vehicular. ....	104

Gráfico 44. % TPDA vs Volumen de la 30ava Hora. ....	105
Gráfico 45. Estructura de Pavimento. ....	138
Gráfico 46. Monograma para Determinar el Coeficiente.....	140
Gráfico 47. Monograma para Determinar el Coeficiente.....	142
Gráfico 48. Monograma para Determinar el Coeficiente.....	143
Gráfico 49. Determinación de "SN".....	147
Gráfico 50. Estructura del Pavimento Flexible. ....	150
Gráfico 51. Corte Transversal del Drenaje Subterráneo. ....	151
Gráfico 52. Sección Transversal de la Vía.....	152
Gráfico 53. Dimensiones de Cunetas Asumidas.....	153
Gráfico 54. Zona de ubicación del Proyecto.....	158
Gráfico 55. Isolíneas de intensidad de precipitación .....	159
Gráfico 56. Cálculo de Intensidad de lluvia.....	161
Gráfico 57. Vista en elevación del cabezal de alcantarilla.....	164
Gráfico 58. Vista en planta del cabezal de alcantarilla. ....	164
Gráfico 59. Caja de recolección de agua para drenaje de cunetas. ....	165
Gráfico 60. Sección Transversal con Zanja Drenante.....	166
Gráfico 61. Detalle de Tubería PVC para Zanja Drenante. ....	166
Gráfico 62. Manto Drenante y Espina de Pescado.....	167
Gráfico 63. Dimensiones de Señalización Vertical.....	168
Gráfico 64. Señales Verticales Regulatorias.....	169
Gráfico 65. Señales Verticales Preventivas. ....	171
Gráfico 66. Señales Verticales Informativas.....	172
Gráfico 67. Señales Verticales Delineadoras. ....	173
Gráfico 68. Señales Verticales para Trabajos en la Vía.....	173
Gráfico 69. Demarcadores (Ojos de gato, tacha). ....	175
Gráfico 70. Ángulo de Observación y Ángulo de Iluminación.....	176
Gráfico 71. Líneas Longitudinales.....	177
Gráfico 72. Líneas Transversales.....	178
Gráfico 73. Símbolos y Leyendas. ....	179



## ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

Ilustración 1. Muestras de Suelo. ....	231
Ilustración 2. Muestras de Suelo en la bandeja. ....	231
Ilustración 3. Granulometría. ....	232
Ilustración 4. Tamizaje de partículas finas. ....	232
Ilustración 5. Pesaje de la muestra de suelo. ....	233
Ilustración 6. Preparación de la muestra. ....	233
Ilustración 7. Ensayo Proctor. ....	234
Ilustración 8. Muestras para ensayo CBR. ....	234
Ilustración 9. Ensayo CBR. ....	235
Ilustración 10. Condiciones actuales de la vía. ....	235

## RESUMEN EJECUTIVO

El presente proyecto técnico de investigación bajo el tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA COTUNDO-COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE DE LA PARROQUIA COTUNDO, CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCIA DE NAPO, CON LA IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMAS ALTERNATIVOS DE DRENAJE”**, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil tiene como propuesta realizar el estudio vial, proponiendo un mejoramiento a la geometría existente adicionándole sistemas de drenaje.

De los datos obtenidos al realizar el levantamiento topográfico se procedió a la realización del mejoramiento del diseño geométrico, estableciendo parámetros adecuados como: la velocidad de diseño, radios de curvaturas, pendientes, peraltes, etc.

Mediante el estudio de suelos se pudo constatar que el suelo es de tipo limo arcilloso con alto contenido de humedad y un CBR de 3.95%, por lo que se procedió a realizar el mejoramiento de la subrasante con material granular de la mina 20 de Mayo ubicada a 2km del lugar de implantación de la vía, realizados los ensayos pertinentes se obtuvo como resultado un valor de CBR de 9% , el cual va a proporcionar mayor resistencia al suelo y lógicamente un reducción en el espesor de las capas superiores.

Como sistema alternativo de drenaje se propuso la realización de zanjas drenantes, manto drenante con espina de pescado y la colocación de geotextiles con el fin brindar mayor estabilidad y la durabilidad de la construcción vial, garantizando que la población pueda hacer uso de la misma sin ninguna inconveniencia.

## **ABSTRACT**

The present technical research project under the theme: "IMPROVEMENT OF THE COTUNDO-COMUNIDAD ROUTE 5 OCTOBER OF THE COTUNDO PARISH, CANTÓN ARCHIDONA, PROVINCE OF NAPO, WITH THE IMPLEMENTATION OF ALTERNATIVE DRAINAGE SYSTEMS", prior to obtaining the title of Civil Engineer has a proposal to carry out the road study, proposing an improvement to existing geometry by adding drainage systems.

From the data obtained during the topographic survey, the improvement of the geometric design was made, establishing suitable parameters such as design speed, radius of curvatures, slopes, peraltes, etc.

By means of the study of soils it was possible to verify that the soil is of silty clay type with high moisture content and a CBR of 3.95%, reason why it was proceeded to make the improvement of the subgrade with granular material of the mine May 20 located 2 km from the site of road implantation, the relevant tests were carried out as a result of a CBR value of 9%, which will provide greater soil resistance and logically a reduction in the thickness of the upper layers.

As an alternative drainage system, drainage ditches, a drainage mantle with a fishbone, and the placement of geotextiles were proposed in order to provide greater stability and durability of the road construction, ensuring that the population can make use of it without any inconvenience.

## **B. TEXTO**

### **INTRODUCCIÓN**

Para la realización del presente proyecto técnico se llevará a cabo los estudios requeridos para la realización del diseño geométrico de la vía ubicada entre el Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotundo y la Comunidad 5 de Octubre, perteneciente a la parroquia Cotundo del cantón Archidona.

De la realización del levantamiento topográfico, se procederá con el diseño geométrico de la vía en el programa CivilCad 2013, obteniendo como resultados los diseños horizontales y verticales.

Para la determinación del tráfico futuro se realizará el conteo vehicular manual durante siete días continuos con un período de duración de 12 horas, en el cual se clasificará los vehículos de acuerdo a su tamaño.

Posteriormente se efectuarán los estudios de suelos con los cuales podremos determinar la calidad de suelo existen en el lugar de implantación de la vía, determinada su geometría procederemos con el diseño del pavimento mediante el método American Assotiation of State Highway and Trasportation Officials (AASHTO 93).

Para concluir con el proyecto se determinará los lugares óptimos para la colocación de subdrenes como son las zanjas drenantes, manto drenante con espina de pescado y la colocación de geotextiles que servirá como dren y ayudará a la estabilidad y durabilidad de la estructura del pavimento.

## **CAPITULO I**

### **1. EL PROBLEMA**

#### **1.1. TEMA**

“Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje”.

#### **1.2. JUSTIFICACIÓN**

La calidad de las carreteras son un sello de garantía para el desarrollo de un país, sin embargo en Centroamérica y Latinoamérica, hay fenómenos bastante particulares, ya que las condiciones de infraestructura de carreteras son muy variadas y no están precisamente relacionadas con la riqueza o pobreza del país. Algunas de las naciones con las economías más competitivas presentan serios problemas en sus carreteras, mientras otras con condiciones y recursos más limitados han logrado tener éxito en construir y mantener carreteras en buen estado. [1]

La red vial del Ecuador es un pilar básico para el fomento de la productividad basada en los principios de equidad, equivalencia, excelencia, sostenibilidad ambiental y competitividad, que hace posible el cumplimiento del plan nacional de desarrollo y los principios del Buen Vivir. El Gobierno Nacional, cumpliendo el mandato de la Constitución del 2008, a través del Ministerio de Transporte y Obras Públicas, ha desarrollado e implementado un plan estratégico para el mejoramiento y la excelencia en la planificación, diseño, construcción y mantenimiento de los proyectos viales. [2]

El presente proyecto se lo realiza por la necesidad de mejorar las condiciones viales existentes en el sector, pues la vía en estudio no se encuentra en buenas condiciones y esto hace que se dificulte el ingreso y egreso tanto de personas como de productos ya que la mayoría de sus habitantes se dedican al turismo, pesca deportiva, agricultura y ganadería. Esta propuesta se crea también para la comunicación en menor tiempo de

los poblados cercanos y con miras hacia el futuro, el objeto de la presente investigación consiste en diseñar una propuesta de vialidad la cual cumpla con todos los lineamientos técnicos garantizando una vía idónea, cómoda y segura para la sociedad.

Conjuntamente con el GAD de Cotundo, se propone realizar el diseño geométrico y el diseño de pavimento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre, que aproximadamente posee un longitud de 4,0 km; la cual contará con sistemas de drenajes alternativos como son longitudinales y transversales.

### **1.3. OBJETIVOS.**

#### **1.3.1. OBJETIVO GENERAL**

Realizar el estudio de la vía Cotundo - Comunidad 5 de Octubre de la Parroquia Cotundo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

#### **1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

- Estudio y análisis de tráfico en la vía propuesta.
- Plantear el diseño de la estructura de pavimento.
- Analizar los diferentes sistemas alternativos de drenaje longitudinal, transversal, superficial, subterráneo y la implementación en la vía en estudio.

## **CAPITULO II**

### **2. FUNDAMENTACIÓN**

#### **2.1. INVESTIGACIONES PREVIAS**

Para el desarrollo del presente proyecto técnico se ha tomado como referencias varios proyectos investigativos reales y que están ubicados en el repositorio de la Universidad Técnica de Ambato, páginas web y papers.

- Proyecto de tesis previo a la obtención de Ingeniero Civil propuesto por el Sr. Rodríguez Gerardo, de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, año 2011, bajo el tema “Análisis del tráfico vehicular y de las características geométricas y estructurales de la vía Patate-Mundug, Cantón Patate, Provincia de Tungurahua, para mejorar la calidad de vida de los habitantes del sector”, menciona que “El limitado ancho de la calzada que no excede más de 4 m, dificulta el libre tránsito de dos vehículos cuando se encuentran en un mismo punto, poniendo en riesgo la vida de sus ocupantes al tener que realizar maniobras en una vía de estas características”.
  
- Proyecto de tesis previo a la obtención de Ingeniero Civil propuesto por la Srta. Diana Terán, de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, año 2015, bajo el tema, “Las condiciones actuales de la vía Río Blanco – Pucayaca parroquia Pilahuín cantón Ambato provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio económico del sector”, menciona que “En diferentes lugares del país, existen muchas vías que no se encuentran en buen estado, lo que incide negativamente en la circulación de los vehículos, la incomodidad de los ciudadanos y los elevados números de accidentes. Además el desgaste de los caminos se ha ido haciendo más notorio debido al incremento de los vehículos de transporte. Por lo que propone resolver estos problemas aplicando la recuperación vial y dando mantenimiento de manera habitual con la colaboración de diferentes entidades

públicas, tales como gobiernos descentralizados, urbanos y rurales, así también los gobiernos provinciales y ministerio de gobierno”.

- Proyecto de tesis previo a la obtención de Ingeniero Civil propuesto por el Sr. Alex Palacios, de la Universidad Técnica de Ambato, Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, año 2015, bajo el tema, “Las condiciones de las vías El Mirador – Yayulihuí alto y El Mirador – Rumipamba centro, de la parroquia Rumipamba, cantón Quero, provincia de Tungurahua y su incidencia en el desarrollo socio económico de la población” menciona que “ La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. Generalmente se hacen cambios de dirección para llegar a ciertos puntos o para evitar otros cuando las vías son rectas o se encuentran en terrenos llanos. Situaciones que pueden presentarse peligrosas sin embargo si la topografía tiene poco efecto en los elementos de diseño de una carretera puede presentar dificultades en algunos aspectos.

Hay que cuidar que los volúmenes de los cortes y de los terraplenes sean lo más pequeños posibles para disminuir los costos de la construcción, si los volúmenes de corte son aproximadamente a los volúmenes de terraplenes los materiales del primero se podrán utilizar para construir rellenos siempre y cuando ellos cumplan las condiciones como una buena clase de material o distancias de acarreo cortas”.

- Tesina previo a la obtención de Ingeniero Civil propuesto por los Sres. Byron Rodríguez y Franklin Calle, de la Universidad de Cuenca, Facultad de Ingeniería, Escuela De Ingeniería Civil, año 2013, bajo el tema, “Diseño integral del sistema de drenaje vial para obras de arte menor (drenaje longitudinal y trasversal) para la carretera Pachon Mina Zharo de 7.2 km ubicada en el cantón Suscal en la provincia de Cañar” en la que mencionan “El principal objetivo del drenaje vial es reducir al máximo la cantidad de agua. De manera de dar salida rápida al agua que llega a la vía. Por lo cual proveer de un buen sistema de drenaje es uno de los factores más importantes en un



proyecto vial. Por lo tanto la recolección, encauzamiento y disposición de las aguas pluviales, tanto superficiales, como subterráneas (cortes de carretera, nivel freático elevado) es esencial para garantizar la estabilidad e integridad de una vía”.

- Paper realizado por el Sr. Profesor Diego Guzmán, Universidad Pontificia Bolivariana, año 2012, con el tema “Drenaje Vial, Conceptos básicos para el Diseñador Geométrico”, menciona que “Se define sistema de drenaje de una vía como el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que pueden afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera. Adicionalmente los sistemas de drenaje vial pueden estar localizados en zonas urbanas dentro de las ciudades, integrando los sistemas de alcantarillado pluvial o ingresando directamente al sistema de alcantarillado de la ciudad, prestando especial cuidado a los temas ambientales, mantenimiento, re densificación urbana, cambio frecuente de coeficientes de escorrentía, planes de ordenamiento territorial y vida útil de los sistemas”.

## **2.2. FUNDAMENTACIÓN LEGAL**

Para la presente investigación se han tomado como referencias algunas normas utilizadas en nuestro país para garantizar una construcción vial apta, como son:

- Normas de Diseño Geométrico del Ministerio de Obras Públicas (MOP 2003).
- Normas de American Assotiation of State Highway and Trasportation Officials (AASHTO), para el diseño de la carpeta asfáltica.
- Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) para Señalización Horizontal y Vertical.
- Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, Ministerio de Transporte y Obras Públicas 001-F-2003 (MOP).
- Ley de Caminos de la República del Ecuador.
- Normas de American Society of Testing Materials (ASTM).
- Sistemas Unificados de Clasificación de Suelos (SUCS).

## 2.3. FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

### 2.3.1. Infraestructura Vial.

La infraestructura vial es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable y segura desde un punto a otro; incide mucho en la economía de un país por el gran valor que tiene en ésta, al alto costo de construcción, mantenimiento o rehabilitación hay que adicionarle también los costos que se derivan por el mal estado de las vías. [3]

La Gestión de infraestructura vial tiene dos objetos fundamentales que son:

- a) Asegurar que la vía se mantenga en buenas condiciones y funcionamiento continuo. [3]
- b) Optimizar el uso de los recursos públicos invertidos en su desarrollo y conservación. [3]

Los principales fundamentos de la infraestructura vial son:

- a) **Integral:** se compone de un conjunto de elementos que cumplen con una función específica, tiene como fin asegurar un tránsito confortable y seguro del usuario. Los pavimentos son considerados como el elemento básico de la infraestructura vial y en torno a él se despliegan los elementos complementarios de la vía como son: puentes, drenajes, señales y dispositivos de seguridad. [3]
- b) **Estratégico:** construida para servir al usuario de forma duradera, representa una fuerte inversión de recursos económicos y su conservación requiere de un esfuerzo a lo largo de los años. Las peculiaridades antes mencionadas hace que la construcción y mantenimiento vial se convierta en un plan estratégico y responde a una visión a largo plazo, orientada a alcanzar sus objetivos. [3]
- c) **Sistemático:** La gestión vial adopta criterios y prácticas de carácter técnico, político y administrativo; para lograr administrar los recursos favorables con eficacia y orientar la toma de decisiones para alcanzar los objetivos institucionales, satisfacción de las necesidades y demandas de los usuarios. Los

componentes principales de un sistema de gestión vial son: el diagnóstico y una base de datos actualizada de las condiciones y funcionamiento vial; la definición de los objetivos, metas y políticas institucionales; la definición de las estrategias y programas de conservación; los mecanismos de ejecución de la obra y los indicadores de evaluación de resultados. [3]

- d) **Eficiencia:** El modelo de gestión vial propone un uso eficaz de los recursos limitados destinados a la infraestructura vial, enfatizando en las actividades de conservación, por encima de la rehabilitación o la construcción nueva. Estas actividades que son de bajo costo y de sencilla ejecución, permitiendo una conservación de buena calidad y prolongación de vida de la infraestructura vial; con ello se permite conservar el patrimonio vial construido por el país. [3]

Una carretera es un sistema de transporte que permite la circulación de vehículos en condiciones de continuidad en el espacio y el tiempo y que requiere de cierto nivel de seguridad, rapidez y comodidad. Pueden ser de una o varias calzadas, cada calzada puede estar conformada por uno o varios carriles y tener uno o ambos sentidos de circulación, de acuerdo a los volúmenes en la demanda del tránsito, la composición vehicular, su funcionalidad y distribución direccional. [4]

El proyecto de una vía exige cubrir las siguientes etapas:

- 1. Exploración o reconocimiento.-** Es un análisis de los diversos corredores por los cuales sea posible hacer un trazado de la vía, para seleccionar el que mejor sirva de acuerdo con las especificaciones y exigencias económicas del proyecto. La anchura de cada zona depende del tipo de terreno y de la importancia de la vía. [5]
- 2. Trazado antepreliminar.-** Consiste en establecer una poligonal que sirva aproximadamente de eje a la vía sobre cada una de las pocas rutas que merezcan un estudio más detallado; así se obtienen datos para dibujar el plano de cada una de las fajas de terreno. [5]
- 3. Proyecto.-** Propiamente dicho de la vía consiste en diseñar todas las partes geométricas de la vía, el pavimento, todo lo que constituye el drenaje, las diversas clases de estructuras, la iluminación o la señalización. [5]

4. **Localización.**- Es el trabajo de campo que consiste en trasladar el proyecto del plano al terreno, determinar el eje de la vía, los movimientos de tierra de tal forma que se pueda continuar con la siguiente etapa. [5]
5. **Construcción.**- Consiste en ejecutar los movimientos de tierra necesarios para que quede conformada la subrasante de la vía y seguidamente se continúa con las demás obras hasta que la carretera quede completamente conformada y lista para su utilización. [5]

### 2.3.2. Características de una Vía.

Para que una vía cumpla con su funcionalidad debe poseer las siguientes características:

- a) **Seguridad.**- La seguridad de una carretera debe ser la premisa más importante en el diseño geométrico. Se debe obtener un diseño simple y uniforme, exento de sorpresas, fácil de entender para el usuario y que no genere dudas en este. Cuanto más uniforme sea la curvatura de una vía será mucho más segura. Se debe dotar a la vía de la suficiente visibilidad, principalmente la de parada y de una buena y apropiada señalización, la cual debe ser ubicada antes de darse al servicio la vía. [4]
- b) **Funcionalidad.**- Se debe garantizar que los vehículos que transitan por una vía circulen a velocidades adecuadas permitiendo una buena movilidad. La funcionalidad la determina el tipo de vía, sus características físicas, como la capacidad, y las propiedades del tránsito como son el volumen y su composición vehicular. Por ejemplo, si se tiene una vía con altas pendientes y se espera que el volumen de vehículos pesados sea alto, se deberá pensar en dotar a la vía de una buena capacidad, construyendo carriles adicionales que permitan el tránsito de estos vehículos sin entorpecer la movilidad de los vehículos livianos. [4]
- c) **Entorno.**- Se debe procurar minimizar al máximo el impacto ambiental que genera la construcción de una carretera, teniendo en cuenta el uso y valores de la tierra en la zona de influencia y buscando la mayor adaptación física posible de esta al entorno o topografía existente. [4]

- d) **Economía.**- Hay que tener en cuenta tanto el costo de construcción como el costo del mantenimiento. Se debe buscar el menor costo posible pero sin entrar en detrimento de los demás objetivos o criterios, es decir buscar un equilibrio entre los aspectos económicos, técnicos y ambientales del proyecto. [4]
- e) **Estética.**- Se debe buscar una armonía de la obra con respecto a dos puntos de vista, el exterior o estático y el interior o dinámico. El estático se refiere a la adaptación de la obra con el paisaje, mientras que el dinámico se refiere a lo agradable que sea la vía para el conductor. El diseño debe de ser de tal forma que no produzca fatiga o distracción al conductor con el fin de evitar posibles accidentes. [4]
- f) **Elasticidad.**- Procurar la elasticidad suficiente de la solución definitiva para prever posibles ampliaciones en el futuro y facilitar la comunicación e integración con otras vías. Además se debe pensar en la posibilidad de interactuar con otros medios de transporte (fluvial, aéreo, férreo) de modo que haya una transferencia, tanto de carga como de pasajeros, de una forma rápida, segura y económica. [4]

### 2.3.3. Partes integrantes de una Carretera.

Una vía está compuesta por los siguientes elementos:

- **Calzada.**- Se la denomina superficie de rodamiento, es la zona destinada a la circulación vehicular de forma cómoda y segura. La calzada por lo general esta afirmado o pavimentada dependiendo del tipo de carretera y puede estar dividida en carriles.
- **Carril.**- Es aquella parte de la calzada o superficie de rodadura, de ancho suficiente de una sola fila de vehículos. [6]
- **Espaldón.**- Sector de la sección transversal, es el espacio limitante entre la calzada y el inicio de la cuneta; se lo diseña entre otras cosas para mejorar la capacidad de la carretera, para ubicar la señalización pertinente de la vía, estacionar vehículos que han sufrido algún percance, etc.

- **Cuneta.-** Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural ó a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera. [7]
- **Taludes.-** Superficies laterales inclinadas que se ubican en las zonas de corte y relleno. Las inclinaciones se las determinarían en el momento que se realice un estudio geológico.
- **Drenaje Transversal.-** Formado por las alcantarillas y estructuras mayores como puentes, que permiten que el agua cruce de un lado al otro de la carretera, sin invadir su superficie. [6]
- **Rasante.-** Como eje, es la proyección vertical del desarrollo del eje real de la superficie de rodamiento de la carretera. [6]
- **Subrasante.-** Es aquella superficie de terreno especialmente acondicionada sobre la cual se apoya la estructura de pavimento. [6]
- **Obra Básica.-** Terraplén y/o zona de corte terminados hasta el nivel de la subrasante, incluyendo los taludes y las cunetas laterales. [7]

#### **2.3.4. Clasificación de las Carreteras en el Ecuador.**

En nuestro país las carreteras se las ha clasificado en base a diferentes criterios, a continuación se presentan las diferentes clasificaciones que puede presentar una vía en Ecuador.

##### **2.3.4.1. Según el tipo de terreno:**

- a) **Llano (Ll).-** Cuando por la vía no existen pendientes significativas, se lo identifica como un terreno de topografía llana, y el mismo requiere el mínimo

movimiento de tierras; las pendientes transversales son menores al 5% y las longitudinales varían del 0 al 5%. [7]

- b) **Ondulado (O).**- Un terreno posee una topografía ondulada cuando la pendiente longitudinal que guarda relación con la pendiente transversal sin excederse; requiere un movimiento de tierras normal; las pendientes transversales son del 6 al 13% y las longitudinales varían del 3 al 6%. [7]
- c) **Montañoso (M).**- Requiere un movimiento de tierras significativo para conformar el ancho de la calzada; en este tipo de terreno las pendientes mandan sobre el trazado de la vía ya que la pendiente transversal varía del 13 al 40% y la longitudinal varía del 6 al 8%. [7]

#### **2.3.4.2. Según su jurisdicción:**

Con la consideración de que la Red Vial Nacional es el conjunto de todas las carreteras existentes en nuestro país, se las ha llegado a clasificar en las siguientes redes:

- a) **Red Vial Estatal.**- Esta red vial está compuesta por todas las carreteras que están administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas como entidad responsable del manejo y control. [8]
- b) **Red Vial Provincial.**- Es el conjunto de carreteras cuyo administrador es cada uno de los Consejos Provinciales. [8]
- c) **Red Vial Cantonal.**- Es el conjunto de vías urbanas e inter-parroquiales que está administrada por cada uno de los Consejos Municipales. [8]

#### **2.3.4.3. Según su jerarquía en la Red Vial.**

En nuestro país se ha clasificado las vías según el grado de importancia basado más en el volumen del tráfico y el número de calzadas requerido en su función jerárquica como se da a conocer a continuación. [7]

**Cuadro N° 1. Función Jerárquica de las Vías.**

<b>FUNCIÓN</b>	<b>CLASE DE CARRETERA</b>	<b>TRAFICO PROYECTADO (TPDA)</b>
<b>CORREDOR ARTERIAL</b>	R-I o R-II	Más de 8000 vehículos
	I	De 3000 a 8000 vehículos
<b>COLECTORA</b>	II	De 1000 a 3000 vehículos
	III	De 300 a 1000 vehículos
<b>VECINAL</b>	IV	De 100 a 300 vehículos
	V	Menos de 100 vehículos

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

- a) **Corredores Arteriales.**- Pueden ser carreteras de calzadas separadas (autopistas) y de calzada única (Clase I y II). [7]
- b) **Vías Colectoras.**- A esta clasificación corresponden las carreteras de clase I, II, III y IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema de arteria nacional. [7]
- c) **Caminos vecinales.**- Estas vías son las carreteras de clase IV y V que incluyen a todos los caminos rurales. [7]

#### **2.3.4.4. Según el Tráfico proyectado.**

Para el diseño de carreteras en nuestro país se recomienda la clasificación en función del pronóstico de tráfico para un periodo de 15 ó 20 años. [7]



**Cuadro N° 2. 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 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

**\*El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 a 20 años. Cuando el pronóstico del tráfico para el año 10 sobrepasa los 7000 vehículos debe investigarse la posibilidad de construir una autopista. Para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico de vehículos equivalentes.**

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

### **2.3.5. Tráfico.**

Para diseñar una carretera o un tramo de la misma se debe basar en los datos de tráfico, con el fin de compararlo con la capacidad, es decir con el volumen máximo de vehículos que una carretera puede absorber, en efecto el tráfico afecta directamente al diseño geométrico de la misma. La investigación que se realice sobre el tráfico debe determinar el tráfico actual (volúmenes y tipos de vehículos), en base a estudios de tráfico futuro utilizando pronósticos. [7]

En los proyectos viales, cuando se trata de mejoramiento de carreteras existentes es sumamente fácil cuantificar el tránsito actual y pronosticar la demanda futura debido a que los vehículos ya circulan diariamente por la carretera existente. [7]

El conteo de vehículos se lo realiza en puntos estratégicos de la vía como por ejemplo uniones con otras vías o accesos a sitios turísticos, además se proyecta un tráfico futuro de acuerdo a la tasa de crecimiento anual de vehículos. [7]

#### **a) Tráfico promedio diario anual (TPDA)**

Para el diseño de una carretera, como elemento principal es el volumen del Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA); se define como el número de vehículos que transitan por un punto o sección de carretera en un periodo determinado de tiempo. El TPDA es

considerado como un factor importante para el diseño de la vía, por constituir una medida característica de circulación de vehículos como por su facilidad de obtención, así, el TPDA es un indicador valioso de la cantidad de vehículos de diferentes tipos (livianos y pesados) que sirve de la carretera existente como su tránsito normal y que continuará haciendo uso de la misma aún con su mejora. [7]

Para el cálculo del TPDA se debe tomar en cuenta lo siguiente criterios del MOP-2003.

- ✓ En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será contado en ese sentido.
- ✓ En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones. Normalmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación. [7]
- ✓ Para el caso de Autopistas, por lo general se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas intercede lo que se conoce como “FLUJO DIRECCIONAL” que es el porcentaje de vehículos en cada sentido: esto, determina composiciones y volúmenes de tráfico diferentes en un determinado período. [7]

### **Composición del Tráfico**

El peso y el tamaño de los vehículos son además del TPDA otro factor muy importante para el diseño geométrico de la vía y la operatividad que tendrá la misma.

De acuerdo al peso y tamaño los vehículos pueden ser más lentos o rápidos y ocupar mayor espacio en la vía, por eso se los ha clasificado de la siguiente manera:

- **Vehículos Livianos:** se consideran vehículos livianos a los que posee características de automóvil, en esta clase se incluye a camionetas de dos ejes y tracción en las cuatro ruedas, camiones de reparto, vehículos de hasta diez personas y carga útil de hasta 910 kilogramos. [8]

- **Vehículos Pesados:** En esta clasificación se encuentran los vehículos que poseen uno o más ejes de doble llanta, se incluye buses, camiones y trailers. [8]

**b) Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD)**

Se conoce como el número máximo de vehículos que atraviesa un punto o sección transversal de la vía durante un lapso de 60 minutos consecutivos, constituye el período de máxima demanda que registra durante un día. [9]

**c) Factor Hora Pico (FHP)**

El valor que se obtenga de un volumen de horario de máxima demanda, no requiere ser constante durante toda la hora, pues existen períodos durante la hora de análisis donde las tasas de flujo son mayores a la hora misma. Para hacer un análisis de las variaciones de volumen de tráfico en la hora de máxima demanda se utiliza el Factor de Hora Pico que relaciona el volumen horario de máxima demanda con el flujo máximo. [9]

$$FPH = \frac{VHMD}{N * Q_{15max}} \quad (Ec 2.3.5.1)$$

Fuente: Ingeniería de Tránsito, Rafael Cal y James Cárdenas, pp. 163.

Donde:

**VHMD:** Volumen horario de máxima demanda.

**Q<sub>15max</sub>:** Flujo máximo durante 15 minutos en esa hora.

**N:** Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

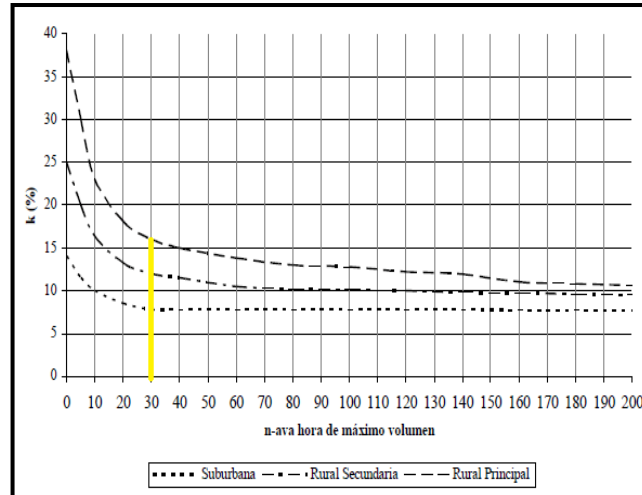
Teóricamente el FHP posee una variación que desde 0.25 hasta 1; si el resultado de la operación es igual a 1 nos indica que el tráfico es completamente uniforme durante los 60 minutos de la hora pico; mientras los resultados son menores indican que existe concentración de flujo vehicular en períodos cortos durante la hora de pico. [7]

**d) Volumen horario del Proyecto (VHP)**

Es el volumen proyectado que se utiliza para determinar las características geométricas que tendrá la vía. No resulta económico diseñar una vía para un volumen horario

mucho mayor al volumen horario trigésimo anual, por ende se considera al volumen horario trigésimo anual como el de diseño. [9]

**Gráfico 1. Relación entre los Volúmenes Horarios más altos del año y el TPDA.**



Fuente: Ingeniería de Tránsito; Cal, Mayor y James Cárdenas, 1994.

Con la relación del **Gráfico N° 1**, se puede determinar el factor  $k$  que es el valor esperado en la relación entre volumen de la 30va hora y el TPDA del año de Proyecto. Es recomendable usar un valor de  $k$  igual a 0.10 para zonas urbanas y 0.15 para zonas rurales.

$$VHP = k(TPDA_{actual}) \quad (Ec 2.3.5.2)$$

Fuente: Ingeniería de Tránsito, Rafael Cal y James Cárdenas, pp. 177.

Donde:

**k**: Valor esperado de la relación entre el volumen de la n-ava hora máxima seleccionada y el TPDA del año del proyecto. [6]

#### e) Tránsito Atraído (Tat)

Es aquel que se atrae de otras carreteras o medios de transporte, una vez que la vía mejorada esté en funcionamiento, en función de ahorros de tiempo, distancia y costo; se puede llegar a estimar que el tránsito atraído será un 10% del  $TPDA_{actual}$ . [7]

**f) Tráfico Actual (Ta)**

Es la cantidad de vehículos que transitan por la vía en la actualidad. Se lo obtiene con un conteo de tráfico en un punto estratégico de la vía, en el resultado se verifica la clase de vehículos que circulan por la vía en estudio.

$$TA = TPDA_{actual} + Tat \quad (Ec 2.3.5.3)$$

Fuente: Ingeniería de Tránsito, Rafael Cal y James Cárdenas, pp. 187.

**g) Tránsito Futuro (TF)**

Es el pronóstico y composición del tráfico que tendrá la vía en el futuro basándose en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 15 o 20 años así como también en el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. [7]

Las proyecciones de tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad de diseño y los datos geométricos del proyecto. [7]

La predicción del tráfico futuro también sirve para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad. En caso de contar con información estadística, las proyecciones de tráfico se realizarán en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo de combustible. [7]

$$Tf = Ta(1 + i)^n \quad (Ec 2.3.5.4)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp. 19.

Donde:

**i:** Tasa de crecimiento de tráfico.

**n:** Números de años del proyecto.

A continuación se presentan los valores de la tasa de crecimiento del tráfico “i”.

**Cuadro N° 3. Tasa de Crecimiento de Tráfico (%).**

TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO					
TIPO DE VEHÍCULO	PERÍODO				
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2030-2035
LIVIANO	4.47	3.97	3.57	3.25	3.25
BUS	2.22	1.97	1.78	1.62	1.62
CAMIÓN	2.18	1.94	1.74	1.58	1.58

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2011.

### **2.3.6. Mecánica de Suelos.**

El estudio detallado de la mecánica de suelos donde se asentará la obra vial es de vital importancia; ya que mediante el mismo se podrá identificar y clasificar los tipos de suelos existentes en el lugar de implantación, con lo que se logrará predecir los parámetros ingenieriles para el diseño de cimentaciones de las estructuras.

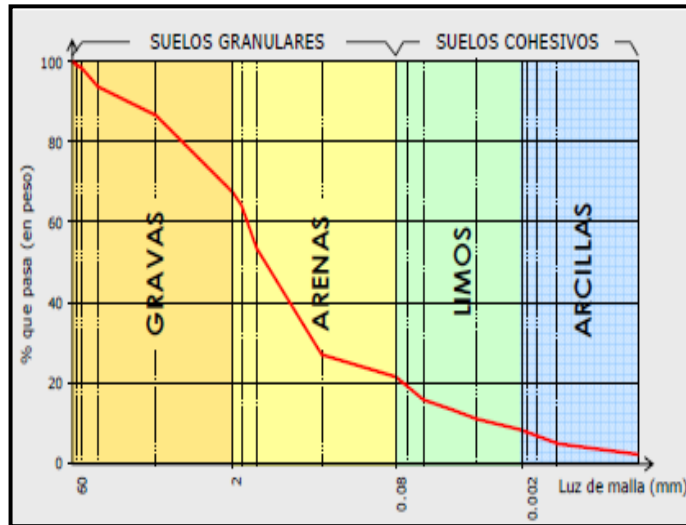
Una adecuada y rigurosa clasificación permite al ingeniero de carreteras tener una primera idea acerca del comportamiento que cabe esperar de un suelo como cimiento firme, a partir de propiedades de sencilla determinación, normalmente, suele ser suficiente conocer la granulometría y plasticidad de un suelo para predecir su comportamiento mecánico. [10]

Los principales ensayos en los suelos que van a ser utilizados en la construcción de una carretera son los siguientes: análisis granulométrico, Límites de Atterberg, equivalente de arena, Proctor Normal y Modificado y la determinación de la capacidad portante mediante el índice de CBR.

#### **2.3.6.1. Análisis Granulométrico.**

Es el método por el cual se realiza la separación de una muestra de suelo por el tamaño de sus partículas, mediante la utilización de tamices de diferente numeración. El análisis granulométrico al cual se somete un suelo es de vital importancia para la construcción de proyectos viales porque con ello se puede conocer la permeabilidad y la cohesión del suelo. [10]

**Gráfico 2. Curva Granulométrica de un Suelo.**



Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

Con la aplicación de este método de clasificación del tamaño de las partículas de un suelo se puede llegar a tener la siguiente tipificación:

**Cuadro N° 4. Clasificación Granulométrica de los Suelos SUCS.**

TIPO	DENOMINACIÓN	TAMAÑO (mm)	
SUELOS GRANULARES	Bolos y bloques	> 60	
	Grava	Gruesa	60 - 20
		Media	20 - 6
		Fina	2 - 6
	Arena	Gruesa	0.6 - 2
		Media	0.2 - 0.6
Fina		0.08 - 0.2	
SUELOS COHESIVOS	Limo	Grueso	0.02 - 0.08
		Medio	0.02 - 0.08
		Fino	0.002 - 0.006
	Arcilla	<0.002	

Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

La gráfica de la curva granulométrica puede aportar detalles sobre el comportamiento del suelo. Se puede llegar a distinguir dos tipos de granulometría que son: granulometría discontinua y continua. [10]

- **Granulometría discontinua.**- La curva presenta picos y tramos planos, que indican que varios tamices sucesivos no retienen material, lo que evidencia que la variación de los tamaños es escasa. En este caso se habla de un suelo mal graduado. [10]
- **Granulometría continua.**- La práctica totalidad de los tamices retienen materia, por lo que la curva adopta una disposición suave y continua. A este tipo de suelos se les denomina bien graduados. [10]

En carreteras es esencial que el suelo posea una buena granulometría para que al ser compactado las partículas más finas entren en los espacios vacíos que dejan los suelos gruesos compactados, disminuyendo así la cantidad de espacios vacíos y logrando una mayor estabilidad y mejorando la capacidad portante.

*Cuadro N° 5. Símbolos del Tipo de Suelo SUCS.*

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
<b>Grava</b>	G	Bien graduado	W
<b>Arena</b>	S	Probablemente graduado	P
<b>Limo</b>	M	Limoso	M
<b>Arcilla</b>	C	Arcilloso	C
<b>Orgánico</b>	O	Límite Líquido alto (>50)	L
<b>Turba</b>	Pt	Límite Líquido bajo (>50)	H

Fuente: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, 2000.

A partir de los símbolos mostrados en el **Cuadro N° 5**, se puede establecer diferentes combinaciones que define otro tipo de suelo, a continuación se presenta la tipología de suelos según SUCS.

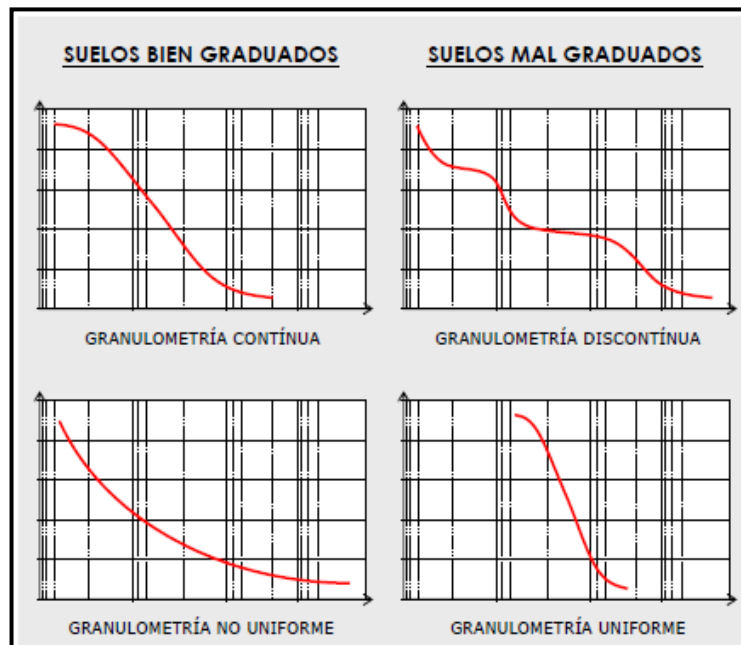


**Cuadro N° 6. Tipología de Suelos SUCS**

SIMBOLO		CARACTERÍSTICAS GENERALES	
GW	Gravas (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (finos <5%)	Bien graduadas
GP		Con finos (finos>12%)	Pobremente graduadas
GM			Componente limoso
GC		Componente arcilloso	
SW	Arenas (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (finos <5%)	Bien graduadas
SP		Con finos (finos>12%)	Pobremente graduadas
SM			Componente limoso
SC		Componente arcilloso	
ML	Limos	Baja plasticidad (LL <50)	
MH		Alta plasticidad (LL >50)	
CL	Arcillas	Baja plasticidad (LL <50)	
CH		Alta plasticidad (LL >50)	
OL	Suelos orgánicos	Baja plasticidad (LL <50)	
OH		Alta plasticidad (LL >50)	
Pt	Turba	Suelos altamente orgánicos	

Fuente: Sistema Unificado de Clasificación de Suelos SUCS, 2000.

**Gráfico 3. Curvas Granulométricas.**



Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

### 2.3.6.2. Estados de Consistencia

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua en su seno. Este hecho se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo, siendo especialmente relevante en aquellos donde predomine el componente arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio. [10]

Es de gran importancia ilustrarse sobre los diferentes estados de consistencia como son:

- a) **Líquido.**- La presencia de una cantidad excesiva de agua anula las fuerzas de atracción interparticular que mantenían unido al suelo –la cohesión- y lo convierte en una papilla, un líquido viscoso sin capacidad resistente. [10]
- b) **Plástico.**- El suelo es fácilmente moldeable, presentando grandes deformaciones con la aplicación de esfuerzos pequeños. Su comportamiento es plástico, por lo que no recupera su estado inicial a una vez cesado el esfuerzo. No es apto para resistir cargas adicionales. [10]
- c) **Semisólido.**- El suelo deja de ser moldeable, se quiebra y agrieta antes de cambiar de forma. No obstante, no es un sólido puro, ya que disminuye de volumen si continúa perdiendo agua. Su comportamiento mecánico es aceptable. [10]
- d) **Sólido.**- El suelo alcanza la estabilidad, ya que su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo. [10]

Las humedades que se encuentran en los puntos de transición entre cada estado mencionado anteriormente definen los **límites líquido, plástico** y de **retracción**.

### 2.3.6.3. Límites de Atterberg.

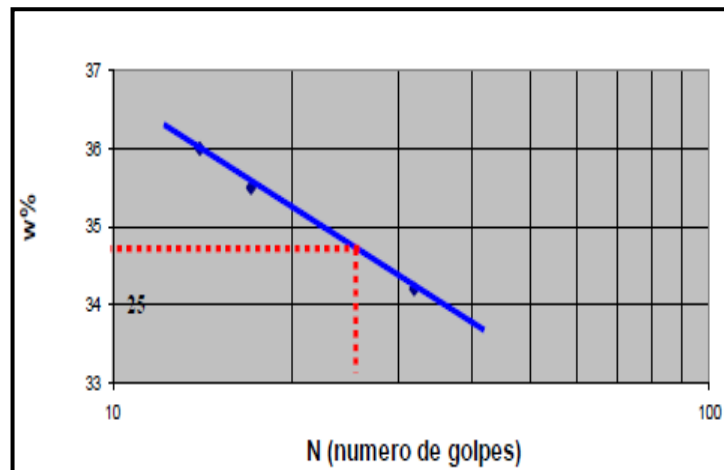
Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que no incluyan en el estado sólido, semi-sólido,

plástico o semi-líquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro. [11]

#### 2.3.6.3.1. Límite Líquido (LL).

Es la frontera comprendida entre los estados Semi-líquido y Plástico, definiéndose como el contenido de humedad que requiere un suelo previamente remoldeado, en el que al darle una forma trapezoidal sus taludes fallen simultáneamente, cerrándose la ranura longitudinalmente 13mm, sin resbalar sus apoyos, al sufrir el impacto de 25 golpes consecutivos, con una frecuencia de 2 golpes por segundo, en la Copa Casagrande, teniendo una altura de caída de 1cm. [12]

*Gráfico 4. Curva de Esguerramiento.*



Fuente: Mecánica de Suelos, Pérez Lorena, 2011-2012

#### 2.3.6.3.2. Límite Plástico.

Es la frontera comprendida entre el estado plástico y semi-sólido. Se define como el contenido de humedad que posee un cilindro de material en estudio de 11cm, de longitud y 3.2mm de diámetro (formando un giraldo o rolarlo con la palma de la mano sobre una superficie lisa) al presentar agrietamiento en su estructura. [12]

**Cuadro N° 7. Valores Típicos de Consistencia del Suelo.**

PARÁMETRO		TIPO DE SUELO		
		Arena	Limo	Arcilla
LL	Límite Líquido	15-20	30-40	40-150
LP	Límite Plástico	15-20	20-25	25-50
LR	Límite de Retracción	12-18	14-25	8-35
IP	Índice de Plasticidad	0-3	10-15	10-100

Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

La diferencia entre los dos límites se lo conoce como Índice de Plasticidad.

#### **2.3.6.4. Contenido de Humedad.**

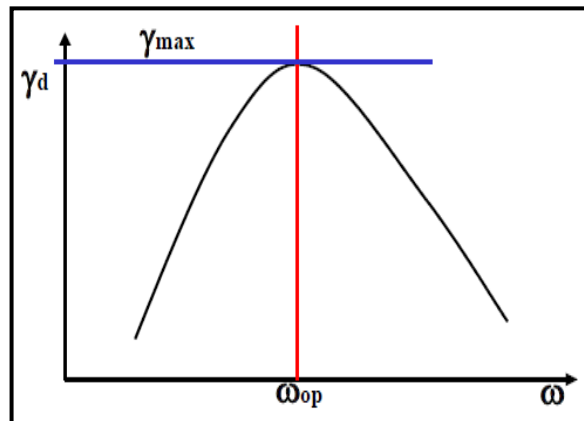
El contenido de humedad de un suelo es la relación del peso del agua contenida y el peso de su fase sólida, y se lo expresa como un porcentaje. [11]

Su límite superior no es el 100%, debido a que se han encontrado suelos que superan con facilidad dicho valor, los suelos del Oriente Ecuatoriano tienen contenidos de humedad que superan los 250%. [11]

#### **2.3.6.5. Compactación de Suelos.**

Se define como el proceso artificial mediante el cual las partículas del suelo son forzadas a permanecer más unidas unas con otras debido a una reducción de índice de vacíos mediante la utilización de medios mecánicos, por ello se obtiene como resultados el mejoramiento de las propiedades de resistencia, comprensibilidad, para lograr una apropiada relación entre el esfuerzo y la deformación. [11]

*Gráfico 5. Curva Típica de Compactación.*



Fuente: Mecánica de Suelos, Pérez Lorena, 2011-2012

#### **2.3.6.6. Capacidad Portante del Suelo CBR.**

La capacidad portante de un suelo se lo puede definir como la carga que éste es capaz de soportar sin que se produzca asentamientos excesivos. El indicador que se emplea para determinar la capacidad portante del suelo es el CBR (California Bearing Ratio), la determinación de este parámetro se realiza mediante ensayos normalizados y que consiste en un proceso conjunto de hinchamiento y penetración. [10]

- **Hinchamiento.**- Se determina sometiendo a la muestra a un proceso de inmersión durante 4 días, aplicando una sobrecarga equivalente a la previsible en condiciones de uso de la carretera. Se efectúan dos lecturas, una al inicio y otra al final del proceso. El hinchamiento adquiere una especial importancia en suelos arcillosos o con alto contenido en finos, ya que pueden provocar asientos diferenciales, origen de diversas patologías en todo tipo de construcciones. [10]
- **El ensayo de penetración.**- Tiene por objetivo determinar la capacidad portante del suelo, presentando una estructura similar al SPT (Standard Penetration Test) empleado en Geotecnia. Se aplica una presión creciente efectuada mediante una prensa a la que va acoplado un pistón de sección anular, sobre una muestra de suelo compactada con una humedad óptima

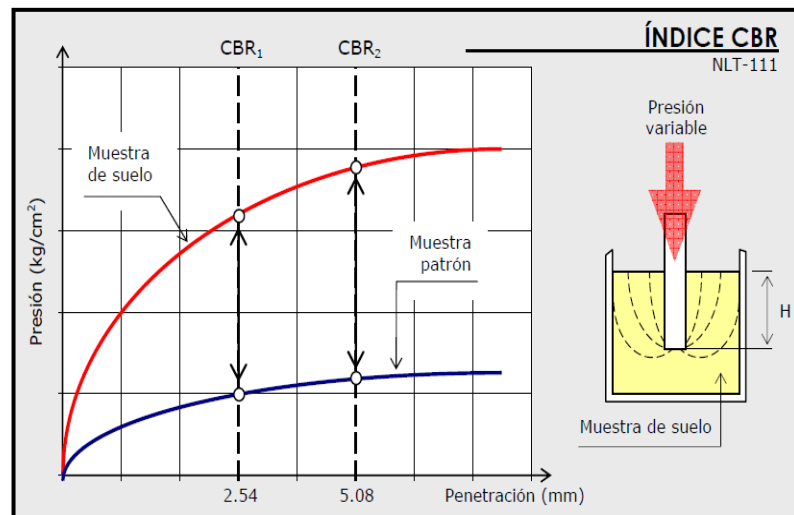
Próctor. La velocidad de penetración también está normalizada, debiendo ser de 1.27mm/min. [10]

El índice CBR se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón de grava machacada, expresada en %. [10]

$$CBR = \frac{\text{Presión en muestra a ensayar}}{\text{Presión en muestra patrón}} * 100 \quad (\text{Ec 2.3.6.6.1})$$

Fuente: Manual de Carreteras II, Luis Bañón, pp. 18, 2000.

**Gráfico 6. Determinación del Índice CBR.**



Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

**Cuadro N° 8. Relación Esfuerzo-Deformación para la Muestra Patrón.**

PENETRACIÓN (plg)	ESFUERZO (lb/plg <sup>2</sup> )
0.1	1000
0.2	1500
0.3	1900
0.4	2300
0.5	2600

Fuente: Mecánica de Suelos, Pérez Lorena, 2011-2012

**Cuadro N° 9. Clasificación de los Suelos según CBR.**

<b>CBR</b>	<b>CLASIFICACIÓN</b>	<b>USO</b>
<b>0 – 5</b>	Muy mala	Subrasante
<b>5 – 10</b>	Mala	Subrasante
<b>11 – 20</b>	Regular-Buena	Subrasante
<b>21 – 30</b>	Muy buena	Subrasante
<b>31 - 50</b>	Buena	Sub-base
<b>51 – 80</b>	Buena	Base
<b>81 – 100</b>	Excelente	Base

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003.

#### **2.3.6.7. Módulo de Resiliencia “Mr”.**

Cuando los materiales que conforman la sección estructural de un pavimento se ven sometidos a un gran número de aplicaciones de carga, es decir son afectados por esfuerzos de fatiga, debido a repetidas solicitaciones, estos materiales empiezan a fracturarse o bien acumular deformaciones dependiendo de su rigidez inicial, y esta es la principal causa del deterioro observado en la superficie de pavimentos.

En la Guía de diseño AASHTO 1993, el módulo resiliente reemplaza al CBR como variable para caracterizar la subrasante, subbase y base. En el método AASHTO deben usarse valores medios resultantes de los ensayos de laboratorio dado que las incertidumbres son tomadas en cuenta en la confiabilidad R. Es importante utilizar valores a la densidad y contenido de humedad que los suelos desarrollarán cuando se encuentren en servicio. El diseño de pavimentos flexibles es extremadamente sensible a esta variable y por tanto debe ser estudiada y definida con el mayor cuidado. [13]

#### **2.3.6.8. Pavimento.**

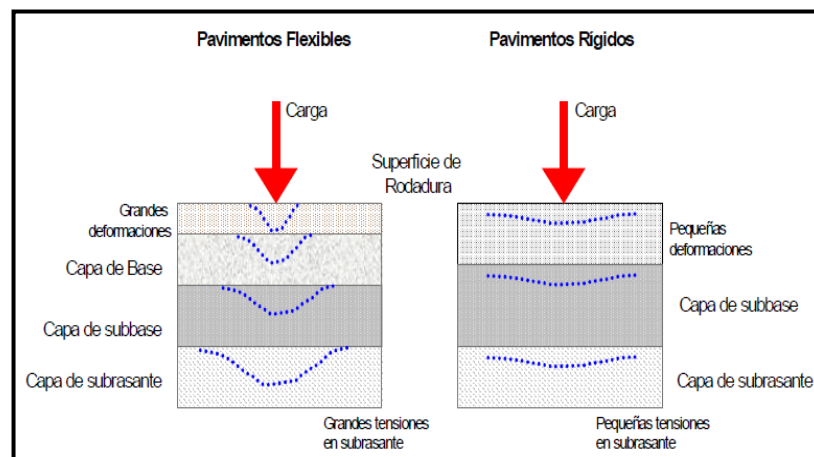
Se llama pavimento al conjunto de capas de material seleccionado que reciben en forma directa las cargas del tránsito y las transmiten a los estratos inferiores en forma disipada, proporcionando una superficie de rodamiento, la cual debe funcionar eficientemente. Las condiciones requeridas para un correcto funcionamiento son las siguientes: anchura, trazo horizontal y vertical, resistencia adecuada a las cargas para evitar las fallas y los agrietamientos, además de una adherencia adecuada entre el vehículo y el pavimento. [14]

### 2.3.6.8.1. Tipos de Pavimento.

Fundamentalmente se conoce dos tipos de pavimentos: Rígidos y flexibles.

- ❖ **Pavimento Rígido.**- Consiste básicamente en una losa de concreto simple o armado, apoyada directamente sobre una base o subbase. La losa, debido a su rigidez y alto módulo de elasticidad, absorbe gran parte de los esfuerzos que se ejercen sobre el pavimento lo que produce una buena distribución de las cargas de rueda, dando como resultado tensiones bajas en la subrasante. [15] Tiene un costo inicial más elevado que el flexible, su periodo de vida varía entre 20 y 40 años; el mantenimiento que requiere es mínimo y solo se efectúa (comúnmente) en las juntas de las losas. [14]
- ❖ **Pavimento Flexible.**- Resulta más económico en su construcción inicial, tiene un periodo de vida de entre 10 y 15 años, pero tienen la desventaja de requerir mantenimiento constante para cumplir con su vida útil. Este tipo de pavimento está compuesto principalmente de una carpeta asfáltica, de la base y de la subbase. [14]

*Gráfico 7. Esquema del Comportamiento de Pavimentos Flexibles y Rígidos.*



Fuente: Manual Centroamericano para el Diseño de Pavimentos, 2002.



### 2.3.6.8.2. Elementos de un Pavimento.

La estructura de pavimento está conformado por siguientes capas:

- a) **La Subrasante o suelo de fundación.**- La función de la subrasante es soportar las cargas que transmite el pavimento y darle sustentación, además de considerarse la cimentación del pavimento. Entre mejor calidad se tenga en esta capa el espesor del pavimento será más reducido y habrá un ahorro en costos sin mermar la calidad. Las características con las que debe cumplir son:  $f$  máximo de 3", expansión máxima del 5%, grado de compactación mínimo del 95%; espesor mínimo de 30cm para caminos de bajo tránsito y de 50cm en caminos con un TPDA  $>$  de 2000 vehículos. Otra de las funciones de la subrasante es evitar que el terraplén contamine al pavimento y que sea absorbido por las terracerías. [14]
  
- b) **Sub-base.**- Se trata de una base de baja calidad, dado que no tiene que resistir cargas excesivas de tráfico, al llegarle muy atenuadas por efecto de las capas superiores, se limita a proporcionar una buena capa de asiento a la base, de forma que se facilite su puesta en obra y compactación. Posee una función muy importante como lo es el drenaje, esta capa no debe poseer materiales arcillosos o finos, pero su granulometría en debe ser buena, con escasa plasticidad y con dureza para asegurar su durabilidad, debe tener contacto con el sistema de drenaje de la vía, se dota de una pendiente del 4% para evacuar el agua rápidamente. [10]
  
- c) **Base.**- Constituye el principal elemento portante de la estructura del firme, debiendo repartir y absorber la práctica totalidad de las cargas verticales que – aunque atenuadas- penetren a su seno. En firmes rígidos y semirrígidos, esta función de reparto de cargas está distribuida entre el pavimento y la propia capa de base, al tener características resistentes similares. La capa base presenta una función resistente, debiendo ser además compacta y duradera para que sus características mecánicas sean lo más homogéneas posibles durante todo el período del proyecto. [10]

- d) **Capa de Rodadura.**- Esta capa conforma la parte más superficial del pavimento, por lo que está sometida a la intemperie y el contacto directo con los neumáticos; por ello, es la que está sometida a un número mayor de exigencias, debiendo ser resistente, impermeable, antideslizante y duradera. [10]

### 2.3.6.8.3. Especificaciones técnicas para base y sub-base.

a) **Sub-base.**

- Clase 1.- Son sub-bases construidas con agregados obtenidos por trituración de roca o gravas. Por lo menos el 30 % del agregado preparado deberá obtenerse por proceso de trituración. [16]
- Clase 2.- Son sub-bases construidas con agregados obtenidos mediante trituración o cribado en yacimientos de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. [16]
- Clase 3.- Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados, son materiales de características pobres y que incluso pueden ser redondeadas sus partículas. [16]

*Cuadro N° 10. Límites de Granulometría para Sub-base*

TAMIZ	PROCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2mm)	-----	-----	100
2" (50.5mm)	-----	100	-----
1 ½" (38.1mm)	100	70 – 100	-----
N° 4 (4.75mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N° 40 (0.425mm)	10 – 35	15 – 40	-----
N° 200 (0.075mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. MOP-001-F 2002.

b) **Base.**

- Clase 1.- Son bases constituidas por agregados gruesos y finos, triturados en un 100%. [16]
- Clase 2.- Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso. [16]
- Clase 3.- Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 25% en peso. [16]
- Clase 4.- Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas. [16]

**Cuadro N° 11. Límites de Granulometría para Base**

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVES DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA				
	Clase 1		Clase 2	Clase 3	Clase 4
	Tipo A	Tipo B			
2" (50.8mm)	100	-----	-----	-----	100
1 ½" (38.1mm)	70 – 100	100	-----	-----	-----
1" (25.4mm)	55 – 85	70 – 100	100	-----	60 – 90
¾" (19.0mm)	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	-----
⅜" (9.5mm)	35 – 60	45 – 75	50 – 80	-----	-----
N°4 (4.76mm)	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
N° 10 (2.00mm)	20 – 40	20 – 50	25 - 50	30 – 60	-----
N°40 (0.425mm)	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	-----
N°200 (0.075mm)	2 – 12	2 – 12	3 – 15	3 – 15	0 – 15

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. MOP-001-F 2002.

**Cuadro N° 12. Características de la Sub-base y Base.**

AGREGADOS		LIMITE LIQUIDO	LIMITE PLASTICO	% DESGASTE	CBR
SUB-BASE	Clase 1	≤ 25	< 6	< 50%	≥ 30%
	Clase 2				
	Clase 3				
BASE	Clase 1	≤ 25	< 6	< 40%	≥ 80%
	Clase 2				
	Clase 3				
	Clase 4				

Fuente: Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes. MOP-001-F 2002.

### 2.3.7. Topografía.

Es un conjunto de procedimientos realizados para determinar las posiciones de los puntos sobre la superficie de la tierra y debajo de la misma, a través de una combinación de medidas basadas en la distancia, elevación y dirección. [17]

Mediante la topografía se define los procedimientos y trabajos a realizar en el lugar de la obra, los métodos de cálculo o procedimientos de datos y la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala. [17]

Para la construcción de una infraestructura vial hay que tener muy en cuenta la información que nos arroja la topografía, pues de ella obtenemos datos valiosos y exactos del lugar donde se realizará la obra. [17]

La ingeniería vial, la topografía es una fase importante, pues es responsable de proporcionar datos detallados de las posibles rutas que se han de tomar en cuenta, el trazado y diseño de un buen sistema de drenaje, además de las características geométricas que posea la vía en estudio y volumen de tierra. [17]

#### 2.3.7.1. Curvas de Nivel.

Es el método más empleado para la representación gráfica de las formas del relieve de la superficie del terreno, ya que permite determinar, en forma sencilla y rápida, la cota

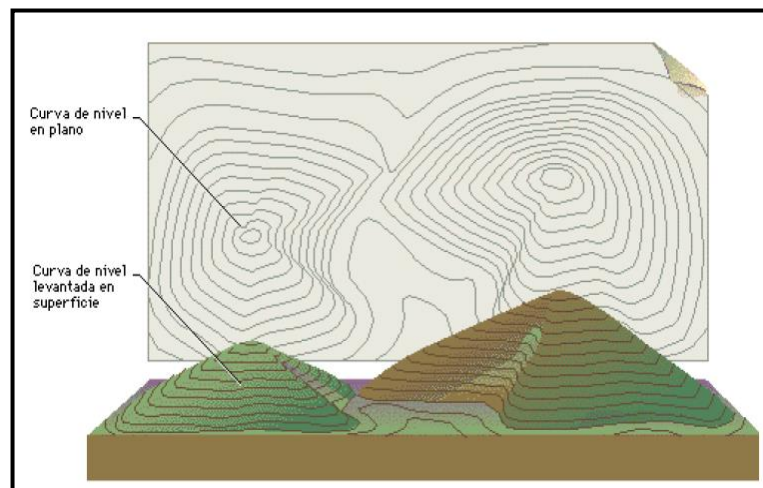
o elevación de cualquier punto del terreno, trazar perfiles, calcular pendientes, resaltar las formas y accidentes del terreno. [18]

Una curva de nivel es la traza que la superficie del terreno marca sobre un plano horizontal que intersecta, por lo que podríamos definirla como la línea continua que une puntos de igual cota o elevación. [18]

#### 2.3.7.1.1. Características de las curvas de nivel:

- ✓ Debido a que la superficie de la tierra es continua, las curvas de nivel son líneas continuas que se cierran en sí mismas. [18]
- ✓ Las curvas de nivel nunca se cruzan, salvo en el caso de un risco o alcantilado en volado o en una caverna, en donde aparentemente se cruzan pero están a diferente nivel. [18]
- ✓ Las curvas de nivel nunca se bifurcan o ramifican. [18]
- ✓ La separación entre las curvas de nivel indican la inclinación del terreno.
- ✓ Curvas muy pegadas indican pendientes fuertes y curvas separadas indican pendientes suaves. [18]

*Gráfico 8. Curvas de Nivel.*



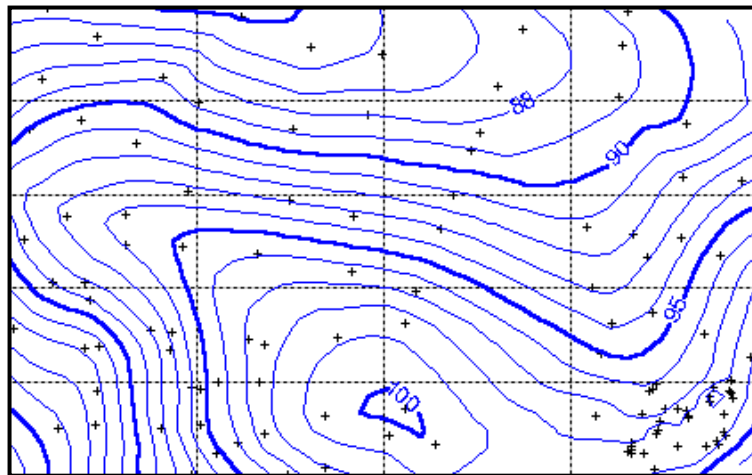
Fuente: Topografía II, Sergio Navarro, 2008

### 2.3.7.2. Tipos de Curvas de Nivel

A las curvas de nivel se las ha clasificado de la siguiente manera:

- a) **Curvas de nivel Índices o Maestra.**- Son las curvas de nivel que en los mapas se representan con unas líneas más gruesa que las demás y se ubican cada 5 curvas como mínimo. [19]
- b) **Curvas Intermedias.**- Estas curvas son las que se muestran entre las curvas maestras y se las representa con líneas de menor grosor. [19]

*Gráfico 9. Tipos de Curvas de Nivel.*



Fuente: Topografía-blogger.

### 2.3.7.3. Escalas.

La escala puede ser definida como el factor de reducción o ampliación que nos da la relación existente entre la medida real en el terreno y la medida presentada en el plano.

Se manejan dos tipos de escalas: la numérica y la gráfica. [18]

- **Escala numérica.**- Está incorporada en los mapas en forma de fracción, de tal manera que el numerador corresponde a las medidas del plano y el denominados a las medidas reales. Ejemplo 1:25000. Un mapa es de mayor escala cuando su denominador es menor que el otro mapa.

- **Escala gráfica.**- Consiste en representar sobre el plano una línea dividida en distancias o unidades en correspondencia con la escala escogida. La escala gráfica debe estar colocada en un lugar visible, por lo general cerca del recuadro de la información del mapa. [18]

**Gráfico 10. Escala Gráfica.**



Fuente: [www.etitudela.com](http://www.etitudela.com), 2001.

**Cuadro N° 13. Escalas Normalizadas**

Escala de reducción				Escala de ampliación
Fabricación e instalaciones	Construcciones Civiles	Topografía	Urbanismo	
1:2	1:5	1:100	1:500	2:1
1:5	1:10	1:200	1:2000	5:1
1:20	1:20	1:500	1:2500	10:1
1:50	1:50	1:1000	1:5000	20:1
1:100	1:100	1:2000	1:25000	50:1
1:200	1:200	1:5000	1:50000	
	1:500	1:10000		
	1:1000	1:25000		
		1:50000		

Fuente: [www.dibujotecnico.com](http://www.dibujotecnico.com), 2015.

#### **2.3.7.4. Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM).**

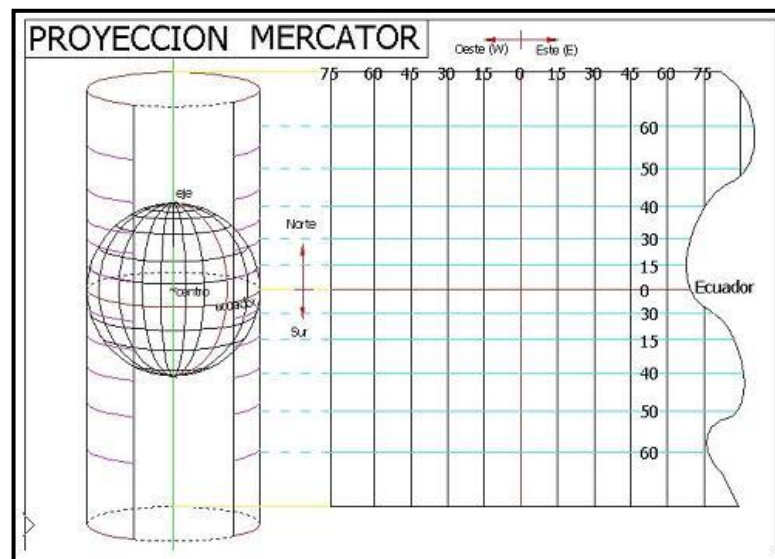
Sistema de coordenadas Universal Transversal de Mercator (UTM), está dentro de las llamadas proyecciones cilíndricas, por emplear un cilindro situado en una determinada posición espacial de coordenadas, está basado en la proyección geográfica transversa de Mercator, pero en vez de hacerla tangente al Ecuador, se la hace tangente a un

meridiano. Las coordenadas UTM se expresan en metros únicamente a nivel del mar que es la base de la proyección del elipsoide de referencia. [20]

El sistema UTM involucra el uso de escalas no lineales para las coordenadas X e Y (longitud y latitud cartográfica) para asegurar que el mapa proyectado resulte conforme. El factor de escala en la dirección del paralelo y del meridiano son iguales ( $h=k$ ). [20]

La proyección UTM tiene la ventaja de que ningún punto está alejado del meridiano central de su zona, por lo que las distorsiones son muy pequeñas. [20]

**Gráfico 11. Proyección de Mercator.**



Fuente: Ingecivilcusco, 2010

#### **2.3.7.4.1. Husos UTM.**

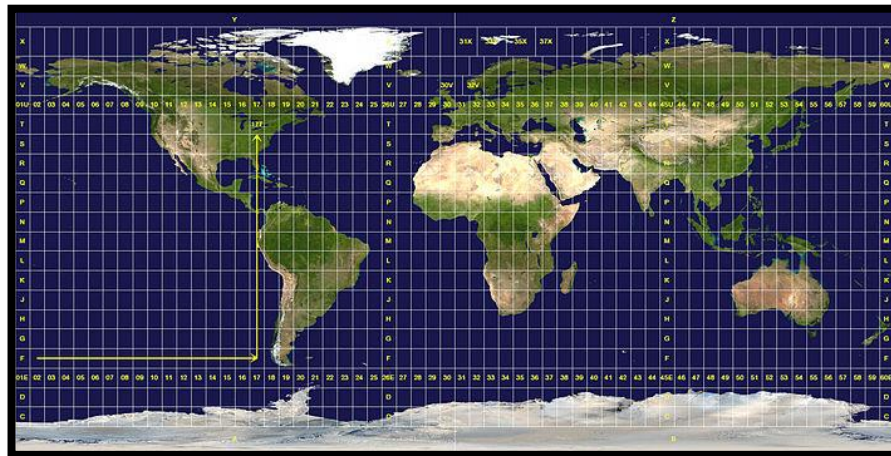
La Tierra está dividida en 60 husos de 6° de longitud, la zona de proyección de UTM se define entre los paralelos 80°S y 84°N. Cada huso es numerado entre 1 y 60; el primer huso está limitado entre las longitudes 180° y 174°W y centrado en el meridiano 177°W. Cada huso tiene asignado un meridiano central que es donde se lo ha situado al origen de coordenadas. [20]



#### 2.3.7.4.2. Zonas UTM.

La Tierra está dividida en 20 zonas de 8° grados de Latitud, se los denomina con letras desde la C hasta la X excluyendo las letras “I” y “O”, como es un sistema norteamericano también se omite la letra Ñ. la zona C concuerda con el intervalo de latitudes que va desde 80°S hasta 72° S. [20]

*Gráfico 12. Husos y Zonas UTM.*



Fuente: Ingecivilcusco, 2010

#### 2.3.7.5. Sistema World Geodetic System (WGS).

El WGS 84 es un sistema de coordenadas geográficas mundial que permite localizar un punto en la Tierra por medio de tres unidades dadas. WGS84 es un estándar para uso en cartografía, geodesia y navegación, cuenta con un estándar de coordenadas de la Tierra, el origen de las coordenadas está destinado a ser ubicado en el centro de la masa de la Tierra, se presume que el error es de menos de 2cm. [21]

Al sistema cartesiano se asigna un elipsoide también denominado WGS84. Este elipsoide posee los parámetros del Sistema Geodésico de Referencia 1980-GRS-84, cuyos valores se indican a continuación. [22]

**Cuadro N° 14. Parámetros del Sistema WGS-84.**

Parámetros WGS-84	Valor
Semieje mayor	$a=6\,378\,137\text{m}$
Achatamiento	$f=1/298,257\,223\,563$
Velocidad angular de la Tierra	$\omega= 7\,292\,115 \times 10^{-11}\text{rad/s}$
Constante gravitacional	$\mu= 3\,986\,004,418 \times 10^8 \text{m}^3/\text{s}^2$

Fuente: NEVI-12, Volumen 2A

### 2.3.8. Diseño Geométrico.

Una carretera debe poseer características y condiciones adecuadas como son la funcionalidad, comodidad, seguridad, económico; produciendo el menor impacto ambiental posible, debe poseer un trazado eficaz para que garantice buena calidad vial al momento que inicie con su función. [4]

#### 2.3.8.1. Factores de Diseño.

Los factores a los que se expone un diseño vial son los internos y externos. En [4] nos da a conocer cuáles son los factores estos factores.

- **Factores internos:** Los factores internos son aquellos que son propios a la vía pero que en parte dependen de los externos. [4]
  - Las velocidades a tener en cuenta.
  - Características de los vehículos.
  - Efectos operacionales de la geometría.
  - Características del tráfico
  - Capacidad de la vía.
  - Amplitudes y comportamiento de los conductores.
  - Restricciones a los accesos.
  
- **Factores externos:** corresponden a las condiciones preexistentes y de los cuales se deben obtener toda la información posible a fin de determinar algunas características importantes de la vía. [4]

- Características físicas: topografía, geología, climatología, hidrología.
- Volumen y características del tránsito actual y futuro.
- Recursos económicos para su estudio, construcción y mantenimiento.
- Aspectos ambientales.
- Desarrollo urbanístico existente y previsto en la zona de influencia.
- Parámetros socioeconómicos del área de influencia.
- Peatones
- Tráfico de ciclistas
- Seguridad vial.

#### **2.3.8.2. Velocidad de Diseño**

Es la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y el tránsito son favorables. La velocidad de circulación se elegirá en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia que tendrá el camino, los volúmenes de tránsito y uso de la tierra, tratando de que su valor sea compatible con la seguridad, eficiencia, desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calculan los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. [7]

Es fundamental seleccionar la velocidad de diseño; es deseable mantener una velocidad constante para el diseño del tramo de carretera, la topografía del terreno puede obligar a realizar cambio de velocidad en determinados tramos. [7]

La introducción a una velocidad mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia prudente para permitir al conductor el cambio de velocidad antes de llegar al tramo de cambio. La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no debe ser mayor a 20km/h, se debe realizar una correcta señalización en el lugar. [7]

La velocidad de diseño se debe seleccionar para el tramo de carretera más desfavorable y debe mantenerse en una distancia mínima de entre 5 y 10 km, para determinar la

velocidad de diseño se consideran los siguientes aspectos básicos y decisivos como son:

- ✓ **Naturaleza del terreno.**- La velocidad de un terreno llano o poco ondulado será mayor a la de un terreno muy ondulado o montañoso. [7]
- ✓ **Modalidad de los conductores.**- Un conductor no ajusta la velocidad de su vehículo a la importancia de un camino en proyecto, sino a las limitaciones que le imponen las características del lugar o del tránsito. El conductor recurre a una velocidad baja cuando existen motivos para hacerlo. Este punto debe estudiarse detalladamente dado que al proyectar un valor debe corresponder a la preferida por los usuarios de la vía. [7]
- ✓ **Factor económico.**- Las consideraciones económicas deben estar dirigidas a un estudio de costo de operación de los vehículos a velocidades elevadas, así como al alto costo de las obras a servir un tránsito de alta velocidad [7]

También [4] nos menciona otros factores que se deben considerar al momento de seleccionar la velocidad de diseño, a saber:

- ❖ **Importancia o categoría de la vía.**- Si se trata de una autopista o una vía de primer orden se recomienda que su velocidad sea alta o mayor a 60km/h. [4]
- ❖ **Volúmenes esperados.**- Si el volumen de tránsito alto, se recomienda que la velocidad de diseño sea también alta con el fin de garantizar su funcionalidad y capacidad. [4]
- ❖ **Las condiciones topográficas y su homogeneidad.**- Cuando más abrupta sea la topografía menor será la velocidad de diseño. Aunque se cuente con los recursos suficientes, los aspectos ambientales, geológicos y geotécnicos pueden condicionar las especificaciones de la vía en terrenos montañosos. [4]
- ❖ **Disponibilidad de recursos económicos.**- Cuando se dispone de recursos económicos altos mejores serán las especificaciones de la vía a diseñar. [4]

- ❖ **Usos de la tierra y servicios que se ofrece.**- depende de las áreas a comunicar y su correspondiente desarrollo y productividad se define la velocidad de diseño a considerar. [4]

### 2.3.8.3. Proceso de Diseño

Es la etapa donde se definen todas las características de la estructura vial en sus tres dimensiones, planta, alzado, sección transversal, facilidades de circulación y los elementos necesarios para la seguridad vial. Estas características están ligadas a la función jerárquica de la vía dentro de la red, a las condiciones de usuario, a la mecánica de los vehículos y a los requerimientos geométricos de las vías que se determinan en función de un volumen de tráfico y de un nivel de servicio correspondiente a un año. [7]

En el siguiente cuadro se presenta los valores de velocidades en función del tipo de vía y de terreno.

**Cuadro N° 15. Velocidades de Diseño en Función del Tipo de Vía y de Terreno.**

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	VELOCIDADES DE DISEÑO km/h												
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES								
		Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve Montañoso				
		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad		
		Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	
R-I ó R-II Tipo	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25

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

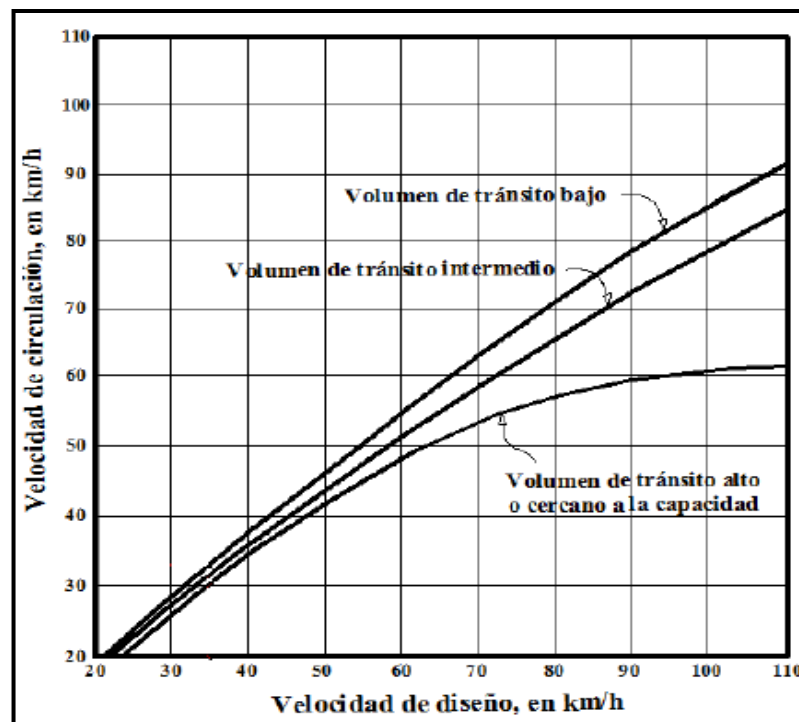
Tomando en cuenta la tipología del terreno, seleccionamos la velocidad de diseño y con ella las características de los elementos geométricos que tendrá la carretera.

#### 2.3.8.4. Relación entre velocidad de circulación y diseño.

La velocidad de circulación es la velocidad real de un vehículo a lo largo de una sección específica de carretera. La velocidad de circulación de los vehículos es una medida de la eficacia de la vía, por ello se requiere conocer las velocidades de los vehículos que se espera circulen por la vía con diferentes volúmenes de tránsito. [7]

Toda carretera debe diseñarse para que circulen por ella volúmenes de tránsito que no lleguen al grado de saturación.

*Gráfico 13. Relación existente entre la Velocidad de Circulación y Velocidad de Diseño.*



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003.

**Cuadro N° 16. Velocidades de Circulación.**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

La velocidad de circulación para un volumen de tránsito bajo son utilizados como base para determinar la distancia de visibilidad de parada del vehículo; los valores intermedios del volumen de tránsito se utilizan para calcular cuál es la distancia de visibilidad para el rebasamiento de vehículos.

#### **2.3.8.5. Alineamiento Horizontal.**

Es la proyección del eje sobre un plano horizontal, los elementos que integran el alineamiento son la tangente y curvas sean circulares o de transición. [7]

La conformación del Alineamiento Horizontal de una carretera depende de la topografía y características hidrológicas del terreno, condiciones de drenaje, características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. [7]

- a) **Tangente.**- Es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas; a la intersección de dos curvas consecutivas se las llama PI y al ángulo de definición que se produce por la prolongación de dos tangentes consecutivas se denomina “ $\alpha$ ” (alfa). [7]

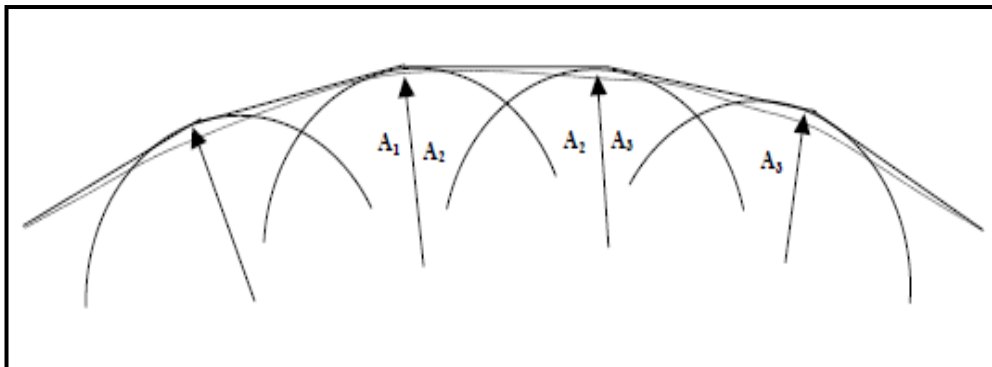
Dos tangentes contiguas están unidas por curvas y la distancia que milita entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se llama tangente intermedia, su longitud está establecida por la seguridad. [7]

Es necesario limitar las tangentes intermedias debido a que puede llegar a causar accidentes por somnolencia ya que el conductor centra su mirada a puntos fijos en la carretera, también puede producir accidentes por encandilamiento durante la noche ya que se produce cruces de luces entre los vehículos que se dirigen en dirección contraria, por estos motivos se debe diseñar curvas de mayor radio para mantener en alerta al conductor.

b) **Curvas Circulares.**- Son arcos de un círculo que forman la proyección horizontal de las curvas empleadas para unir dos tangentes consecutivas, pueden ser simples o compuestas. [7]

- **Curva circular simple.**- Son las curvas que están conformadas por un solo radio, mismos que son usados para la unión de dos alineamientos consecutivos rectos de una vía.
- **Curva circular compuesta.**- Son las curvas que están conformadas por dos o más curvas circulares simples consecutivas, es decir existen radios de diferente longitud, logran que la vía se ajuste de mejor forma al terreno.

*Gráfico 14. Curva Compuesta.*



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



Entre los elementos característicos de una curva simple tenemos los siguientes:

- **Grado de Curvatura.**- permite al usuario de la vía tomar con seguridad la curva con el peralte máximo de diseño, su valor es de 20 metros.

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R} \Rightarrow Gc = \frac{1145,92}{R} \quad (Ec 2.3.8.5.1)$$

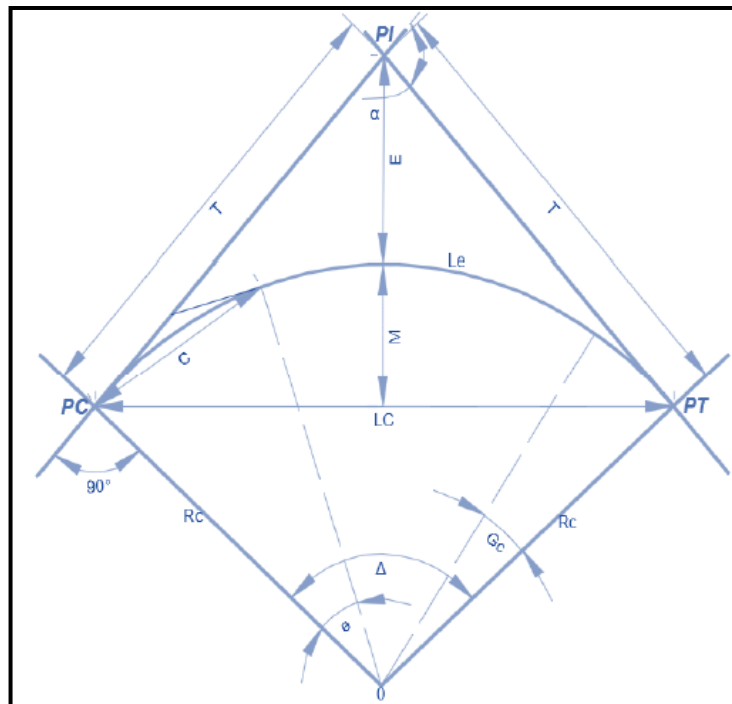
Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp. 36.

- **Radio de Curvatura.**- Es el radio de la curva circular. [6]

$$R = \frac{1145,92}{Gc} \quad (Ec 2.3.8.5.2)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp. 36.

**Gráfico 15. Elementos de la Curva Circular Simple.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

Donde:

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

**PC:** Punto donde inicia la curva simple.

**PT:** Punto donde termina la curva simple.

**A:** Ángulo de deflexión de las tangentes.

$\Delta_c$ : Ángulo central de la curva.

$\Theta$ : Ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular.

**Gc:** Grado de curvatura de la curva circular.

**Rc:** Radio de la curva circular.

**T:** Tangente de la curva circular o subtangente.

**E:** External.

**M:** Ordenada media.

**C:** Cuerda.

**CL:** Cuerda larga.

**L:** Longitud de un arco.

**Le:** Longitud de la curva circular.

Se puede determinar los valores de varios elementos de una curva circular simple, para ellos nos ayudaremos de las siguientes formulas:

- **Longitud de la curva (lc).**- Longitud entre PC y PT, su fórmula es:

$$\frac{Lc}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \Rightarrow lc = \frac{\pi R \alpha}{180} \quad (Ec 2.3.8.5.3)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 39.

- **Tangente de curva o subtangente (ST).**- Longitud entre el PI y PC ó entre el PI y PT de la curva, es medida sobre la prolongación de las tangentes.

$$ST = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (Ec 2.3.8.5.4)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 39.

- **External (E).**- Distancia mínima entre el PI y la curva.

$$E = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad (\text{Ec 2.3.8.5.5})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 39.

- **Ordenada media (M).**- Dimensión de la flecha en el punto medio de la curva.

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.6})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

- **Deflexión en un punto cualquiera de la curva ( $\Theta$ ).**- Es el ángulo que se forma con la prolongación de la tangente en el PC y la tangente un un punto considerado, se la representa con el símbolo “ $\Theta$ ”.

$$\Theta = \frac{Gc * 1}{20} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.7})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

- **Cuerda (C).**- Recta comprendida entre dos puntos de la curva.

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\theta}{2} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.8})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

- **Cuerda Larga (CL).**- Distancia entre los puntos PC y PT de la curva.

$$CL = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.9})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

- **Ángulo de la Cuerda.**- Es el ángulo que se forma entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva, es representada por “ $\emptyset$ ”.

$$\phi = \frac{\theta}{2} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.10})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

En función del grado de curvatura tenemos la siguiente expresión:

$$\phi = \frac{Gc * 1}{40} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.11})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

El ángulo para la cuerda larga se calcula con:

$$\phi = \frac{G * lc}{40} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.12})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 40.

## 1. Radios Mínimos de Curvatura Horizontal

El radio mínimo de la curvatura horizontal es el valor más bajo que facilita la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño dada y que se encuentra en función del peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral correspondiente. [7]

El radio de la curva constituye un factor importante para el diseño horizontal, por lo tanto para el uso de valores de radio menores a los establecidos por las normas se exigirá a que los peraltes sobrepasen los límites operacionales de los vehículos que circulen por dicha carretera. [7]

Para cálculo de radios mínimos R en circunstancias de seguridad se puede calcular con la siguiente expresión:

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.13})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 36.

Donde:

**R:** Radio mínimo de una curva horizontal, m.

**V:** Velocidad de diseño, km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral.

E: Peralte de la curva, m/m.

Se debe tener en cuenta varios criterios para determinar los valores de radios mínimos para la vía a diseñar:

- ✧ Cuando la topografía del terreno es montañosa.
- ✧ En las aproximaciones a los cruces de accidentes orográficos e hidrográficos.
- ✧ Intersecciones de caminos entre sí.
- ✧ En vías urbanas.

En la siguiente cuadro se presenta los valores de radios mínimos recomendables para el diseño de la curva horizontal en función del peralte (e) y el coeficiente de fricción (f).

**Cuadro N° 17. Radios Mínimos de Curvatura en Función del Peralte (e) y del Coeficiente de Fricción (f).**

VELOCIDAD (km/h)	f	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0.350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0.315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0.284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0.255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0.221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0.206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0.190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0.165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0.150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0.140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0.134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0.130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0.124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0.120	515	567	630	709	520	570	630	710

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

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

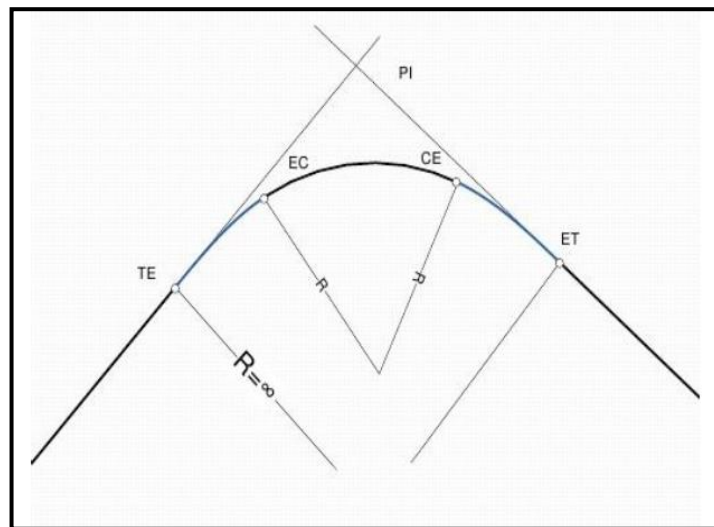
- c) **Curvas de Transición.-** Son curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el sobreechancho. [7]

Como característica principal es que a lo largo de la curva de transición se efectuará de manera continua el cambio de valor en el radio de la curva, la variación de la curvatura y la aceleración centrífuga son constantes a lo largo de toda la curva. [7]

Las curvas de transición empalman la alineación recta con la parte circular, aumentando la seguridad, favorece la entrada a la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. [7]

La clotoide de Euler es la curva más apropiada para efectuar transiciones. Todas las clotoides poseen la misma forma, pero se difieren en sí por su longitud. [7]

**Gráfico 16. Espiral de Euler.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-001-F-2003

Donde:

**PI:** Punto de intersección de, resultante de la prolongación de dos tangentes consecutivas.

**TE:** Inicio de espiral.

**EC:** Inicio circular.

**CE:** Inicio de la espiral de salida.

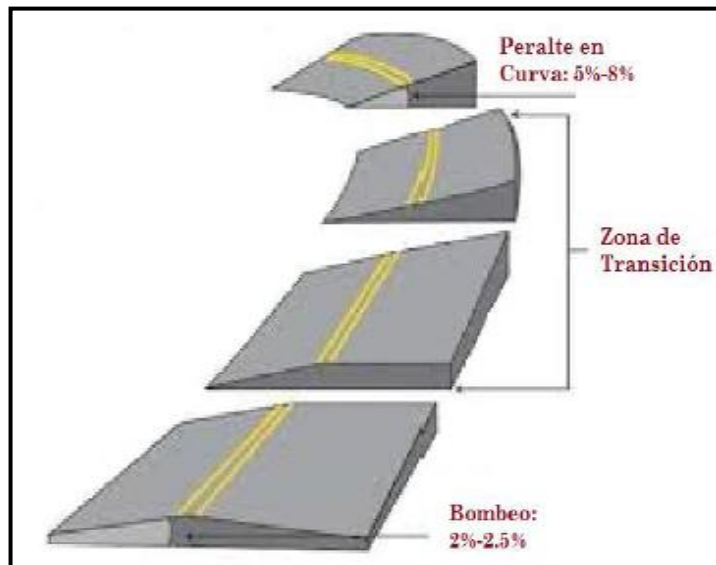
**ET:** Final de la espiral de salida.

**R:** Radio de curvatura.

- d) **Peralte.**- Se denomina peralte a la pendiente transversal que se da en las curvas a la plataforma de una carretera , con el fin de compensar una componente de su propio peso, la inercia ( o fuerza centrífuga), del vehículo, y lograr que la resultante total de las fuerzas se mantenga aproximadamente perpendicular al plano de la vía o de la calzada. El objetivo del peralte es contrarrestar la fuerza centrífuga que impele al vehículo hacia el exterior de la curva. También tiene la función de evacuar aguas de la calzada, exigiendo una inclinación mínima del 0.5%. [23]

El peralte da mayor seguridad al conductor al momento de transitar por una curva; el valor del peralte depende básicamente del radio de curvatura.

**Gráfico 17. Peralte de una Curva.**



Fuente: Ingeniería y Planificación del Transporte, 2008.

Para determinar la inclinación o peralte que tendrá la curva se ha establecido la siguiente fórmula:

$$e = \frac{v^2}{127 * R} - f \quad (\text{Ec 2.3.8.5.14})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 54.

Donde:

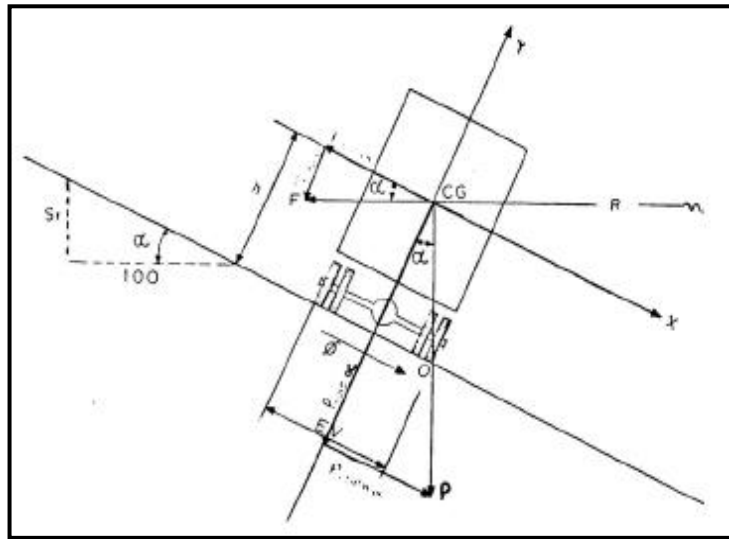
**e**: Peralte de la curva, m/m.

**V**: Velocidad de diseño, km/h.

**R**: Radio de la curva, m.

**f**: Máximo coeficiente de fricción lateral.

**Gráfico 18. Estabilidad del Vehículo en una Curva.**

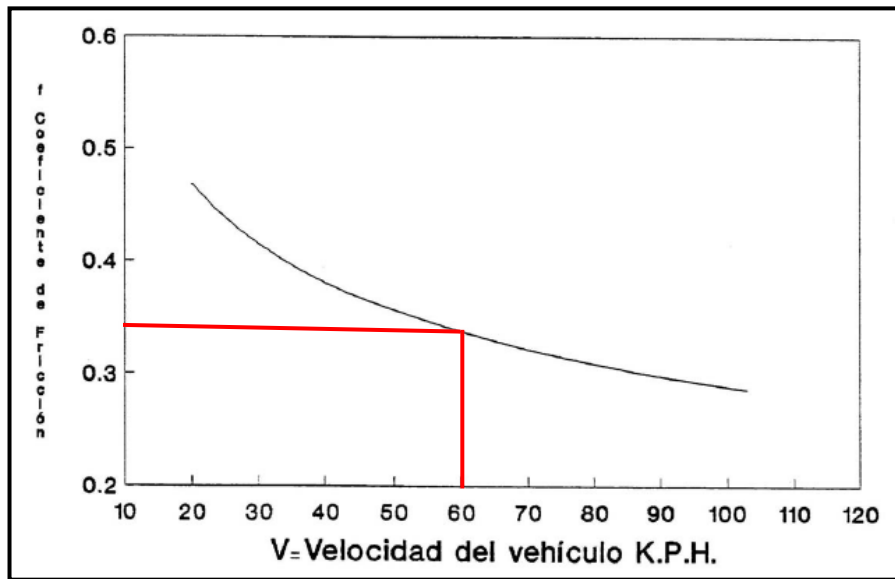


Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MOP-2003

Para determinar cuál es el coeficiente de fricción que utilizaremos para el diseño del peralte es necesario basarse en la siguiente gráfica:



**Gráfico 19. Fricción Lateral según la Velocidad del Proyecto.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

Las “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” del MOP-2003, nos provee de un cuadro que contiene valores permisibles del coeficiente de fricción según el estado del pavimento, a continuación el detalle:

**Cuadro N° 18. Valores Límites Permisibles de "f" según el Estado del Pavimento.**

REQUERIMIENTOS	VALORES LÍMITES DE " f "; SEGÚN EL PAVIMENTE ESTE		
	SECO	HÚMEDO	CON HIELO
Estabilidad contra el volcamiento	0.60	0.60	0.60
Estabilidad contra el deslizamiento	0.36	0.24	0.12
Comodidad del viaje para el pasajero	0.15	0.15	0.15
Explotación económica del vehículo	0.16	0.10	0.10

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

### 1.- Magnitud del Peralte

El peralte transmite comodidad y seguridad al momento de transitar por una curva horizontal, al momento de diseñar también se debe tener en cuenta que el peralte no debe exceder de los valores máximos, ya que un peralte extremado puede llegar a

provocar deslizamientos al interior de la curva cuando el vehículo circule a una velocidad baja. [7]

El peralte no es suficiente para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, por lo que se requiere de la fricción lateral, para que sumados estos dos factores impidan el deslizamiento lateral de vehículo. En base a estudios realizados por el MOP se ha adoptado el siguiente criterio para contrarrestar con el peralte el 55% de la fuerza centrífuga y el 45% lo absorbe la fricción lateral. [7]

Según la capa de rodadura de la carretera se recomienda un peralte máximo:

- ✧ **Capa de rodadura asfáltica, concreto y empedrada:** peralte máximo del 10% con una velocidades de diseño mayores a 50km/h. [7]
- ✧ **Capa de rodadura de granular:** en esta clasificación se encuentran los caminos vecinales tipo 4,5 y 6, el peralte máximo del 8% con una velocidad de diseño hasta 50km/h. [7]

Para la utilización de valores máximos de peralte se debe tener en cuenta los siguientes criterios para evitar:

- ✧ Deterioro rápido de la superficie de la calzada en caminos de tierra, subbase, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia. [7]
- ✧ Distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo. [7]
- ✧ Resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja. [7]

#### **2.3.8.6. Sobre ancho de curvas.**

El aumento del ancho de carril de circulación en las curvas provee a los conductores una mayor superficie en la que pueden ejecutar la maniobra de giro y aumenta el margen de seguridad y comodidad mientras transita por la curva. [7]

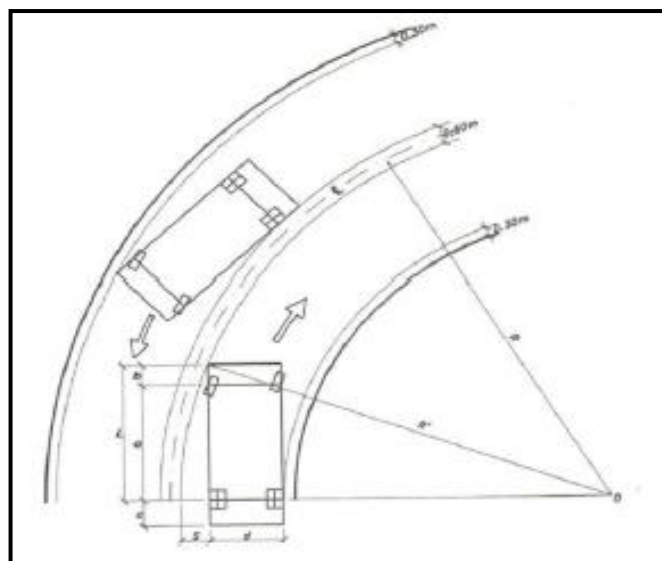
El sobreaño en una curva es requerido por las siguientes razones:

- a) El vehículo al transitar por la curva ocupa una mayor superficie de calzada, ya que la trayectoria de las ruedas traseras recorre por el interior de la curva, además el extremo lateral delantero describe una trayectoria exterior a la del vehículo. [7]
  
- b) Por la dificultad que experimenta el conductor para mantenerse en el centro del carril por el cual circula debido a la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye cuando los radios de curvatura son mayores. [7]

Por razones de costo las Normas de Diseño Geométrico, establece valores mínimos de diseño para el sobreebanco: 30cm para velocidades de hasta 50km/h y de 40cm para velocidades mayores; [6] también nos provee de cuadros con variaciones de sobreebanco en función de la velocidad, el radio de la curva y el vehículo de diseño.

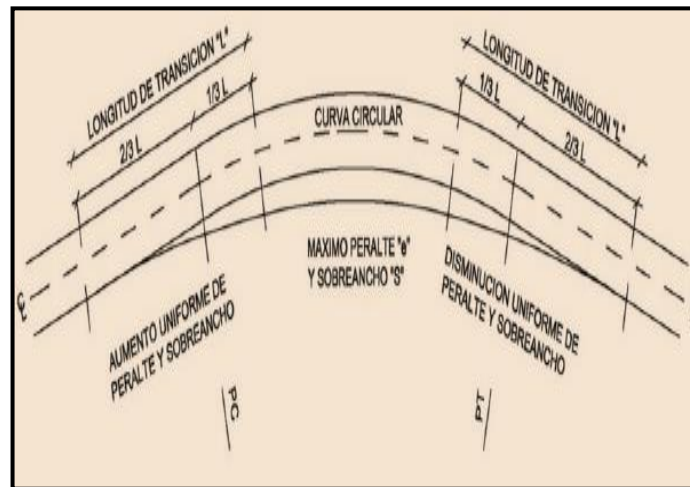
El radio máximo para cada velocidad de diseño anotada, representa la curvatura a partir de la cual la tendencia de un vehículo a salir de su propio carril es mínima y al mismo tiempo la visibilidad es suficiente amplia que, para los volúmenes de tránsito considerados, no es necesario ensanchar el pavimento en las curvas. [7]

**Gráfico 20. Esquema para Determinar el Sobreebanco de un Carril de Tránsito en una Curva.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

**Gráfico 21. Transición de Peralte y Sobreancho.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

### **2.3.9. Distancia de Visibilidad.**

La distancia de visibilidad es la longitud de la carretera que puede ver el conductor, la cual se puede distinguir entre visibilidad requerida para realizar con la mayor seguridad posible determinadas maniobras y visibilidad disponible.

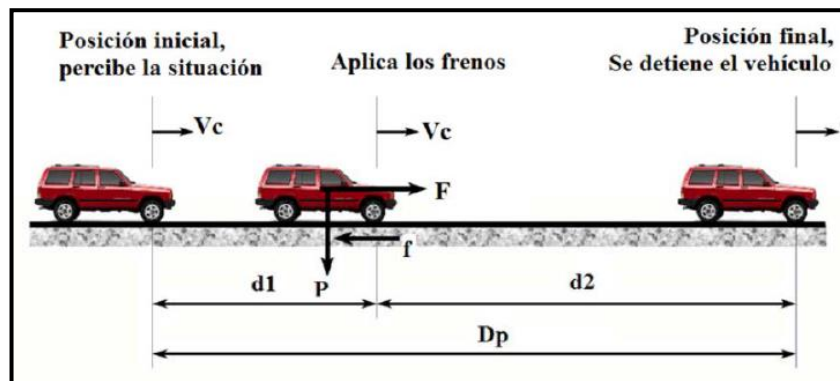
La visibilidad necesaria para cada tipo de maniobra es un valor más o menos fijo, están determinados por los valores de parámetros básicos como son: velocidad de circulación, tiempo de reacción, aceleración y desaceleración del vehículo, condiciones del pavimento. La distancia de visibilidad disponible varía continuamente a lo largo de la carretera en función de la combinación del alineamiento horizontal y vertical, de la sección transversal y las restricciones al campo de visión del conductor impuestas por la configuración del entorno de la carretera. [24]

#### **2.3.9.1. Distancia de Visibilidad para la Parada de un Vehículo (Df).**

La distancia de visibilidad mínima de parada es la longitud mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo de forma cómoda y segura antes de llegar a él. Por consiguiente es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. [7]

Para determinar la distancia de visibilidad mínima de parada ( $d$ ), se debe tomar en cuenta dos factores muy importantes en el conductor y son: **el tiempo de percepción** ( $d_1$ ); se produce desde el momento que el conductor avizora el objeto en la carretera, estudios realizados por AASHTO dan a conocer que este tiempo de percepción es variable de acuerdo al conductor pero lo establece en 1.5 segundos; **el tiempo de reacción** ( $d_2$ ), se produce desde que el conductor ejecuta la maniobra de frenado y con estudios de la misma AASHTO provee un tiempo de reacción igual a 1 segundo; por lo tanto la distancia de visibilidad mínima de parada ( $d$ ) será igual a la suma de las distancias de percepción y reacción, es decir 2.5 segundos.

**Gráfico 22. Distancia de Parada.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

Utilizando los valores del tiempo de percepción y el de reacción, determinaremos la distancia de parada con la siguiente sumatoria: precarización

$$d = d1 + d2 \quad (Ec 2.3.9.1.1)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 181.

La AASHTO ha estimado estos 2.5 segundos para un 90% de los conductores en condiciones normales de circulación.

[7] Proporciona la siguiente fórmula para determinar la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más el de reacción:

$$d_1 = \frac{Vc * t}{3.6} \Rightarrow Vc * \frac{2.5 \text{ seg}}{3.6 \text{ seg}} = 0.6944 * Vc$$

Por lo tanto:

$$d_1 = 0.7Vc \quad (Ec 2.3.9.1.2)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 181.

Donde:

**d<sub>1</sub>**: Distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, expresada en metros.

**Vc**: Velocidad de circulación del vehículo, expresada en km/h.

**t**: Tiempo percepción más reacción, en segundos.

Para determinar d<sub>2</sub>, es decir la distancia de frenaje, expresado en Vc en Km/h y para una gradiente horizontal, se calcula con la siguiente fórmula:

$$d_2 = \frac{Vc^2}{254 * f} \quad (Ec 2.3.9.1.3)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 182.

Donde:

**Vc**: Velocidad de circulación del vehículo, en km/h.

**f**: Coeficiente de fricción longitudinal.

Debido a que el coeficiente de fricción longitudinal no es el mismo para las diferentes velocidades, se utilizará la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}} \quad (Ec 2.3.9.1.4)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 183.

$$Df = 0.7Vc + \frac{Vc^2}{254 * f} \quad (\text{Ec 2.3.9.1.5})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 183.

**Cuadro N° 19. Valores de Diseño de las Distancias de Visibilidad  
Mínimas para Parada de Vehículos.**

Criterio de Diseño: Pavimento Mojado

CLASE DE CARRETERA	TPDA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
		LI	O	M	LI	O	M
R-I ó R-II	> 8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 a 8000	1180	160	110	160	110	70
II	1000 a 3000	160	15	90	135	110	55
III	300 a 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 a 300	110	70	55	70	35	25
V	< 100	70	55	40	55	35	25

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

**Cuadro N° 20. Distancia de Visibilidad Mínima para Parada de un Vehículo.**

Velocidad de Diseño - Vd (kph)	Velocidad de Circulación Asumida -Vc (kph)	Percepción + Reacción para Frenaje		Coeficiente de Fricción Longitudinal "I"	Distancia de Frenaje "d2" Gradiente Cero	Distancia de Visibilidad para Parada (d=d1+d2)	
		Tiempo (seg)	Distancia Recorrida "d" (m)			Calculada	Recomendada
20	20	2.5	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.5	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.5	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.5	22.92	0.4	10.64	33.56	35
40	37	2.5	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.5	29.17	0.37	18.53	47.7	50
50	46	2.5	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.5	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.5	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.5	49.31	0.32	62	111.3	110
90	79	2.5	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.5	59.72	0.3	96.34	156.06	160
110	92	2.5	63.89	0.3	112.51	176.4	180
120	100	2.5	71.53	0.29	145.88	217.41	220

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

### **2.3.9.2. Distancia de visibilidad para el rebasamiento de vehículos.**

Es la distancia requerida para que un vehículo que circula a velocidad de diseño rebase a otro que a va a una velocidad menor sin que se produzca la colisión alguna con otro vehículo que circula en sentido contrario, esta maniobra se debe realizar con seguridad.

Se puede dar el caso de múltiples rebasamiento simultáneos, sin embargo únicamente se considera el caso de un vehículo rebasando a otro.

La distancia de visibilidad para el rebasamiento se determina en base a la longitud de la carretera requerida para efectuar el rebasamiento con seguridad.

Para el cálculo de la distancia mínima de rebasamiento en carreteras, se asume lo siguiente:

1. El vehículo rebasado circula con una velocidad uniforme. [7]
2. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor rebasante requiere de otro corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar iniciando la maniobra. [7]
3. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra y su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es de 16 km/h, mayor a la del vehículo rebasado. [7]
4. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril. [7]

La distancia de visibilidad para el rebasamiento está constituida por la suma de cuatro distancias proporcionales que son:

**d<sub>1</sub>**: Es la distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera. [7]



**d<sub>2</sub>**: Distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo. [7]

**d<sub>3</sub>**: Distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido contrario, al final del rebasamiento. Asunir un valor de entre 30 y 90 metros. [7]

**d<sub>4</sub>**: Distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir,  $\frac{2}{3}d_2$ . [7]

Se asume que la velocidad del vehículo que circula en sentido opuesto al rebasante lleva la misma velocidad.

Entonces la distancia de rebasamiento de un vehículo será igual a la suma de todas las distancias parciales.

$$dr = d_1 + d_2 + d_3 + d_4 \quad (\text{Ec 2.3.9.2.1})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 183.

A continuación se muestran las ecuaciones a utilizar para calcular las distancias parciales de rebasamiento:

$$d_1 = 0.14t_1(2V - 2m + at_1) \quad (\text{Ec 2.3.9.2.2})$$

$$d_2 = 0.28Vt_2 \quad (\text{Ec 2.3.9.2.3})$$

$$d_3 = 30m \text{ a } 90m$$

$$d_4 = 0.18Vt_2 \quad (\text{Ec 2.3.9.2.4})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 194.

Donde:

**d<sub>1</sub>, d<sub>2</sub>, d<sub>3</sub> y d<sub>4</sub>**: Distancias, expresadas en metros.

**t<sub>1</sub>**: Tiempo de la maniobra inicial expresado en segundos.

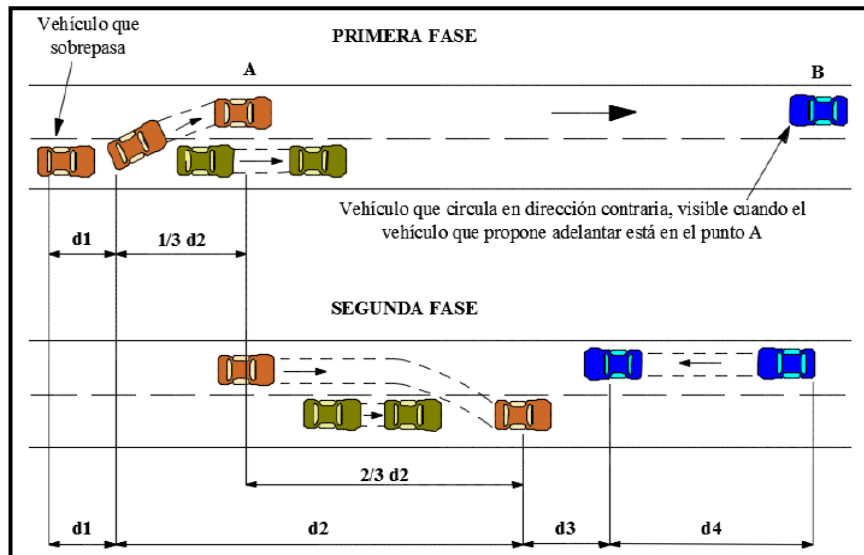
**t<sub>2</sub>**: Tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril izquierdo expresado en segundos.

**V**: velocidad promedio del vehículo rebasante expresada en km/h.

**m**: diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado, expresada en km/h. esta diferencia se la considera igual a 16kp/h(promedio).

**a**: Aceleración promedio del vehículo rebasante, expresada en km/h/s.

**Gráfico 23. Etapas de Maniobra para Adelantamiento en Carretera de dos Carriles.**



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

La Distancia de rebasamiento se calculará con la siguiente expresión:

$$D_r = 9.54Vd - 218 \quad (Ec 2.3.9.2.5)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 195.

Donde:

**D<sub>r</sub>**: Distancia de visibilidad para rebasamiento, expresada en m.

**V**: Velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en km/h.

En el cuadro que se muestra a continuación se indican las distancias calculadas con la fórmula anterior:

**Cuadro N° 21. Distancia Mínima de Visibilidad para el Rebasamiento de un Vehículo.**

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

La Norma de Diseño Geométrico establecida por el MOP recomienda los valores mostrados en el cuadro que sigue:

**Cuadro N° 22. Valores de Diseño de Visibilidad Mínimas para el Rebasamiento de un Vehículo.**

CLASE DE CARRETERA	TPDA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
		LI	O	M	LI	O	M
R-I ó R-II	> 8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 a 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 a 3000	690	640	490	640	565	345
III	300 a 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 a 300	480	290	210	290	150	110
V	< 100	290	210	150	210	150	110

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

### 2.3.10. Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical de una vía es la proyección del eje de esta sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido al paralelismo se muestra la longitud real de la vía a lo largo del eje. El eje en este alineamiento se llama Rasante o Sub-rasante dependiendo del nivel que se tenga en cuenta en el diseño. [4]

Los parámetros de diseño vertical y horizontal deben tener congruencia, es por ello que en el diseño vertical la velocidad será la misma que se utilizó para el diseño horizontal.

Los elementos que integran el alineamiento vertical son los siguientes:

#### 2.3.10.1. Gradientes

Las pendientes que se tomarán en cuenta para el diseño de una vía está basada fundamentalmente en la topografía que posee el terreno de implantación, dichas gradientes deben tener de ser posibles valores bajos para adoptar velocidades moderadas de circulación y con ellos facilitar la marcha de los vehículos. [7]

En el cuadro que se muestra a continuación se indican las gradientes máximas permitidas que pueden adoptarse para el diseño de la vía.

*Cuadro N° 23. Valores de Diseño de las Gradientes Longitudinales Máximas.*

TIPO DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LI	O	M	LI	O	M
R-I ó R-II	2	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

##### 2.3.10.1.1. Gradientes Mínimas

El mínimo valor de gradiente longitudinal recomendado por al Normas de Diseño Geométrico es normalmente igual a 0.5 %. [7]

MOP-2003 nos permite tener una gradiente longitudinal de cero siempre y cuando:

- a) Cuando se tiene rellenos de 1 metro o más.
- b) Cuando el pavimento tiene una gradiente transversal apta para drenar lateralmente las aguas lluvias.

### **2.3.10.1.2. Longitudes Críticas de Gradiente para el Diseño**

Este término es utilizado para indicar la longitud máxima de gradiente cuesta arriba con la cual un camión cargado puede operar sin reducir considerablemente su velocidad y sin ocasionar la concentración de tráfico vehicular. [7]

Para gradientes del:	8-10%	longitud máxima será de:	1000m.
	10-12%		500m.
	12-14%		250m:

En distancias cortas se puede aumentar la gradiente en 1%, en terrenos ondulados y montañosos, con el único fin de reducir los costos de construcción; en las vías de clases I, II y III. [7]

### **2.3.10.2. Curvas Verticales.**

Una curva vertical es un arco de parábola de eje vertical que une dos tangentes verticales consecutivas, puede ser cóncava (también conocida como curva en columpio) y convexa (también conocida como curva en cresta), la topografía del terreno será la que determine cuál de ellas será requerida para la construcción vial. [18]

#### **2.3.10.2.1. Curvas Verticales Convexas**

La longitud mínima que se requerirá para formar una curva vertical está determinada por la distancia de visibilidad de parada de un vehículo, fundamentado también en la altura del ojo del conductor de 1.15 metros y una altura del objeto que se distingue sobre la carretera igual a 0.15 metros, dicha longitud se expresa con la fórmula que se da a conocer a continuación. [7]

$$L = \frac{A * S^2}{426} \quad (\text{Ec 2.3.10.2.1.1})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 209.

Donde:

**L:** Longitud de la curva vertical, en m.

**A:** Diferencia algebraica de las gradientes, en %.

**S:** Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo, en m.

La longitud de la curva vertical convexa se calcula con la expresión:

$$L = K * A \quad (\text{Ec 2.3.10.2.1.2})$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 209.

**Cuadro N° 24. Curvas Verticales Convexas Mínimas.**

Velocidad de Diseño (kph)	Distancia de Visibilidad para Parada "S" (m)	Coeficiente $K = S^2/426$	
		Calculado	Redondeado
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.10	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.40	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

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

**Cuadro N° 25. Valores Mínimos de Diseño del Coeficiente "K" para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Convexas Mínimas.**

TIPO DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LI	O	M	LI	O	M
R-I ó R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

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

Para determinar la longitud mínima absoluta de curvas verticales convexas se utilizará la siguiente fórmula otorgado por [6].

$$L_{min} = 0.60V \quad (Ec \ 2.3.10.2.1.3)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 211.

Donde:

**V:** Velocidad de Diseño, en km/h

### 2.3.10.2.2. Curvas Verticales Cóncavas.

Con el criterio de mantener la seguridad en toda la vía, es ineludible que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas, de tal manera que la longitud de los rayos de luz de los faros de un vehículo sea aproximadamente igual a la distancia de visibilidad para la parada de un vehículo. [7]

La fórmula que se muestra a continuación proporciona la relación entre la longitud de la curva diferencia de gradientes y la distancia de visibilidad de parada, se basa en una altura de 0.60m para los faros del vehículo y un grado de divergencia hacia arriba de los rayos de luz con respecto al eje longitudinal del vehículo. [7]

$$L = \frac{A * S^2}{122 + 3.5 * S} \quad (Ec \ 2.3.10.2.2.1)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 211.

La longitud de una curva vertical cóncava se expresa simplemente con:

$$L = K * A \quad (\text{Ec } 2.3.10.2.2.2)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 211.

**Cuadro N° 26. Valores Mínimos de Diseño del Coeficiente "K" para la Determinación de la Longitud de Curvas Verticales Cóncavas Mínimas.**

TIPO DE CARRETERA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
	LI	O	M	LI	O	M
R-I ó R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

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

**Cuadro N° 27. Curvas Verticales Cóncavas Mínimas.**

Velocidad de Diseño en kph	Distancia de Visibilidad de Parada "S" (m)	Coeficiente $K = s^2 / 122 * 3.5 * S$	
		Calculado	Redondeado
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

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



Para determinar la longitud mínima absoluta de curvas verticales cóncavas se utilizará la siguiente fórmula otorgado por las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del MOP-2003.

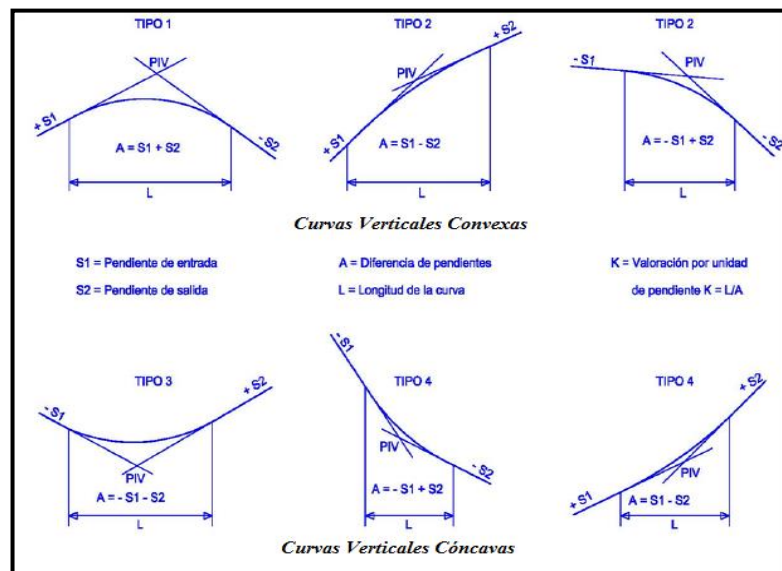
$$L_{min} = 0.60Vd \quad (\text{Ec } 2.3.10.2.2.3)$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp 213.

Donde:

V: Velocidad de Diseño, en km/h

**Gráfico 24. Curvas Cóncavas y Convexas.**



Fuente: Topografía Aplicada, Nadia Chacón, 2010.

Donde:

**S1:** Pendiente de entrada.

**S2:** Pendiente de salida.

**A:** Diferencia entre pendientes.

**L:** Longitud de la curva.

**K:** Variación por unidad de pendiente; esto se calcula con:  $K = \frac{L}{A}$

### **2.3.10.3. Criterios Generales para el alineamiento Vertical**

Debemos tener en cuenta los siguientes criterios antes de proceder a realizar el diseño vertical de una carretera:

1. Se debe evitar los perfiles con gradientes reversas agudas y continuadas, en combinación con un alineamiento horizontal en su mayor parte en la línea recta, por constituir un serio peligro; esto se puede evitar introduciendo una curvatura horizontal o por medio de pendientes más suaves, las que significan mayores cortes y rellenos. [7]
2. Deben evitarse perfiles que contengan dos curvas verticales de la misma dirección entrelazadas por medio de tangentes cortas. [7]
3. En ascensos largos, es preferible que las gradientes más empinadas estén colocadas al principio del ascenso y luego se las suavice cerca de la cima; también es preferible emplear un tramo de pendiente máxima, seguido por un tramo corto de pendiente suave en la cual los vehículos pesados pueden aumentar en algo su velocidad, después del cual sigue otra vez un nuevo tramo con pendiente máxima, en vez de proyectar un tramo largo de una sola pendiente aunque ésta sea algo más suave. Esto es particularmente aplicable a carreteras de baja velocidad de diseño. [7]
4. En la selección de la curva vertical a emplearse en un enlace determinado se debe tener en cuenta la apariencia estética de la curva y los requisitos para drenar la calzada en forma adecuada. [7]

### **2.3.10.4. Combinación de los Alineamientos Verticales y horizontales.**

Mediante un estudio de ingeniería apropiado se puede obtener una adecuada combinación entre los dos alineamientos que se presenta en la vía, para ellos se debe tener en cuenta los siguientes puntos importantes:

1. Se debe evitar un alineamiento horizontal constituido por tangentes y curvas de grandes radios a cambio de gradientes largas y empinadas, así como también un alineamiento con curvas de radios pequeños y con gradientes casi planas.

Un buen diseño debe combinar los dos criterios para conseguir seguridad, capacidad, facilidad y uniformidad de operación de los vehículos y así evitar la congestión vehicular. [7]

2. No debe introducirse curvas horizontales agudas en o cerca de la cima de curvas verticales convexas pronunciadas. Esto se puede evitar haciendo que la curva horizontal sea más larga que la curva vertical. [7]
3. Se debe evitar curvas horizontales agudas en o las inmediaciones del punto más bajo de las curvas verticales cóncavas que sean pronunciadas. [7]
4. En carreteras de dos carriles, la necesidad de dotarlas de tramos para rebasamiento de vehículos a intervalos frecuentes, prevalece sobre la conveniencia de la composición de los alineamientos horizontal y vertical. [7]
5. Es necesaria la provisión de curvas de grandes radios y gradientes suaves, a la medida que sea factible en la vecindad de las intersecciones de carreteras. [7]
6. En el diseño de autopistas rurales deben estudiarse las ventajas de la localización de las dos calzadas de una sola vía en forma independiente, haciendo variar el ancho de la isla central para adaptar las calzadas al terreno en la manera más eficaz. [7]

Es importante que la coordinación entre el alineamiento vertical y horizontal se lo efectúe durante el diseño preliminar, ajustado el uno al otro hasta obtener el resultado más conveniente en base a un análisis gráfico de los varios elementos que influyen en un diseño equilibrado. [7]

#### **2.3.10.5. Diseño de Carreteras en Zonas Inundables**

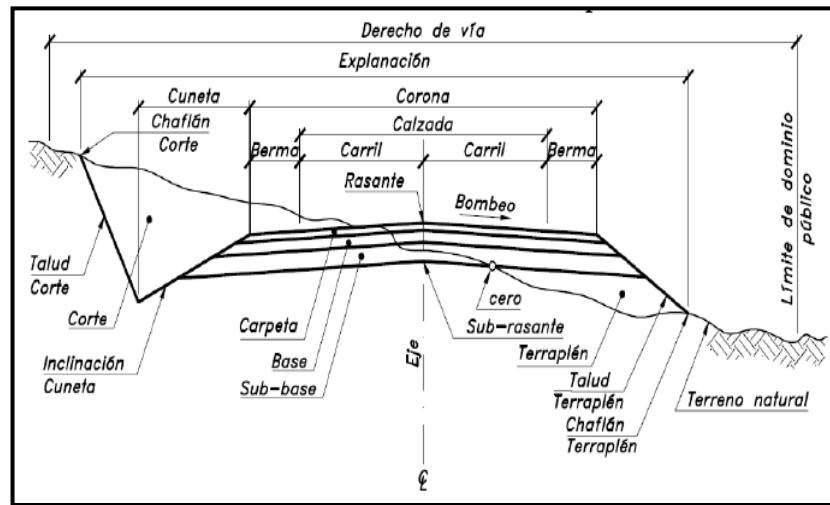
Si una vía está situada en una zona de inundación es necesario un estudio detallado de los siguientes criterios proporcionados por [6]:

1. El estudio hidrológico e hidráulico que permita determinar la altura que alcanza el agua en las zonas inundables con una frecuencia de 50 años. [7]
2. Determinación del número de alcantarillas de drenaje y sus secciones, de manera que se evite el efecto de dique en el terraplén y la formación del almacenamiento aguas arriba del mismo. [7]
3. Diseño del canal de la cunera del pue del talud, aguas arriba, que permita un adecuado encauzamiento del agua hacia las alcantarillas. [7]
4. Un estudio detallado del a franja donde se ubicara el terraplén, a fin de determinar si este material es apto para la construcción del terraplén mediante el préstamo lateral; o si el terraplén debe ser construido con material importado. [7]
5. Para contrarrestar el efecto de muralla que causa el terraplén al ser incorporado en una zona plana, puede utilizarse taludes 4:1 (H/V) o 6:1; si bien es cierto aumenta el costo, por el incremento de volumen de terraplén y la longitud de alcantarilla, puede en cambio favorecer el aspecto paisajístico. [7]

### **2.3.11. Secciones Transversales Típicas.**

Los valores a adoptarse para el diseño de la sección transversal de una vía dependen principalmente del volumen de tráfico y de la topografía del terreno, por ende de la velocidad de diseño apropiada para la vía. En la elección de las secciones transversales que poseerá la vía se debe tener en cuenta los costos de mantenimiento y los beneficios que dará a los usuarios de la vía. [7]

**Gráfico 25. Secciones Transversales.**



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras. J. Cárdenas, 2013

La selección de los elementos de la sección transversal de una carretera influye sobre sus características operativas, estéticas y de seguridad. Estos elementos deben ser compatibles con los patrones ya establecidos de velocidad, capacidad, nivel de servicio, estética, seguridad y drenaje superficial. [25]

### 2.3.11.1. Ancho de la Sección Transversal Típica.

Los elementos que a continuación se citan los son los que conforman la sección transversal típica de la vía.

- a) Pavimentos.
- b) Espaldones.
- c) Taludes internos.
- d) Cunetas; extendiéndose hasta el límite de los taludes exteriores.

**Pavimento.**- la norma determina el ancho del pavimento en función de varios factores como son: Volumen y composición del tráfico, las características del terreno.

- Para un alto volumen de tráfico o para una alta velocidad de diseño: máximo ancho de pavimento, económicamente factible. [7]
- Para un bajo volumen de tráfico o para una baja velocidad de diseño se usarán valores mínimos permisibles de pavimentos. [7]
- Para volúmenes y velocidades moderadas: pavimentos de tipo superficial bituminosos o rodadura de grava. [7]

**Cuadro N° 28. Valores de Diseño para el Ancho de Pavimento en Función de los Volúmenes de Tráfico.**

ANCHOS DE LA CALZADA		
Clase de Carretera	Ancho de la Calzada en (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8000 TPDA	7.3	7.3
I 3000 a 8000 TPDA	7.3	7.3
II 1000 a 3000 TPDA	7.3	6.5
III 300 a 1000 TPDA	6.7	6.0
IV 100 a 300 TPDA	6.0	6.0
V Menos de 100 TPDA	4.0	4.0

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

**Cuadro N° 29. Valores de Gradiente Transversal para Pavimento.**

Clase de Carretera	Gradiente Transversal en %
R-I o R-II	1.50-2.00
I	1.50-2.00
II	2.00
III	2.00
IV	2.5-4.00
V	4.00

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

**Espaldones.**- también llamado “Berma”, es la faja lateral comprendida entre el borde de la calzada y la cuneta, provee de espacio adicional a los carriles de

circulación, para que de ser requerido pueda ser usada como estacionamiento por alguna emergencia que se presente durante el recorrido en la vía.

Como funciones principales de los espaldones podemos mencionar las siguientes citadas en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003.

1. Provisión de espacio para estacionar temporalmente los vehículos fuera de la superficie de rodadura, con el fin de evitar accidentes en la calzada. [7]
2. Provee un efecto de amplitud para el conductor, contribuyendo a una mayor facilidad de operación, libre de tensión nerviosa. [7]
3. Mejora la distancia de visibilidad en curvas horizontales. [7]
4. Mejora la capacidad de la carretera, facilitando una velocidad uniforme durante el trayecto. [7]
5. Soporte lateral del pavimento. [7]
6. Provee de espacio para la colocación de señales de tráfico y guardacaminos, sin provocar interferencia. [7]

Como funciones complementarias de los espaldones podemos mencionar las que a continuación se citan en la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP- 2003:

1. Escurrir el agua de la superficie de rodadura y lograr reducir al mínimo la infiltración y evitar el deterioro del pavimento y la rotura del sismo. [7]
2. Mejorar la estética de la carretera. [7]
3. Provee espacio para trabajos de mantenimiento. [7]

En el siguiente cuadro encontramos los valores de espaldones dados por el MOP-2003

**Cuadro N° 30. Valores de Diseño para el Ancho de Espaldones.**

CLASE DE CARRETERA	TPDA	VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
		LI	O	M	LI	O	M
		(1.20)	(1.20)	(1.20)	(1.20)	(1.20)	(1.20)
R-I ó R-II	> 8000	3.0*	3.0*	2.5*	3	3.0*	2.0*
I	3000 a 8000	2.5*	2.5*	2.0*	2.5**	2.0**	1.5**
II	1000 a 3000	2.5*	2.5*	1.5*	2.5	2	1.5
III	300 a 1000	2.0**	1.5**	1.0*	1.5	1	0.5
IV	100 a 300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V	< 100	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de las superficie de rodadura (no se considera el espaldón como tal)					
* La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior. Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico							
** Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.							

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

La pendiente transversal de los espaldones puede variar desde un 3-6%, dependiendo de la clase de superficie que se adopte para los mismos. Como pendiente general se ha adopta un 4%. [7]

Si la carretera tiene un volumen de tráfico bajo, la construcción de espaldones es un gasto innecesario, lo más aconsejable es ensanchar de la calzada.

En el cuadro que se muestra a continuación se indican las gradientes transversales recomendadas para espaldones.

**Cuadro N° 31. Gradientes Transversales para Espaldones.**

Clase de Carretera	Tipos de superficie (m)	Gradiente Transversal %
R-I o R-II > 8000 TPDA	Carpeta de concreto asfáltico	4
I 3000 a 8000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o carpeta	4
II 1000 a 3000 TPDA	Doble tratamiento superficial bituminoso (DTSB) o superficie estabilizada	4
III 300 a 1000 TPDA	Superficie estabilizada, grava	4
IV 100 a 300 TPDA	D.T.S.B. o capa granular	4

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003



**Gráfico 26. Espaldón.**



Fuente: Manual de seguridad Vial, Cosevi, 2010.

**Taludes.-** en corte y relleno son de gran importancia en la seguridad y estética de una carretera. Los taludes son planos laterales que limitan la explanación. La inclinación de los taludes de corte es variable a lo largo de la carretera según sea la calidad y estratificación de los suelos encontrados. [26]

**Gráfico 27. Talud.**



Fuente: Autor, 2017.

**Cunetas.**- Las normas del MOP para diseño vial recomienda colocar las cunetas a 30 centímetros de profundidad con respecto a la rasante y no de subrasante; con esto se consigue disminuir el área de corte y abaratar costos de construcción, además que se logrará un mejor drenaje superficial. [7]

### **2.3.12. Sistema de Drenaje**

Se define sistemas de drenaje de una vía como el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera. [27]

Adicionalmente los sistemas de drenaje vial pueden estar localizados en zonas urbanas dentro de las ciudades, integrando los sistemas de alcantarillado pluvial o ingresando directamente al sistema de alcantarillado combinado. En donde su diseño debe ir de la mano con la concepción y construcción de los sistemas de alcantarillado de la ciudad, prestando especial cuidado a los temas ambientales, mantenimiento, redensificación urbana, cambio frecuente de coeficientes de escorrentía, planes de ordenamiento territorial y vida útil de los sistemas. [27]

Dentro de esta amplia definición se distinguen diversos tipos de instalaciones encaminadas a cumplir tales fines, agrupadas en función del tipo de aguas que pretenden alejar o evacuar, o de la disposición geométrica con respecto al eje de la vía:

a) **Drenaje Superficial:** conjunto de obras destinadas a la recogida de las aguas pluviales o de deshielo, su canalización y evacuación a los cauces naturales, sistemas de alcantarillado o a la capa freática del terreno, estas a su vez se dividen en dos grupos:

- **Drenaje longitudinal.**- Canaliza las aguas caídas sobre la plataforma y taludes de la explanación de forma paralela a la calzada, restituyéndolas a sus cauces naturales. Para ello se emplean elementos como cunetas, colectores, sumideros y bajantes. [27]

• **Drenaje transversal.**- Permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura viaria, de forma que no se produzcan destrozos en esta última. Comprende pequeñas y grandes obras de paso, como puentes o viaductos. [27]

b) **Drenaje Subterráneo:** su misión es impedir el acceso del agua a capas superiores de la carretera, especialmente al firme, por lo que debe controlar el nivel freático del terreno y los posibles acuíferos y corrientes subterráneas existentes. Emplea diversos tipos de drenes subterráneos, arquetas y tuberías de desagüe. [27]

### 2.3.12.1. Criterio de diseño para los sistemas de drenaje.

Diego Guzmán en su trabajo sobre drenaje nos menciona varios factores que directamente intervienen en el tipo de drenaje que se utilizará, y su funcionalidad, entre los más destacados tenemos:

a) **Factores topográficos:** Dentro de este grupo se engloban circunstancias de tipo físico, tales como la ubicación de la carretera respecto del terreno natural contiguo, en desmonte, terraplén o media ladera, la tipología del relieve existente, llano, ondulado, accidentado, o la disposición de sus pendientes en referencia a la vía. [27]

b) **Factores hidrológicos:** Hacen referencia al área de la cuenca de recepción y aporte de aguas superficiales que afecta directamente a la carretera, así como a la presencia, nivel y caudal de las aguas subterráneas que puedan infiltrarse en las capas inferiores del firme. [27]

c) **Factores geotécnicos:** La naturaleza y características de los suelos existentes en la zona condicionada la facilidad con la que el agua puede llegar a la vía desde su punto de origen, así como la posibilidad de que ocasione corrimientos o una erosión excesiva del terreno. Las propiedades a considerar son aquellas que afectan a su permeabilidad, homogeneidad, estratificación o compacidad, influyendo también la existencia de vegetación. [27]

### **2.3.12.2. Objetivos del sistema de drenaje.**

- ❖ Evacuar de manera eficaz y lo más rápidamente posible el agua caída sobre la superficie de rodadura y los taludes de la explanación contiguos a ella. Deberá evitar la inundación de los tramos más deprimidos de la vía. [27]
- ❖ Alejar del firme el agua freática, así como los posibles acuíferos existentes, empleando para ello sistemas de drenaje profundo. [27]
- ❖ Prestar especial atención a los cauces naturales, tales como barrancos o ramblas, disponiendo obras de fábrica que no disminuyan su sección crítica para periodos de retorno razonables. Debe recordarse que las avenidas son la principal causa mundial de destrucción de puentes. [27]
- ❖ No suponer un peligro añadido para la seguridad del conductor, empleando para ello taludes suaves y redondeando las aristas mediante acuerdos curvos, evitando así posibles accidentes adicionales. [27]
- ❖ También debe cuidarse el aspecto ambiental, procurando que produzca el menor daño posible al entorno. [27]

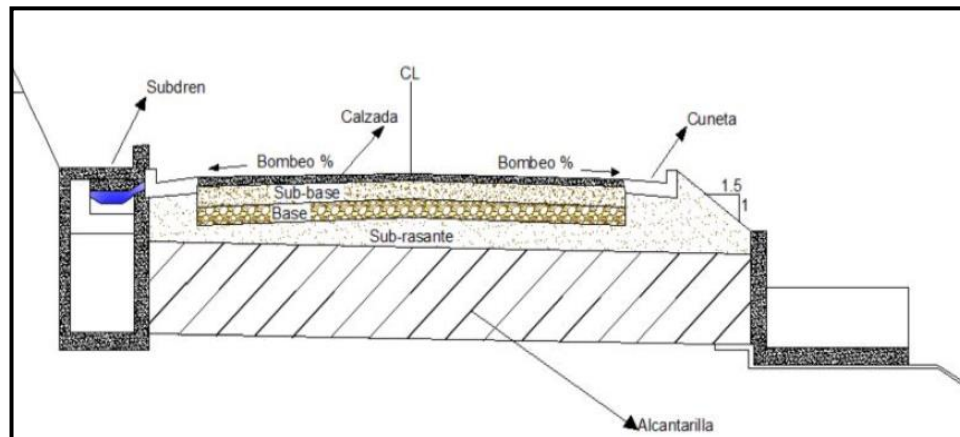
Los objetivos deseados de un correcto drenaje también están sujetos a la economía de la obra, por lo que se debe tener en cuenta condiciones como:

- ✓ El coste inicial de construcción e implantación del sistema de drenaje. [27]
- ✓ Los costes de reparación y mantenimiento de la infraestructura de drenaje a lo largo de la vida útil de la carretera. [27]

### **2.3.12.3. Drenaje Longitudinal.**

El drenaje longitudinal comprende las obras de captación y defensa, cuya ubicación será necesarios establecer, calculando el área hidráulica requerida, sección, longitud, pendiente y nivelación del fondo, y seleccionando el tipo de proyecto constructivo. [7]

**Gráfico 28. Sistema de Drenaje Vial.**



Fuente: Trabajo de Campo SIDTOPCO 2014

- **Elementos de la canalización.**- Recogen las aguas pluviales. [10]
- **Elementos de desagüe.**- Alivian el caudal de los anteriores facilitando la salida de las aguas. [10]
- **Elementos de evacuación.**- Conducen las aguas hasta su evacuación en un cauce natural. [10]

Como elementos de canalización tenemos: cunetas, colectores, sumideros y bajantes.

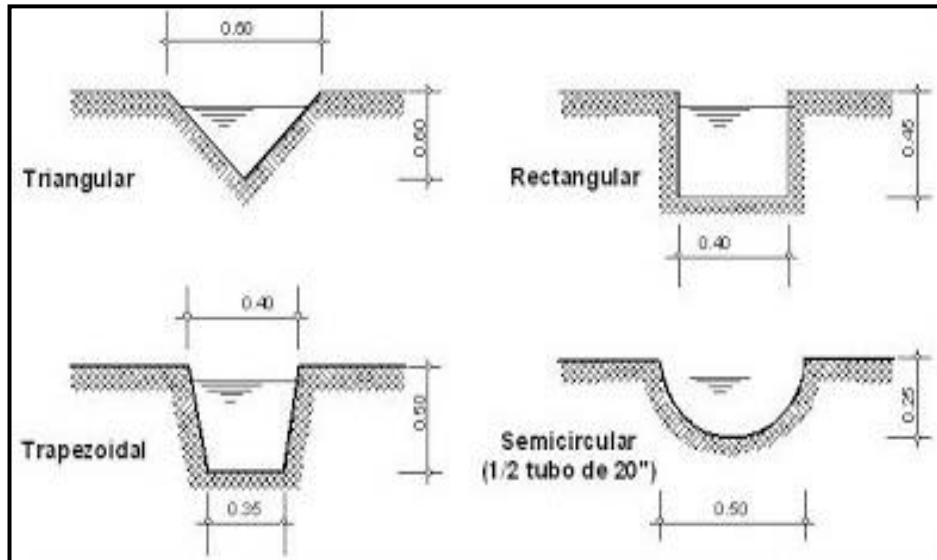
a) **Cunetas.**- Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural ó a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera. [7]

Las cunetas serán construidas entre el espaldón y el talud de corte, su pendiente longitudinal tendrá un valor mínimo de 0.5% y un máximo que estará limitado por la velocidad del agua la misma que condicionará la necesidad de revestimiento. [7]

Las cunetas pueden ser construidas de diferentes tipos de materiales y depende mucho de la velocidad con la que circulará el agua es así que la Normas de Diseño

Geométrico MOP-2003, menciona que en las cunetas de hormigón se establezca una velocidad de agua de 4.00m/s para que dicho material no sufra erosión alguna.

**Gráfico 29. Tipos de Cunetas.**



Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

El área hidráulica de una cuneta se determinará con base al caudal máximo de diseño, a la sección transversal, a la longitud, a la pendiente y a la velocidad. [7]

Para la protección de la cuneta debemos tener en cuenta el material con el que se la construyó y la velocidad con la que circulará el agua, si ésta es muy alta se debe revestir la cuneta o a su vez se puede aumentar la sección de la cuneta.

**Cuadro N° 32. Velocidades del Agua con que se Erosionan Diferentes Materiales.**

MATERIAL	VELOCIDAD m/s	MATERIAL	VELOCIDAD m/s
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0.5	Grava gruesa	3.5
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2	Hormigón	4.5 - 7.5

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

**Cuadro N° 33. Dimensiones Mínimas de Cuneta.**

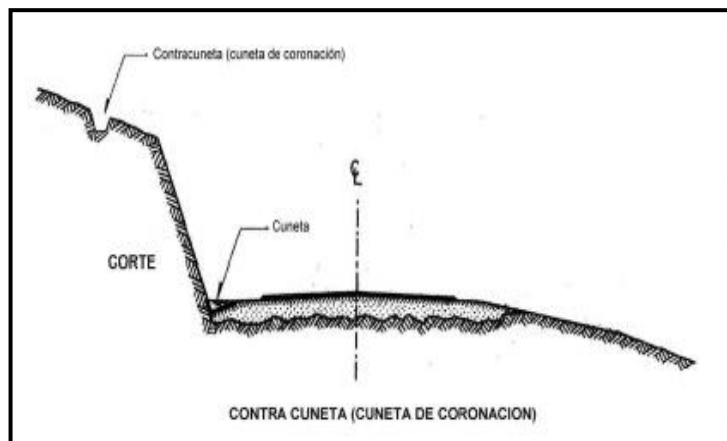
REGIÓN	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

Fuente: Manual Práctico de Mejoramiento de Caminos Vecinales y Construcción de pequeños Puentes (25m), Eduardo García, 2009.

b) **Contracunetas (Cunetas de Coronación).**- Son canales excavados en el terreno natural, que se localizan aguas arriba cerca de la corona de los taludes de los cortes, con la finalidad de interceptar el agua superficial que escurre ladera abajo desde mayores alturas, para evitar la erosión del talud y el incremento del caudal y su material de arrastre en la cuneta. [7]

En lugares que sea necesaria la colocación de la contracuneta, la distancia mínima entre la contracuneta y la corona del corte será de 5.00 m ó igual a la altura del corte, si ésta es mayor a 5.00 m.

**Gráfico 30. Contracuneta.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

c) **Bajantes.**- Son elementos encargados de canalizar las aguas desde el correspondiente elemento de desagüe –sumidero o imbornal- hasta el sistema canalización definitivo. [10]

d) **Sumidero.**- Un sumidero es una estructura diseñada y construida para captar las aguas de escorrentía que corren por las cunetas de las calzadas en las vías y entregarlas a las estructuras de conexión o pozos de inspección de los alcantarillados combinados o de lluvias. [27]

e) **Colectores.**- Suelen ser grandes tubos a donde van a parar las aguas recogidas por todos los sumideros y canalizadas por las bajantes. [10]

#### **2.3.12.4. Drenaje Transversal.**

Los sistemas de drenaje transversal son aquellos elementos que transportan agua cruzando el eje de la carretera. Por lo general, el cruce se realiza de manera perpendicular al eje y transportan el aporte de la cuenca que se encuentra aguas arriba de la vía en dirección aguas abajo. [28]

Podemos encontrar varias alternativas para lograr un drenaje transversal, para ello contamos con elementos como:

- Alcantarilla.
- Badenes.
- Puentes o potones.

a) **Alcantarilla.**- Son conductos cerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversales y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos ó esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. [7].

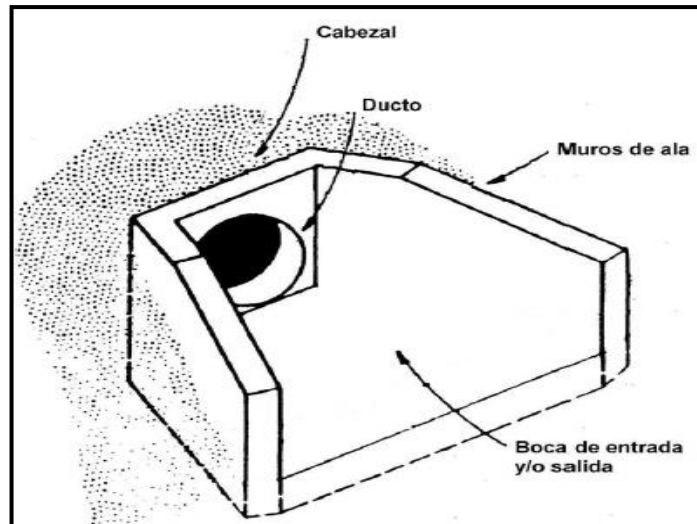
De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carretera, se puede considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, para coleccionar aguas provenientes de cunetas. [7]

Una alcantarilla está construida con los siguientes elementos: ducto, cabezal, muros de ala en la entrada y salida.



De acuerdo con la forma de la sección transversal del ducto, las alcantarillas pueden ser: circulares, rectangulares, de arco, bóvedas ó de ductos múltiples. [7]

**Gráfico 31. Elementos de una Alcantarilla.**



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

Pueden ser construidas con diferentes materiales como hormigón, láminas de acero corrugado o plástico, arcilla vítrea, lámina de aluminio corrugado y lámina de acero inoxidable; aunque las alcantarillas metálicas son de fácil instalación, en zonas de alto potencial corrosivo, se debe preferir el uso de alcantarillas de hormigón. [7]

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizará tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras. [7]

- ❖ **El análisis hidrológico.-** Permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para períodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad é importancia del sistema. [7]
  
- ❖ **El Diseño hidráulico.-** Permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar los caudales aportados por las lluvias, de

conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas.  
[7]

La ubicación de las alcantarillas juega un papel importante en el dimensionamiento de la misma, en el mantenimiento de la estructura y el potencial colapso de la carretera. De ser posible la construcción debe realizarse alcanzando la misma alineación, gradientes, y elevaciones del cauce de la corriente; esto permite una correcta circulación del agua sin problemas de interrupciones y a su vez atenuando los riesgos de erosión.

b) **Badenes.**- Las estructuras tipo badén son soluciones efectivas cuando el nivel de la rasante de la carretera coincide con el nivel de fondo del cauce del curso natural que intercepta su alineamiento, porque permite dejar pasar flujo de sólidos esporádicamente que se presentan con mayor intensidad durante períodos lluviosos y donde no ha sido posible la proyección de una alcantarilla. [29]

Los materiales más usados para la construcción de estos elementos drenantes son: la piedra y el concreto; se puede llegar a conformar badenes de piedra acomodada y concreto que forman parte de la superficie de rodadura de la carretera y también con paños de losas de concreto armado. [29]

La ventaja principal del badén es el mantenimiento y limpieza debido a que no existe obstrucción de sólidos o son muy pocos.

Hay que tomar en cuenta que el diseño hidráulico del badén debe tener gradientes longitudinales de ingreso y salida de la estructura, para garantizar confortabilidad al conductor y no ocasionar daños en el vehículo. También se debe dotar de una pendiente transversal para que admita con seguridad el paso del flujo portante. Se recomienda pendientes transversales para el badén entre 2 y 3%. [29]

c) **Puentes o potones.**- Los puentes son las estructuras mayores que forman parte del drenaje transversal de la carretera y permiten salvar o cruzar un obstáculo natural, el cual puede ser el curso de una quebrada o un río. [29]

Para la construcción de un puente es necesario realizar un estudio hidráulico detallado, ya que de él van a depender varias características que tendrá el puente, entre ellas está la importancia del puente, costo, consecuencia de su falla, tipo de estructura, lógicamente se debe incluir las consecuencias correspondientes a las del río. [29]

La elección de la ubicación del puente debe ser la más óptima, desde el punto de vista hidráulico, geotécnico y de diseño Vial; es decir debe ser tal, que el curso natural no afecte su estabilidad y a su vez el puente no produzca cambios morfológicos en el curso natural. [29]

De preferencia en los proyectos de carreteras, es recomendable que la ubicación del puente sea definido en la etapa inicial de un estudio; para ello, los especialistas en Trazo - Diseño Vial, Hidráulica y Geotecnia; evaluarán las condiciones existentes tanto aguas arriba, como aguas abajo, en una longitud no menor a 300 m. (a partir de los cruces o bados existentes). Esta actividad permitirá programar: los levantamientos topográficos para el modelamiento hidráulico, requerimientos de estudios de suelos, ubicación de las prospecciones geotécnicas, toma de muestra de los sedimentos, u otro que sea necesario y pueda preverse oportunamente. [29]

#### **2.3.12.5. Drenaje Subterráneo.**

Su misión es impedir el acceso del agua a capas superiores de la carretera, por lo que debe controlar el nivel freático del terreno y los posibles acuíferos y corrientes subterráneas existentes. Se emplean diversos tipos de drenes subterráneos o tuberías. [27]

Tiene como funciones principales:

- ❖ Interceptar y desviar corrientes subterráneas antes de que lleguen al lecho de la carretera. [27]
- ❖ En caso de que el nivel freático sea alto, debe mantenerlo a una distancia considerable del firme. [27]
- ❖ Sanear las capas del pavimento, evacuando el agua que pudiera infiltrarse en la ellas. [27]

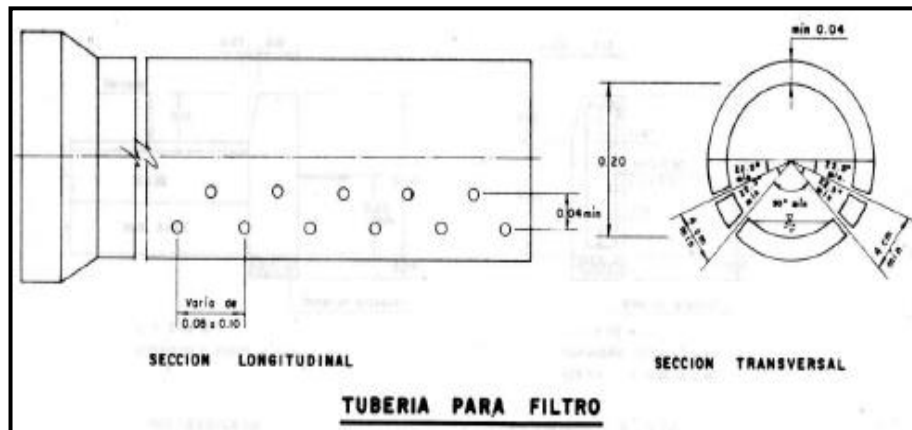
Precedentemente al diseño del dren se debe indagar las consecuencias que puede ocasionar el agua del suelo en la estabilidad del terreno donde se asentará la vía, con dicho fin debemos tomar en cuenta lo siguiente:

- ❖ La naturaleza del terreno.
- ❖ La pendiente transversal
- ❖ La estratificación del suelo
- ❖ La ubicación y nivel superior de agua del nivel freático.

**1. Zanja Drenante.-** El dren está formado por una zanja de profundidad variable, en el fondo de la cual se ubicara un tubo con orificios perforados, juntas abiertas o material poroso para permitir el paso de agua a su interior; dicho tubo se rodeará de material permeable con propiedades filtrantes, compactado adecuadamente. El dren se aislara de las aguas superficiales cubriéndolo en su parte superior de material impermeable. [27]

Los tubos pueden proyectarse de cualquier material siempre y cuando reúnan las condiciones hidráulicas y mecánicas solicitadas en el proyecto. En estos se recomienda disponer juntas abiertas de 1 o 2 cm; si llegasen a perforarse los orificios tendrán de entre 8 a 10 cm e irán preferiblemente en la mitad inferior del tubo. [27]

**Gráfico 32. Tubería Perforada para Dren.**



Fuente: Drenaje Vial, Conceptos Básicos para el Diseñador Geométrico, Diego Guzmán, 2012

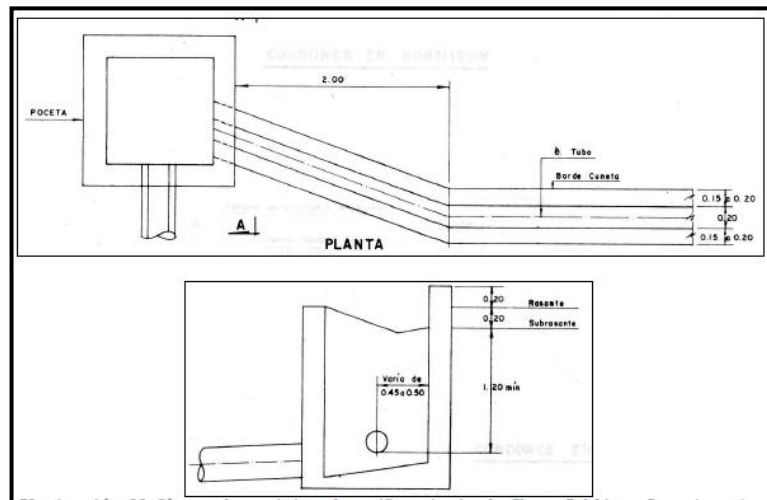
El diámetro de los tubos que se puede utilizar en este sistema depende del caudal que se evacuará, los diámetros más utilizados esta entre 10 y 30cm; también se alcanzan diámetros de 50cm en casos en que tengamos caudales extremos.

La velocidad con la que circula el agua en este sistema está en un rango de 0.7 y 4m/segundo, también es recomendable gradientes longitudinales mayores a 0.4%.

El material de filtro tiene la misión de canalizar adecuadamente las aguas hacia el tubo, impidiendo su posible contaminación, producida por las partículas de suelo adyacentes al dren. Para cumplir están funciones, el material filtro debe cumplir unas condiciones granulométricas muy estrictas ya que de ellas depende su buen funcionamiento. [27]

Para facilitar el mantenimiento del dren es necesario tener estructuras de unión, salida, y cambio de dirección, además es recomendable unir drenes entre 30 y 100 metros con una cámara de registro y dependiendo del caudal transportado. Estas también son útiles para conducir el agua colectada hacia los lugares de descole o descarga. [27]

**Gráfico 33. Cámara de Registro del Dren.**

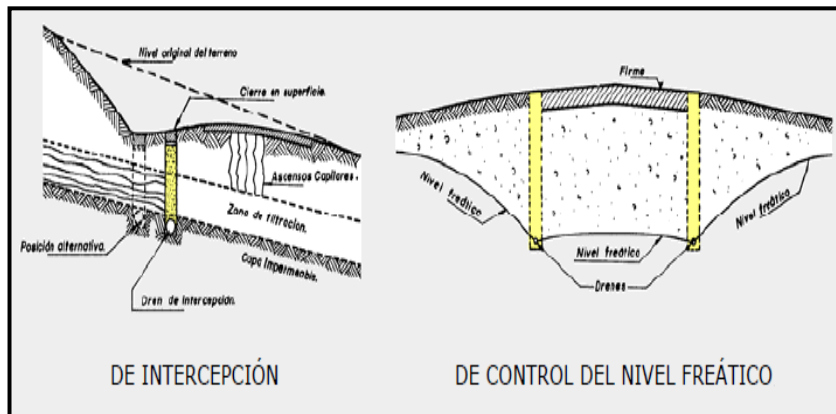


Fuente: Drenaje Vial, Conceptos Básicos para el Diseñador Geométrico, Diego Guzmán, 2012

Los drenes se clasifican de acuerdo a la ocupación que desempeñan en la vial:

- a) **Drenes de Intercepción Longitudinales.**- Interceptan la corriente de forma oblicua y la conducen de forma paralela a la vía. El caudal a desaguar se calcula aforando la corriente subterránea. Uso en carreteras de baja pendiente. [27]
- b) **Drenes de Intercepción Transversales.**- cruza transversalmente la vía proporcionando una vía definida de escape a la corriente subterránea. Uso en carreteras de pendientes elevadas, donde los filtros longitudinales no son capaces de interceptar toda el agua, convirtiéndose el sistema en una espina de pescado con distancia entre drenes de 20 a 25 metros en Angulo de 60°.
- c) **Drenes de Control de Nivel Freático.**- este tipo de drenes longitudinales no tiene otro propósito que más que mantener lo suficientemente profundo el nivel freático del terreno para que no afecte las capas estructurales de la vía. El nivel freático debe mantenerse de entre 1 a 1.5 m por debajo de la estructura de la vía, para ello las zanjas de drenaje deberán ubicarse a una profundidad entre 1.2 a 1.8 metros bajo el nivel de la calzada. Estos se dispondrán como mínimo a una distancia de 50 cm del borde de la calzada (puede ser entre la cuneta y la calzada o debajo de la cuneta). [27]

**Gráfico 34. Drenajes Subterráneos.**



Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

**2. Mantos Drenantes.-** Son capas drenantes formadas por bloques, bolos, material granular o elementos drenantes prefabricados (ordinariamente geocompuestos), se colocan entre un relleno y el terreno natural sobre el que éste se cimenta. [30]

Tienen por función la interrupción de los procesos de ascensión capilar, al estar constituidos por materiales con huecos de mayor tamaño que los que permiten dicha elevación. El área del manto depende de la de la zona a drenar. [30]

El manto drenante tendrá un espesor mínimo de 30 cm cuando esté construido únicamente con geocompuestos, debiendo encontrarse la línea de saturación al menos 10cm bajo su cota superior. Así mismo deberá disponer de filtros granulares o geotextiles para la protección del manto. En general el manto drenante estará provisto de tuberías con desagüe a colectores.

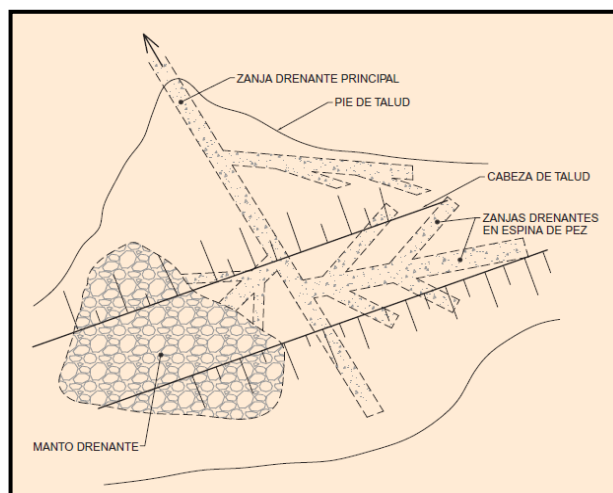
Por lo general, los mantos drenantes que quedan bajo las obras, no se podrán someter a trabajos de conservación sin que éstas se vean afectadas, por lo que es especial importancia que su espesor sea el adecuado, que no se produzca su colmatación, y que el funcionamiento de tuberías drenantes y colectores sea correcto. [30]

**3. Drenes en Espina de Pescado.-** Los mantos drenantes pueden sustituirse por una red, generalmente arborescente o con forma de espina de pescado, constituida por zanjas drenantes que confluyen a una principal que funciona como emisario y que, normalmente, alojará tubería drenante y colector en su interior. [30]

Los vínculos deberán definirse en el proyecto, mediante piezas especiales entre tuberías, transiciones entre zanjas, arquetas, etc. [30]

El trazado de esta red se determinará de acuerdo con la ubicación de los manantiales o surgencias que hubieran de captarse en cada caso, pudiendo combinarse los drenes en espina de pescado con los mantos drenantes. [30]

**Gráfico 35. Mantos Drenantes y Drenes en Espina de Pescado.**



Fuente: Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del Drenaje subterráneo en obras de Carretera, 2003.

**4. Drenes Californianos.-** Los drenes californianos son perforaciones de pequeño diámetro y gran longitud —en relación con su diámetro— efectuadas en el interior del terreno natural o de rellenos, dentro de las cuáles se colocan por lo general tubos, que en la mayoría de los casos, serán ranurados o perforados para permitir el paso de agua. [30]



Cuando se ejecutan en un desmonte, ladera natural o relleno, su inclinación suele ser próxima la horizontal, denominándose en consecuencia drenes subhorizontales. También pueden disponerse con mayor inclinación, llegando incluso hasta la vertical en galerías de drenaje. [30]

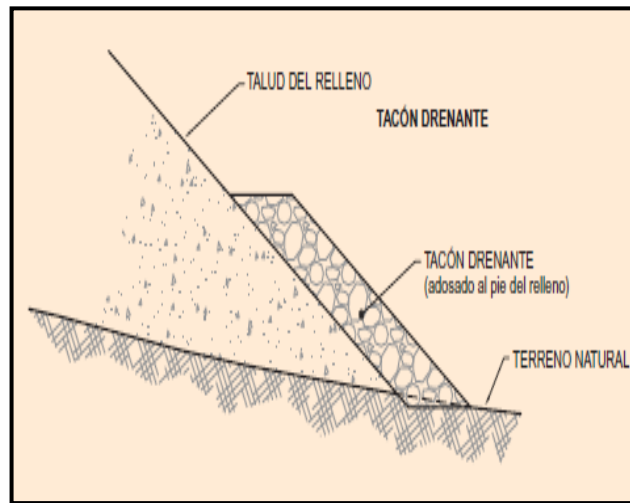
El objetivo principal de un tratamiento mediante drenes californianos es el de reducir las presiones intersticiales de una zona determinada, agotar una bolsa de agua o rebajar el nivel freático. [30]

La colocación de los drenes californianos se basará en la naturaleza del terreno atravesado, por ende se deberá tener presente sus condiciones hidrogeológicas. Para lograr éxitos con este tipo de drenaje, es importante conocer la estructura geológica en la que se perfore.

La posición y longitud del dren se definirá de forma que se atraviesen las posibles superficies de inestabilidad, discontinuidades, zonas diaclasadas, planos de fractura, mantos o capas permeables o bolsas de agua —en suma, superficies o volúmenes que contengan el agua a drenar—, prolongándose en general un mínimo de dos a tres metros (2 a 3 m) por el interior de dichas formaciones; la inclinación de la perforación, descendente hacia el talud, será como mínimo del tres por ciento (3%). [30]

**5. Tacones Drenantes.-** En rellenos cuyos espaldones pudieran plantear problemas de estabilidad, puede adosarse al pie un tacón generalmente de escollera, con el doble propósito de actuar como elemento resistente —proporcionándole contención lateral—, y de constituir un elemento de drenaje para recoger el agua procedente del terreno de cimentación, del manto drenante si existiera, e incluso del propio relleno en su caso. [30]

**Gráfico 36. Tacón Drenante.**



Fuente: Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del Drenaje subterráneo en obras de Carretera, 2003.

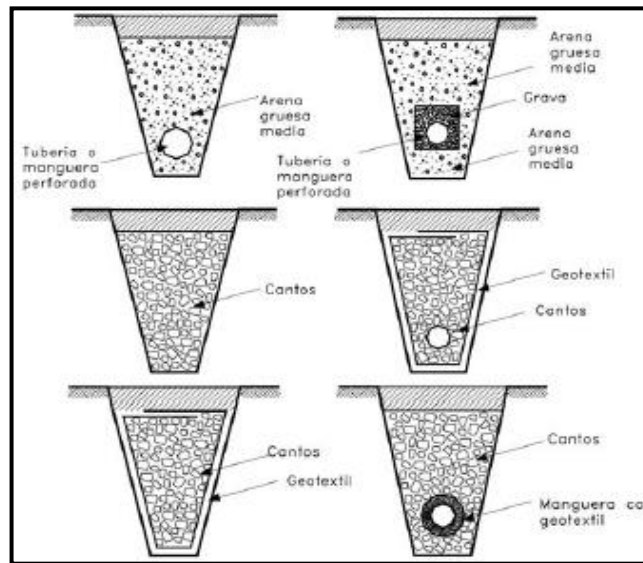
Existen otros tipos de drenes que de igual manera tienen la misma finalidad que es evacuar las aguas subterráneas, a continuación se cita los siguientes:

- a) Con material grueso sin tubo (filtro francés).
- b) Con geotextil como filtro, material grueso y tubo colector.
- c) Con geotextil, material grueso y sin tubo.
- d) Tubo colector con capa gruesa de geotextil a su alrededor.
- e) Dren sintético con geomalla, geotextil y tubo colector.

Para una buena elección del tipo de dren que se utilizara en la construcción de una obra vial dependerá de los siguientes criterios:

- a) Disponibilidad de materiales en la región.
- b) Necesidad de captación y caudal del dren.

**Gráfico 37. Sistema de Dren en Zanja.**



Fuente: Drenaje Vial, Conceptos Básicos para el Diseñador Geométrico, Diego Guzmán, 2012

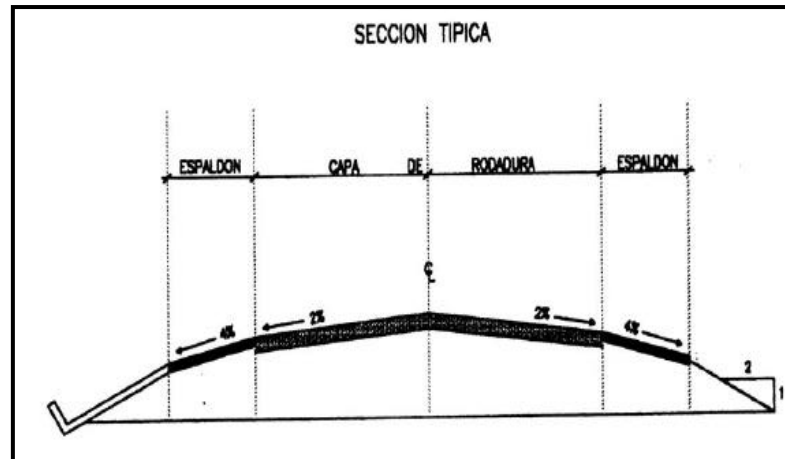
### 2.3.12.6. Obras Complementarias de Drenaje.

Como obras complementarias de drenaje se entenderán a las siguientes: el bombeo, las rampas de descarga, las bermas, el sembrado de especies vegetales, y los canales interceptores.

**a) Bombeo** (pendiente transversal).- Se le llama a la pendiente transversal que se proporciona a la corona de la carretera para permitir que el agua que cae directamente, sobre esta, escurra hacia sus espaldones. En las carreteras de dos carriles de circulación y en secciones en tangente es común que el bombeo de la capa de rodadura sea del 2% de pendiente y en los espaldones sea del 4%. [7]

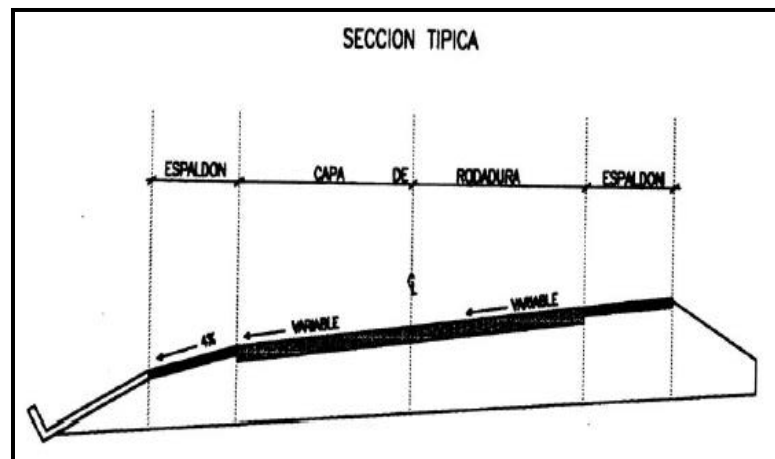
En las carreteras de más de dos carriles de circulación pueden presentarse dos casos típicos: a) se tiene un parterre central relativamente estrecho ó; b) se tiene uno muy amplio, generalmente sembrado de pasto. En el primer caso, es frecuente que el bombeo tenga lugar del parterre hacia ambos espaldones, pero en el segundo es común que se disponga un bombeo mixto, en dos vertientes, con pendientes desde el eje de cada calzada hacia el espaldón respectivo y hacia la sección central de la vía, en la cual suele existir un elemento de canalización. [7]

**Gráfico 38. Bombeo en Sección Tangente.**



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

**Gráfico 39. Bombeo en Curva.**



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

En suelos blandos el bombeo se ve reducido debido a que se producen asentamientos mayores en el eje del espaldón, es por ello que el cálculo del asentamiento debe constar un bombeo exagerado en esta zona, para garantizar que no se produzcan encharcamiento en la capa de rodadura.

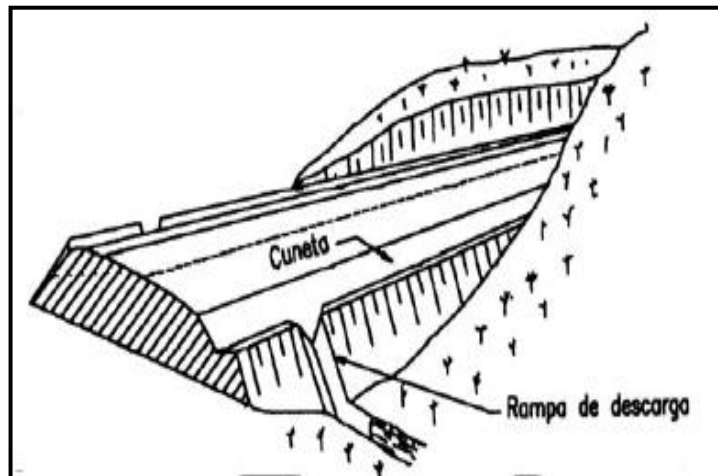
En caminos revestidos sin capa de rodadura, seguramente conviene que el bombeo sea por lo menos del 3%, para proporcionar al agua un rápido desalojo transversal; en estos caminos secundarios existe la tendencia para la formación de surcos en el

revestimiento, con desplazamiento del material hacia fuera; formándose zonas de encharcamiento muy perjudiciales, cuando el bombeo no es fuerte. [7]

**b) Rampas de Descarga.-** Son canales que se conectan con las cunetas y/o contracunetas y descienden transversalmente por los taludes de la vía. En general son estructuras de muy fuerte pendientes y en estas circunstancias radica la mayoría de los problemas que las afectan. [7]

La rampa de descarga propiamente dicha es la rápida revestida que va desde el umbral de entrada en la parte alta del talud hasta el pie del mismo ó hasta donde se efectúe la descarga final del agua. Es usual que la bajada tenga una sección estándar y el dimensionamiento hidráulico se efectuará verificando, a partir del caudal de entrada, la altura en los bordes de la rampa. [7]

*Gráfico 40. Rampa de Descarga.*



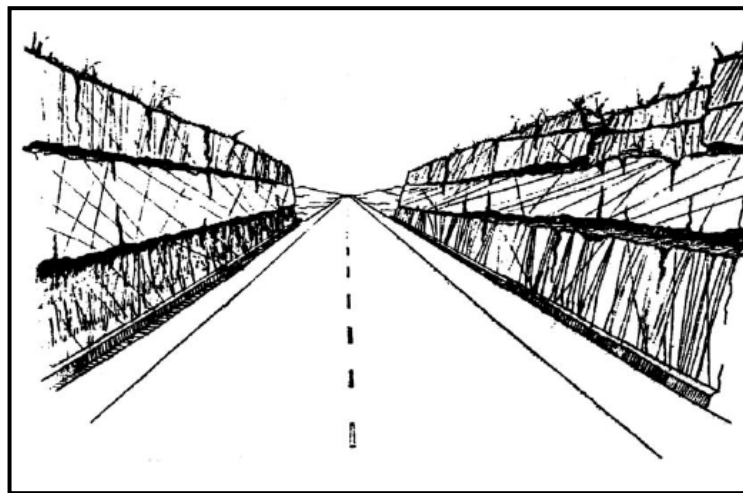
Fuente: "Normas de Diseño Geométrico de Carreteras" MOP-2003

**c) Cortes en Terrazas.-** Los cortes en terrazas o escalonamientos cumplen también funciones de drenaje superficial, de control de aguas turbulentas y de conducción y eliminación. El efecto es disminuir la fuerza erosiva del agua que escurre superficialmente por los taludes de un terraplén o un corte o por el terreno natural. Estos elementos encauzan más convenientemente al agua colectada cuando disponen de una pendiente apropiada hacia una rampa de descarga o estructuras análogas; de esta manera, se evitará que el agua erosione los taludes, causando

arrastres que provocarían problemas en las cunetas o se infiltrarían en el propio talud con malos efectos sobre su estabilidad general. [7]

La relación entre el peralte y la huella del escalón están entre 1:1 a 1:1.5, aunque se pueden ver incrementados cuando se requiere un control de las aguas que descienden al terreno natural poniendo en riesgo la carretera, estos valores se usa para dimensiones pequeñas.

*Gráfico 41. Corte en Terraza.*



Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

**d) Vegetación.-** Una de las más efectivas protecciones de los taludes de un corte o un terraplén o del terreno natural contra la acción erosiva del agua superficial es la siembra de especies vegetales; estas retardan el escurrimiento, disminuyendo la energía del agua y contribuyendo a fomentar una conducción de equilibrio en los suelos en cuanto a contenido de agua. [7]

**e) Los Canales Interceptores.-** Son canales que se construyen con el fin de encaminar las aguas superficiales que podrían escurrirse hacia la corona de una vía terrestre, y sus efectos serían erosiones o depósitos inconvenientes de agua. La realización de esta obra es muy frecuente cuando se tiene escurrimiento natural hacia la vía o se conectan con las alcantarillas, ya sea para transportar aguas hacia su ingreso o para controlar la descarga de la salida. [7]

Las dimensiones del canal deberán seleccionarse como conclusión de un estudio hidráulico, que podrá llegar a ser de importancia en los casos en que los caudales que se manejarán sean de magnitudes considerables. [7]

## CAPITULO III

### 3. DISEÑO DEL PROYECTO

#### 3.1. Estudios Topográficos.

Para la realización del levantamiento topográfico se efectuó el reconocimiento del lugar del proyecto, llegando a determinar la infraestructura existente, quebradas, vegetación y varios detalles que se tomó en cuenta para la realización del diseño horizontal y vertical de la vía en estudio.

Se utilizó equipos de precisión como: GPS RTK de precisión 2mm, el cual fue utilizado en el geoposicionamiento mediante la colocación de puntos de control en toda la longitud del proyecto, dando como resultado coordenadas de precisión enlazadas a hitos del Instituto Geográfico Militar. (I.G.M), ubicado en el Aeropuerto JUMANDI; Estación Total de precisión 2", se utilizó para el levantamiento topográfico definitivo longitudinal y transversal, formando una faja topográfica en el siguiente orden: n, N, E, Z, descripción, cabe recalcar que el levantamiento topográfico del proyecto se levantó cada 20metros, con una faja de 60m de ancho, es decir, 30m a cada lado de la vía a partir del eje, se llegó a determinar que el terreno es ondulado-montañoso, por lo que tramos ondulados las pendientes serán: del 3-6% longitudinalmente y del 6 al 13% transversalmente; en tramos montañosos la pendientes serán: 6-8% longitudinalmente y del 13-40% transversalmente.

Además se utilizó equipo de apoyo como son: trípode, prismas, estacas, pinturas, etc.

#### 3.2. Estudios de Suelos.

El estudio de suelos es uno de los factores importantes para ejecutar el diseño vial, para la realización de esta actividad se hizo un recorrido de la vía, en la cual se determinó la ubicación de las calicatas, la primera muestra se extrajo de la abscisa **K 0+500**, la segunda muestra de la abscisa **K 1+500**, la tercera muestra de la abscisa **K 2+500** y la última muestra de la abscisa **K 3+500**, con el fin de extraer muestras de suelo para la elaboración de los ensayos correspondientes.



Del cual determinó que la calidad del suelo es mala, su categoría es de un limo arcilloso con alto contenido de humedad, de alta plasticidad, de mala graduación y con una resistencia al corte baja.

Para la realización de los estudios de suelo correspondientes para el presente proyecto se ejecutó de la siguiente manera:

- Se realizó la limpieza de la capa vegetal del terreno.
- Se procedió a realizar calicatas con secciones de 0.8m por 1m de profundidad.
- Se extrajo las muestras a ensayar.

**Cuadro N° 34. Ubicación de Calicatas.**

Muestra	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Abscisa	K 0+500	K 1+500	K 2+500	K 3+500

Fuente: Autor

• **ENSAYO DE GRANULOMETRÍA.**

**Cuadro N° 35. Resultados Ensayos de Granulometría.**

Muestra	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Clasificación	MH Limo de alta plasticidad	ML-CL Limo arcilloso de baja plasticidad	MH Limo de alta plasticidad	MH Limo de alta plasticidad

Fuente: Autor

• **ENSAYO DE CONTENIDO DE HUMEDAD**

**Cuadro N° 36. Resultados de Contenido de humedad.**

Muestra	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
% de Humedad	63.9	32.4	95.3	70.7

Fuente: Autor

- **ENSAYO DE COMPACTACION DEL PROCTOR**

*Cuadro N° 37. Densidad Seca Máxima y Humedad Óptima.*

Muestra	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
Densidad seca máxima (gr/cm <sup>3</sup> )	1.112	1.408	1.038	1.098
Humedad Óptima	41.4	24	47.2	42.4

Fuente: Autor

- **ENSAYO CBR.**

*Cuadro N° 38. Resultados de CBR Puntual.*

Muestra	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4
CBR %	3.5	4.9	4.7	3.95

Fuente: Autor

Los ensayos realizados se puede observar en su totalidad en la sección de Anexos.

Los valores obtenidos mediante ensayos de CBR son bajos y se categorizan como muy malos como nos indica el Cuadro N° 9; por tal motivo se ve la necesidad de realizar el mejoramiento de la subrasante.

### **3.3. Análisis del estudio de Tráfico.**

El estudio de tráfico se realizó durante 7 días consecutivos a partir del miércoles 01 de marzo de 2017, durante un período de 12 horas (de 06h00 hasta las 18h00), el conteo vehicular se lo hizo de forma manual con una estación ubicado en el sector 20 de Mayo.

El conteo se lo ejecutó con intervalos 15 minutos mediante el cual se llega a determinar la hora pico formando los volúmenes vehiculares que se muestran a continuación:

**Cuadro N° 39. Volumen de Vehículos Durante la hora Pico.**

Hora Pico	Livianos	Buses	PESADOS				Total Veh /15min	Total Hora
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:45-7:00	3	1					4	15
7:00-7:15	3		1				4	
7:15-7:30	4						4	
7:30-7:45	3						3	
<b>TOTAL</b>	13	1	1				15	
Distribución en porcentaje	86.67%	6.67%	6.67%				100%	

Fuente: Autor

Como día de mayor tráfico que se obtuvo mediante conteo manual el lunes 06 de marzo de 2017, con un total de 15 vehículos, hora pico 6:45 a 7:45, presentando el siguiente tráfico vehicular: 13 vehículos livianos, 1 bus y 1 camión de dos ejes. Dando como resultado un total de 15 vehículos durante la hora pico.

**Gráfico 42. Ubicación de la Estación de Conteo Vehicular.**



Fuente: Autor

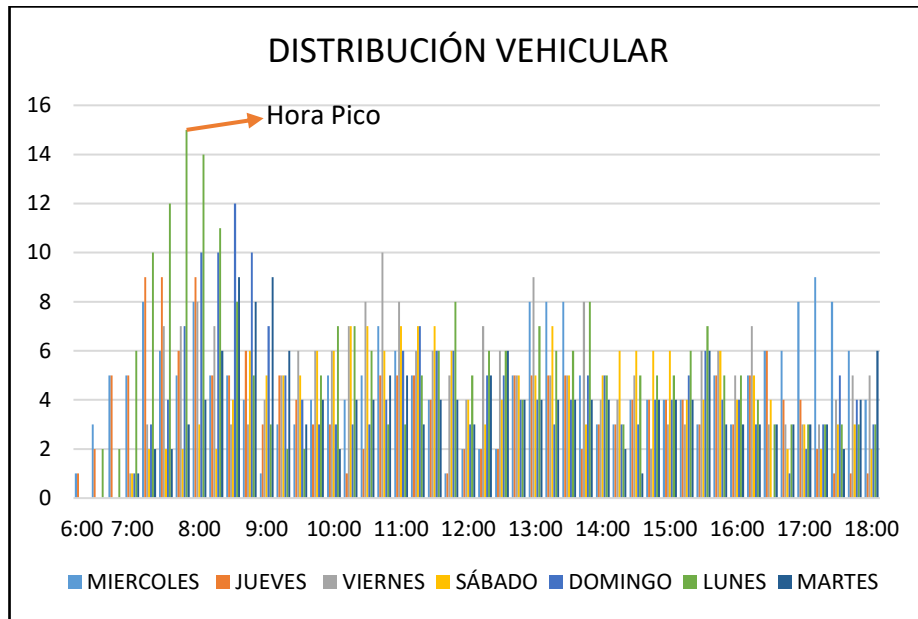
**PI.**

Latitud: 0°50'29.64"S  
 Longitud: 77°47'46.44"O

**PF.**

Latitud: 0°49'12.49"S  
 Longitud: 77°48'51.55"O

**Gráfico 43. Distribución de Tráfico Vehicular.**



Fuente: Autor

### 3.3.1. Determinación del Factor de Hora Pico.

El factor de la hora pico “FHP” en el método de la 30<sup>va</sup> representa numéricamente la variación del tráfico vehicular durante una hora en intervalos de 15 minutos de la misma hora.

Si “FHP” se encuentra en el rango de 1 y 0.81, representa un tráfico vehicular uniforme; si se tiene valores fuera del rango esto significará que se tiene un tráfico inestable.

Para determinar este factor utilizaremos la expresión indicada a continuación:

$$FHP = \frac{Q}{N * Q_{15max}} \quad (Ec\ 2.3.5.1)$$

Donde:

**Q:** Volumen de tráfico durante la hora.

**Q<sub>15max</sub>:** Volumen máximo registrado durante 15 minutos consecutivos de esa hora.

Para determinar el factor de hora pico FHP, utilizaremos los datos del **Cuadro N° 39**.

N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda.

$$FHP = \frac{15}{4 * 4}$$

$$FHP = 0.94$$

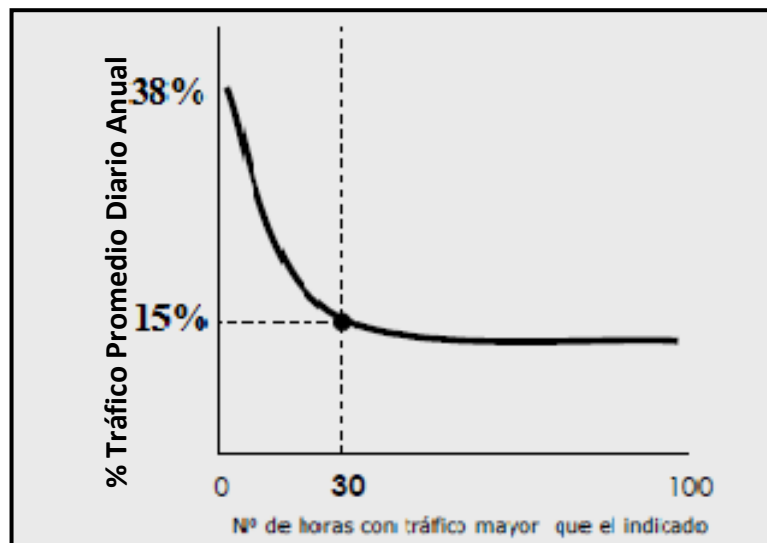
Como resultado de cálculo de  $FHP=0.94 > 0.81$ , podemos decir que el flujo de tránsito vehicular es uniforme.

### 3.3.2. Determinación del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA *actual*)

- **Método de la 30<sup>ava</sup> hora.**

Para la utilización de este método nos basamos en la curva maestra propuesta por el método, dicha curva indica que el volumen de tránsito a usarse debe ser el trigésimo más alto del año, lo que nos indica que solo 29 horas al año la vía tendrá problemas de congestión.

*Gráfico 44. % TPDA vs Volumen de la 30ava Hora.*



Fuente: Manual de Carreteras I, Luis Bañón, 2000.

Donde:

**k**: Es el valor esperado de la relación entre el TPDA del año de proyección y el Volumen de la 30<sup>ava</sup> hora.

Teniendo en cuenta que la vía es rural de IV orden, se procederá a trabajar con el 15% del volumen de tránsito de la hora pico.

$$k = \frac{VHP}{TPDA} \quad (Ec\ 2.3.5.2)$$

Tráfico Actual.- Volumen vehicular antes de que la vía se mejorada.

$$TPDA = \frac{VHP}{K} * FHP$$

Donde:

**VHP**: Volumen de un tipo de vehículo durante una hora.

**FHP**: Factor de hora pico.

**K**: Porcentaje 30<sup>va</sup> hora (15% para zona rural).

**a) Tráfico Actual.**

**• Vehículos livianos.**

$$TPDA_{Actual} = \frac{13 * 0.94}{0.15} \rightarrow TPDA_{Actual} = 81veh/día$$

**• Buses.**

$$TPDA_{Actual} = \frac{1 * 0.94}{0.15} \rightarrow TPDA_{Actual} = 6veh/día$$

**• Pesados: C-2P.**

$$TPDA_{Actual} = \frac{1 * 0.94}{0.15} \rightarrow TPDA_{Actual} = 6veh/día$$

**Cuadro N° 40. Tráfico Actual.**

TIPO DE VEHÍCULO	VHP	TPDA actual
Livianos	13	81
Buses	1	6
C-2P	1	6
TPDA actual		<b>93</b>

Fuente: Autor

**b) Tráfico Generado (TG).**

El tráfico generado es calculado con un 20% del  $TPDA_{1AÑO}$ .

$$TG = TPDA_{1AÑO} * 20\%$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp. 20.

$$TPDA_{1AÑO} = TPDA_{Actual} * (1 + i)^n \quad (Ec\ 2.3.5.4)$$

Donde:

$TPDA_{Actual}$ : Tráfico actual.

$i$ : Índice de crecimiento de tráfico (**Cuadro N° 3**).

$n$ : Número de años del proyecto, debido a que se calcula para un año el valor de  $n$  es igual a **1**.

**• Vehículos livianos.**

$$TPDA_{1AÑO} = 81 * (1 + 0.0397)^1$$

$$TPDA_{1AÑO} = 84 \text{ veh\acute{u}culos}$$

$$TG_{livianos} = 20\% * TPDA_{1AÑO}$$

$$TG_{livianos} = 20\% * 84$$

$$TG_{livianos} = 17 \text{ veh\acute{u}culos}$$

**• Buses.**

$$TPDA_{1AÑO} = 6 * (1 + 0.0197)^1$$

$$TPDA_{1AÑO} = 6 \text{ veh\acute{u}culos}$$

$$TG_{\text{livianos}} = 20\% * 6$$

$$TG_{\text{livianos}} = 1 \text{ veh\u00edculo}$$

• **Pesados: C-2P.**

$$TPDA_{1\text{A\u00d1O}} = 6 * (1 + 0.0174)^1$$

$$TPDA_{1\text{A\u00d1O}} = 6 \text{ veh\u00edculos}$$

$$TG_{\text{livianos}} = 20\% * 6$$

$$TG_{\text{livianos}} = 1 \text{ veh\u00edculo}$$

**Cuadro N\u00b0 41. Tr\u00e1fico Generado.**

TIPO DE VEH\u00cdCULO	TPDA actual	TR\u00c1FICO GENERADO
Livianos	81	17
Buses	6	1
C-2P	6	1
<b>TOTAL</b>		<b>19</b>

Fuente: Autor

c) **Tr\u00e1fico Atra\u00eddo.**

La Norma MOP-2003, nos propone calcular el tr\u00e1fico atra\u00eddo con el 10% del tr\u00e1fico actual.

$$TA = TPDA_{\text{Actual}} * 10\%$$

Fuente: Normas de Dise\u00f1o Geom\u00e9trico MOP-2003, pp. 20.

• **Veh\u00edculos livianos.**

$$TA = TPDA_{\text{Actual}} * 10\%$$

$$TA = 81 * 10\%$$

$$TA = 8 \text{ veh}$$

• **Buses.**

$$TA = 6 * 10\%$$

$$TA = 1 \text{ veh}$$



• **Pesados: C-2P**

$$TA = 6 * 10\%$$

$$TA = 1 \text{ veh}$$

**Cuadro N° 42. Tráfico Atraído.**

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA actual	TRÁFICO ATRAÍDO
Livianos	81	8
Buses	6	1
C-2P	6	1
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>	

Fuente: Autor

**d) Tráfico Desarrollado (TD).**

Es determinado con el 5% del  $TPDA_{Actual}$ .

$$TD = TPDA_{Actual} * 5\%$$

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, pp. 20.

• **Vehículos livianos.**

$$TD = TPDA_{Actual} * 5\%$$

$$TD = 81 * 5\%$$

$$TD = 4 \text{ veh}$$

• **Buses.**

$$TD = 6 * 5\%$$

$$TD = 0 \text{ veh}$$

• **Pesados: C-2P.**

$$TD = 6 * 5\%$$

$$TD = 0 \text{ veh}$$

**Cuadro N° 43. Tráfico Desarrollado.**

TIPO DE VEHÍCULO	TPDA actual	TRÁFICO ATRAÍDO
Livianos	81	4
Buses	6	0
C-2P	6	0
<b>TOTAL</b>	<b>4</b>	

Fuente: Autor

**e) Tráfico Actual.**

Es la sumatoria del TPDA<sub>1AÑO</sub>+ TG+TA+TD, de todos los tipos de vehículo, a continuación se muestra mediante un cuadro de TPDA<sub>Actual</sub>.

**Cuadro N° 44. Tráfico Actual.**

Tipo de Vehículo	TPDA Actual	TPDA 1AÑO	Tráfico Generado 20%	Tráfico Atraído 10%	Tráfico Desarrollado 5%	Tráfico Actual
Livianos	81	84	17	8	4	<b>113</b>
Buses	6	6	1	1	0	<b>8</b>
C-2P	6	6	1	1	0	<b>8</b>
<b>TOTAL</b>	<b>93</b>	<b>96</b>	<b>19</b>	<b>10</b>	<b>4</b>	<b>129</b>

Fuente: Autor

**f) TPDA Futuro (TF).**

El tráfico futuro es calculado en base al Tráfico Actual (**Cuadro N° 44**) y con la tasa de crecimiento de tráfico (**Cuadro N° 3**).

$$TF = T_{Actual} * (1 + i)^n \quad (Ec 2.3.5.4)$$

Donde:

**TF:** Tráfico Futuro.

**i:** Índice de crecimiento.

**n:** Período de diseño (20 años)

**• Vehículos livianos.**

$$TF = 81 * (1 + 0.0325)^{20}$$

$$TF = 154 \text{ veh}$$

• **Buses.**

$$TF = 6 * (1 + 0.0162)^{20}$$

$$TF = 8 \text{ veh}$$

• **Pesados: C-2P.**

$$TF = 6 * (1 + 0.0158)^{20}$$

$$TF = 8 \text{ veh}$$

*Cuadro N° 45. TPDA Futuro (20 Años)*

TIPO DE VEHÍCULO	TRÁFICO Actual	TASA DE CRECIMIENTO %	TPDA FUTURO
Livianos	81	3.25	154
Buses	6	1.62	8
C-2P	6	1.58	8
<b>TOTAL</b>			<b>170</b>

Fuente: Autor

Como tráfico futuro proyectado a 20 años, determinado mediante la tasa de incremento mostrada en el **Cuadro N° 3** del presente proyecto, tendremos como resultado un total de:

$$\mathbf{TF=170 \text{ veh/día.}}$$

Una vez determinado el Tráfico Futuro (**TF**) que presentará la vía en estudio proyectado a los 20 años, podemos decir que corresponde a un camino vecinal de IV orden, como lo indica el MOP -2003 en su clasificación jerárquica.

### 3.4. Diseño Horizontal.

#### 3.4.1. Velocidad de Diseño.

MOP-2003 dota de dos velocidades para carretera de clase IV, una recomendada de 60km/h y otra absoluta de 35km/h (**Cuadro N°15**), en el presente proyecto se puede constatar que el relieve del terreno es ondulado-montañoso por lo que se adoptará una velocidad de diseño de 60km/h.

### 3.4.2. Velocidad de Circulación (Vc).

Si el TPDA es menor a 1000 vehículos, para el cálculo de la velocidad de circulación adoptaremos la siguiente fórmula:

$$Vc = 0.80 * Vd + 6.5$$

$$Vc = 0.80 * 60km/h + 6.5$$

$$Vc = 54.5km/h \Rightarrow Vc = 55km/h$$

$$Vc = 55km/h$$

Donde:

**Vc:** velocidad de circulación (km/h).

**Vd:** velocidad de diseño (km/h).

### 3.4.3. Distancia de Visibilidad de Parada (Df).

Para determinar la distancia de parada que es igual a  $Df = d1 + d2$ , utilizaremos las fórmulas que se muestra a continuación, mismas que se encuentran en las normas MOP-2003:

$$f = \frac{1.15}{Vc^{0.3}} \quad (Ec 2.3.9.1.4)$$

$$f = \frac{1.15}{55^{0.3}} \Rightarrow f = 0.35$$

$$Df = 0.7Vc + \frac{Vc^2}{254 * f} \quad (Ec 2.3.9.1.5)$$

$$Df = 0.7 * 55 + \frac{55^2}{254 * 0.35}$$

$$Df = 72.53m \cong Df = 73.0m$$

$$Df = 73m$$

De acuerdo al **Cuadro N° 20**, podemos constatar que la distancia de parada recomendada para la velocidad de diseño es de 70m, la distancia que hemos determinado en base a cálculos es de 73 metros, por lo que podemos decir que el resultado es coherente.

#### **3.4.4. Distancia de Visibilidad de Rebasamiento (Dr).**

Cuando la velocidad de diseño se encuentra dentro del rango **30km/h < Vd < 100km/h**; la distancia de rebasamiento se procederá a calcular con la siguiente fórmula:

$$Dr = 9.54Vd - 218 \quad (Ec 2.3.9.2.5)$$

Donde:

**Dr:** Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)

**Vd:** velocidad promedio del vehículo rebasante (km/h)

$$Dr = 9.54 * 60 - 218$$

$$Dr = 354.4m$$

La distancia de rebasamiento calculado es igual a **Dr=354.4m**, dicho valor es menor al recomendado por las Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, ya que ésta menciona que la distancia rebasamiento debe ser de **Dr= 415m**, basándonos en la norma utilizaremos este valor referencial.

#### **3.4.5. Peralte.**

Debido a que la vía en estudio es de tipo IV con una velocidad de diseño de 60km/h y según lo establecido por las Normas de Diseño Geométrico del MOP-2003, se adopta un peralte máximo de 10% para velocidades que superan los 50km/h.

#### **3.4.6. Radio mínimo de Curvatura horizontal (Rmin).**

$$R = \frac{V^2}{127(e + f)} \quad (Ec 2.3.8.5.13)$$

Donde:

**R:** Radio mínimo de una curva horizontal, m.

**V:** Velocidad de diseño, km/h.

**f:** Coeficiente de fricción lateral.( **Cuadro N° 17**)

**E:** Peralte de la curva, m/m.

$$R = \frac{60^2}{127(0.1 + 0.165)}$$

$$R = 107m$$

Según lo establecido por las Normas de Diseño Geométrico MOP-2003 el Radio Mínimo Recomendable es de 107m (**Cuadro N° 17**); también menciona que puede llegar a existir un radio menor siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructura existe o cuando son caminos de bajo costo, es por ello que se ha diseñado las curva 2,4 y 6 con un valor de radio menor al mínimo establecido por las Normas.

### **3.4.7. Elementos de la Curva Horizontal.**

Para el cálculo se tomó como ejemplo la Curva N°1 del alineamiento horizontal.

**Datos de la curva horizontal:**

$$R=400m$$

$$\Delta=48^{\circ}1'11.82''$$

**a) Grado de curvatura (Gc):**

$$Gc = \frac{1145,92}{R} \quad (Ec\ 2.3.8.5.1)$$

$$Gc = \frac{1145.92}{400}$$

$$Gc = 2^{\circ}51'53.24''$$

b) Tangente de la curva o subtangente (ST):

$$ST = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{Ec 2.3.8.5.4})$$

$$ST = 400 * \tan\frac{48^{\circ}1'11.82''}{2}$$

$$ST = 178.175m$$

c) Longitud de la curva circular (Lc):

$$\frac{Lc}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360} \Rightarrow Lc = \frac{\pi R \alpha}{180} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.3})$$

$$Lc = \frac{\pi * 400 * 48^{\circ}1'11.82''}{180^{\circ}}$$

$$Lc = 335.243m$$

d) External (E):

$$E = R \left( \sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad (\text{Ec 2.3.8.5.5})$$

Usaremos la ecuación en la cual interviene la función coseno.

$$E = R \left( \frac{1}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - 1 \right)$$

$$E = 400 \left( \frac{1}{\cos\left(\frac{48^{\circ}1'11.82''}{2}\right)} - 1 \right)$$

$$E = 37.89m$$

e) Flecha u ordenada media (M):

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.6})$$

$$M = 400 - 400 * \cos \frac{48^{\circ}1'11.82''}{2}$$

$$M = 34.61m$$

**f) Cuerda larga (CL):**

Es la resultante de la unión de los puntos PC y PT de la curva.

$$CL = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec 2.3.8.5.9})$$

$$CL = 2 * 400 * \left[ \text{sen} \left( \frac{48^{\circ}1'11.82''}{2} \right) \right]$$

$$CL = 325.517m$$

A partir de los elementos calculados, se continuará con el cálculo del abscisado de los puntos principales de la curva, para lo cual se tiene los siguientes datos:

$$PC = 1+028.73$$

$$ST = 178.175$$

$$Lc = 335.24$$

$$PC = PI - ST$$

$$PI = PC + ST$$

$$PI = (1+028.73) + (178.17)$$

$$PI = 1+206.90$$

$$PT = PC + Lc$$

$$PT = (1+028.73) + (335.24)$$

$$PT = 1+363.97$$

En el cuadro que se presenta a continuación podemos observar los valores correspondientes al diseño de cada curva horizontal, mismos que proceden del diseño realizado en el programa CIVILCAD 2013.



**Cuadro N° 46. Valores de Diseño de Curvas Horizontales.**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
<b>CAMINO:</b>		GAD Cotundo - Comunidad 5 de Octubre			
<b>TRAMO:</b>		Total	<b>LONGITUD:</b> 3+841.11 km		
<b>DISEÑADO POR:</b>		Egdo. Pablo Guerrero			
ESTACION		Deflexión	CUERDA INVERSA	DATOS DE CURVA	Azimuth
KM	TIP O				
0+000.00					
0+020.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+040.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+060.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+080.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+100.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+120.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+140.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+160.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+180.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+200.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+220.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+240.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+260.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+280.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+300.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+320.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+340.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+360.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+380.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+400.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+420.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+440.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+460.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+480.00			20.000		272° 5' 12.03"

0+500.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+520.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+540.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+560.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+580.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+600.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+620.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+640.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+660.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+680.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+700.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+720.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+740.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+760.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+780.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+800.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+820.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+840.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+860.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+880.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+900.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+920.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+940.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+960.00			20.000		272° 5' 12.03"
0+980.00			20.000		272° 5' 12.03"
1+000.00			20.000		272° 5' 12.03"
1+020.00			20.000		272° 5' 12.03"
1+028.73	PC		8.734	D = 48° 1' 11.82" der	272° 5' 12.03"
1+040.00		0° 48' 24.82"	11.266	ST = 178.175	272° 53' 36.86"
1+060.00		2° 14' 21.44"	31.258	PI = 1+206.91	274° 19' 33.48"
1+080.00		3° 40' 18.06"	51.231	Gc = 2° 51' 53.24"	275° 45' 30.10"
1+100.00		5° 6' 14.68"	71.172	Lc = 335.243	277° 11' 26.72"
1+120.00		6° 32' 11.30"	91.069	Rc = 400.000	278° 37' 23.34"
1+140.00		7° 58' 7.92"	110.908		280° 3' 19.96"
1+160.00		9° 24' 4.54"	130.678		281° 29' 16.58"
1+180.00		10° 50' 1.16"	150.367		282° 55' 13.20"
1+200.00		12° 15' 57.78"	169.961		284° 21' 9.82"
1+220.00		13° 41' 54.40"	189.449		285° 47' 6.44"
1+240.00		15° 7' 51.02"	208.819		287° 13' 3.06"
1+260.00		16° 33' 47.64"	228.059		288° 38' 59.68"
1+280.00		17° 59' 44.26"	247.156		290° 4' 56.30"
1+300.00		19° 25' 40.88"	266.098		291° 30' 52.92"
1+320.00		20° 51' 37.50"	284.874		292° 56' 49.54"
1+340.00		22° 17' 34.13"	303.472		294° 22' 46.16"
1+360.00		23° 43' 30.74"	321.880		295° 48' 42.78"
1+363.98	PT	24° 0' 35.91"	325.517		296° 5' 47.95"
1+380.00			16.024		320° 6' 23.86"
1+400.00			20.000		320° 6' 23.86"

1+420.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+440.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+460.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+480.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+500.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+520.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+540.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+560.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+580.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+600.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+620.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+640.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+660.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+680.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+700.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+720.00			20.000		320° 6' 23.86"
1+730.98	PC		10.979	D = 24° 28' 54.80" der	320° 6' 23.86"
1+740.00		2° 35' 3.78"	9.018	ST = 21.696	322° 41' 27.64"
1+760.00		8° 18' 50.26"	28.919	PI = 1+752.67	328° 25' 14.12"
1+773.71	PT	12° 14' 27.40"	42.405	Gc = 11° 27' 32.96"	332° 20' 51.26"
				Lc = 42.729	
				Rc = 100.000	
1+780.00			6.292		344° 35' 18.66"
1+800.00			20.000		344° 35' 18.66"

1+820.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+840.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+860.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+880.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+900.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+920.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+940.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+960.00			20.000		344° 35' 18.66"
1+980.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+000.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+020.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+040.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+060.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+080.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+100.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+120.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+140.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+160.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+180.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+200.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+220.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+240.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+260.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+280.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+300.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+320.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+340.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+360.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+380.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+400.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+420.00			20.000		344° 35' 18.66"
2+440.00			20.000		344° 35' 18.66"

2+442.05	PC		2.046	D = 27° 7' 53.30" izq	344° 35' 18.66"
2+460.00		358° 29' 14.07"	17.952	ST = 82.039	343° 4' 32.73"
2+480.00		356° 48' 7.46"	37.934	PI = 2+524.09	341° 23' 26.12"
2+500.00		355° 7' 0.85"	57.884	Gc = 3° 22' 13.22"	339° 42' 19.51"
2+520.00		353° 25' 54.24"	77.783	Lc = 161.001	338° 1' 12.90"
2+540.00		351° 44' 47.63"	97.615	Rc = 340.000	336° 20' 6.29"
2+560.00		350° 3' 41.02"	117.363		334° 38' 59.68"
2+580.00		348° 22' 34.41"	137.009		332° 57' 53.07"
2+600.00		346° 41' 27.80"	156.537		331° 16' 46.46"
2+603.05	PT	346° 26' 3.35"	159.501		331° 1' 22.01"
2+620.00			16.952		317° 27' 25.36"
2+640.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+660.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+680.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+700.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+720.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+740.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+760.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+780.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+800.00			20.000		317° 27' 25.36"
2+809.75	PC		9.754	D = 29° 28' 3.00" der	317° 27' 25.36"
2+820.00		2° 56' 6.85"	10.241	ST = 26.297	320° 23' 32.22"
2+840.00		8° 39' 53.33"	30.131	PI = 2+836.05	326° 7' 18.70"
2+860.00		14° 23' 39.81"	49.719	Gc = 11° 27' 32.96"	331° 51' 5.18"
2+861.18	PT	14° 44' 1.50"	50.866	Lc = 51.430	332° 11' 26.86"
				Rc = 100.000	
2+880.00			18.815		346° 55' 28.36"
2+900.00			20.000		346° 55' 28.36"
2+920.00			20.000		346° 55' 28.36"
2+940.00			20.000		346° 55' 28.36"
2+960.00			20.000		346° 55' 28.36"
2+964.43	PC		4.431	D = 27° 47' 21.97" izq	346° 55' 28.36"
2+980.00		359° 0' 33.88"	15.568	ST = 111.381	345° 56' 2.24"
3+000.00		357° 44' 12.72"	35.559	PI = 3+075.81	344° 39' 41.08"
3+020.00		356° 27' 51.56"	55.533	Gc = 2° 32' 42.32"	343° 23' 19.92"
3+040.00		355° 11' 30.40"	75.480	Lc = 218.377	342° 6' 58.76"
3+060.00		353° 55' 9.24"	95.389	Rc = 450.246	340° 50' 37.60"
3+080.00		352° 38' 48.08"	115.252		339° 34' 16.44"
3+100.00		351° 22' 26.92"	135.057		338° 17' 55.28"
3+120.00		350° 6' 5.76"	154.796		337° 1' 34.12"
3+140.00		348° 49' 44.60"	174.458		335° 45' 12.96"
3+160.00		347° 33' 23.44"	194.035		334° 28' 51.80"
3+180.00		346° 17' 2.28"	213.516		333° 12' 30.64"
3+182.81	PT	346° 6' 19.01"	216.243		333° 1' 47.37"
3+200.00			17.192		319° 8' 6.39"
3+220.00			20.000		319° 8' 6.39"
3+240.00			20.000		319° 8' 6.39"
3+260.00			20.000		319° 8' 6.39"
3+280.00			20.000		319° 8' 6.39"
3+300.00			20.000		319° 8' 6.39"
3+316.04	PC		16.042	D = 63° 1' 14.54" der	319° 8' 6.39"
3+320.00		2° 31' 11.85"	3.957	ST = 27.587	321° 39' 18.24"
3+340.00		15° 15' 8.48"	23.676	PI = 3+343.63	334° 23' 14.86"
3+360.00		27° 59' 5.10"	42.231	Gc = 25° 27' 53.25"	347° 7' 11.49"
3+365.54	PT	31° 30' 37.27"	47.039	Lc = 49.496	350° 38' 43.66"
				Rc = 45.000	
3+380.00			14.462		22° 9' 20.93"
3+400.00			20.000		22° 9' 20.93"

3+420.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+440.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+460.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+480.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+500.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+520.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+540.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+560.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+580.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+600.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+620.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+640.00			20.000		22° 9' 20.93"
3+653.34	PC		13.344	D = 14° 58' 50.41" der	22° 9' 20.93"
3+660.00		1° 35' 20.28"	6.655	ST = 15.778	23° 44' 41.21"
3+680.00		6° 21' 49.01"	26.601	PI = 3+669.12	28° 31' 9.94"
3+684.72	PT	7° 29' 25.20"	31.286	Gc = 9° 32' 57.47"	29° 38' 46.13"
				Lc = 31.375	
				Rc = 120.000	
3+700.00			15.280		37° 8' 11.34"
3+720.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+740.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+760.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+780.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+800.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+820.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+840.00			20.000		37° 8' 11.34"
3+841.11			1.062		37° 8' 11.34"

Fuente: Autor

### 3.5. Diseño Vertical

Para el desarrollo del cálculo típico de una curva vertical tomaremos los datos requeridos de la curva N° 5.

Datos de la curva vertical:

**PCV=2+015.20**

**PTV=2+095.20**

**a) Longitud de la curva vertical (Lcv).**

$$L_{cv} = PTV - PCV$$

$$L_{cv} = (2+095.20) - (2+015.20)$$

$$L_{cv} = 80m.$$

Donde:

**PCV:** Punto inicial de la curva vertical.

**PTV:** Punto final de la curva vertical

**Lcv:** Longitud de la curva vertical.

Para el diseño de curvas verticales simétricas utilizaremos:

$$L1 = L2 = \frac{Lcv}{2}$$

$$L1 = L2 = \frac{80}{2}$$

$$\mathbf{L1 = L2 = 40m}$$

Donde:

**L1:** Longitud de entrada.

**L2:** Longitud de salida.

**b) Abscisa del PIV.**

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

$$PIV = (2 + 015.20) + \frac{80}{2}$$

$$\mathbf{PIV = 2 + 055.20}$$

Donde:

**PCV:** Punto de comienzo de la curva vertical.

**PIV:** Punto intermedio de la curva vertical.

**Lcv:** Longitud de la curva vertical.

c) Gradiente de entrada ( $g_1$ ) y de salida ( $g_2$ ).

Valores de Cota:

PCV= 785.14

PIV=785.66

PTV=788.23

Valores de Abscisa:

PCV=2+015.2

PIV=2+055.20

PTV=2+095.20

$$g_1 = \frac{\text{cota} (PIV - PCV)}{\text{abscisa}(PIV - PCV)} * 100$$

$$g_1 = \frac{\text{cota} (785.66 - 785.14)}{\text{abscisa}(2055.20 - 2015.20)} * 100$$

$$g_1 = 1.3\%$$

$$g_2 = \frac{\text{cota} (PTV - PIV)}{\text{abscisa}(PTV - PIV)} * 100$$

$$g_2 = \frac{\text{cota} (788.23 - 785.66)}{\text{abscisa}(2095.20 - 2055.20)} * 100$$

$$g_2 = 6.4\%$$

Debido a que  $g_1$  tiene un valor positivo al igual que  $g_2$ , decimos que se trata de una curva cóncava (columpio).

d) Diferencia algebraica de gradientes (A).

$$A = g_1 - g_2$$

$$A = 1.3 - 6.4$$

$$A = -5.1\%$$



**e) Longitud mínima absoluta.**

Se procederá a calcular con la siguiente expresión:

$$L_{min} = 0.60V \quad (Ec \ 2.3.10.2.1.3)$$

$$L_{min} = 0.60 * 60km/h$$

$$L_{min} = 36m$$

Por lo tanto tenemos que:

$$L_{cv} > L_{min}$$

$$80m > 36m \quad (ok)$$

**f) Cambio de pendiente por unidad de longitud (K).**



$$k = \frac{L_{cv}}{A}$$

$$k = \frac{80}{5.1}$$

$$k = 15.69$$

En el cuadro que se presenta a continuación podemos observar los valores correspondientes al diseño de cada curva vertical, mismos que proceden del diseño realizado en el programa CIVILCAD 2013.

**Cuadro N° 47. Valores de Diseño de Curvas Verticales.**

 <b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b> 					
<b>CAMINO:</b>	GAD Cotundo - Comunidad 5 de Octubre				
<b>TRAMO:</b>	Total	<b>LONGITUD:</b>	3+841.11Km		
<b>DISEÑADO POR:</b>	Egdo. Pablo Guerrero				
Datos de curva (1)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-2.864	3.122	0+203.186	730.1800	150.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -5.986%</b>				Tipo de curva: En columpio	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	0+128.186	732.328	732.328	
1		0+148.186	731.755	731.835	
2		0+168.186	731.182	731.502	
3		0+188.186	730.610	731.328	
4		0+208.186	730.336	731.314	
5		0+228.186	730.960	731.459	
6		0+248.186	731.585	731.764	
7		0+268.186	732.209	732.229	
8	PTV	0+278.186	732.522	732.522	
Datos de curva (2)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
3.122	1.035	0+780.881	748.2159	60.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = 2.087%</b>				Tipo de curva: En cresta	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	0+750.881	747.279	747.279	
1		0+770.881	747.904	747.834	
2		0+790.881	748.319	748.250	
3	PTV	0+810.881	748.526	748.526	
Datos de curva (3)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
1.035	5.560	1+116.309	751.6877	80.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -4.525%</b>				Tipo de curva: En columpio	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	1+076.309	751.274	751.274	
1		1+096.309	751.481	751.594	
2		1+116.309	751.688	752.140	
3		1+136.309	752.800	752.913	
4	PTV	1+156.309	753.912	753.912	

Datos de curva (4)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
5.560	1.299	1+627.349	780.1016	120.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = 4.261%</b>				Tipo de curva: En cresta	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	1+567.349	776.766	776.766	
1		1+587.349	777.878	777.807	
2		1+607.349	778.990	778.706	
3		1+627.349	780.102	779.463	
4		1+647.349	780.361	780.077	
5		1+667.349	780.621	780.550	
6	PTV	1+687.349	780.881	780.881	

Datos de curva (5)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
1.299	6.417	2+055.201	785.6611	80.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -5.118%</b>				Tipo de curva: En columpio	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	2+015.201	785.141	785.141	
1		2+035.201	785.401	785.529	
2		2+055.201	785.661	786.173	
3		2+075.201	786.944	787.072	
4	PTV	2+095.201	788.228	788.228	

Datos de curva (6)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
6.417	12.079	2+465.588	811.9958	150.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -5.662%</b>				Tipo de curva: En columpio	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	2+390.588	807.183	807.183	
1		2+410.588	808.466	808.542	
2		2+430.588	809.750	810.052	
3		2+450.588	811.033	811.713	
4		2+470.588	812.600	813.525	
5		2+490.588	815.016	815.487	
6		2+510.588	817.431	817.601	
7		2+530.588	819.847	819.866	
8	PTV	2+540.588	821.055	821.055	

Datos de curva (7)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
12.079	0.880	2+710.940	841.6317	320.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = 11.199%</b>				Tipo de curva: En cresta	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	<i>PCV</i>	2+550.940	822.305	822.305	
1		2+570.940	824.721	824.651	
2		2+590.940	827.137	826.857	
3		2+610.940	829.553	828.923	
4		2+630.940	831.969	830.849	
5		2+650.940	834.384	832.635	
6		2+670.940	836.800	834.280	
7		2+690.940	839.216	835.786	
8		2+710.940	841.632	837.152	
9		2+730.940	841.808	838.378	
10		2+750.940	841.984	839.464	
11		2+770.940	842.160	840.410	
12		2+790.940	842.336	841.216	
13		2+810.940	842.512	841.882	
14		2+830.940	842.688	842.408	
15		2+850.940	842.864	842.794	
16	<i>PTV</i>	2+870.940	843.040	843.040	

Datos de curva (8)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
0.880	7.617	3+138.689	845.3968	100.00	20.00
<b>Diferencia algebraica de pendientes (A) = -6.737%</b>				Tipo de curva: En columpio	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	<i>PCV</i>	3+088.689	844.957	844.957	
1		3+108.689	845.133	845.267	
2		3+128.689	845.309	845.848	
3		3+148.689	846.158	846.697	
4		3+168.689	847.682	847.817	
5	<i>PTV</i>	3+188.689	849.205	849.205	

Datos de curva (9)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
7.617	-0.603	3+326.557	859.7066	240.00	20.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = 8.220%				Tipo de curva: En cresta	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	3+206.557	850.566	850.566	
1		3+226.557	852.090	852.021	
2		3+246.557	853.613	853.339	
3		3+266.557	855.136	854.520	
4		3+286.557	856.660	855.564	
5		3+306.557	858.183	856.471	
6		3+326.557	859.707	857.241	
7		3+346.557	859.586	857.873	
8		3+366.557	859.465	858.369	
9		3+386.557	859.345	858.728	
10		3+406.557	859.224	858.950	
11		3+426.557	859.103	859.035	
12	PTV	3+446.557	858.983	858.983	

Datos de curva (10)					
Pendiente %		PIV		Longitud de curva (N)	Intervalo entre estaciones (mts)
Entrada (P1)	Salida (P2)	Estación	Elevación		
-0.603	4.553	3+656.944	857.7132	100.00	20.00
Diferencia algebraica de pendientes (A) = -5.157%				Tipo de curva: En columpio	
Z (n)	Descripción	Estación	Elev. (S/Tang.)	Elev. (S/Curva)	
0	PCV	3+606.944	858.015	858.015	
1		3+626.944	857.894	857.997	
2		3+646.944	857.774	858.186	
3		3+666.944	858.169	858.581	
4		3+686.944	859.079	859.182	
5	PTV	3+706.944	859.990	859.990	

Fuente: Autor

### 3.6. Sección Transversal.

#### 3.6.1. Ancho de la sección transversal.

La norma MOP-2003 establece el ancho de la calzada de un camino vecinal en 6.00metros, como podemos observar en el **Cuadro N° 28**.

Para el proyecto se ha tomado un ancho de calzada de 7.00 metros.

### 3.6.2. Gradiente transversal para pavimento.

Para nuestro proyecto se utilizó una gradiente del 2%, con esta pendiente el agua no tiene problemas para escurrir hacia las cunetas.

### 3.7. Diseño del Pavimento Flexible.

Para el diseño del pavimento flexible utilizaremos el **Método AASHTO-93**, el cual está fundamentado en el valor del Número Estructural “SN”. Para determinar el número estructural que soportará el nivel de carga solicitado utilizaremos la ecuación siguiente: [15]

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_o + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log \left[ \frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07$$

Donde:

**SN:** Número Estructural.

**W<sub>18</sub>:** Número de Ejes Equivalentes.

**Z<sub>r</sub>:** Desviación Estandar Normal.

**S<sub>o</sub>:** Desviación Estandar Global.

**ΔPSI:** Pérdida de serviciabilidad previstas en el diseño.

**M<sub>R</sub>:** Módulo de Resiliencia.

### 3.7.1. Variables que se toman en consideración para el desarrollo del Método AASTHO-93.

#### 3.7.1.1. Período de diseño.

Es período determinado en el cual la estructura de pavimento garantizará un funcionamiento óptimo, sin la necesidad de que sea reparada. AASHTO recomendando los siguientes periodos:

**Cuadro N° 48. Períodos de Diseño en Función del Tipo de Carretera.**

TIPO DE CARRETERA	PERÍODO DE DISEÑO (Años)
Urbana de tránsito elevado.	30-50
Interurbana de tránsito elevado.	20-50
Pavimentada de baja intensidad de tránsito.	15-25
De baja intensidad, pavimentación con grava.	10-20

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

Debido a que nuestro proyecto presenta una vía con un volumen bajo de tráfico, utilizaremos un período de diseño igual a 20 años.

### 3.7.1.2. Factor de Daño (FD).

**Cuadro N° 49. Factor de Daño según el Tipo de Vehículo.**

Tipo	FACTOR DE DAÑO SEGÚN EL TIPO DE VEHÍCULO								Factor de Daño
	Simple		Simple Doble		Tandem		Tredem		
	Tons	$(p/6.6)^4$	Tons	$(P/8.2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
Automovil	-	-	8	0.91	-	-	-	-	0
Bus	4	0.13	-	-	-	-	-	-	1.04
C2-P	2.5	0.02	-	-	-	-	-	-	1.29
	7	1.27	-	-	-	-	-	-	
C-2G	6	0.68	11	3.24	-	-	-	-	3.92
C-3	6	0.68	-	-	18	2.07	-	-	2.75
C-4	6	0.68	-	-	-	-	25	1.4	2.08
C-5	6	0.68	-	-	18	4.4	-	-	4.82
C-6	6	0.68	-	-	18	2.07	25	1.4	4.15

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

El factor daño muestra el nivel de afectación que los vehículos producen en el pavimento en función de su peso.

Para el desarrollo del presente proyecto únicamente se tomará en cuenta los valores de 1.04, 1.29 correspondiente a buses y camiones C-2P respectivamente, debido a que en el conteo de tráfico no se registró otro tipo de vehículo a más de los que se ha mencionado.

En la vía en estudio no se presenta transporte pesado a más del indicado anteriormente, por lo que se procede al cálculo con los vehículos tipo buses y camiones C-2P.

### 3.7.2. Número de ejes equivalentes según el período de diseño $W_{18}$ .

El número de ejes equivalentes simples de 8.2ton es calculado mediante la ecuación:

$$W_{18} = \sum TPDA_{VEHICULOS PESADOS} * FD * DC * 365$$

Donde:

$W_{18}$ : Número de ejes equivalentes de 8.2ton, en el primer año.

$TPDA_{vehículos pesados}$ : Número de vehículos pesados que forman parte del TPDA.

$FD$ : Factor de daño según el tipo de vehículo.

**Para el año 2017:**

$$W_{18} = ((TPDA_{BUS} * FD) + (TPDA_{C-2P} * FD)) * 1 * 365$$

$$W_{18} = (6 * 1.04) + (6 * 1.29)) * 1 * 365$$

$$W_{18} = 5103$$

Para el año 2018 realizamos el mismo procedimiento, adicionalmente le sumamos el  $W_{18}$  del año anterior, obteniendo así un  $W_{18}$  acumulado.

**Año 2018.**

$$W_{18} = (6 * 1.04) + (6 * 1.29)) * 1 * 365)$$

$$W_{18} = 5103 + 5103$$

$$W_{18} = 10206$$

El proceso se lo hace en repetidas ocasiones hasta llegar al último año del proyecto que para nuestro caso el período de diseño es de 20 años, encontrando un  $W_{18}$  ACUMULADO de:

$$W_{18 ACUMULADO} = 126249$$



Obtenido el  $W_{18}$  Acumulado se continúa con el cálculo del  $W_{18}$  para el carril de diseño, para eso debemos considerar dos factores importantes que son:

### 3.7.2.1. Factor de Distribución por dirección (DD).

Nos muestra la distribución que tendrá la vía por dirección, ya que en un carril pueden transitar más vehículos que en el otro carril; en la mayoría de casos esta distribución se la toma como el 50% en cada carril de sentido. [15]

*Cuadro N° 50. Factor de Distribución por Dirección (DD)*

FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN (DD)	
N° de carriles en una dirección	% de vehículos en cada carril de diseño
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

### 3.7.2.2. Factor de Distribución por Carril (DC).

Está definido por el carril de diseño y es aquel que recibe mayor carga, dicho en otras palabras resiste mayor números de ejes simples, En una vía de dos carriles, uno en cada sentido, para el diseño se toma uno de ellos, por lo que el presente factor de distribución corresponde al 100%. [15]

*Cuadro N° 51. Factor de Distribución por Carril (DC).*

Factor de Distribución por Carril (DC)	
N° de carriles en una dirección	% ejes equivalentes de 8.2ton en el carril diseño
1	100
2	80-100
3	60-80
4 o más	50-75

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

La vía en estudio presenta un solo carril en cada dirección por lo que el valor de distribución por carril corresponde al 100%, en los 20 años para los cuales fue diseñado el proyecto tendremos como resultado lo siguiente:

$$W_{18} = W_{18\text{ ACUMULADO}} * DD * DC$$

$$W_{18} = 126249 * 1 * 50\%$$

$$W_{18} = 63125$$

**Cuadro N° 52. Número de Ejes Equivalentes.**

Año	% de Crecimiento			Tránsito Promedio Diario				W18	W18 Carril
	Livianos	Buses	Pesados C2-P	Livianos	Buses	Pesados C2-P	Total	Acumulados	Diseño
2017	3.97%	1.97%	1.94%	81	6	6	93	5103	2552
2018	3.97%	1.97%	1.94%	84	6	6	96	10206	5103
2019	3.97%	1.97%	1.94%	88	6	6	100	15309	7655
2020	3.97%	1.97%	1.94%	91	6	6	103	20412	10206
2021	3.57%	1.78%	1.74%	93	6	6	105	25515	12758
2022	3.57%	1.78%	1.74%	97	7	7	111	31468	15734
2023	3.57%	1.78%	1.74%	100	7	7	114	37421	18711
2024	3.57%	1.78%	1.74%	104	7	7	118	43374	21687
2025	3.57%	1.78%	1.74%	107	7	7	121	49327	24664
2026	3.25%	1.62%	1.58%	108	7	7	122	55280	27640
2027	3.25%	1.62%	1.58%	112	7	7	126	61233	30617
2028	3.25%	1.62%	1.58%	115	7	7	129	67186	33593
2029	3.25%	1.62%	1.58%	119	7	7	133	73139	36570
2030	3.25%	1.62%	1.58%	123	7	7	137	79092	39546
2031	3.25%	1.62%	1.58%	127	8	7	142	85425	42713
2032	3.25%	1.62%	1.58%	131	8	8	147	92229	46115
2033	3.25%	1.62%	1.58%	135	8	8	151	99033	49517
2034	3.25%	1.62%	1.58%	140	8	8	156	105837	52919
2035	3.25%	1.62%	1.58%	144	8	8	160	112641	56321
2036	3.25%	1.62%	1.58%	149	8	8	165	119445	59723
2037	3.25%	1.62%	1.58%	154	8	8	170	126249	63125

Fuente: Autor

### 3.7.3. Datos para el diseño del Pavimento Flexible.

#### 3.7.3.1. Confiabilidad “R”.

La confiabilidad se define como la probabilidad de que el pavimento diseñado se comporte de manera satisfactoria durante toda su vida de proyecto, bajo las solicitaciones de carga e intemperismo, o la probabilidad de que los problemas de deformación y fallas estén por debajo de los niveles permisibles. Para elegir el valor

de este parámetro se considera la importancia del camino, la confiabilidad de la resistencia de cada una de las capas y el tránsito de diseño pronosticado. [31]

**Cuadro N° 53. Valores de Confianza “R” de acuerdo al Tipo de Camino.**

Tipo de Camino	Zonas Urbanas	Zonas Rurales
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias	80 - 95	75 - 95
Camino vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

La vía en estudio es un camino vecinal, por ende se encuentra en el rango de 50-80, se asume un valor intermedio de confiabilidad de 70%; con esta confiabilidad se determinar el valor de la desviación normal mediante el siguiente cuadro:

**Cuadro N° 54. Factor de Desviación Normal "Zr".**

Confiabilidad	Zr	Confiabilidad	Zr
50	0	92	-1.405
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

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

Por lo tanto se tiene que:

Desviación normal **Zr= -0.524.**

### 3.7.3.2. Desviación estándar global (So)

Este parámetro está ligado directamente con la Confiabilidad (R), habiéndolo determinado, en este paso deberá seleccionarse un valor So “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tránsito. [32]

La AASHTO-93 recomienda el siguiente rango para el diseño de pavimentos flexibles:  
 **$0.4 < S_o < 0.5$** .

Para el desarrollo del proyecto utilizaremos una Desviación estándar global de:  
 **$S_o = 0.45$** .

### **3.7.3.3. Módulo de Resiliencia “Mr”.**

Las tensiones y deformaciones debajo del pavimento, está representado por este módulo; CBR se ve relacionado directamente, ya que de la calidad de suelo de la subrasante depende los espesores de las capas superiores.

La AASTHO plantea las ecuaciones que se presentan a continuación, con el fin de relacionar el Módulo de Resiliencia con el CBR, y conociendo que en varios países como el nuestro no se posee el equipo apropiado para llegar a determinar el valor real del módulo mencionado. [32]

$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$	$CBR < 10\%$
$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$	$7.2\% < CBR < 20\%$
$Mr \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241$	Utilizada para suelos granulares

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993, pp. I-13

Debido a que el suelo presente en la carretera es de tipo limo-arcilloso con alto contenido de agua, se obtuvo un CBR relativamente bajo, motivo por el cual se ve la necesidad de realizar el mejoramiento de la subrasante, por lo que se consideró un espesor de 60cm con material pétreo seleccionado de la mina 20 de Mayo ubicada en la parroquia Cotundo, que cumpla con las especificaciones técnicas establecidas por el MOP.

Realizados los ensayos con el material de mejoramiento que se colocará en la subrasante, se obtuvo un valor de **CBR= 9%**, los ensayos completos se los puede encontrar en la parte de anexos correspondiente al mejoramiento de la subrasante.

$$Mr = 1500 * CBR$$

$$Mr = 1500 * 9$$

$$Mr = 13500 \text{ psi}$$

#### 3.7.3.4. Índice de Servicialidad “PSI”

Cuando el conductor circula sobre una vialidad experimenta la sensación de seguridad o inseguridad dependiendo de lo que ve y el grado de dificultad para controlar el vehículo. El principal factor asociado a la seguridad y comodidad del usuario es la calidad de rodamiento que depende de regularidad o rugosidad superficial del pavimento. La valoración de este parámetro define el concepto de Índice de Servicialidad Presente. [33]

La servicialidad se determina con la siguiente expresión:

$$\Delta PSI = PSI_{INICIAL} - PSI_{FINAL} \quad (\text{Ec 3.6.3.4.1})$$

Fuente: Manual de Carreteras de Paraguay, pp. 78.

**PSI INICIAL:** Índice de servicio inicial (4.2 para pavimentos flexibles). [34]

**PSI FINAL:** Índice de servicio final (2 para pavimentos flexibles). [34]

Para el desarrollo del proyecto el índice de servicio será igual a:

$$\Delta PSI = 4.2 - 2$$

$$\Delta PSI = 2$$

Se puede utilizar índices de servicio final diferente siempre y cuando se justifique adecuadamente y se cuente con la conformidad de la entidad respectiva a vialidad. [34]

#### 3.7.3.5. Determinación de los espesores por capa.

La estructura de pavimento está conformado por un conjunto de capas, mismas que proveen de resistencia suficiente para soportar el número estructural de diseño.

La expresión para determinar el número estructural “SN” es la siguiente:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \quad (\text{Ec 3.6.3.5.1})$$

Fuente: Instituto Mexicano de Transporte, pp. 68.

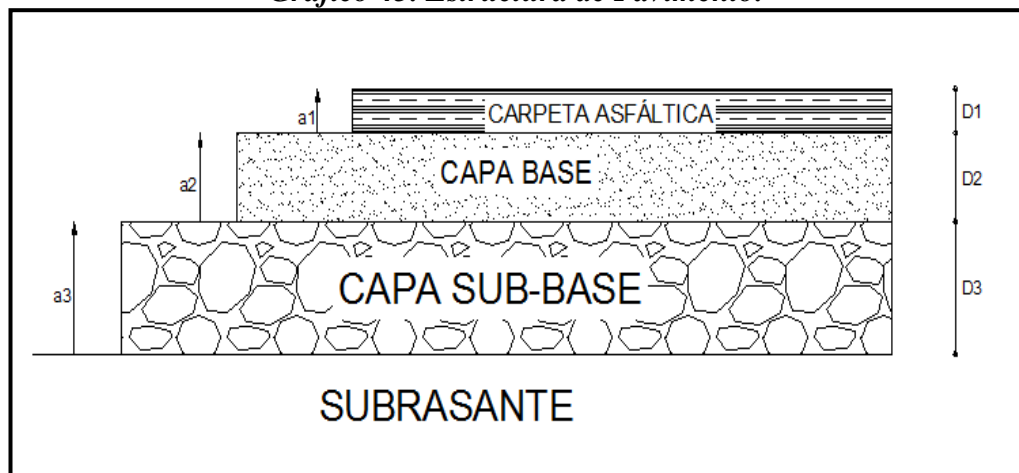
Donde:

**a<sub>1</sub>, a<sub>2</sub>, a<sub>3</sub>**: Coeficientes de capa representativos de las capas base y sub-base respectivamente. [32]

**D<sub>1</sub>, D<sub>2</sub>, D<sub>3</sub>**: Espesores de las capas base y sub-base respectivamente, en pulgadas. [32]

**m<sub>2</sub>, m<sub>3</sub>**: Coeficientes de drenaje para las capas de base y sub-base respectivamente. [32]

**Gráfico 45. Estructura de Pavimento.**



Fuente: Autor

El material que conforma la capa base debe tener mayor capacidad de carga que el material de la sub-base y ésta será de mayor soporte que la subrasante.

**Cuadro N° 55. Espesores Mínimos en Función de Ejes Equivalentes.**

Ejes equivalentes	Carpeta Asfáltica, D1 (plg)	Base y/o sub-base granular, D2 (plg)
<50000	1.0 (o tratamiento superficial)	4
50001 a 150000	2.0	4
150001 a 500000	2.5	4
500001 a 2000000	3.0	6
2000001 a 7000000	3.5	6
<7000000	4.0	6

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

Para el caso de este proyecto nuestro  $W_{18 \text{ carril de diseño}} = 63125$ , los espesores mínimos de diseño serán igual a:

**Carpeta asfáltica= 2plg.**

**Base y sub-base= 4plg.**

→ **Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”.**

En los países en desarrollo es difícil contar con los equipos necesarios para determinar Módulo de Elasticidad (en psi) de la composición del asfalto a emplearse, es por ello que se requiere conocer la Estabilidad Marshall con la cual partiremos en el monograma para determinar el presente coeficiente estructural requerido. [15]

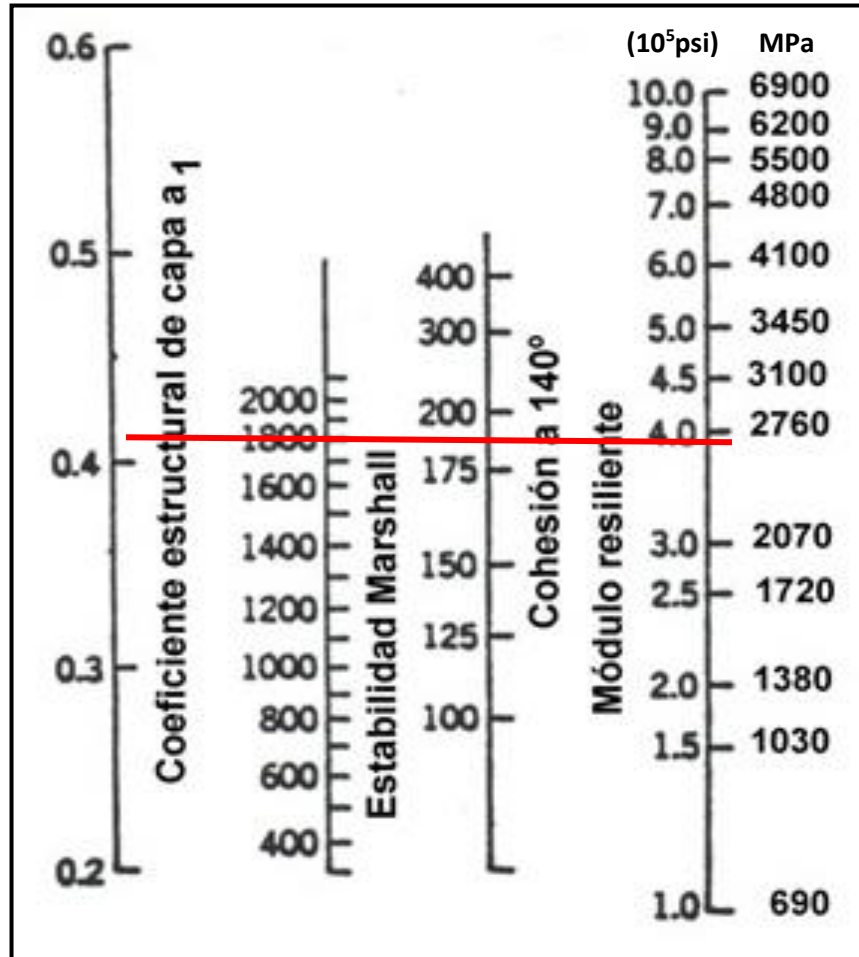
**Cuadro N° 56. Estabilidad Marshall.**

Tipo de Tráfico	Muy Pesados		Pesados		Medio		Liviano	
	Min	Max	Min	Max	Min	Max	Min	Max
<b>Estabilidad Marshall (lb)</b>	2200	-----	1800	-----	1200	-----	1000	2400

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras” MOP-2003

Para el desarrollo del presente proyecto se escogió la Estabilidad Marshall mínima (EM)= 1800lb.

**Gráfico 46. Monograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Carpeta Asfáltica “a1”.**



Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

Con EM mínima se llegó a determinar el coeficiente estructural de la carpeta asfáltica, sin olvidar que se adquiere un error producido por apreciación en la lectura del monograma, los valores son:

- ✓ Coeficiente Estructural **a1= 0.41**
- ✓ Módulo de Resiliencia **Mr= 3.99 E+05 psi.**

Con la obtención de los datos antes mencionados se procede hacer la corrección del valor del coeficiente estructural, para lo cual no apoyaremos en el siguiente cuadro que nos facilita la AASTHO.



**Cuadro N° 57. Módulo Elástico de la Carpeta Asfáltica "a1".**

MÓDULOS DE ELASTICIDAD		Valores de "a1"
Psi	MPa	
225000	1575	0.320
250000	1750	0.330
275000	1925	0.350
300000	2100	0.360
325000	2275	0.375
350000	2450	0.385
375000	2650	0.405
400000	2800	0.420
425000	2975	0.435
450000	3150	0.440

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

**Mr= 399000 psi.**

**Interpolación:**

400000	-----	0.420
-375000	-----	0.405
<hr style="width: 100%;"/>		
25000	-----	0.015
24000	-----	X

$$X = 0.014 \therefore 0.405 + 0.014 = 0.419 \cong \mathbf{0.42}$$

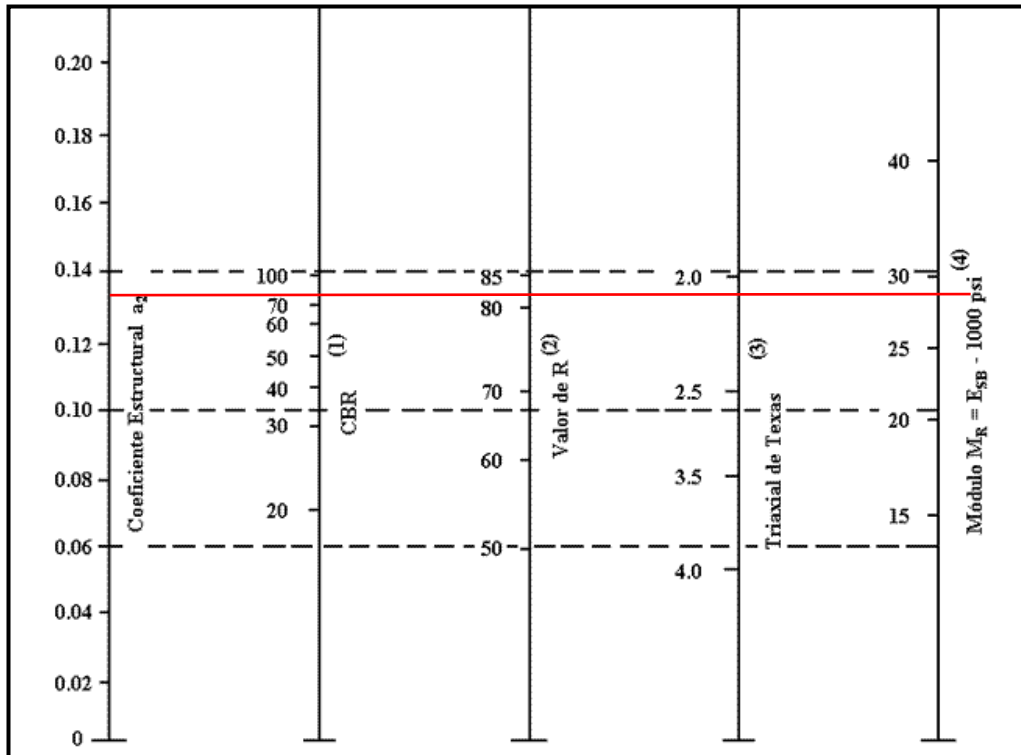
**Resultados:**

- ✓ Coeficiente estructural **a1= 0.42**
- ✓ Módulo de la carpeta asfáltica **Mr= 399000psi.**

→ **Coeficiente estructural de la capa base "a2".**

En [16] menciona que el material granular de la capa Base debe tener un CBR  $\geq 80\%$ , a partir de este dato determinaremos en el monograma el coeficiente estructural para la capa base.

**Gráfico 47. Monograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Capa Base "a2".**



Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

**Cuadro N° 58. Coeficiente estructural de la capa base "a2".**

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

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

**Resultados:**

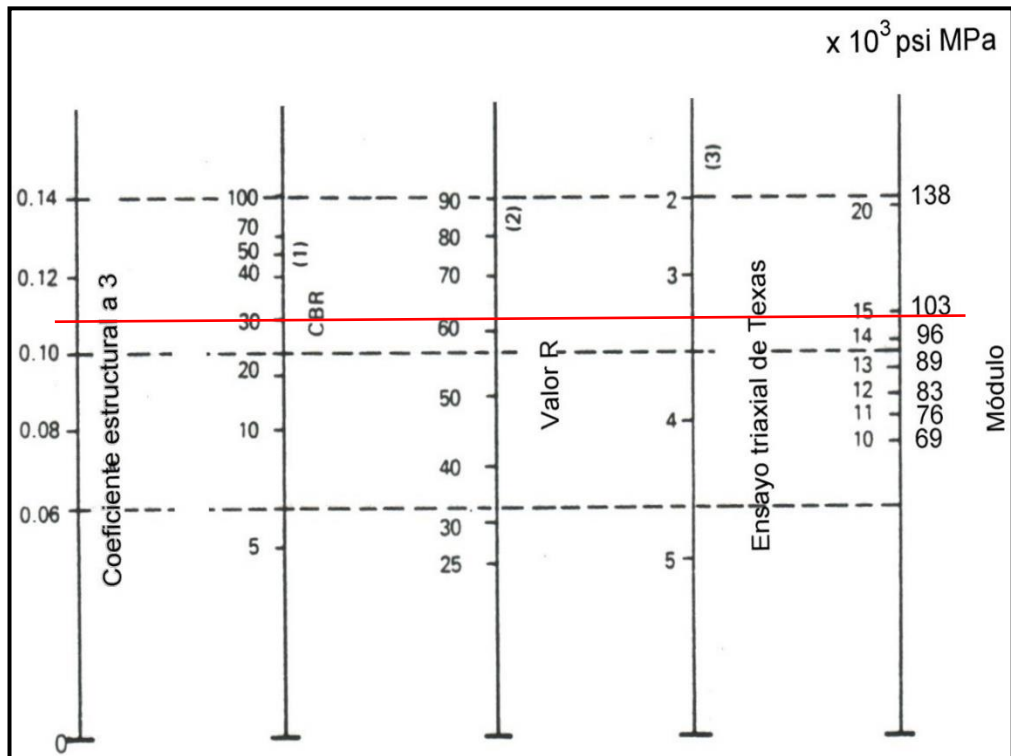
CBR= 80%

- ✓ Coeficiente estructural  $a_2= 0.133$
- ✓ Módulo de la capa base  $M_r= 29000 \text{ psi}$ .

→ **Coeficiente estructural de la sub-base “a3”.**

En [16] menciona que el material granular de la capa de Sub-base debe tener un CBR  $\geq 30\%$ , debido a que esta capa no soporta mayor carga, a partir del CBR procederemos a determinar en el monograma el coeficiente estructural para la capa sub-base.

**Gráfico 48. Monograma para Determinar el Coeficiente Estructural de la Capa Sub-base “a3”.**



Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

**Cuadro N° 59. Coeficiente estructural de la capa sub-base “a3”.**

Sub-base granulada	
CBR %	a3
10	0.08
15	0.09
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
50	0.125
60	0.128
70	0.130
80	0.135
90	0.138
100	0.140

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993.

**Resultados:**

Coeficiente estructural **a3= 0.108**

Módulo de la capa de sub-base **Mr= 14980 psi**

→ **Coeficientes de Drenaje “m2 y m3”.**

El drenaje es uno de los factores importantes dentro del tiempo de vía de una carretera, es así que el agua a ser drenada se define en función del tiempo, período en el cual es eliminada de las capas base y sub-base. [15]

**Cuadro N° 60. Calidad de Drenaje.**

Calidad de Drenaje "m2 y m3"	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993.

La calidad del drenaje de la vía en estudio es tomada como Buena debido a que contará con drenajes alternativos para evacuar las aguas de las capas antes mencionadas de una manera rápida, es decir que el agua será evacuada en 1 día.

**Cuadro N° 61. Coeficientes de Drenaje "m2 y m3".**

Calidad del Drenaje	Porcentaje del Tiempo en que la Estructura de Pavimento está expuesta a nivel de humedad cercana a la Saturación.			
	Menos el 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1.40 – 1.35	1.35 – 1.30	1.30 – 1.20	1.20
Buena	1.35 – 1.25	1.25 – 1.15	1.15 – 1.00	1.00
Regular	1.25 – 1.15	1.15 – 1.05	1.00 – 0.80	0.80
Pobre	1.15 – 1.05	1.05 – 0.80	0.80 – 0.60	0.60
Deficiente	1.05 – 0.95	0.95 – 0.75	0.75 – 0.40	0.40

Fuente: Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento, AASHTO, 1993

La vía en estudio está ubicada en la provincia de Napo, en la región amazónica, el clima es cálido-húmedo con prevalencia de lluvias fuertes, debido a ésta razón más de un 25% de todo el año el pavimento está expuesto a niveles altos de humedad, mismos que pueden llegar a la saturación, por lo tanto el valor de m2 y m3 es igual a 1.00.

→ **Determinación del Número Estructural Requerido “SN”.**

Para determinar el Número Estructural “SN” se utilizó el software de la Ecuación AASHTO 93.

A continuación se presenta el resumen de valores requeridos para proceder al cálculo.

*Cuadro N° 62. Resumen de Variables para el Determinar el “SN”.*

<b>Tipo de pavimento</b>	<b>Flexible</b>
TPDA año 2037	170
Período de Diseño (años)	20
Clasificación de la Vía	IV orden
Servicialidad inicial (PSI inicial)	4.2
Servicialidad final (PSI final)	2.0
CBR de Diseño	9%
Confiabilidad “R”	70%
Desviación normal “Zr”	-0.524
Desviación estándar global “So”	0.45
Módulo de Resiliencia de la Subrasante “Mr”	13500 psi
Módulo de Resiliencia de la Carpeta Asfáltica “Mr”	399000 psi
Módulo de Resiliencia de la Capa Base “Mr”	29000 psi
Módulo de Resiliencia de la Capa Sub-base “Mr”	14980 psi
Ejes Equivalentes $W_{18}$	126249
Coficiente de la Carpeta Asfáltica “a1”	0.42
Coficiente de la Capa Base “a2”	0.133
Coficiente de la Capa Sub-base “a3”	0.108
Coficiente de Drenaje m2 y m3	1.00

Fuente: Autor

**Gráfico 49. Determinación de "SN".**

Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993) por Luis R. Vásquez

**Método AASHTO para el diseño de pavimentos (1993)**

Desarrollado por: Luis Ricardo Vásquez Varela. Ingeniero Civil. Manizales, 2006.

Tipo de pavimento:  Flexible  Rígido

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

Serviciabilidades inicial y final: PSI inicial: 4.2 PSI final: 2

Tránsito de diseño: W18: 126249

Pavimento flexible

Capa	Módulo de elasticidad (psi)	Coefficiente de capa (ai)	Coefficiente de drenaje (mi)	SN necesario	Espesor D (plg.)	Espesor D* (plg.)	SN* dispuesto
1	399000	$\frac{1}{2}E/a?$	0.42	1	$\frac{1}{2}m?$	1.23	2.93 3.0 3.0 1.26
2	29000	$\frac{1}{2}E/a?$	0.133	1	$\frac{1}{2}m?$	1.64	2.86 3.0 4.0 0.53
3	14980	$\frac{1}{2}E/a?$	0.108	1	$\frac{1}{2}m?$	1.71	-0.76 0.0 0.0 0.00
4	13500	MR					1.79 OK 1.72E+005

W18 real: 1.72E+005

Cálculo de W18 para un SN: SN: W18:

Quitar el control de variables

Botones: Diseñar, Ver informe, Salir

Fuente: Luis R. Vasquez, 2006.

Calculado por: Autor

**Resultado:**

**SN= 1.71**

Seguidamente de haber determinado el Número Estructural, se procede a diseñar el sistema de pavimento flexible multicapa.

**Cuadro N° 63. Diseño de Pavimento Flexible.**

DISEÑO DEL REFUERZO METODO AASHTO 1993			
<b>PROYECTO</b> : Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.			
<b>SECCION 1</b> : km 0+000 - km 3+841.11		<b>FECHA</b> : Junio 2017	
<hr/>			
<b>DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :</b>			
<hr/>			
<b>1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES</b>			<b>DATOS</b>
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)			399.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)			29.00
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)			14.98
<hr/>			
<b>2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE</b>			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			1.26E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)			-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			13.50
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
<hr/>			
<b>3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO</b>			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concrete Asfáltico Convencional (a <sub>1</sub> )			0.420
Base granular (a <sub>2</sub> )			0.133
Subbase (a <sub>3</sub> )			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m <sub>2</sub> )			1.00
Subbase (m <sub>3</sub> )			1.00
<hr/>			
<b>DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :</b>			
<hr/>			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN <sub>REQ</sub> )	1.71		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN <sub>CA</sub> )	1.23		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN <sub>BG</sub> )	0.41		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN <sub>SB</sub> )	0.07		
<hr/>			
<b>ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA</b>			
<hr/>			
	TEORICO	PROPUESTA	
		PROPUESTO	Sn (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.4	7.0	1.16
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7.8	10.0	0.52
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	1.6	20.0	0.85
ESPESOR TOTAL (cm)		37.0	2.53
<hr/>			
<b>RESPONSABLE :</b>			
<hr/>			
HOJA DISEÑADA POR:		PABLO GUERRERO AMBATO-ECUADOR	

Fuente: Autor



Una vez realizado los cálculos correspondiente para el diseño de la estructura del pavimento se tiene los siguientes resultados:

➤ **Carpeta Asfáltica, e= 7cm**

Es la mezcla de agregados pétreos con aglomerantes bituminosos, materiales que deben cumplir con los requisitos aquí especificados, los cuales mezclados mediante procedimientos controlados en caliente, darán como resultado un material con propiedades y características definidas. [35]

**Cementos Asfálticos.**- Son residuos de la destilación del petróleo y se caracterizan por permanecer en estado semisólido a la temperatura del ambiente, al ser mezclados con agregados forman el hormigón asfáltico, empleado en pavimentos, en las capas de rodadura o base. [35]

**Agregados pétreos.**- Para los requisitos de la mezcla, se adoptará el método Marshall según AASHTO T45. La porción de agregados minerales gruesos retenida en la malla N° 8 se denominará agregado grueso y se compondrá de piedras o gravas 45 trituradas. La porción de agregados minerales que pasa la malla N° 8 se denominará agregado fino y podrá estar compuesto por arena natural, tamizados de piedra o de una combinación de ambos. La piedra o grava triturada debe ser limpia, compactada y durable, carente de suciedad u otras materias inconvenientes y debe tener un desgaste no mayor de 40% a 500 revoluciones al ensayarse por el método de AASHTO T-96. [35]

En nuestro país el cemento asfáltico que se utiliza es AP-3, ya que es un asfalto tipo medio con un grado de penetración de 80 a 120 décimas de milímetros.

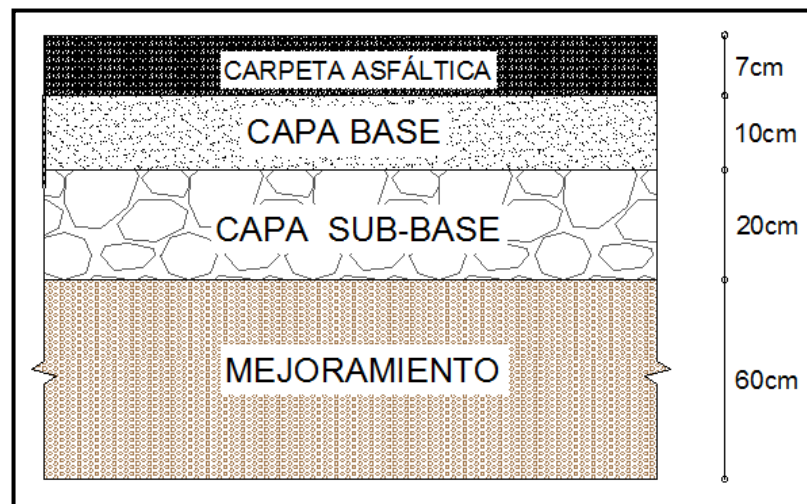
➤ **Base Granular Clase 2, e = 10cm**

Son bases constituidas por fragmentos de roca o grava trituradas, cuya fracción de agregado grueso será triturada al menos el 50% en peso, La piedra o la grava se triturarán con un equipo tal que permita la graduación de los elementos de moltura, de tal modo que se obtengan los tamaños especificados. [16]

➤ **Sub-Base Granular Clase 3, e= 20cm**

Son sub-bases construidas con agregados naturales y procesados, son materiales de características pobres y que incluso pueden ser redondeadas sus partículas. [16]

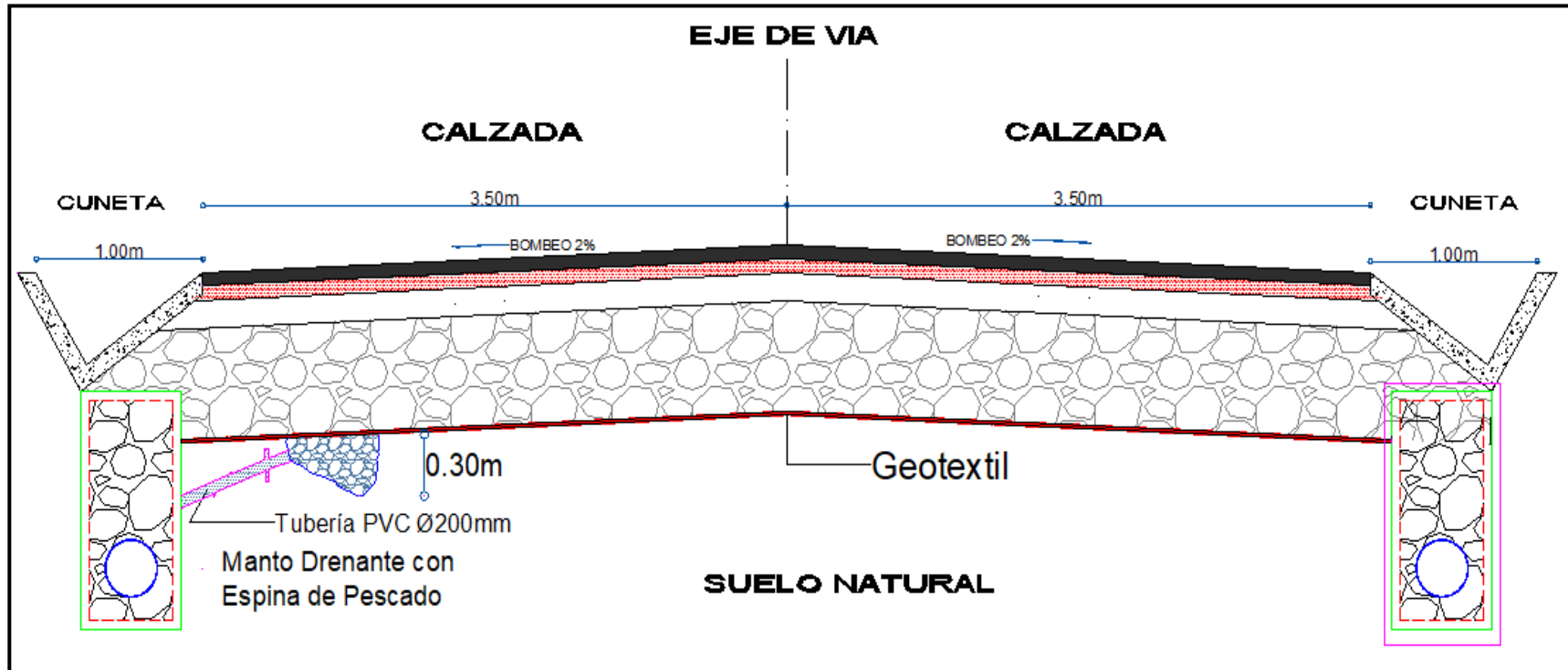
*Gráfico 50. Estructura del Pavimento Flexible.*



Fuente: Autor

En caso que se presente afloramientos de agua durante la excavación de la vía, se colocarán mantos drenantes con espina de pescado cubierto por geotextil entre las capas de suelo natural y el suelo mejorado, las dimensiones dependerá del grado de afloramiento y de la decisión que tomen los constructores en la obra; a continuación se muestra el esquema del corte transversal del drenaje subterráneo:

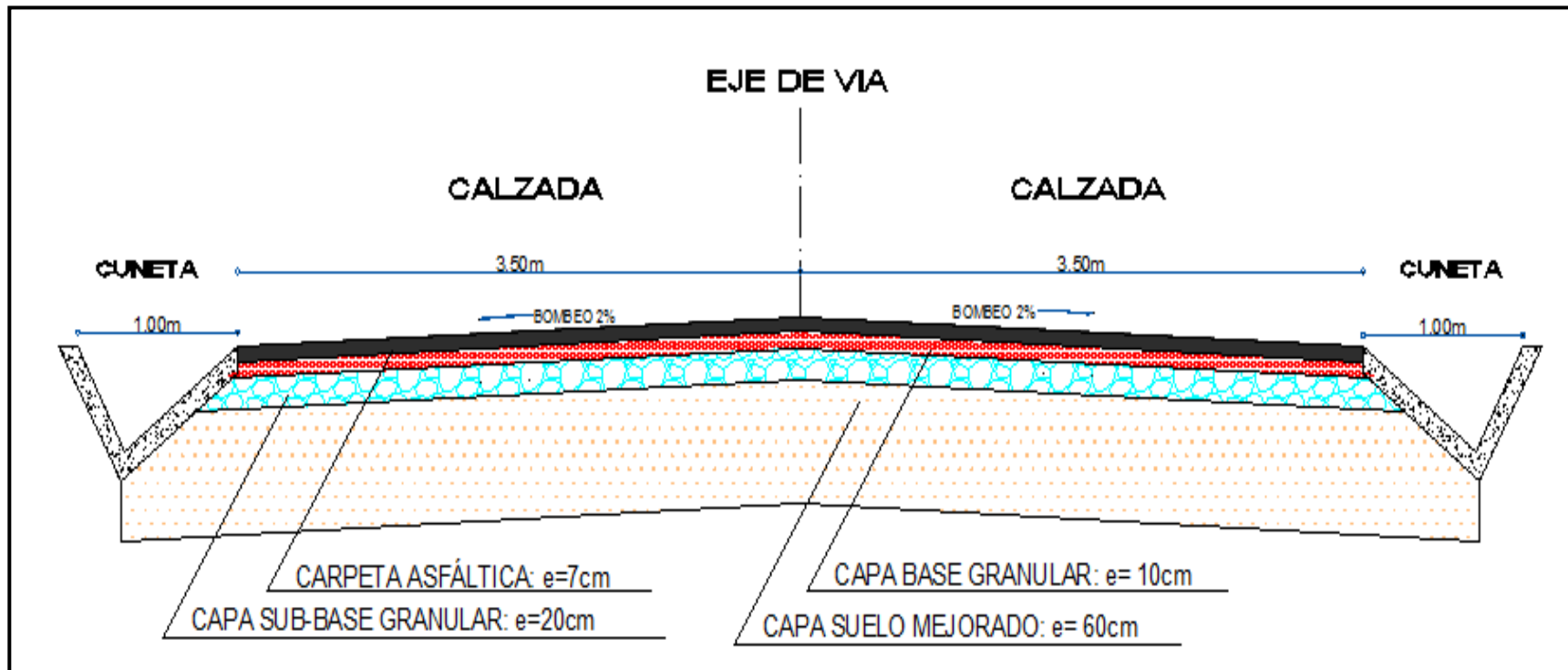
Gráfico 51. Corte Transversal del Drenaje Subterráneo.



Fuente: Autor

### 3.7.3.6. Diseño de la sección Transversal.

Gráfico 52. Sección Transversal de la Vía.



Fuente: Autor

### 3.7.4. Diseño del Sistema de Drenaje.

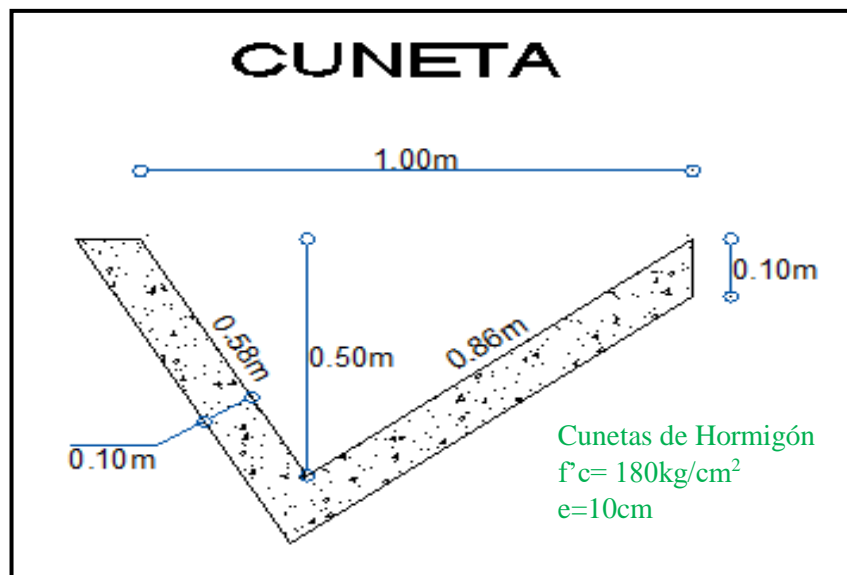
El sistema de drenaje es de suma importancia en la construcción vial, pues permite la evacuación de las aguas superficiales y subterráneas, con un correcto desempeño de los sistemas drenantes se logrará darle mayor vida útil a la estructura de pavimento.

#### 3.7.4.1. Diseño de Cunetas.

Las cunetas son pequeñas zanjas o canales que se construyen a los costados de las vías, recogen el agua que cae sobre la superficie de rodadura, una vez acopiada dicha agua la traslada a un lugar seguro donde no va a causar inundación, las cunetas también sirven como defensa de la vía si se presenta algún derrumbe. [27]

Para el proyecto se escogió una cuneta triangular, revestida de hormigón  $f'c=180\text{kg/cm}^2$ , debido a que su construcción es fácil al igual que su mantenimiento, además se evitará que los vehículos se encaucen, las cunetas realizarán sus descargas en las alcantarillas de alivio.

*Gráfico 53. Dimensiones de Cunetas Asumidas.*



Fuente: Autor

Para el diseño de cunetas debemos tener en cuenta que se basa en el principio de canales abiertos en un flujo uniforme, por lo que aplicaremos la fórmula de Manning y la ecuación de la continuidad.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 3.7.4.1.1})$$

$$Q = A * V \quad (\text{Ec. 3.7.4.1.2})$$

$$R = \frac{A}{P} \quad (\text{Ec. 3.7.4.1.3})$$

Fuente: Manning, 1975.

Donde:

**V:** Velocidad (m/seg).

**n:** coeficiente de rugosidad de Manning.

**J:** Pendiente hidráulica (%).

**Q:** Caudal de Diseño (m<sup>3</sup>/seg).

**A:** Área de la sección (m<sup>2</sup>).

**P:** Perímetro mojado (m).

**R:** Radio hidráulico (m).

**Cuadro N° 64. Coeficiente de Rugosidad de Manning para caudales abiertos.**

TIPO DE RECUBRIMIENTO	n
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15cm de profundidad de agua	0.04
Césped con menos de 15cm de profundidad de agua	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cuneta revestida de hormigón	0.016

Fuente: Manning, 1975.

Se asume **n=0.016**

**Cunetas trabajan con sección llena.**

$$A = \frac{(b * h)}{2}$$

$$A = \frac{(1 * 0.50)}{2}$$

$$A = 0.25m^2$$

**Perímetro mojado:**

$$P = l + l$$

$$P = 0.58 + 0.86$$

$$P = 1.44m$$

**Radio Hidráulico:**

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

$$R = \frac{0.25}{1.44}$$

$$R = 0.1736m$$

**Velocidad:**

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.1736^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 19.45 * J^{\frac{1}{2}}$$

**La velocidad se reemplaza en la ecuación de continuidad:**

$$Q = A * V$$

$$Q = 0.25 * 19.45 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = 4.86 * J^{\frac{1}{2}}$$

A continuación se presenta un cuadro con variaciones de caudales en función de porcentajes de pendientes y de acuerdo a las secciones de diseño planteadas para la cuneta:

**Cuadro N° 65. Caudales admisibles en función de su pendiente.**

<b>J(%)</b>	<b>J</b>	<b>V(m2/s)</b>	<b>Q(m3/s)</b>
0.50	0.01	1.38	0.34
1.00	0.01	1.95	0.49
1.50	0.02	2.38	0.60
2.00	0.02	2.75	0.69
2.50	0.03	3.08	0.77
3.00	0.03	3.37	0.84
3.50	0.04	3.64	0.91
4.00	0.04	3.89	0.97
4.50	0.05	4.13	1.03
5.00	0.05	4.35	1.09
5.50	0.06	4.56	1.14
6.00	0.06	4.76	1.19
6.50	0.07	4.96	1.24
7.00	0.07	5.15	1.29
7.50	0.08	5.33	1.33
8.00	0.08	5.50	1.37
8.50	0.09	5.67	1.42
9.00	0.09	5.84	1.46
9.50	0.10	5.99	1.50
10.00	0.10	6.15	1.54
11.00	0.11	6.45	1.61
12.00	0.12	6.74	1.68
13.00	0.13	7.01	1.75

Fuente: Autor

**Pendiente máxima determinada por el programa CivilCad: J%= 12.0%**

Caudal admisible será igual a:

$$Q_{adm} = 4.86 * 0.12^{\frac{1}{2}}$$

$$Q_{adm} = 1.68m^3/seg$$



- **Cálculo del Caudal máximo probable:**

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

Donde:

**Q:** Caudal máximo esperado (m<sup>3</sup>/s)

**C:** Coeficiente de escurrimiento

**I:** intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

**A:** Número de hectáreas tributarias

- **Determinación del coeficiente de escurrimiento:**

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

Donde:

**C':** Valores de escurrimiento debido a diferentes factores que influyen directamente en la escorrentía.

**Cuadro N° 66. Coeficientes de Escorrentía.**

<b>POR LA TOPOGRAFÍA</b>	<b>C</b>
Plana con pendiente de 0.2 a 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendiente de 3.0 a 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendiente de 30 a 50 m/km	0.1
<b>POR EL TIPO DE SUELO</b>	
Arcilla compacta impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compacto	0.4
<b>POR LA VEGETACIÓN</b>	
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: Módulo de Hidrología, 2011.

Por lo tanto tendremos los siguientes valores:

$$C = 1 - \sum C_{topografia} + C_{suelo} + C_{vegetación}$$

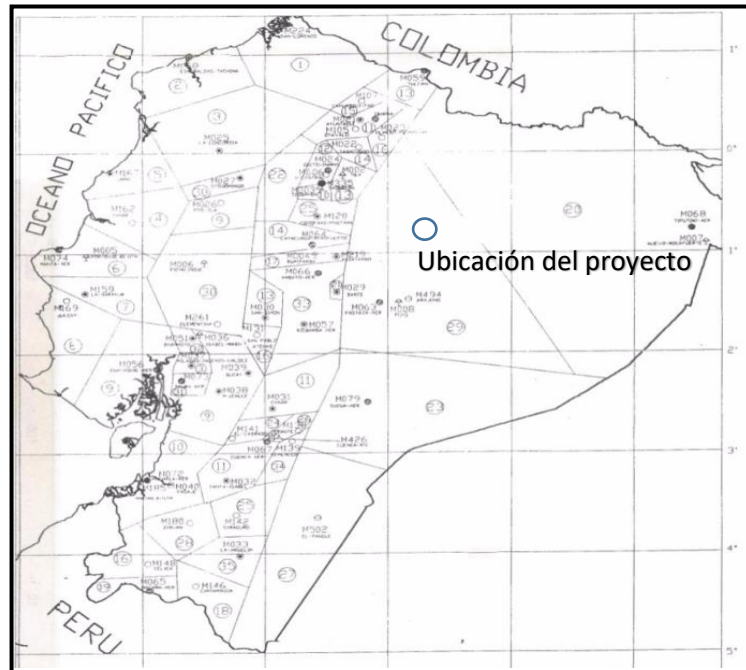
$$C = 1 - (0.2 + 0.2 + 0.2)$$

$$C = 0.4$$

- **Intensidad de precipitación pluvial.**

En el mapa proporcionado por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), el proyecto se encuentra ubicado en la zona 29, como se puede observar en el siguiente gráfico.

**Gráfico 54. Zona de ubicación del Proyecto.**



Fuente: INAMHI, 1999.

De acuerdo al INAMHI el proyecto está ubicado en la isolínea 6 para un período de retorno de 25 años, misma que se puede observar en el grafico siguiente:

**Gráfico 55. Isolíneas de intensidad de precipitación para un  $T_r=25$  años proyecto.**



Fuente: INAMHI, 1999.

A continuación se presentan las siguientes fórmulas para determinar la intensidad de lluvia misma que han sido proporcionadas por el INAMHI en su libro “ESTUDIO DE LLUVIAS INTENSAS” publicado en 1999.

Para una duración de entre 5 y 120 minutos se tiene la siguiente ecuación:

$$I_{TR} = 75.0204 t^{-0.4828} * Id_{TR}$$

Fuente: INAMHI, Estudio de Intensidad de Lluvias, 1999.

Para una duración de entre 120 y 1440 minutos se tiene la siguiente ecuación:

$$I_{TR} = 371.89 t^{-0.8152} * Id_{TR}$$

Fuente: INAMHI, Estudio de Intensidad de Lluvias, 1999.

Donde:

**ITR:** Intensidad de lluvia (mm/h).

**t:** Tiempo de duración (min).

**ITR:** Intensidad de lluvia asociada a un período de retorno.

• **Tiempo de concentración (min).**

Para determinar el tiempo de concentración se utilizó la fórmula de California Culverts Practice; esencialmente es la ecuación de Kirpich, desarrollada para pequeñas cuencas montañosas en California, en nuestro país las cuencas hidrográficas se encuentran ubicadas en zonas altas. [36]

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

$$H = L * i$$

Donde:

tc: Tiempo de concentración (min)

L: Longitud del área de drenaje

H: Desnivel entre el principio de la cuneta y el punto de descarga (m)

i: Pendiente del tramo

✧ **Cálculo del desnivel.**

Datos:

i= 12.0%, pendiente máxima.

L= 920m

$$H = L * i$$

$$H = 920m * 0.12$$

$$H = 110.4m$$

Entonces el tiempo de concentración será igual a:

$$tc = 0.0195 \left( \frac{920^3}{110.4} \right)^{0.385}$$

$$tc = 8.45 \text{ min}$$

Una vez determinado el tiempo de concentración, procedemos a determinar la intensidad de lluvia, para lo cual utilizaremos un software desarrollado por estudiantes de la Universidad Técnica de Ambato, bajo la dirección del Señor Ingeniero Dilón Moya, en el cual se ingresará los datos correspondientes y como resultado obtendremos la intensidad de lluvia a ser utilizada en el proyecto.

**Gráfico 56. Cálculo de Intensidad de lluvia.**

INTENSIDAD

**DATOS**

ZONA: ZONA 29 MAPA

PERIODO DE RETORNO Tr: 25 AÑOS

TIEMPO DE CONCENTRACION (t): 8.45 min

INTENSIDAD (Idtr): 6 mm ISOYETAS

CALCULAR LIMPIAR

RANGOS: t > 5 Y t < 120

ECUACION: ITR= 75.204\*t<sup>-0.4828</sup>\*Idtr

**RESULTADO**

INTENSIDAD (Itr): 161.0296 mm

CERRAR

REALIZADO POR:  
PAUL MOYA  
VICTOR VASCONEZ  
LUIS JIMENEZ

DIRIGIDO POR:  
ING. DILÓN MOYA

Fuente: Moya, P. y otros, 2014

Calculado: Autor

Como intensidad de lluvia **Itr= 161.029mm**.

- **Cálculo de Área de Drenaje para Cuneta en un carril**

Para determinar el área de drenaje debemos considerar el ancho del carril y la longitud máxima entre alcantarillas. [36]

$$A = (\text{Ancho de carril} + \text{ancho de cuneta}) * \text{Long. max entre alcantarillas}$$

$$A = (3.5 + 1.0) * 920$$

$$A = 4140m^2$$

$$A = 0.4140Ha$$

- **Cálculo del Caudal máximo que circulará por la cuneta.**

Datos:

$$C=0.4$$

$$I= 161.029mm/h$$

$$A=0.322Ha$$

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

$$Q = \frac{0.4 * 161.029 * 0.4140}{360}$$

$$Q = 0.074m^3/seg$$

Caudal máximo probable= 0.058m<sup>3</sup>/seg.

Caudal admisible= 1.68 m<sup>3</sup>/seg.

$$A = Q_{adm} > Q_{max}$$

$$A = 1.68m^3/seg > 0.074m^3/seg$$

Comprobado que el caudal admisible es mayor que el caudal máximo que circulará, se puede decir que las dimensiones propuestas son confiables y darán mucha satisfacción a la circulación del agua.

### **3.7.4.2. Diseño de Alcantarillas.**

Existe una alcantarilla en la abscisa 0+940, que proviene de un ojo de agua que se encuentra ubicado a una distancia aproximada de 350m, por lo tanto se llegó a determinar un área de aportación de 1.35Ha.

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

Donde:

**Q:** Caudal máximo esperado (m<sup>3</sup>/s)

**C:** Coeficiente de escurrimiento= 0.40

**I:** intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

**A:** Número de hectáreas tributarias

Se determinó un área de aportación de 1.35Ha proveniente de un ojo de agua ubicada aproximadamente a 350 m.

$$Q = \frac{0.4 * 161.029 * 1.35}{360}$$

$$Q = 0.24m^3/seg$$

Posterior a determinar el caudal asumiremos un valor de velocidad que será igual  $V=0.75m/seg$ , con el fin de prevenir que se produzca sedimentación de agregados u otros elementos.

- **Cálculo del área.**

$$A = \frac{Q}{V}$$

$$A = \frac{0.24m^3/seg}{0.75m/seg}$$

$$A = 0.32m^2$$

- **Cálculo del diámetro de la alcantarilla.**

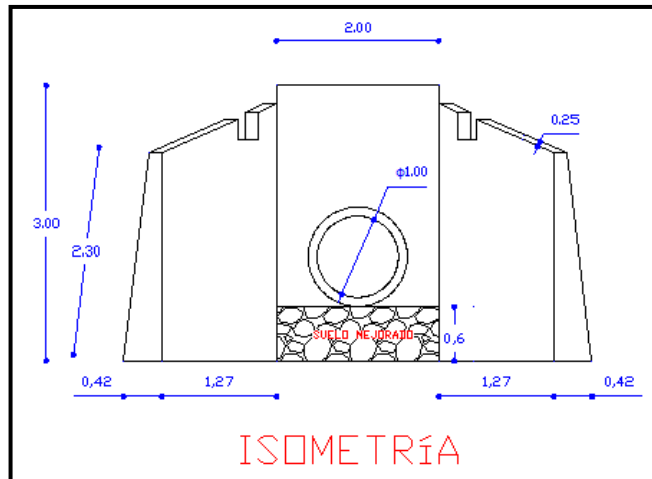
$$D = \sqrt{\frac{A * 4}{\pi}}$$

$$D = \sqrt{\frac{0.32 * 4}{\pi}}$$

$$D = 0.64m$$

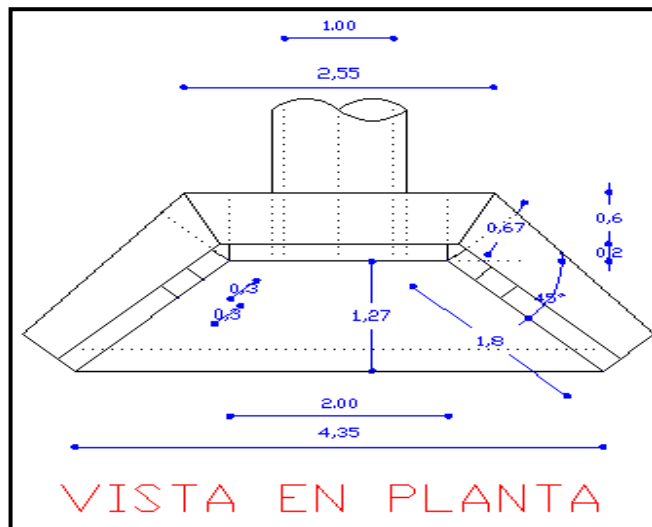
El diámetro calculado es de 0.64m, para realizar un buen mantenimiento y evitar que los elementos que transporta el agua se sedimenten utilizaremos un diámetro de 1.0m, además de la construcción de cabezales y muros de ala.

**Gráfico 57. Vista en elevación del cabezal de alcantarilla.**



Fuente: Autor

**Gráfico 58. Vista en planta del cabezal de alcantarilla.**

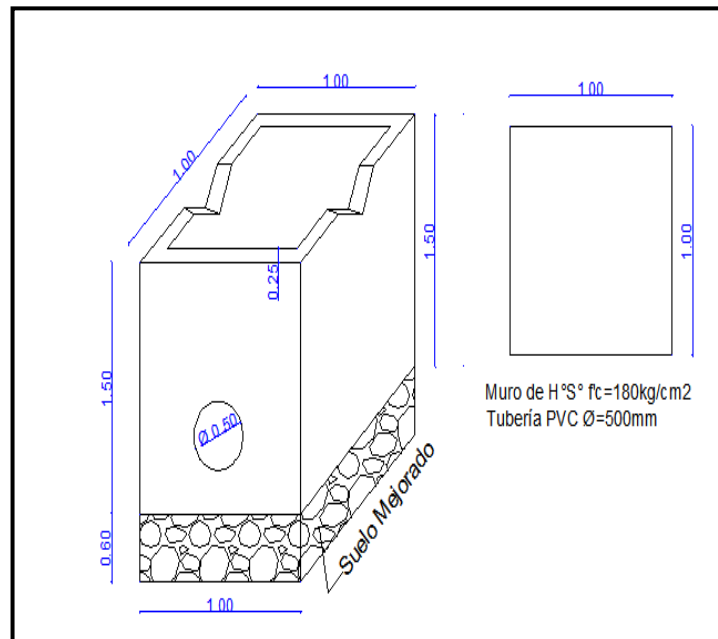


Fuente: Autor

Para el proyecto se propuso ubicar salidas de aguas en las abscisas 0+160, 1+810, 2+730 y 3+620, ya que no existen más aportaciones de aguas provenientes de cuencas.



**Gráfico 59. Caja de recolección de agua para drenaje de cunetas.**



Fuente: Autor

### **3.7.4.3. Obras de Drenaje Complementarias**

En este proyecto se construirán subdrenes que permita la evacuación de aguas subterráneas, así como la evacuación de las aguas que provienen de los taludes, mismos que se detallan a continuación:

#### **a) Material granular del suelo mejorado:**

El material granular colocado como mejoramiento de la subrasante nos ayudará a desalojar el agua proveniente de la filtración de la capa de rodadura, debido a que el tamaño de partículas posee una buena granulometría correspondiente para este tipo de mejoramiento, el agua fluirá por los vacíos existentes en dicha capa.

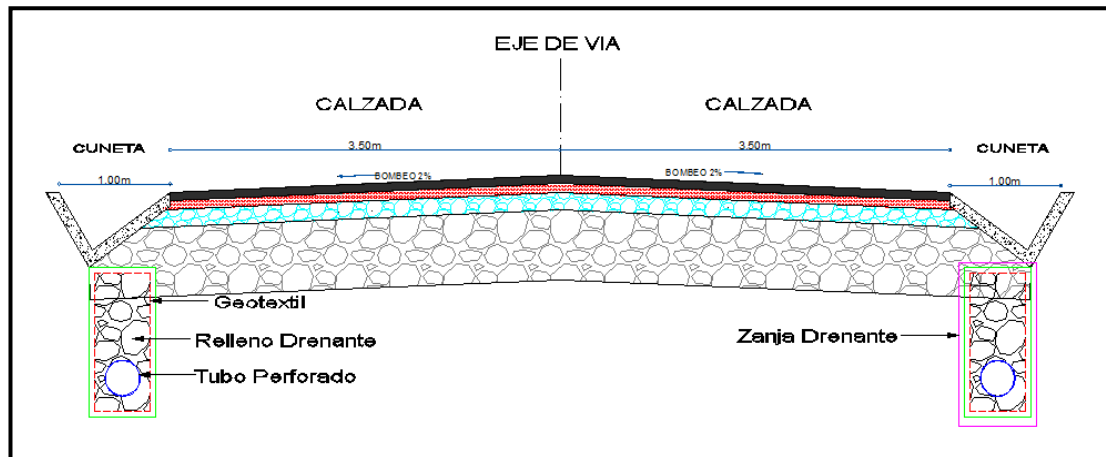
#### **b) Zanja Drenante:**

Se ha propuesto la construcción de una Zanja Drenante, la cual está conformada por tubería PVC perforada de 30cm de diámetro. La zanja contendrá material permeable cubierto con geotextil de tipo no tejido el cual generará un filtro que evite el arrastre de suelos. El dren se aislara de las aguas superficiales cubriéndolo en su parte superior

de material impermeable. La velocidad con la que circulará el agua en este sistema está en un rango de 0.7 y 4m/segundo.

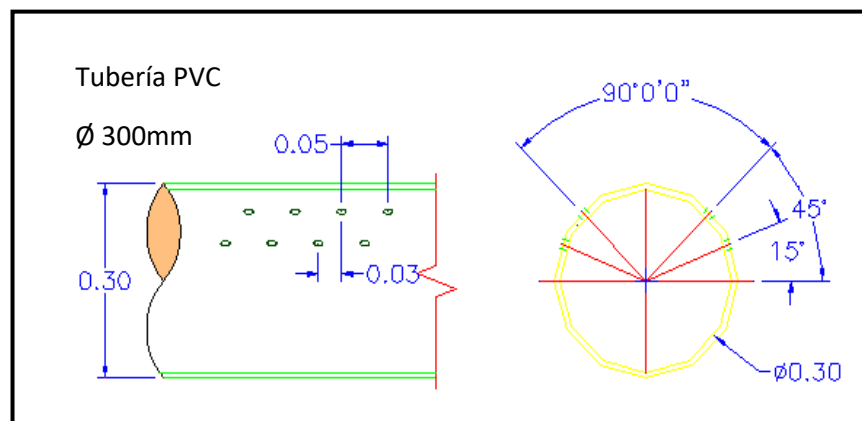
A continuación se presenta el diseño de la Zanja Drenante:

**Gráfico 60. Sección Transversal con Zanja Drenante.**



Fuente: Autor

**Gráfico 61. Detalle de Tubería PVC para Zanja Drenante.**



Fuente: Autor

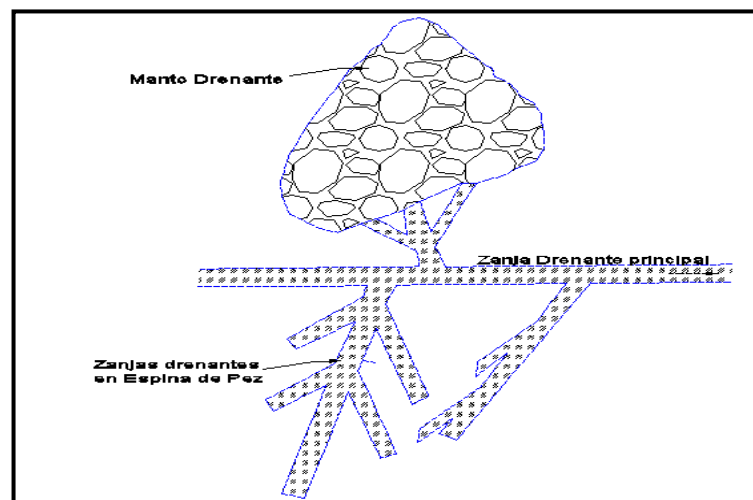
### c) Dren Subterráneo Manto Drenante con Espina de Pescado.

Este tipo de drenes será colocado en zonas en que se encuentren afloramientos o aguas estancadas por la falta de permeabilidad del suelo, mismos que se colocarán entre las capas de terreno natural y la subrasante (suelo mejorado). El Manto Drenante tendrá un espesor mínimo de 30cm habiendo de localizar la línea de saturación por lo menos

10cm bajo su cota superior, mismo que estará conectado con el dren espina de pescado mediante tubería PVC de 200mm, sobre estos se colocará una protección de un geotextil no tejido.

En el grafico siguiente se muestra un modelo de la combinación entre el manto Drenante y la espina de pescado.

**Gráfico 62. Manto Drenante y Espina de Pescado**



Fuente: Autor

El área del manto dependerá de la zona a drenar, esta puede ser mínima cuando se presente una captación aislada o puede ser grande cuando se trate de cubrir toda la vaguada. El Manto Drenante deberá estar provisto de tubería drenante hacia colectores, es por ello la combinación con el dren espina de pescado.

#### **d) Geotextil**

El geotextil no tejido será colocado sobre el terreno natural, el cual tendrá las siguientes funciones: separar, filtrar, drenar, reforzar y proteger, impidiendo el lavado de partículas mejorando de esta manera la estabilidad y la durabilidad de la construcción vial.

### 3.8. Señales de Tránsito.

Las señales de tránsito nos permiten informar, advertir, reglamentar y regular el movimiento vehicular y peatonal.

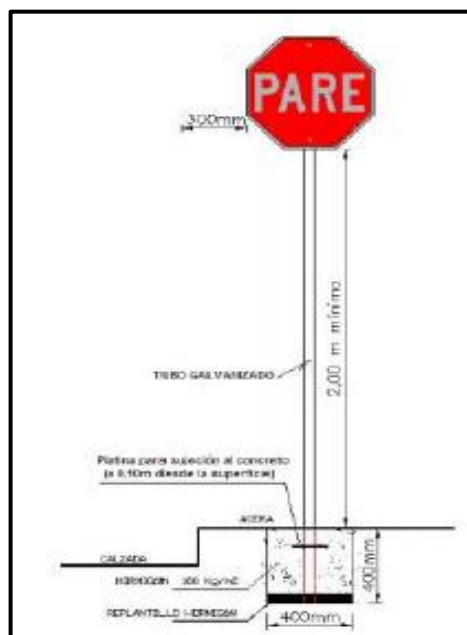
Condiciones generales para la colocación de una Señal Vial

- ✓ Ser necesaria; es decir, que responda a los requerimientos concretos y reales.
- ✓ Ser visible y llamar la atención, durante el día y la noche.
- ✓ Ser legible y fácil de entender.
- ✓ No deben contener mensajes de publicidad o imágenes corporativas.
- ✓ Deben estar ubicadas a una distancia considerable, que permita al usuario tomar decisiones con antelación.
- ✓ Infundir respeto; esto se logra con un mensaje claro y coherente.
- ✓ Ser creíble, es decir, con mensajes muy acordes con la situación que va enfrentando el usuario. [37]

#### 3.8.1. Señales verticales.

La señalización vertical se entiende como un medio de comunicación con los usuarios, cuyo fin es entregar información de orden geográfico, turístico, cultural y de servicios, además de las condiciones de la misma ruta. [37]

**Gráfico 63. Dimensiones de Señalización Vertical.**



Fuente: INEN, 2011

→ **Clasificación De Las Señales Verticales De Tránsito**

De acuerdo a su función se divide en las siguientes:

➤ **Señales Regulatorias (Código R)**


Permite informar a los usuarios de las vías, acerca de las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su incumplimiento será sancionado según la ley de tránsito. [37]

→ **Clasificación**

En relación a su función se dividen:


- R1 Serie de prioridad de paso
- R2 Serie de movimiento y dirección
- R3 Serie de restricción de circulación
- R4 Serie de límites máximos
- R5 Serie de estacionamientos
- R6 Serie de placas complementarias
- R7 Serie miscelánea

*Gráfico 64. Señales Verticales Regulatorias.*



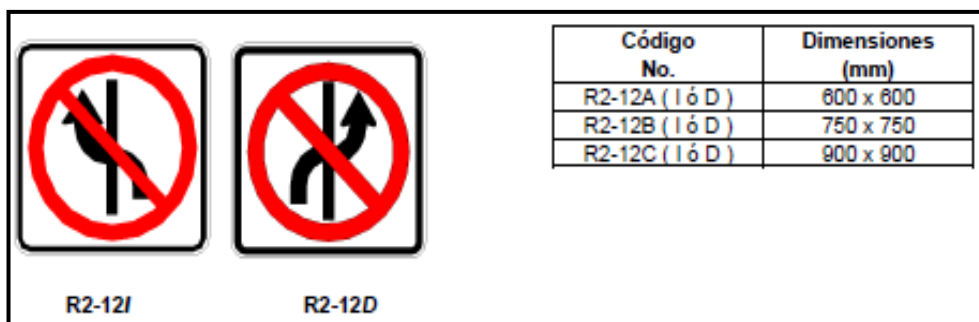
Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca

R1 - 1



Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	180 En	140 Da

R1-2



Fuente: INEN, 2011

### ➤ Señales Preventivas (Advertencia de peligro)

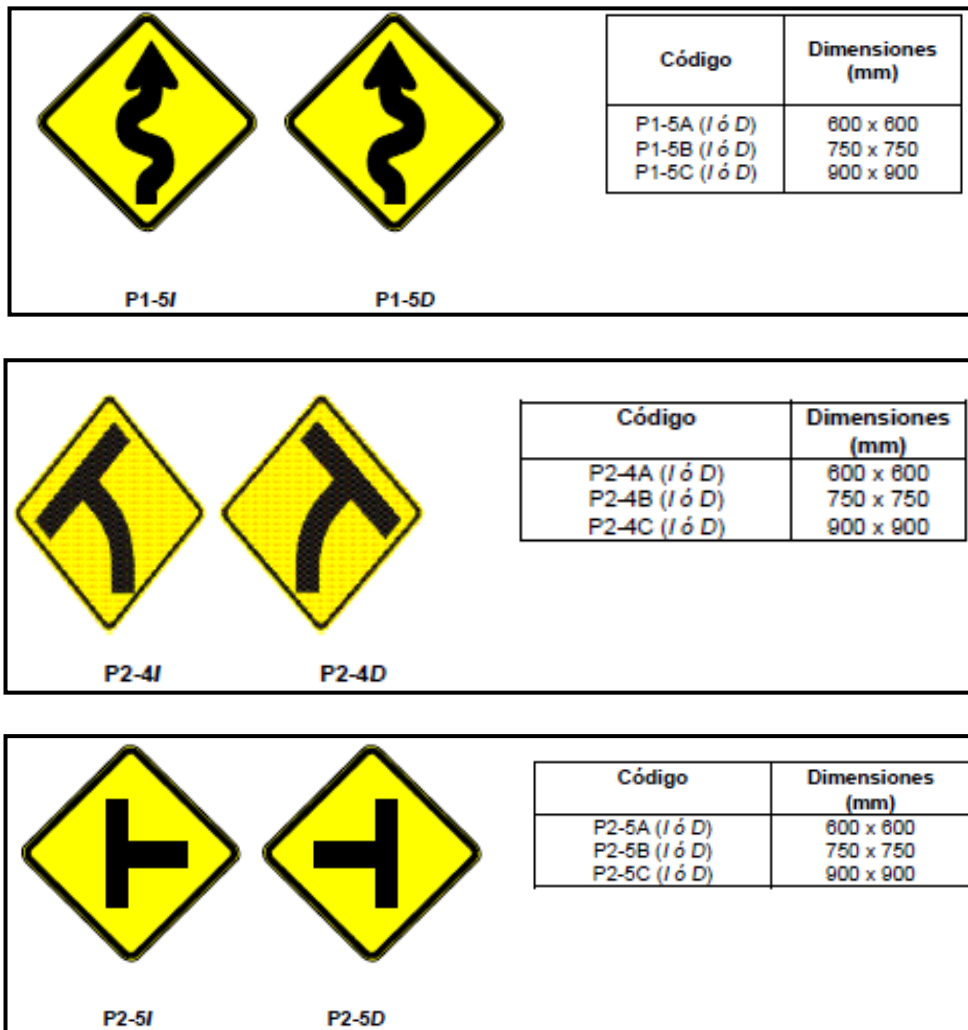
Como su nombre lo indica tienen la función de alertar a los usuarios acerca de la existencia y naturaleza de riesgos que se encuentran en la vía o en sus zonas adyacentes, sean estas de forma permanente o temporal. [37]

#### → Clasificación

De acuerdo a su función se dividen en:

- P1 Serie de alineamiento
- P2 Serie de intersecciones y empalmes
- P3 Serie de aproximación a dispositivos de control de tránsito
- P4 Serie de anchos, alturas, largos y pesos
- P5 Serie de asignación de carriles
- P6 Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía
- P7 Serie peatonal
- P8 Serie complementaria

Gráfico 65. Señales Verticales Preventivas.



Fuente: INEN, 2011

### ➤ Señales Informativas

Son aquellas que tienen como finalidad guiar a los usuarios y entregarles la información suficiente para que puedan llegar a sus destinos de forma segura, simple y directa. Otra de sus funciones es comunicar la distancias a ciudades y localidades, kilometrajes de rutas, nombres de calles, servicios al usuario, etc. [37]

Funciones que justifican una señal informativa tenemos:

- Intersecciones con otras vías
- Carriles apropiados para cada destino
- Direcciones hacia destinos, calles y rutas.

- Inicio de salida a otras vías.
- Distancias a que se encuentran los destinos.
- Nombres de rutas y calles.
- Servicios y lugares de atractivo turístico, social o cultural existentes en las inmediaciones de la vía.
- Nombres de ciudades, ríos, puentes, calles, parques, lugares históricos y otros.

→ **Clasificación**

De acuerdo a su función se dividen en:

- I1 Señales de información de guía
- I2 Señales de información de servicios
- I3 Señales de información misceláneos

*Gráfico 66. Señales Verticales Informativas.*



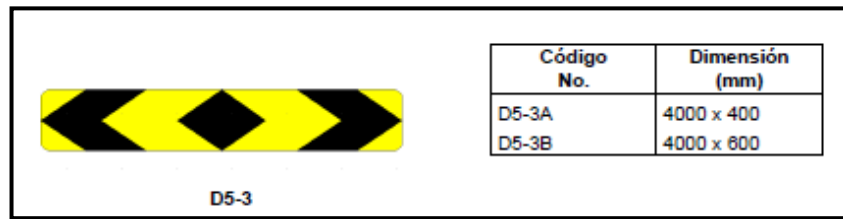
Fuente: INEN, 2011

➤ **Señales Especiales Delineadoras (Código D)**

Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía o una obstrucción de la misma. [38]



**Gráfico 67. Señales Verticales Delineadoras.**

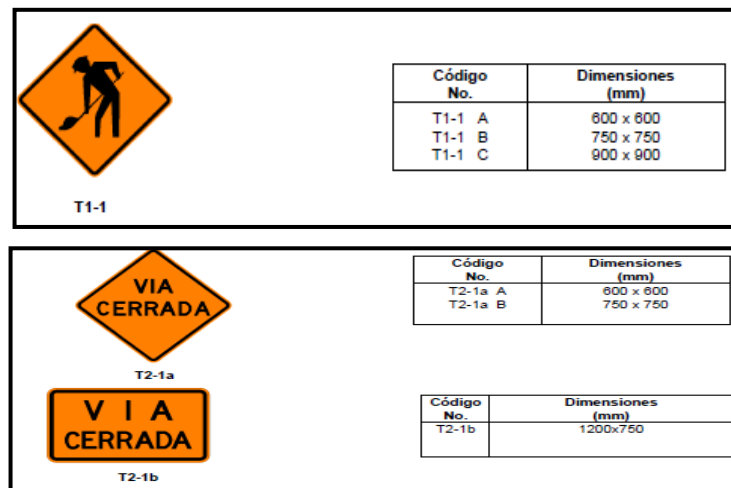


Fuente: INEN, 2011

➤ **Señales para Trabajos en la vía y Propósitos Especiales (Código T)**

Son aquellas que advierten y guían a los usuarios sobre la existencia de sitios de trabajo en las vías y aceras. También alertan sobre condiciones temporales y peligrosas de la misma. [38]

**Gráfico 68. Señales Verticales para Trabajos en la Vía.**



Fuente: INEN, 2011

→ **Señales Verticales Especiales**

Existen dos tipos de señales especiales y corresponde a:

- **Señales de Alta Retrorreflectividad:** presenta un nivel de retrorreflectividad tipo XI, por lo tanto brindan una mayor visibilidad nocturna y una alta brillantez en distancias cortas y con grandes ángulos de entrada. [37]
- **Señales Fluorescentes:** por su capacidad de absorber la luz solar de onda corta y devolverla como onda larga, proporciona mayor visibilidad y brillantez

durante el día. Además es altamente recomendada para condiciones climáticas adversas y en horarios nocturnos. [37]

### **3.8.2. Señales Horizontales.**

Se emplea para regular la circulación y advertir a los usuarios de la vía, todo esto le da un valor indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. [39]

#### **→ Condiciones Generales:**

- ✓ Debe ser necesaria.
- ✓ Debe ser visible y llamar la atención.
- ✓ Debe ser legible y fácil de entender.
- ✓ Debe dar tiempo necesario al usuario para responder adecuadamente.
- ✓ Debe infundir respeto.
- ✓ Debe ser creíble. [39]

La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos de espesor para su aplicación. [39]

MINIMO DE ZONA URBANA	300 (micras) en seco
MINIMO ZONA RURAL	250 (micras) en seco

#### **→ Ubicación.**

La señalización debe permitir al usuario ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, y así cumpla los siguientes objetivos:

- a) Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización.
- b) Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante. [39]

#### **→ Dimensiones.**

Estas dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubican. En el siguiente cuadro se muestran las tolerancias aceptadas. [39]

**Cuadro N° 67. Tolerancias máximas en las dimensiones de señalización.**

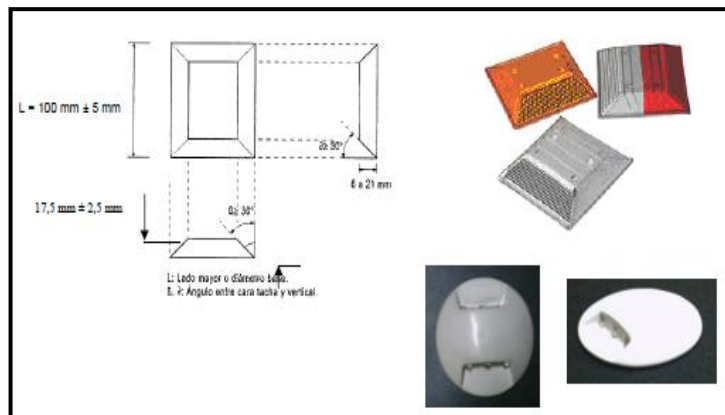
Dimensión	Tolerancia Permitida
Ancho de una línea	± 3%
Largo de una línea segmentada	± 5%
Dimensiones de símbolos y letras	± 5%
Separación entre líneas adyacentes	± 5%

Fuente: INEN, 2011

→ **Dispositivos Complementarios (Demarcadores)**

Son plásticos de alta densidad, cerámicos, hormigón o metálicos, hechos de material retroreflectivo y fosforescente. Dentro sus dimensiones su lado mayor o el diámetro de su base, deber ser de 100mm con tolerancia de ± 5 mm; con altura de 17,5 mm con tolerancia de ± 2,5mm. Sus caras no deben formar un ángulo mayor a 60° con la horizontal. [39]

**Gráfico 69. Demarcadores (Ojos de gato, tacha).**



Fuente: INEN, 2011

→ **Retroreflexión**

Deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática, por ello se construirán con materiales como micro-esferas de vidrio. [39]

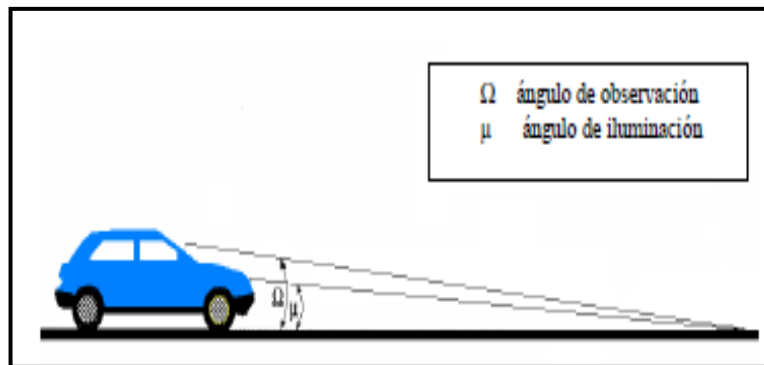
**Cuadro N° 68. Niveles mínimos de retrorreflexión en pinturas sobre pavimento (mcd/lux-m<sup>2</sup>).**

Visibilidad	Ángulos		Colores	
	Iluminación	Observación	Blanco	Amarillo
<b>A 15.00 m</b>	3.5°	4.5°	150	95
<b>A 30.00 m</b>	1.24°	2.29°	150	70

Fuente: INEN, 2011

Tratándose de señalización complementaria la superficie retrorreflectante debe ser siempre de al menos 10cm<sup>2</sup>. [39]

**Gráfico 70. Ángulo de Observación y Ángulo de Iluminación.**



Fuente: INEN, 2011

**Las señales horizontales tiene la siguiente clasificación:**

➤ **Según su forma:**

### **Líneas Longitudinales**

Son empleadas para determinar carriles y calzadas; también informan zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas con prohibición de estacionar, por último indican carriles de uso exclusivo de ciertos tipos de vehículos. [39]

Se consideran los siguientes tipos:

- Líneas de separación de flujos opuestos.
- Líneas de separación de carriles.
- Líneas de borde de calzada.
- Líneas de prohibición de estacionamiento.
- Líneas de transición (reducción o ampliación de carriles). [37]

→ **Características**

**Forma:** Las líneas longitudinales pueden ser continuas, segmentadas y en zig zag. Las primeras y zigzag indican sectores donde está prohibido estacionar o efectuar las maniobras de rebasamiento y giros, y las segmentadas, donde dichas maniobras están permitidas. [39]

**Color:** los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinal deben cumplir lo siguiente:

**1.- Líneas amarillas definen:**

- ✓ Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
- ✓ Restricciones.
- ✓ Borde izquierdo de la vía ( en caso de tener parterre)

**2.- Líneas blancas definen:**

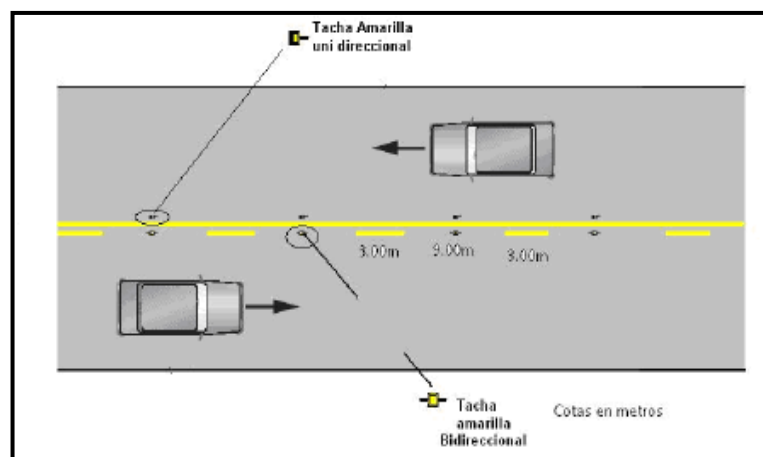
- ✓ La separación de flujos de tránsito en la misma dirección.
- ✓ Borde derecho de la vía (Berma).
- ✓ Zonas de estacionamiento.
- ✓ Proximidad a un cruce cebra.

**3.- Línea azul definen:**

- ✓ Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Dimensiones: el ancho mínimo de una línea es de 100mm y máximo de 150mm.

**Gráfico 71. Líneas Longitudinales.**



Fuente: INEN, 2011

## Líneas Transversales

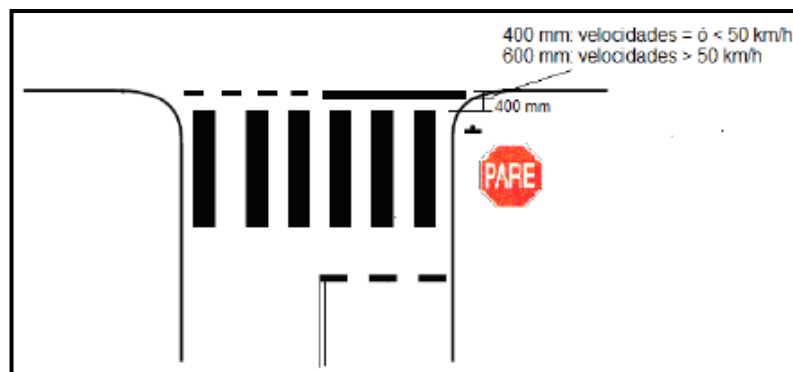
Son utilizadas especialmente en cruces para informar lugares ante los cuales los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas para los peatones o bicicletas. [39]

Se consideran dos sub grupos genéricos: [37]

- Líneas de pare.
- Líneas de ceda el paso.
- Líneas de detención.
- Líneas de cruce.
- Líneas de logarítmicas.

Las cuales pueden ser de tipo continuas o discontinuas.

*Gráfico 72. Líneas Transversales.*

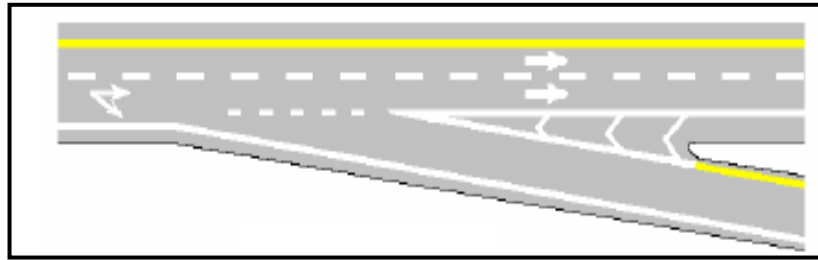


Fuente: INEN, 2011

## Símbolos y Leyendas

Son utilizados para guiar, advertir y regular la circulación. Se incluyen en este tipo de señalización: flechas, triángulos ceda el paso y leyendas como: pare, bus, carril exclusivo, solo trole, taxis, parada bus, etc. [39]

**Gráfico 73. Símbolos y Leyendas.**



Fuente: INEN, 2011

**Otras señalizaciones:** como chevrones, etc.



### Según su Altura

Son aquellas de más de 6mm y hasta 200mm de altura, utilizadas para complementar la señalización horizontal; ya que, al encontrarse elevada aumenta su visibilidad, especialmente al ser iluminada por la luz proveniente de los focos de los vehículos, aún en condiciones de lluvia. [37]

### 3.9. Medidas Ambientales

Se conoce como medidas ambientales a las acciones que se concibe para corregir los impactos o efectos ambientales negativos que produce la construcción de una obra ingenieril.

#### 3.9.1. Ficha Ambiental

	<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</p> 
<p>Proyecto de Estudio</p>	<p>Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.</p>

Ubicación	Provincia: Napo Cantón: Archidona Parroquia: Cotundo
Realizado por	Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui
Tipo de Proyecto	Vialidad y Transporte
Auspiciado por	Gobierno Autónomo Descentralizado de Cotundo.
Nivel de los Estudios Técnicos del Proyecto	Definitivo
Categoría del Proyecto	Ampliación y/o Mejoramiento
<b>UBICACIÓN DEL PROYECTO</b>	
Región Geográfica	Oriente
Coordenadas	Punto Inicial (GAD COTUNDO) Latitud: 0°50'29.64"S Longitud: 77°47'46.44"O Punto Final (Comunidad 5 de Octubre) Latitud: 0°49'12.49"S Longitud: 77°48'51.55"O
<b>CLIMA</b>	
Temperatura	Cálido-Húmedo con medidas anuales: mínima y máxima 18° a 30°C. (Fuente: ASIS 2016)
<b>GEOLOGÍA, GEOMORFOLOGÍA Y SUELOS</b>	
Ocupación Actual del Área de Influencia	Asentamientos humanos, áreas agrícolas, bosques naturales.
Pendiente del Suelo	Ondulado - Montañoso
Tipo de Suelo	Limo - Arcilloso
Calidad del Suelo	Saturado
Permeabilidad del Suelo	Baja (el agua queda retenida en el charco)
Condiciones de Drenaje	Mala
<b>HIDROLOGÍA</b>	
Fuente	Agua Superficial
Nivel Freático	Alto
Precipitaciones	Altas



<b>FLORA</b>	
Tipo de Ecosistema	Bosque Pluvial
Tipo de Cobertura Vegetal	Bosques y Cultivos
Importancia de la Cobertura Vegetal	Común del Sector
Usos de la Vegetación	Alimenticio, Medicinal
<b>FAUNA</b>	
Tipología	Común en el lugar
<b>MEDIO SOCIAL</b>	
Nivel de Consolidación del Área de Influencia	Rural
Características Étnicas de la Población	Indígenas y Mestizos
Tamaño de la Población	6.800 habitantes (Fuente: ASIS 2016)

Fuente: Autor

### **3.10. Especificaciones Técnicas**

Para la ejecución del proyecto nos basaremos en las siguientes normativas, las cuales contiene especificaciones técnicas de proyectos viales, utilizados en nuestro país.

- Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, Ministerio de Transporte y Obras Públicas 001-F-2003 (MOP).
- Normas de Diseño Geométrico de Carreteras del Ministerio de Obras Públicas (MOP-2003).
- Procedimientos de Operación y Seguridad Vial. Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-2012).
- American Assotiation of State Highway and Trasportation Officials (AASHTO 1993), Guía para el Diseño de Estructuras de Pavimento.
- Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI), 1999.
- Estudio Viales y Diseños Viales de la Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-2012).

- Normas del Instituto Ecuatoriano de Normalización (INEN) para Señalización Horizontal y Vertical, 2011.

### 3.11. Cálculo de volúmenes de obra para el Proyecto.

Los rubros que serán utilizados en este proyecto son detallados a continuación.

✓ **Desbroce, desbosque y limpieza**

Unidad de medida: Ha

Longitud total de la vía (m)= 3841.11

Ancho de faja= 20m

Total= 7.6822 Ha

✓ **Replanteo y nivelación**

Unidad de medida: km

Longitud total de la vía (m)= 3841.11

✓ **Acabado de la obra básica**

Unidad de medida: (m<sup>2</sup>)

Ancho total de la calzada (m): 7.00m

Longitud total de la vía (m): 3841.11m

Área total (m<sup>2</sup>): 26887.77m<sup>2</sup>

✓ **Geotextil no tejido 2000:** material sintético que nos ayudará a mejorar las condiciones del suelo.

Unidad de medida: (m<sup>2</sup>)

Ancho promedio (m): 7.00m

Longitud total de la vía (m): 3841.11m

Área total (m<sup>2</sup>): 26887.77m<sup>2</sup>

✓ **Geomalla BX-1100:** material sintético que nos ayudará a mejorar las condiciones del suelo.

Unidad de medida: (m<sup>2</sup>)

Ancho promedio (m): 7.00m

Longitud total de la vía (m): 3841.11m

Área total (m<sup>2</sup>): 26887.77m<sup>2</sup>

- ✓ **Excavación sin clasificación incluye desalojo:** movimiento de tierra en corte, su valor está determinado en base al diseño planteado, el valor es determinado en el software CivilCad.

Unidad de medida: (m<sup>3</sup>)

Volumen total (m<sup>3</sup>): 31997.32m<sup>3</sup>

- ✓ **Limpieza de derrumbes:** para este se rubro se ha considerado un 10% del volumen de la excavación sin clasificar.

Unidad de medida: (m<sup>3</sup>)

Volumen Total (m<sup>3</sup>): 3199.732m<sup>3</sup>

- ✓ **Mejoramiento de Subrasante con suelo seleccionado, incluido transporte:**

Unidad de medida: (m<sup>3</sup>)

Volumen software (m<sup>3</sup>): 18865.08m<sup>3</sup>

- ✓ **Sub Base clase III:** el valor es determinado en el software CivilCad.

Unidad de medida: (m<sup>3</sup>)

Volumen software (m<sup>3</sup>): 6051.40m<sup>3</sup>

- ✓ **Base II:** el valor es determinado en el software CivilCad.

Unidad de medida: (m<sup>3</sup>)

Volumen software (m<sup>3</sup>): 4227.54m<sup>3</sup>

- ✓ **Asfalto RC-250, para imprimación**

Unidad de medida: lt.

Área de imprimación: 3841.11m\*7m= 26887.77m<sup>2</sup>

Por motivo de cuantificación en campo se utiliza como

Factor de mayoración: 1.10

Área total de imprimación: 29576.55m<sup>2</sup>

Rendimiento: 1.5lt/m<sup>2</sup>

Volumen total (lt): 44364.82lts.

- ✓ **Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e= 7cm, determina en CivilCad.**

Unidad de medida: (m<sup>2</sup>)

Volumen de software: 26887.77m<sup>2</sup>

- ✓ **Excavación para zanja drenante.**

Unidad de medida: (m<sup>3</sup>)

Longitud de la vía (m): 3841.11m

Ancho de Excavación (m):1.0m

Profundidad (m):2.00m

Números de zanjas: 2

Volumen total: Long. Vía\* ancho excavación \* profundidad\*# de cunetas

Volumen total (m<sup>3</sup>): 3841.11m\*1m\*2m\*2

Volumen total (m<sup>3</sup>): 15364.44m<sup>3</sup>

- ✓ **Sub-Drenes tubería PVC Ø200mm perforada.**

Unidad de medida: ml

Longitud total: 300m

- ✓ **Material granular filtrante para zanja drenante.**

Unidad de medida: m<sup>3</sup>

Longitud de la vía (m): 3841.11

Ancho de la zanja (m): 1m

Profundidad (m): 2.0m

Volumen de la tubería (m<sup>3</sup>): 2304.66m<sup>3</sup>

Volumen total (m<sup>3</sup>): 13059.77m<sup>3</sup>

- ✓ **Tubería PVC Ø300mm para zanja drenante.**

Unidad de medida (ml)

Longitud de la vía (m): 3841.11m

Número de zanjas: 2

Longitud total de tubería PVC Ø300mm (ml): 7682.22ml

- ✓ **Tubería de acero corrugado para alcantarilla y paso de agua Ø 1000mm de 2mm de espesor.**

Unidad de medida: ml

Longitud total de tubería: 59ml

- ✓ **Cunetas tipo V (Hormigón f' c=180kg/cm), e=10cm y a=100cm.**

Unidad de medida: ml

Longitud total de la vía (m): 3841.11m

Número de cunetas: 2

$L_c = \text{Long. Vía} * \# \text{de cunetas}$

$L_c = 3841.11 * 2$

$L_c = 7682.22 \text{ml}$

- ✓ **Hormigón simple f' c=210 kg/cm<sup>2</sup> para cabezales de entra y de salida.**

Unidad de medida: m<sup>3</sup>

Volumen total: 59m<sup>3</sup>

- ✓ **Acero de refuerzo:** se lo utilizará para la construcción de cajas recolectoras y cabezales de alcantarillas.

Unidad de medida: kg

Volumen aproximado de acero de refuerzo: 54kg

- ✓ **Señalización horizontal, e=10cm incluye micor-esferas.**

Unidad de medida: ml

Longitud de la vía (m): 3841.11m

Número de líneas: 3

Longitud total: 11523.33ml

- ✓ **Señalización preventiva (0.75 m x 0.75m):** instaladas a un costado de la vía para la prevención de accidentes.

Unidad de medida: u

Números de señales: 22

✓ **Señalización informativa al lado de la carretera (2.40m x 1.80m)**

Unidad de medida: u

Números de señales: 5

### 3.12. Presupuesto Referencial

#### Cuadro N° 69. Presupuesto Referencial.

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE <b>UBICACION:</b> COTUNDO <b>ELABORADO:</b> EGDO PABLO GUERRERO					
TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS					
No.	Rubro / Descripción	Unidad	Cantidad	Precio unitario	Precio global
A.1	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	7.68	422.84	3,247.41
A.2	Excavacion sin clasificar inc. desalojo	m3	31,997.32	3.44	110,070.78
A.3	Replanteo y nivelacion con aparatos	km	3.85	331.76	1,277.28
A.4	Acabado de la obra basica	m2	26,887.77	0.75	20,165.83
A.5	Geotextil no tejido 2000	m2	26,887.77	4.24	114,004.14
A.6	Geomalla tensor	m2	26,887.77	5.51	148,151.61
A.7	Limpieza de derrumbes	m3	3,199.73	2.02	6,463.45
A.8	Mejoramiento de subrasante con suelo seleccionado	m3	18,865.08	6.03	113,756.43
A.9	Sub-base clase 3 tendido y compactado (maquina)	m3	6,051.40	15.75	95,309.55
A.10	Base clase 2	m3	4,227.54	14.06	59,439.21
A.11	Asfalto rc-250 imprimacion	lt	44,364.82	0.88	39,041.04
A.12	Capa de rodadura de hormigon asfaltico mezclado en planta =7cm	m2	26,887.77	12.62	339,323.66
A.13	Excavacion para zanja drenante	m3	15,364.44	1.07	16,439.95
A.14	Sub drenes pvc 200 mm	ml	300.00	11.54	3,462.00
A.15	Material granular filtrante para zanja drenante	m3	13,059.77	11.11	145,094.04
A.16	Tuberia pvc 300 mm para zanja drenante	ml	7,682.22	11.80	90,650.20
A.17	Tuberia de acero corrugado para alcantarilla y pasos de agua	ml	59.00	136.54	8,055.86
A.18	Cunetas h.s. tipo v f'c=180 kg/cm2 e=10 cm a=1.44	ml	7,682.22	29.13	223,783.07
A.19	Hormigon simple 210 kg/cm2 para cabezales de entrada, salida y cajas de revision	m3	59.00	232.58	13,722.22
A.20	Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2	kg	54.00	2.27	122.58
A.21	Señalización horizontal e=10cm (incluye micro esferas)	m	11,523.33	1.45	16,708.83
A.22	Señalización preventiva y regulatoria 0.75x0.75	u	26.00	130.91	3,403.66
A.23	Señales al lado carretera (2.40*1.00)	u	5.00	144.11	720.55
<b>SUBTOTAL:</b>					<b>1,572,413.35</b>
<b>IVA 12%:</b>					<b>188,689.60</b>
<b>TOTAL:</b>					<b>1,761,102.95</b>
<b>SON : UN MILLÓN SETECIENTOS SESENTA Y UN MIL CIENTO DOS, 95/100 DÓLARES</b> <b>PLAZO TOTAL: 270</b>					
<b>EGDO PABLO GUERRERO</b> <b>ELABORADO</b>			ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017		

Fuente: Autor





## CAPITULO IV

### 4. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

#### 4.1. Conclusiones

- ❖ Basándonos en el levantamiento topográfico podemos decir que el terreno es de tipo ondulado-montañoso.
- ❖ De acuerdo al TPDA la vía en estudio se clasifica como clase IV según lo que establece el MOP ya que para este tipo de vía el rango de vehículos esta entre 100 – 300, realizado el cálculo correspondiente el TPDA es de 170 vehículos correspondiente a un período de diseño de 20 años.
- ❖ Del estudio de suelos se llegó a determinar que el terreno natural de cimiento es de tipo limo arcilloso con alto contenido de humedad, obteniéndose un CBR de 3.95%, mismo que sugiere la realización de un mejoramiento de la subrasante.
- ❖ El material granular de mejoramiento fue extraído de la mina 20 de Mayo ubicada 2km de la vía en estudio, mismo que sometido a ensayos se obtuvo un valor de CBR de 9%, el cual fue considerado para el diseño de la estructura del pavimento.
- ❖ Para determinar la estructura del pavimento se eligió un pavimento de tipo flexible, usando en el diseño un CBR de 9% se obtuvo como resultados los siguiente espesores: carpeta asfáltica 7cm, base granular 10cm, sub-base granular 20cm, también se consideró un espesor de 60cm como mejoramiento.
- ❖ Los sistemas de drenajes alternativos sugeridos fueron las zanjas drenantes con tubería PVC perforada de Ø300mm, manto drenante combinado con el dren espina de pescado, cuyas dimensiones serán consideradas al

momento de ejecución de obra; además de la colocación de un geotextil de tipo no tejido.

- ❖ La vía en estudio mejorará el servicio de transporte a las comunidades adyacentes, impulsando el desarrollo socio-económico del sector ya que la población se dedica al comercio, agricultura, ganadería y turismo.

#### **4.2. Recomendaciones**

- ❖ Para la realización de un diseño geométrico vial se debe considerar las normas y reglamentos que rige nuestro país como son las del MOP, AASHTO e INEN.
- ❖ Se recomienda tomar muestras de suelos y ensayarlas, con el fin de establecer la calidad del mismo y así obtener valores reales.
- ❖ Socializar con los moradores del sector acerca del nuevo trazado de la vía, con el fin de evadir problemas que se puedan presentar durante la ejecución de la obra vial.
- ❖ Manejar cuidadosamente los desechos y productos químicos que pudieren afectar al medio ambiente, para de esta manera reducir el daño que éstos causaren.
- ❖ Realizar un constante mantenimiento a la vía y a los sistemas de drenaje, para alargar su durabilidad y funcionamiento.

## C. MATERIAL DE REFERENCIA Y BIBLIOGRAFÍA ADICIONAL

### Bibliografía

- [1] K. Pérez, «Quién tiene las Mejores y Peores carreteras de Centro América,» Revista Summa, 11 Junio 2015. [En línea]. Available: [www.revistasumma./quien-tiene-las-mejores-y-peoeres-carreteras-de-centroamerica/](http://www.revistasumma./quien-tiene-las-mejores-y-peoeres-carreteras-de-centroamerica/).
- [2] NEVI-12-MOP, Procedimiento para Proyectos Viales, Quito, 2013.
- [3] «Ecured,» [En línea]. Available: [www.ecured.cu/Infraestructura\\_vial](http://www.ecured.cu/Infraestructura_vial).
- [4] J. J. Agudelo, «Diseño Geométrico de Vias Ajustado al Manual Colombiano». Medellín 2002.
- [5] P. A. Chocontá, Diseño Geométrico de Vias, Segunda ed., Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería, 2000.
- [6] R. Cal, Mayor y J. Cárdena, Ingeniería de Tránsito, Séptima ed., México: Alfaomeda, 1994.
- [7] Normas de Diseño Geométrico MOP-2003, Quito, 2003.
- [8] J. Cárdenas, Diseño Geométrico de Carreteras, Colombia: Eco Ediciones, 2013.
- [9] W. Muñoz Prieto, Diseño Geométrico de Vias con Aplicaciones Básicas en Excely AutoCad, Bogotá: Eco Ediciones, 2012.
- [10] L. Bañón Blasquez, Manual de Carreteras, vol. II, España, 2000.
- [11] F. Mantilla, *Mécanica de Suelos Elemental en la Ingeniería Civil*, Ambato: Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, Universidad Técnica de Ambato, 2008.
- [12] A. Polanco, *Manual de Prácticas de Laboratorio de Mecánica de Suelos I*, Chihuahua: Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Chihuahua, 2001.
- [13] «Módulo de Resiliencia.,» Ingeniería Civil, 08 enero 2012. [En línea]. Available: <http://libro-pavimentos.blogspot.com/2012/01/el-modulo-resiliente-en-el-diseno-de.html>.
- [14] «Pavimentos,» [En línea]. Available: <http://www.registrocdt.cl/registrocdt/www/admin/uploads/docTec/Pavimentos.pdf>.
- [15] AASHTO, "Guía para el Diseño de la Estructura de Pavimento (1993)", American Association of State Highway and Transportation Officials., 1993.
- [16] NEVI-12-MTOP, Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes, vol. 3, Quito, 2013.

- [17] G. B. Venezuela, «Topografía para la Proyección de Vías en Desarrollo,» 14 abril 2014. [En línea]. Available: <https://mppttcojedes.wordpress.com/2014/04/14/topografia-para-la-proyeccion-de-vias-en-desarrollo/>.
- [18] L. Cassanova, *Topografía Plana*, Mérida: Facultad de Ingeniería-Departamento de Vías, Universidad de los Andes, 2002.
- [19] N. Chacón Mejía, *Topografía Aplicada*, Loja: Escuela de Ingeniería Civil-UTPL, 2010.
- [20] «Sistema de Coordenadas Universal Transversal de Mercator- UTM,» Ingeniería Civil Cusco, septiembre 2009. [En línea]. Available: <http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/09/sistema-de-coordenadas-universal.html>.
- [21] «Sistema Geodésico Mundial WGS 84,» Ingeniería Civil, Cusco, septiembre 2009. [En línea]. Available: <http://ingecivilcusco.blogspot.com/2009/09/sistema-geodesico-mundial-1984-wgs84.html>.
- [22] NEVI-12-MTOP, Norma para Estudio Viales y Diseños Viales, vol. 2A, Quito, 2013.
- [23] «Wikipedia,» Peralte, [En línea]. Available: <https://es.wikipedia.org/wiki/Peralte>.
- [24] N. Torijano, «Distancia de Visibilidad,» Wordpress, [En línea]. Available: [toposena.files.wordpress.com/2012/06/nelson-distvisibilidad.pptx](http://toposena.files.wordpress.com/2012/06/nelson-distvisibilidad.pptx).
- [25] «Sección Transversal,» Cueva del Ingeniero Civil, 04 2011. [En línea]. Available: <http://www.cuevadelcivil.com/2011/04/seccion-transversal-de-la-carretera.html>.
- [26] Manual de Diseño Geométrico, Colombia, 2008.
- [27] D. A. Guzmán Arias, Drenaje Vial, Conceptos Básicos para el Diseñador Geométrico, Bucaramanga, Colombia: Universidad Pontificia Bolivariana, 2012.
- [28] «Drenaje Transversal,» Ingeniería Civil, 04 2012. [En línea]. Available: <http://ingenieracivil.blogspot.com/2012/04/drenaje-transversal-en-carreteras.html>.
- [29] Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje, Perú.
- [30] Recomendaciones para el Proyecto y Construcción del Drenaje Subterráneo en Obras de Carretera, Madrid, 2004.
- [31] UMMS, Facultad de Ciencias y Tecnología, Manual Completo Diseño de Pavimentos.
- [32] Intituto Mexicano de Transporte., Pavimentos Flexibles. Problemático, Metodología de Diseño y Tendencias, Sanfandila, 1998.
- [33] E. Fernandez Egusquiza, «Cosanher,» 03 02 2017. [En línea]. Available: <http://www.cosanher.com/single-post/2017/03/02/PSI-INDICE-DE-SERVICIALIDAD-PRESENTE>.
- [34] *Manual de Carreteras*, vol. I, Paraguay.

- [35] Tesis N° 972, Ambato: Facultad de ingeniería Civil y Mecánica de la Universidad Técnica de Ambato, 2015.
- [36] Comitran, «Manual de Consideraciones Técnicas Hidrológicas e Hidráulicas par la Infraestructura Vial en Centroamérica,» 2016. [En línea]. Available: <http://www.sieca.int/PortalData/Documentos/A0277CA0-796F-41D6-A574-E9758FEC3C45.pdf>. [Último acceso: 2017].
- [37] NEVI-2012, PROCEDIMIENTOS DE OPERACIÓN Y SEGURIDAD VIAL, vol. 5, Quito, 2013.
- [38] RTE INEN 004-1-2011,SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL, Quito, 2011.
- [39] RTE INEN 004-1-2011, SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 2. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL, Quito, 2011.

## **ANEXOS**

- A. Conteo de Tráfico.**
- B. Inventario Vial.**
- C. Estudio de Suelos.**
- D. Fotografías**
- E. Análisis de Precios unitarios.**
- F. Planos del Proyecto.**

Anexo A. Conteo de Tráfico.

<p style="text-align: center;"><b>UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO</b>  <b>FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</b>  <b>INGENIERIA CIVIL</b>  <b>CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO</b></p>								
<p>UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo                      FECHA: Miércoles 01 de marzo de 2017                      REALIZADO POR: Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui</p>								
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15		1					1	1
6:15-6:30	2						2	3
6:30-6:45	2						2	5
6:45-7:00							0	5
7:00-7:15	2	1	1				4	8
7:15-7:30							0	6
7:30-7:45	1						1	5
7:45-8:00	2		1				3	8
8:00-8:15		1					1	5
8:15-8:30							0	5
8:30-8:45							0	4
8:45-9:00							0	1
9:00-9:15	2	1					3	3
9:15-9:30							0	3
9:30-9:45			1				1	4
9:45-10:00	1						1	5
10:00-10:15	1	1					2	4
10:15-10:30	1						1	5
10:30-10:45	3						3	7
10:45-11:00							0	6
11:00-11:15		1					1	5
11:15-11:30							0	4
11:30-11:45							0	1
11:45-12:00	1						1	2
12:00-12:15		1					1	2
12:15-12:30							0	2
12:30-12:45	3						3	5
12:45-13:00	4						4	8
13:00-13:15		1					1	8
13:15-13:30							0	8
13:30-13:45							0	5
13:45-14:00	2						2	3
14:00-14:15		1					1	3
14:15-14:30	1						1	4
14:30-14:45							0	4
14:45-15:00	2						2	4
15:00-15:15		1					1	4
15:15-15:30							0	3
15:30-15:45	2						2	5
15:45-16:00							0	3
16:00-16:15	2	1					3	5
16:15-16:30	1						1	6
16:30-16:45	2						2	6
16:45-17:00	2						2	8
17:00-17:15	3	1					4	9
17:15-17:30							0	8
17:30-17:45							0	6
17:45-18:00							0	4
<b>Total</b>	42	12					57	

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA  
INGENIERÍA CIVIL**CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO**

UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo.

FECHA: Jueves 02 de marzo de 2017

REALIZADO POR: Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15		1					1	1
6:15-6:30	1						1	2
6:30-6:45	3						3	5
6:45-7:00							0	5
7:00-7:15	3	1	1				5	9
7:15-7:30	1						1	9
7:30-7:45							0	6
7:45-8:00	3						3	9
8:00-8:15		1					1	5
8:15-8:30	1						1	5
8:30-8:45	1						1	6
8:45-9:00							0	3
9:00-9:15	2	1					3	5
9:15-9:30							0	4
9:30-9:45							0	3
9:45-10:00							0	3
10:00-10:15		1					1	1
10:15-10:30	1						1	2
10:30-10:45	3						3	5
10:45-11:00							0	5
11:00-11:15		1					1	5
11:15-11:30							0	4
11:30-11:45							0	1
11:45-12:00	1						1	2
12:00-12:15		1					1	2
12:15-12:30							0	2
12:30-12:45	3						3	5
12:45-13:00	1						1	5
13:00-13:15		1					1	5
13:15-13:30							0	5
13:30-13:45							0	2
13:45-14:00	2						2	3
14:00-14:15		1					1	3
14:15-14:30	1						1	4
14:30-14:45							0	4
14:45-15:00	2						2	4
15:00-15:15		1					1	4
15:15-15:30							0	3
15:30-15:45	2						2	5
15:45-16:00							0	3
16:00-16:15	2	1					3	5
16:15-16:30	1						1	6
16:30-16:45							0	4
16:45-17:00							0	4
17:00-17:15		1					1	2
17:15-17:30							0	1
17:30-17:45							0	1
17:45-18:00							0	1
<b>Total</b>	34	12					47	



**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA  
INGENIERÍA CIVIL**CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO**

UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo.

FECHA: Viernes 03 de marzo de 2017

REALIZADO POR: Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15							0	0
6:15-6:30							0	0
6:30-6:45							0	0
6:45-7:00		1					1	1
7:00-7:15	2						2	3
7:15-7:30	4						4	7
7:30-7:45							0	7
7:45-8:00	1	1					2	8
8:00-8:15	1						1	7
8:15-8:30							0	3
8:30-8:45							0	3
8:45-9:00	2	1					3	4
9:00-9:15	2						2	5
9:15-9:30	1						1	6
9:30-9:45							0	6
9:45-10:00	2	1					3	6
10:00-10:15	3						3	7
10:15-10:30	2						2	8
10:30-10:45	2						2	10
10:45-11:00		1					1	8
11:00-11:15	1						1	6
11:15-11:30	2						2	6
11:30-11:45		1					1	5
11:45-12:00							0	4
12:00-12:15	4						4	7
12:15-12:30		1					1	6
12:30-12:45							0	5
12:45-13:00	4						4	9
13:00-13:15							0	5
13:15-13:30		1					1	5
13:30-13:45	3						3	8
13:45-14:00							0	4
14:00-14:15							0	4
14:15-14:30	1	1					2	5
14:30-14:45							0	2
14:45-15:00	1						1	3
15:00-15:15							0	3
15:15-15:30	4	1					5	6
15:30-15:45							0	6
15:45-16:00							0	5
16:00-16:15	2						2	7
16:15-16:30		1					1	3
16:30-16:45							0	3
16:45-17:00							0	3
17:00-17:15	2						2	3
17:15-17:30	2						2	4
17:30-17:45	1						1	5
17:45-18:00							0	5
<b>Total</b>	49	11					60	

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA  
INGENIERÍA CIVIL**CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO**

UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo.

FECHA: Sábado 04 de marzo de 2017

REALIZADO POR: Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15							0	0
6:15-6:30							0	0
6:30-6:45							0	0
6:45-7:00		1					1	1
7:00-7:15	1						1	2
7:15-7:30							0	2
7:30-7:45							0	2
7:45-8:00	1	1					2	3
8:00-8:15							0	2
8:15-8:30	2						2	4
8:30-8:45	2						2	6
8:45-9:00		1					1	5
9:00-9:15							0	5
9:15-9:30	2						2	5
9:30-9:45	3						3	6
9:45-10:00		1					1	6
10:00-10:15	1						1	7
10:15-10:30	2						2	7
10:30-10:45	2						2	6
10:45-11:00	1	1					2	7
11:00-11:15	1						1	7
11:15-11:30	2						2	7
11:30-11:45		1					1	6
11:45-12:00							0	4
12:00-12:15							0	3
12:15-12:30	2	1					3	4
12:30-12:45	2						2	5
12:45-13:00							0	5
13:00-13:15	2						2	7
13:15-13:30		1					1	5
13:30-13:45							0	3
13:45-14:00	2						2	5
14:00-14:15	3						3	6
14:15-14:30		1					1	6
14:30-14:45							0	6
14:45-15:00	2						2	6
15:00-15:15	1						1	4
15:15-15:30	1						1	4
15:30-15:45	2						2	6
15:45-16:00							0	4
16:00-16:15	2						2	5
16:15-16:30							0	4
16:30-16:45							0	2
16:45-17:00	1						1	3
17:00-17:15	1						1	2
17:15-17:30	1						1	3
17:30-17:45							0	3
17:45-18:00							0	2
<b>Total</b>	42	9					51	

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA  
INGENIERÍA CIVIL**CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO**

UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo, sector la "Y"

FECHA: Domingo 05 de marzo de 2017

REALIZADO POR: Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15							0	0
6:15-6:30							0	0
6:30-6:45							0	0
6:45-7:00		1					1	1
7:00-7:15	2						2	3
7:15-7:30	1						1	4
7:30-7:45	3						3	7
7:45-8:00	3	1					4	10
8:00-8:15	2						2	10
8:15-8:30	3						3	12
8:30-8:45	1						1	10
8:45-9:00		1					1	7
9:00-9:15							0	5
9:15-9:30	2						2	4
9:30-9:45							0	3
9:45-10:00		1					1	3
10:00-10:15							0	3
10:15-10:30	2						2	3
10:30-10:45	1						1	4
10:45-11:00	2	1					3	6
11:00-11:15	1						1	7
11:15-11:30	1						1	6
11:30-11:45		1					1	6
11:45-12:00							0	3
12:00-12:15	3						3	5
12:15-12:30		1					1	5
12:30-12:45							0	4
12:45-13:00							0	4
13:00-13:15	2						2	3
13:15-13:30	1	1					2	4
13:30-13:45	1						1	5
13:45-14:00							0	5
14:00-14:15							0	3
14:15-14:30	2						2	3
14:30-14:45	2						2	4
14:45-15:00							0	4
15:00-15:15	1						1	5
15:15-15:30	3						3	6
15:30-15:45							0	4
15:45-16:00							0	4
16:00-16:15							0	3
16:15-16:30							0	0
16:30-16:45	1						1	1
16:45-17:00	1						1	2
17:00-17:15	1						1	3
17:15-17:30	2						2	5
17:30-17:45							0	4
17:45-18:00							0	3
<b>Total</b>	44	8					52	

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA**  
**INGENIERÍA CIVIL**

**CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO**

UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo.

FECHA: Lunes 06 de marzo de 2017

REALIZADO POR: Ego. Pablo Hernán Guerrero Mangui

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15							0	0
6:15-6:30	2						2	2
6:30-6:45							0	2
6:45-7:00	3	1					4	6
7:00-7:15	3		1				4	10
7:15-7:30	4						4	12
7:30-7:45	3						3	15
7:45-8:00	2	1					3	14
8:00-8:15			1				1	11
8:15-8:30	1						1	8
8:30-8:45							0	5
8:45-9:00		1					1	3
9:00-9:15							0	2
9:15-9:30	1						1	2
9:30-9:45	2		1				3	5
9:45-10:00	2	1					3	7
10:00-10:15							0	7
10:15-10:30							0	6
10:30-10:45							0	3
10:45-11:00	2	1					3	3
11:00-11:15	2						2	5
11:15-11:30	1						1	6
11:30-11:45		1	1				2	8
11:45-12:00							0	5
12:00-12:15	3						3	6
12:15-12:30		1					1	6
12:30-12:45							0	4
12:45-13:00	3						3	7
13:00-13:15	1		1				2	6
13:15-13:30		1					1	6
13:30-13:45	2						2	8
13:45-14:00							0	5
14:00-14:15							0	3
14:15-14:30	2	1					3	5
14:30-14:45	2						2	5
14:45-15:00							0	5
15:00-15:15	1						1	6
15:15-15:30	3	1					4	7
15:30-15:45							0	5
15:45-16:00							0	5
16:00-16:15							0	4
16:15-16:30	2	1					3	3
16:30-16:45							0	3
16:45-17:00							0	3
17:00-17:15							0	3
17:15-17:30	3						3	3
17:30-17:45							0	3
17:45-18:00							0	3
<b>Total</b>	50	11					66	

**UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECANICA  
INGENIERÍA CIVIL**CONTEO CLASIFICADO DE TRÁFICO**

UBICACIÓN: Cantón Archidona, parroquia Cotundo.

FECHA: Martes 07 de marzo de 2017

REALIZADO POR: Egdo. Pablo Hernán Guerrero Mangui

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL /15 min	TOTAL ACUMULADOS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00-6:15							0	0
6:15-6:30							0	0
6:30-6:45							0	0
6:45-7:00		1					1	1
7:00-7:15			1				1	2
7:15-7:30							0	2
7:30-7:45	1						1	3
7:45-8:00	1	1					2	4
8:00-8:15	3						3	6
8:15-8:30	3						3	9
8:30-8:45							0	8
8:45-9:00	2	1					3	9
9:00-9:15							0	6
9:15-9:30							0	3
9:30-9:45			1				1	4
9:45-10:00		1					1	2
10:00-10:15	2						2	4
10:15-10:30							0	4
10:30-10:45	2						2	5
10:45-11:00		1					1	5
11:00-11:15							0	3
11:15-11:30	1						1	4
11:30-11:45	1	1					2	4
11:45-12:00							0	3
12:00-12:15	2						2	5
12:15-12:30	1	1					2	6
12:30-12:45							0	4
12:45-13:00							0	4
13:00-13:15	2						2	4
13:15-13:30	1	1					2	4
13:30-13:45							0	4
13:45-14:00							0	4
14:00-14:15							0	2
14:15-14:30		1					1	1
14:30-14:45	3						3	4
14:45-15:00							0	4
15:00-15:15							0	4
15:15-15:30	2	1					3	6
15:30-15:45							0	3
15:45-16:00							0	3
16:00-16:15							0	3
16:15-16:30	2	1					3	3
16:30-16:45							0	3
16:45-17:00							0	3
17:00-17:15							0	3
17:15-17:30	2						2	2
17:30-17:45	2						2	4
17:45-18:00	2						2	6
<b>Total</b>	35	11					48	

**Anexo B. Inventario Vial.**

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
INVENTARIO VIAL  
ESTADO ACTUAL DE LA VÍA**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 De Octubre de la parroquia Cotundo, Cantón Archidona, Provincia De Napo y su Incidencia en el Desarrollo Socio-Económico de los habitantes del sector, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**Ubicación:** Parroquia Cotundo- Cantón Archidona

**Longitud real:** Km 3+859.43      **Fecha:** 05/Diciembre/2016

**Realizado por:** Pablo Hernán Guerrero Mangui

**N°:** 1/3

<b>ABSCISA</b>	<b>TIPO DE SUPERFICIE DE RODADURA</b>	<b>ANCHO DE CALZADA (m)</b>	<b>ESTADO DE VÍA</b>	<b>OBSERVACIONES</b>
0+000	EMPEDRADO	13.90	MALO	Existen bordillos a los dos costados de la vía.
0+100	EMPEDRADO	9.30	MALO	Existe un riachuelo al costado derecho de la vía.
0+200	EMPEDRADO	7.30	MALO	Existe un riachuelo al costado derecho de la vía.
0+300	EMPEDRADO	7.00	MALO	Existe un riachuelo al costado derecho de la vía.
0+400	EMPEDRADO	6.80	MALO	Existe un cruce de agua de derecha a izquierda de la vía.
0+500	EMPEDRADO	6.40	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
0+600	EMPEDRADO	6.10	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
0+700	EMPEDRADO	6.50	MALO	Existe una depresión al lado derecho de la vía.
0+800	EMPEDRADO	5.80	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.

0+900	EMPEDRADO	5.80	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
1+000	EMPEDRADO	5.90	MALO	Existe un estadio al lado izquierdo.
1+100	EMPEDRADO	5.00	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
1+200	EMPEDRADO	5.20	MALO	A 5m del borde izquierdo existe una cancha cubierta.
1+300	EMPEDRADO	6.90	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
1+400	EMPEDRADO	7.70	MALO	Existencia de un cruce vial en forma de X.
1+500	EMPEDRADO	4.40	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
1+600	EMPEDRADO	4.50	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
1+700	EMPEDRADO	4.60	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
1+800	EMPEDRADO	5.80	MALO	Existe una depresión al lado izquierdo de la vía.
1+900	EMPEDRADO	4.20	MALO	Existe una intersección al lado izquierdo de la vía.
2+000	EMPEDRADO	4.00	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
2+100	EMPEDRADO	4.10	MALO	A 3m de los bordes de la vía existen viviendas.
2+200	EMPEDRADO	3.80	MALO	Existe un cruce de agua de derecha a izquierda de la vía.
2+300	EMPEDRADO	4.30	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
2+400	EMPEDRADO	4.20	MALO	A los bordes de la vía existen concavidades para cunetas.

2+500	EMPEDRADO	4.20	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
2+600	EMPEDRADO	4.10	MALO	Existen taludes de 3m de alto y 20m de longitud
2+700	EMPEDRADO	4.40	MALO	Existen taludes de 3m de alto y 20m de longitud
2+800	EMPEDRADO	4.10	MALO	Existen taludes de 3m de alto y 20m de longitud
2+900	EMPEDRADO	4.70	MALO	Existe un cruce de agua de derecha a izquierda de la vía
3+000	EMPEDRADO	3.20	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+100	EMPEDRADO	3.80	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+200	EMPEDRADO	4.40	MALO	Existe una depresión a la derecha de la vía.
3+300	EMPEDRADO	4.20	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+400	EMPEDRADO	4.10	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+500	EMPEDRADO	4.00	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+600	EMPEDRADO	4.10	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+700	EMPEDRADO	3.40	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+800	EMPEDRADO	3.50	MALO	Existe vegetación a los dos costados de la vía.
3+859	EMPEDRADO	5.50	MALO	Comunidad 5 de Octubre.



## Anexo C. Estudio de Suelos

### UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona.

ABSCISA: 0+500

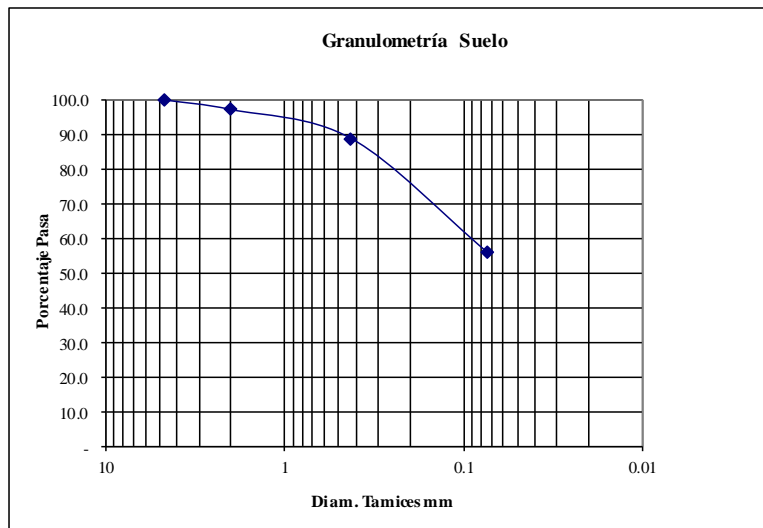
Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abr-17

#### 1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	8.50	2.79	97.21
N 30	0.59			
N 40	0.425	34.03	11.16	88.84
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	133.54	43.79	56.21
PASA EL N 200		171.45	56.21	
TOTAL		304.99		
PESO ANTES DEL LAVADO	304.99	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	133.54	PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	171.45	TOTAL		

#### 2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad					305.0	PTSS
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %	
180.53	128.52	47.18	52.01	81.34	63.9	
Clasificación SUCS		MH (limo alta plasticidad).				

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

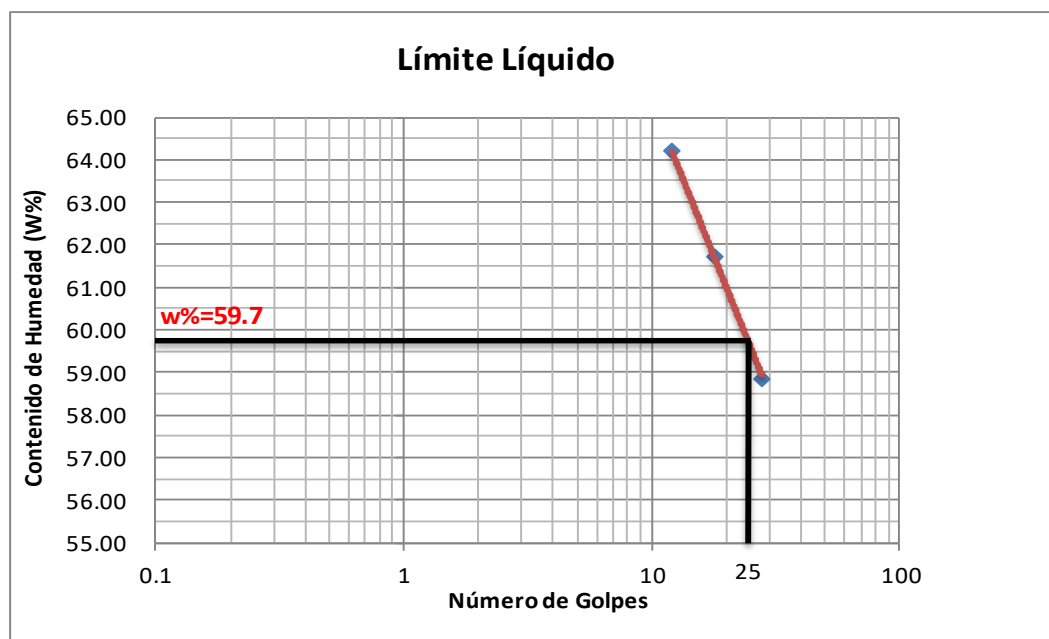
ABSCISA: 0+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abr-17

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	28		18		12	
Recipiente Número	X-1	1C	12-F	16-X	7-E	8E
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	23.86	21.33	23.58	22.85	24.26	21.42
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.31	17.63	18.56	18.02	19.26	17.52
Peso recipiente rec	11.57	11.35	10.42	10.2	11.53	11.4
peso del agua Ww	4.55	3.7	5.02	4.83	5	3.9
Peso de los sólidos WS	7.74	6.28	8.14	7.82	7.73	6.12
Contenido de humedad w%	58.79	58.92	61.67	61.76	64.68	63.73
Contenido de humedad prom. w%	58.85		61.72		64.20	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	E-1	A-1	A-5	A-8	D-5	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm + rec	6.20	5.53	5.53	6.15	5.83	5.73
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.54	5.13	5.13	5.55	5.31	5.28
Peso recipiente rec	4.27	4.34	4.37	4.37	4.30	4.39
Peso del agua Ww	0.66	0.40	0.40	0.60	0.52	0.45
Peso de los sólidos WS	1.27	0.79	0.76	1.18	1.01	0.89
Contenido de humedad w%	51.97	50.63	52.63	50.85	51.49	50.56
Contenido de humedad prom. w%	51.30		51.74		51.02	

Límite líquido = **61.59** %

Límite plástico = **51.35** %

Índice plástico = **10.24** %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre

**Ubicación:** Cantón Archidona.

**ABSCISA:** 0+500

**Elaborado por:** Pablo Guerrero

**FECHA:** Abr-17

**NORMA:** AASHTO T - 180

**MÈTODO:** AASHTO MODIFICADO

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>NUMERO DE GOLPES :</b>	25	<b>NÙMERO DE CAPAS :</b>	5	<b>PESO MARTILLO :</b>	10 Lb
<b>ALTURA DE CAÌDA :</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr :</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc</b>	944

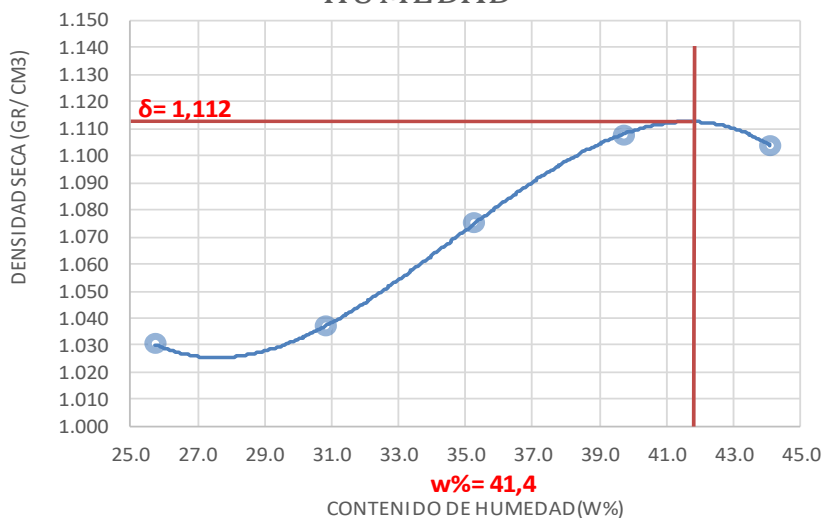
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5014.1	5071.6	5163.49	5251.6	5292.55
Peso suelo húmedo	1223.1	1280.6	1372.49	1460.6	1501.55
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.296	1.357	1.454	1.547	1.591

**2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	D-3	6-T	11-B	C-5	1-T	4-A	4-B	1-D	2-F	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	142.19	135.00	140.0	126	155.4	140.9	180.8	133.8	120.2	150.3
Peso seco + recipiente Ws+ rec	123.09	113.99	118.6	107	126.8	116.9	147.8	103.7	93.28	112.5
Peso del recipiente rec	48.37	33.00	47.3	47	44.93	49.4	65.7	26.9	31.53	27.78
Peso del agua Ww	19.10	21.01	21.4	18.99	28.6	24	33	30.1	26.92	37.8
Peso suelo seco Ws	74.72	80.99	71.3	60.01	81.87	67.5	82.1	76.8	61.75	84.72
Contenido humedad w %	25.6	25.9	30.0	31.6	34.9	35.6	40.2	39.2	43.6	44.6
Contenido humedad promedio w %	25.75		30.83		35.24		39.69		44.11	
Densidad Seca $\gamma_d$	1.030		1.037		1.075		1.108		1.104	

**DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD**



$\gamma$  máximo= 1.112

W óptimo % = 41.4

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre

**Ubicación:** Cantón Archidona

**NORMA:** AASHTO:T-180

**Elaborado por:** Pablo Guerrero

**DEL KM.:** 0+500

**Tipo:** Proctor Modificado

**SUELO:** MH

**FECHA:** Abr-17

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	11697.25	11813.05	11555.9	11844.9	11728	13022.3
PESO MOLDE (gr)	7992	7992	8079	8079	8567	8567
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3705.25	3821.05	3476.9	3765.9	3161	4455.3
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2302	2302	2302	2302	2302	2302
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.610	1.660	1.510	1.636	1.373	1.935
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.146	1.061	1.071	1.022	0.972	1.153
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.103		1.047		1.062	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	2-F	3-T	4-A	11-B	C-5	1-T
Wm +TARRO (gr)	160.82	120.45	180	92.26	158.01	90.07
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	128.37	94.39	137.22	68.91	124.95	64.92
PESO AGUA (gr)	32.45	26.06	42.78	23.35	33.06	25.15
PESO TARRO (gr)	48.23	48.23	32.87	30.03	44.83	27.88
PESO MUESTRA SECA (gr)	80.14	46.16	104.35	38.88	80.12	37.04
CONTENIDO DE HUMEDAD %	40.49	56.46	41.00	60.06	41.26	67.90
AGUA ABSORBIDA %		15.96		19.06		26.64

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

Abscisa: 0+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

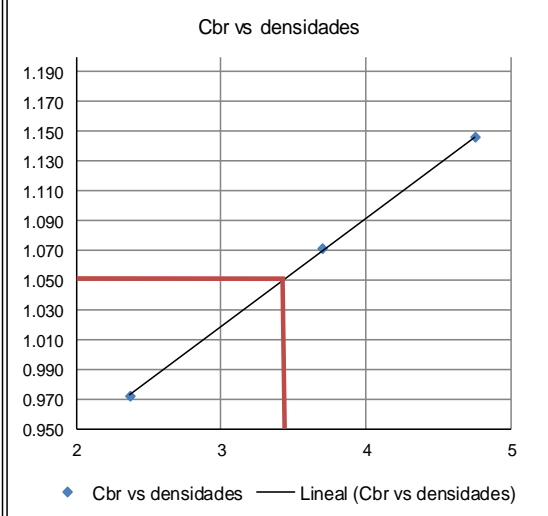
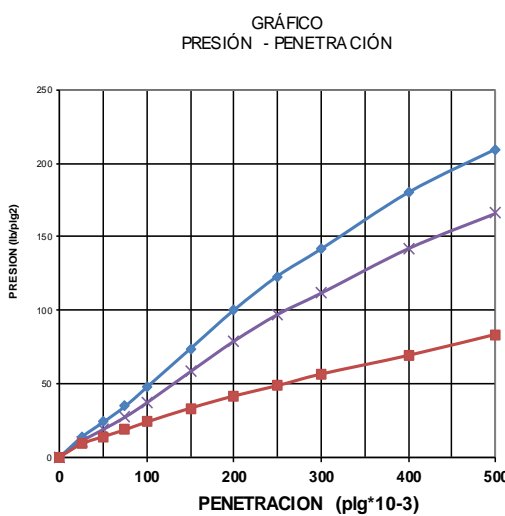
Fecha: Abr-17

**ENSAYO C.B.R.**  
**DATOS DE ESPONJAMIENTO**  
 LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
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-Abr-17	17:30	0	0.08	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.07	5.00	0.00	0.00
25-Abr-17	14:08	1	0.12		4.22	0.84	0.10		5.59	1.12	0.13		5.83	1.17
26-Abr-17	14:45	2	0.16		8.28	1.66	0.14		9.31	1.86	0.16		8.29	1.66

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**  
 AREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2			DIAL	lb/plg2		
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	18.2	13.4			14.4	10.6			11.9	8.7		
1	0	50	32.2	23.7			25.5	18.7			18.7	13.7		
1	30	75	46.9	34.5			36.9	27.1			25.1	18.4		
2	0	100	64.7	47.5	47.5	4.75	50.3	37.0	37.0	3.7	32.3	23.7	23.7	2.37
3	0	150	100.4	73.8			79.2	58.2			45.1	33.1		
4	0	200	136.2	100.1			107.5	79.0			56.4	41.4		
5	0	250	167.6	123.1			132.2	97.1			66.0	48.5		
6	0	300	192.7	141.6			152.0	111.7			76.7	56.3		
8	0	400	245.0	180.0			193.3	142.0			94.0	69.1		
10	0	500	285.0	209.4			225.9	166.0			113.5	83.4		
CBR corregido						4.75				3.70				2.37



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1.146	4.75	%
gr/cm <sup>4</sup>	1.071	3.70	%
gr/cm <sup>5</sup>	0.972	2.37	%

Densidad Máx	1.112	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.056	gr/cm <sup>3</sup>
<b>CBR PUNTUAL</b>		<b>3.5 %</b>

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona.

ABSCISA: 1+500

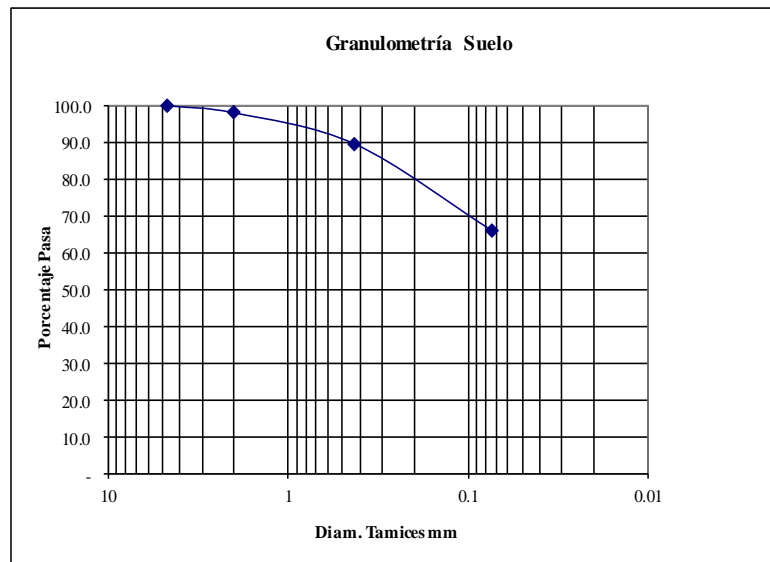
Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abr-17

## 1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	7.49	1.98	98.02
N 30	0.59			
N 40	0.425	39.74	10.52	89.48
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	128.27	33.97	66.03
PASA EL N 200		249.32	66.03	
TOTAL		377.59		
PESO ANTES DEL LAVADO	377.59 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	128.27 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO			
TOTAL - DIFERENCIA	249.32 TOTAL			

## 2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Contenido de Humedad					377.6	PT SS	
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %		
170.55	140.25	46.79	30.3	93.46	<b>32.4</b>		
Clasificación SUCS		ML-CL (limo arcillosos baja plasticidad).					

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

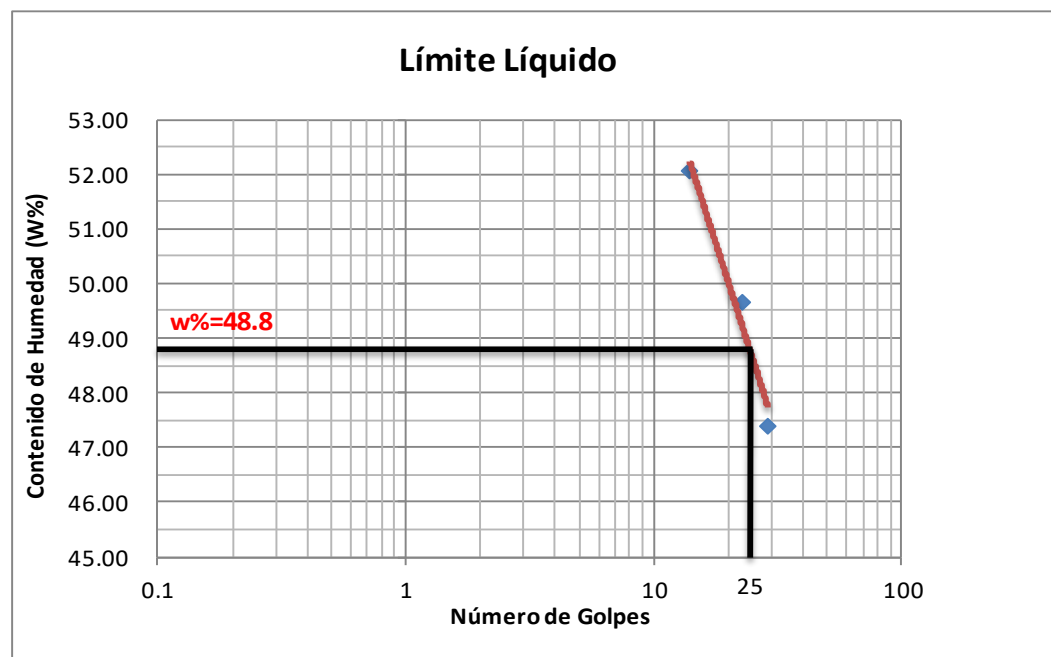
ABSCISA: 1+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abr-17

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	29		23		14	
Recipiente Número	X-1	1C	12-F	16-X	7-E	8-E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.4	24.1	25.9	23.83	23.85	24.65
Peso seco + recipiente Ws + rec	20.26	20.06	21.1	19.63	19.63	20.16
Peso recipiente rec	11.55	11.51	11.41	11.19	11.53	11.53
peso del agua Ww	4.14	4.04	4.8	4.2	4.22	4.49
Peso de los sólidos WS	8.71	8.55	9.69	8.44	8.1	8.63
Contenido de humedad w%	47.53	47.25	49.54	49.76	52.10	52.03
Contenido de humedad prom. w%	47.39		49.65		52.06	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	E-1	A-1	A-5	A-8	D-5	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.13	5.97	6.19	5.85	6.19	6.2
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.59	5.46	5.63	5.38	5.61	5.64
Peso recipiente rec	4.32	4.27	4.32	4.27	4.24	4.35
Peso del agua Ww	0.54	0.51	0.56	0.47	0.58	0.56
Peso de los sólidos WS	1.27	1.19	1.31	1.11	1.37	1.29
Contenido de humedad w%	42.52	42.86	42.75	42.34	42.34	43.41
Contenido de humedad prom. w%	42.69		42.55		42.87	

Límite líquido = **49.70** %

Límite plástico = **42.70** %

Índice plástico = **7.00** %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre

**Ubicación:** Cantón Archidona.

**ABSCISA:** 1+500

**Elaborado por:** Pablo Guerrero

**FECHA:** Abr-17

**NORMA:** AASHTO T - 180

**MÈTODO:** AASHTO MODIFICADO

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>NUMERO DE GOLPES :</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS :</b>	5	<b>PESO MARTILLO :</b>	10 Lb
<b>ALTURA DE CAÏDA :</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr :</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc</b>	944

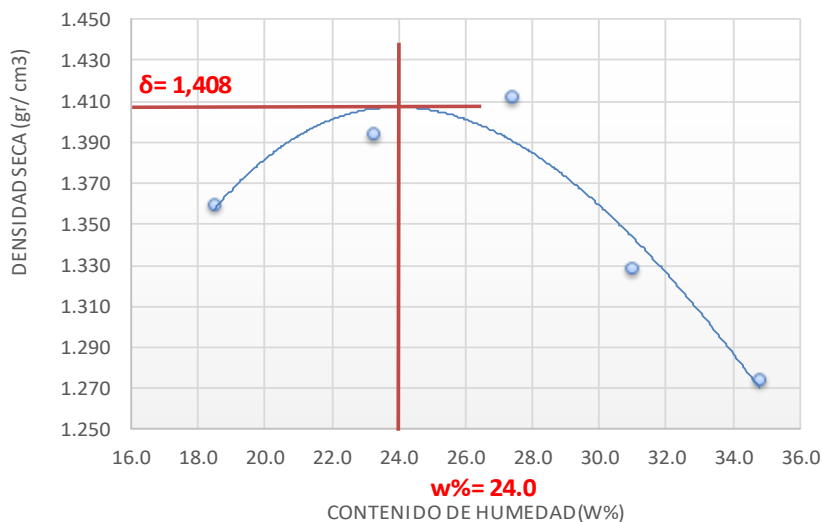
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5311.4	5413.6	5489	5433.3	5412.4
Peso suelo húmedo	1520.4	1622.6	1698	1642.3	1621.4
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.611	1.719	1.799	1.740	1.718

**2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	D-3	6-T	11-B	C-5	1-T	4-A	4-B	1-D	2-F	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	152.8	126.00	160.2	129.2	180.3	144.8	190.4	128.4	165.7	140.7
Peso seco + recipiente Ws+ rec	136.2	114.00	139.2	113.2	151.9	118.8	152.8	105.9	135.8	116.4
Peso del recipiente rec	47.17	48.40	45.2	47	44.86	26.7	32	32.86	49.34	46.89
Peso del agua Ww	16.60	12.00	21.0	16	28.4	26	37.6	22.5	29.9	24.3
Peso suelo seco Ws	89.03	65.60	94	66.2	107	92.1	120.8	73.04	86.46	69.51
Contenido humedad w %	18.6	18.3	22.3	24.2	26.5	28.2	31.1	30.8	34.6	35.0
Contenido humedad promedio w %	18.47		23.25		27.38		30.97		34.77	
Densidad Seca $\gamma_d$	1.360		1.395		1.412		1.328		1.274	

**DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD**



$\gamma$  máximo= 1.408

W óptimo % = 24.0



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre

**Ubicación:** Cantón Archidona

**NORMA:** AASHTO:T-180

**Elaborado por:** Pablo Guerrero

**DEL KM.:** 1+500

**Tipo:** Proctor Modificado

**SUELO:** ML-CL

**FECHA:** Abr-17

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	15	18	44			
# DE CAPAS	5	5	5			
# DE GOLPES POR CAPA	56	27	11			
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	9840.2	10139.2	9679.2	10109.2	9169.2	9709.2
PESO MOLDE (gr)	5863.5	5863.5	5964.5	5964.5	5774	5774
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3976.7	4275.7	3714.7	4144.7	3395.2	3935.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2273	2273	2273	2273	2273	2273
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm3)	1.750	1.881	1.634	1.823	1.494	1.731
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.405	1.346	1.315	1.246	1.199	1.148
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1.376		1.281		1.174	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	2-F	3-T	4-A	11-B	C-5	1-T
Wm +TARRO (gr)	179.67	99.21	184.22	97.51	189.52	109.52
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	153.65	83.52	157.25	76.52	157.21	82.52
PESO AGUA (gr)	26.02	15.69	26.97	20.99	32.31	27
PESO TARRO (gr)	47.38	44.06	46.17	31.21	25.92	29.33
PESO MUESTRA SECA (gr)	106.27	39.46	111.08	45.31	131.29	53.19
CONTENIDO DE HUMEDAD %	24.48	39.76	24.28	46.33	24.61	50.76
AGUA ABSORBIDA %		15.28		22.05		26.15

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

Abscisa: 1+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

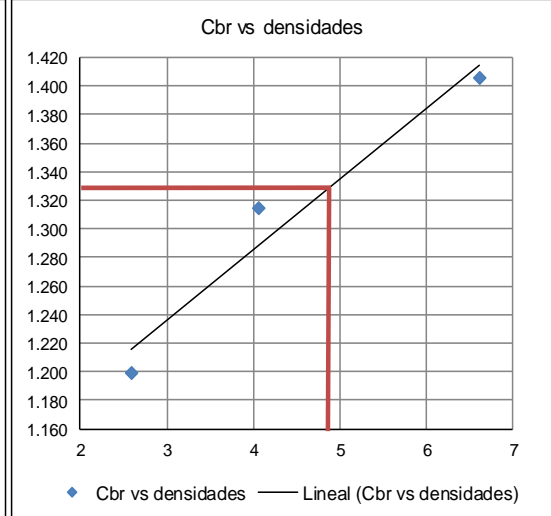
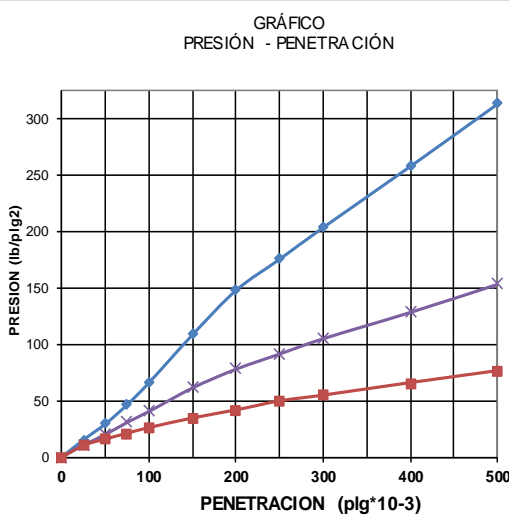
Fecha: Abr-17

**ENSAYO C.B.R.**  
**DATOS DE ESPONJAMIENTO**  
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ		LECT DIAL	h	ESPONJ	
	HORA	DIAS		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%		Mues	Plgs.	%
	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.	*10-2	Plgs.	Plgs.	*10-2	Plgs.
26-Abr-17	15:10	0	0.15	5.00	0.00	0.00	0.10	5.00	0.00	0.00	0.09	5.00	0.00	0.00
27-Abr-17	14:08	1	0.18		2.57	0.51	0.13		1.73	0.35	0.11		2.09	0.42
28-Abr-17	14:45	2	0.21		5.72	1.14	0.15		4.64	0.93	0.14		5.13	1.03

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**  
AREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT DIAL	LEIDA	CORG		LECT DIAL	LEIDA	CORG		LECT DIAL	LEIDA	CORG	
			lb/plg2		%	lb/plg2		%	lb/plg2		%	lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	21.0	15.4			14.4	10.6			14.0	10.3		
1	0	50	40.1	29.5			27.3	20.1			21.5	15.8		
1	30	75	63.4	46.6			42.0	30.9			28.5	20.9		
2	0	100	90.0	66.1	66.1	<b>6.61</b>	55.2	40.6	40.6	<b>4.06</b>	35.2	25.9	<b>25.9</b>	<b>2.59</b>
3	0	150	148.0	108.7			83.7	61.5			46.7	34.3		
4	0	200	201.6	148.1			106.4	78.2			56.4	41.4		
5	0	250	239.1	175.7			124.8	91.7			67.2	49.4		
6	0	300	277.5	203.9			143.3	105.3			74.1	54.4		
8	0	400	351.3	258.1			175.2	128.7			89.1	65.5		
10	0	500	426.7	313.5			209.2	153.7			103.4	76.0		
CBR corregido						<b>6.61</b>				<b>4.06</b>				<b>2.59</b>



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1.405	6.61	%
gr/cm <sup>4</sup>	1.315	4.06	%
gr/cm <sup>5</sup>	1.199	2.59	%

Densidad Máx	1.408	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.338	gr/cm <sup>3</sup>
<b>CBR PUNTUAL</b>		<b>4.9 %</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona.

ABSCISA: 2+500

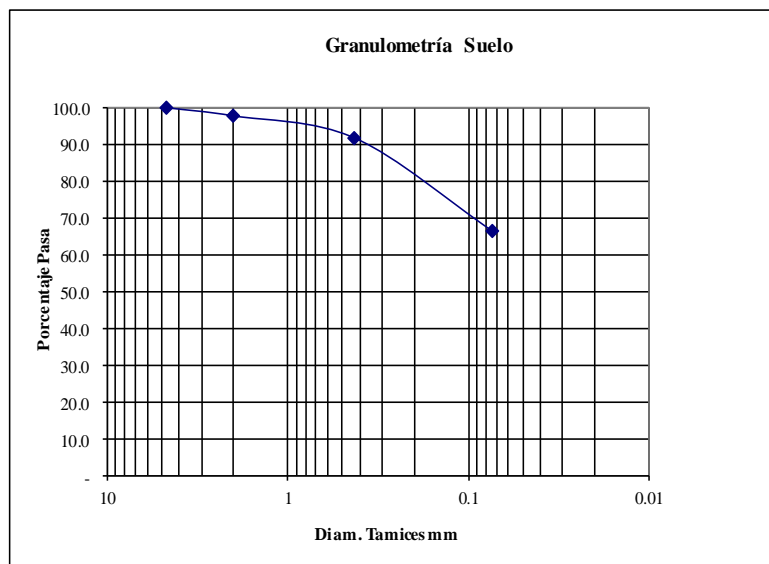
Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abril de 2017

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	5.77	2.25	97.75
N 30	0.59			
N 40	0.425	21.48	8.39	91.61
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	86.35	33.72	66.28
PASA EL N 200		169.72	66.28	
TOTAL		256.07		
PESO ANTES DEL LAVADO	256.07 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	86.35 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO			
TOTAL - DIFERENCIA	169.72 TOTAL			

**2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Contenido de Humedad					256.1	PT SS
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %	
208.78	139.07	65.89	69.71	73.18	<b>95.3</b>	
Clasificación SUCS		MH (limo alta plasticidad).				

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

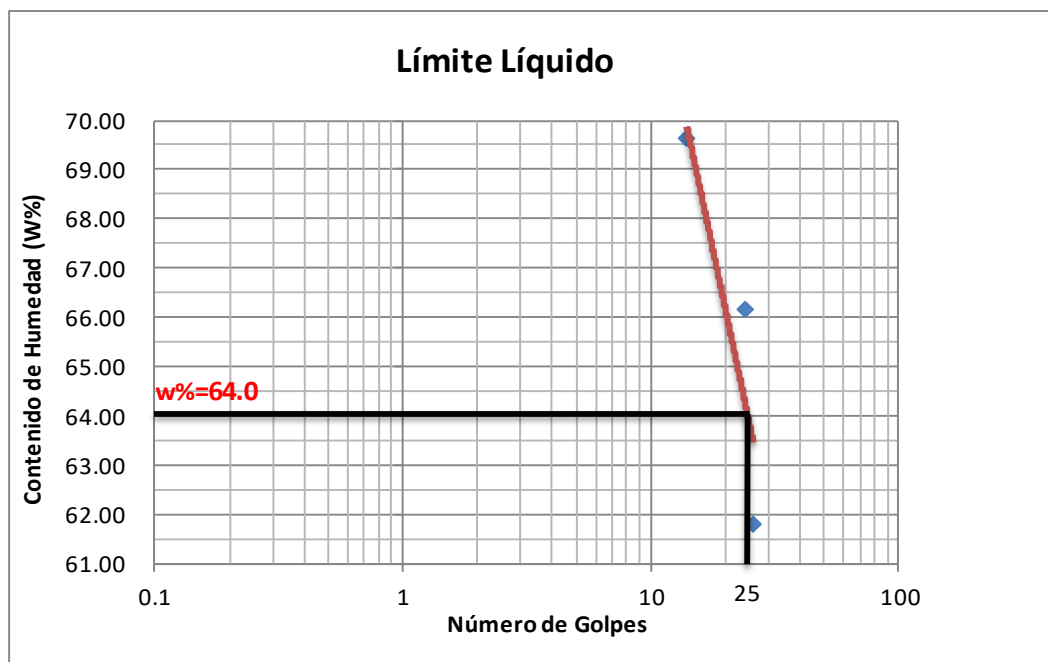
ABSCISA: 2+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abril de 2016

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	26		24		14	
Recipiente Número	X-1	1C	12-F	16-X	7-E	8-E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	23.95	20.11	22.11	23.10	22.5	20.42
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.09	16.76	17.85	18.36	18.01	16.64
Peso recipiente rec	11.24	11.33	11.41	11.2	11.54	11.23
Peso del agua Ww	4.86	3.35	4.26	4.74	4.49	3.78
Peso de los sólidos WS	7.85	5.43	6.44	7.16	6.47	5.41
Contenido de humedad w%	61.91	61.69	66.15	66.20	69.40	69.87
Contenido de humedad prom. w%	61.80		66.18		69.63	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	E-1	A-1	A-5	A-8	D-5	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	7.19	5.38	5.95	6.08	5.18	5.69
Peso seco + recipiente Ws + rec	6.14	5	5.38	5.45	4.85	5.2
Peso recipiente rec	4.26	4.31	4.34	4.31	4.26	4.31
Peso del agua Ww	1.05	0.38	0.57	0.63	0.33	0.49
Peso de los sólidos WS	1.88	0.69	1.04	1.14	0.59	0.89
Contenido de humedad w%	55.85	55.07	54.81	55.26	55.93	55.06
Contenido de humedad prom. w%	55.46		55.04		55.49	

Límite líquido = **65.87** %

Límite plástico = **55.33** %

Índice plástico = **10.54** %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre

**Ubicación:** Cantón Archidona.

**ABSCISA:** 2+500

**Elaborado por:** Pablo Guerrero

**FECHA:** Abril de 2017

**NORMA:** AASHTO T - 180

**MÈTODO:** AASHTO MODIFICADO

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>NUMERO DE GOLPES :</b>	<b>25</b>	<b>NÚMERO DE CAPAS :</b>	<b>5</b>	<b>PESO MARTILLO :</b>	<b>10 Lb</b>
<b>ALTURA DE CAÍDA :</b>	<b>18"</b>	<b>PESO MOLDE gr :</b>	<b>3791</b>	<b>VOLUMEN MOLDE cc</b>	<b>944</b>

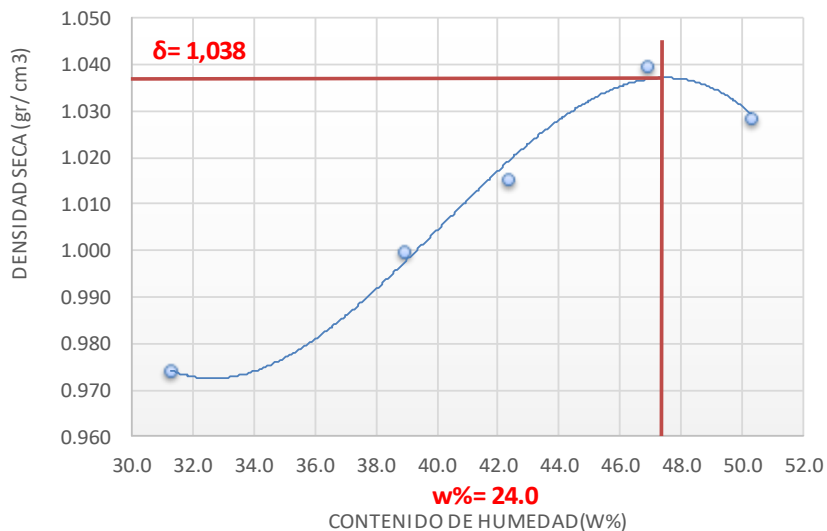
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	4998	5101.98	5154.98	5232.58	5250.18
Peso suelo húmedo	1207	1310.98	1363.98	1441.58	1459.18
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.279	1.389	1.445	1.527	1.546

**2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	D-3	6-T	11-B	C-5	1-T	4-A	4-B	1-D	2-F	2-R
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	159.08	129.98	166.0	136	172.0	140	103.5	130.5	144.7	144.6
Peso seco + recipiente Ws+ rec	132.68	105.98	138	111	135.0	108	80.8	103.5	112.7	112.2
Peso del recipiente rec	49.47	28.08	65.9	46.9	46.8	33.1	31.7	46.7	49	47.88
Peso del agua Ww	26.40	24.00	28.0	25	37	32	22.7	27	32	32.4
Peso suelo seco Ws	83.21	77.90	72.1	64.1	88.2	74.9	49.1	56.8	63.7	64.32
Contenido humedad w %	31.7	30.8	38.8	39.0	42.0	42.7	46.2	47.5	50.2	50.4
Contenido humedad promedio w %	31.27		38.92		42.34		46.88		50.30	
Densidad Seca $\gamma_d$	0.974		1.000		1.015		1.040		1.028	

**DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD**



$\gamma$  máximo= 1.038

W óptimo % = 47.2

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre  
**Ubicación:** Cantón Archidona **NORMA:** AASHTO:T-180  
**Elaborado por:** Pablo Guerrero **DEL KM.:** 2+500  
**Tipo:** Proctor Modificado **SUELO:** ML-CL  
**FECHA:** Abr-17

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	15		18		44	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W <sub>m</sub> +MOLDE (gr)	9424.2	9600	9185	9550.2	8759.4	9268.2
PESO MOLDE (gr)	5864.3	5864.3	5965.3	5965.3	5774.8	5774.8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3559.9	3735.7	3219.7	3584.9	2984.6	3493.4
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2274	2274	2274	2274	2274	2274
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.565	1.643	1.416	1.576	1.312	1.536
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.063	1.002	0.964	0.956	0.878	0.903
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.032		0.960		0.891	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	2-F	3-T	4-A	11-B	C-5	1-T
W <sub>m</sub> +TARRO (gr)	184.84	136.43	174.9	159.54	182.9	106.25
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	140.44	100.71	134.05	122.61	138.72	75.4
PESO AGUA (gr)	44.4	35.72	40.85	36.93	44.18	30.85
PESO TARRO (gr)	46.58	44.84	46.88	65.66	49.29	31.37
PESO MUESTRA SECA (gr)	93.86	55.87	87.17	56.95	89.43	44.03
CONTENIDO DE HUMEDAD %	47.30	63.93	46.86	64.85	49.40	70.07
AGUA ABSORBIDA %		16.63		17.98		20.66

## UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL  
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

Abscisa: 2+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

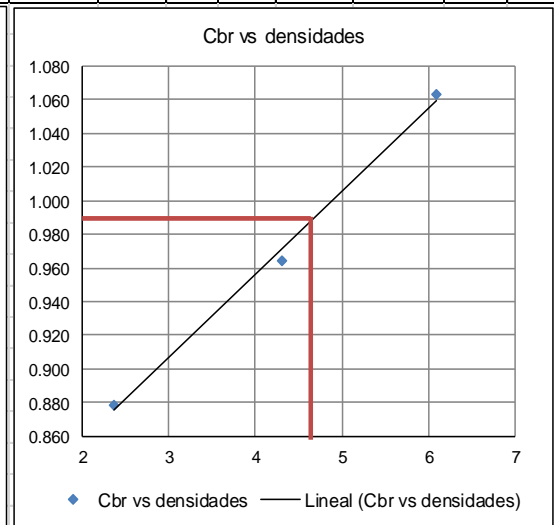
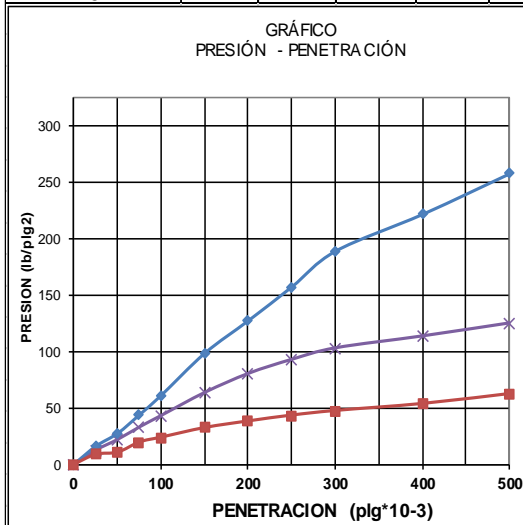
Fecha: Abr-17

### ENSAYO C.B.R. DATOS DE ESPONJAMIENTO LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
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	
2-May-17	17:30	0	0.07	5.00	0.00	0.00	0.10	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00
3-May-17	14:08	1	0.10		3.48	0.70	0.15		4.29	0.86	0.10		4.65	0.93
4-May-17	14:45	2	0.14		7.70	1.54	0.17		7.97	1.59	0.13		7.33	1.47

### ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN AREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	21.6	15.9			16.9	12.4			11.8	8.7		
1	0	50	37.1	27.3			29.8	21.9			14.3	10.5		
1	30	75	59.5	43.7			44.8	32.9			26.5	19.5		
2	0	100	83.0	61.0	6.10		58.7	43.1	4.31		32.3	23.7	2.37	2.37
3	0	150	133.9	98.4			86.5	63.5			43.8	32.2		
4	0	200	173.2	127.2			109.4	80.4			51.7	38.0		
5	0	250	214.1	157.3			126.4	92.9			58.7	43.1		
6	0	300	257.1	188.9			140.2	103.0			64.2	47.2		
8	0	400	301.6	221.6			154.6	113.6			72.6	53.3		
10	0	500	350.7	257.6			170.3	125.1			84.5	62.1		
CBR corregido														
					6.10				4.31					2.37



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1.063	6.10	%
gr/cm <sup>4</sup>	0.964	4.31	%
gr/cm <sup>5</sup>	0.878	2.37	%

Densidad Máx	1.038	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	0.986	gr/cm <sup>3</sup>
<b>CBR PUNTUAL</b>		<b>4.7 %</b>

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona.

ABSCISA: 3+500

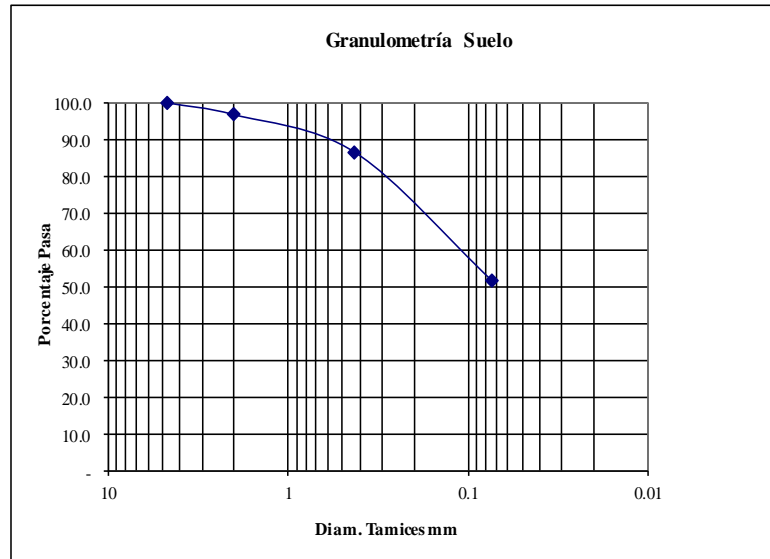
Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: May-17

**1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO**

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	9.52	3.25	96.75
N 30	0.59			
N 40	0.425	39.79	13.59	86.41
N 50	0.30			
N 100	0.149			
N 200	0.074	141.82	48.42	51.58
PASA EL N 200		151.07	51.58	
TOTAL		292.89		
PESO ANTES DEL LAVADO	292.89 PESO CUARTEO ANTES/LAVADO			
PESO DESPUÉS DE LAVADO	141.82 PESO CUARTEO DESPUES/LAVADO			
TOTAL - DIFERENCIA	151.07 TOTAL			

**2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA**



Contenido de Humedad					292.9	PT SS
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %	
187.27	129.25	47.2	58.02	82.05	<b>70.7</b>	
Clasificación SUCS		MH (limo alta plasticidad).				



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

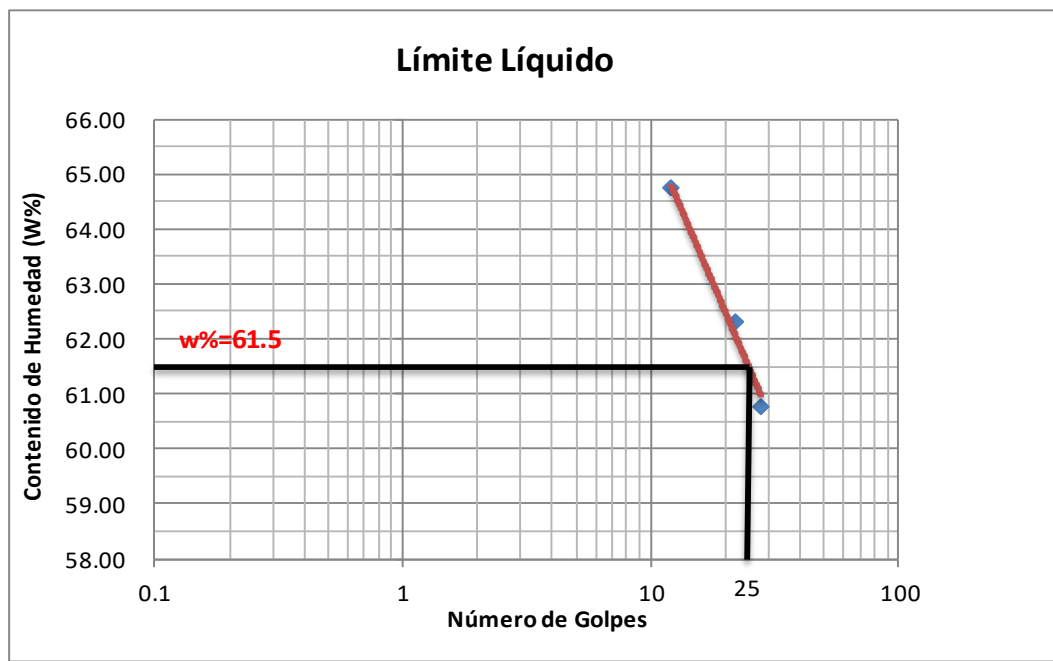
ABSCISA: 3+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: May-17

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	28		22		12	
Recipiente Número	X-1	1C	12-F	16-X	7-E	8-E
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.5	20.1	25.1	23.10	23.59	20.1
Peso seco + recipiente Ws + rec	19.54	16.78	19.9	18.53	18.88	16.59
Peso recipiente rec	11.37	11.32	11.55	11.2	11.51	11.24
Peso del agua Ww	4.96	3.32	5.2	4.57	4.71	3.51
Peso de los sólidos WS	8.17	5.46	8.35	7.33	7.37	5.35
Contenido de humedad w%	60.71	60.81	62.28	62.35	63.91	65.61
Contenido de humedad prom. w%	60.76		62.31		64.76	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número	E-1	A-1	A-5	A-8	D-5	E-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.19	5.45	5.4	6.13	5.8	5.59
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.51	5.05	5	5.49	5.28	5.16
Peso recipiente rec	4.27	4.32	4.27	4.32	4.32	4.35
Peso del agua Ww	0.68	0.40	0.40	0.64	0.52	0.43
Peso de los sólidos WS	1.24	0.73	0.73	1.17	0.96	0.81
Contenido de humedad w%	54.84	54.79	54.79	54.70	54.17	53.09
Contenido de humedad prom. w%	54.82		54.75		53.63	

Límite líquido = **62.61** %

Límite plástico = **54.40** %

Índice plástico = **8.21** %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre

**Ubicación:** Cantón Archidona.

**ABSCISA:** 3+500

**Elaborado por:** Pablo Guerrero

**FECHA:** May-17

**NORMA:** AASHTO T - 180

**MÈTODO:** AASHTO MODIFICADO

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

<b>NUMERO DE GOLPES :</b>	25	<b>NÚMERO DE CAPAS :</b>	5	<b>PESO MARTILLO :</b>	10 Lb
<b>ALTURA DE CAÌDA :</b>	18"	<b>PESO MOLDE gr :</b>	3791	<b>VOLUMEN MOLDE cc</b>	944

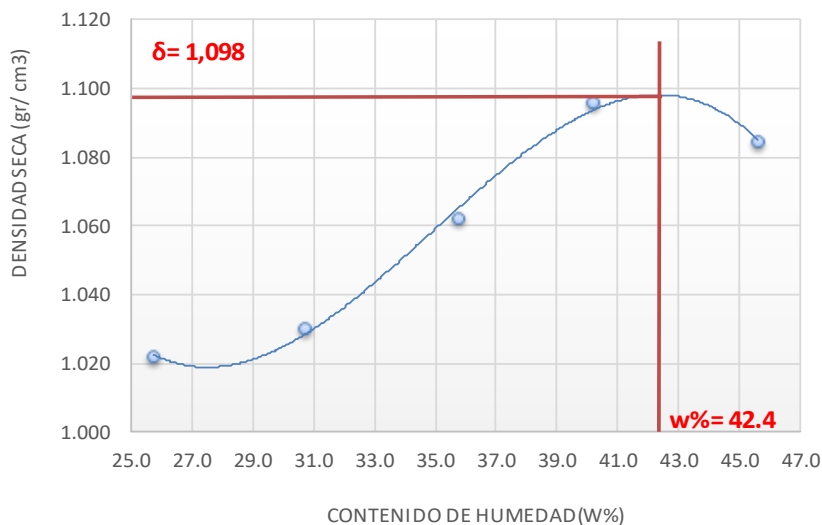
**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	80	160	240	320
P molde + suelo húmedo (gr)	5004.2	5062.4	5151.8	5240.8	5281.8
Peso suelo húmedo	1213.2	1271.4	1360.8	1449.8	1490.8
Densidad Húmeda en gr/cm <sup>3</sup>	1.285	1.347	1.442	1.536	1.579

**2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	D-3	6-T	11-B	C-5	1-T	4-A	4-B	1-D	2-F	2-R
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	140	131.80	137.8	130.8	153.7	142.8	184	132	110.4	140.4
Peso seco + recipiente Ws+ rec	120.7	110.80	117	110.8	125.1	113.8	150	102	85.65	111.5
Peso del recipiente rec	46.95	27.90	48.2	46.7	44.83	32.9	65.9	26.9	31.36	48.18
Peso del agua Ww	19.30	21.00	20.8	20	28.6	29	34	30	24.75	28.9
Peso suelo seco Ws	73.75	82.90	68.8	64.1	80.27	80.9	84.1	75.1	54.29	63.32
Contenido humedad w %	26.2	25.3	30.2	31.2	35.6	35.8	40.4	39.9	45.6	45.6
Contenido humedad promedio w %	25.75		30.72		35.74		40.19		45.61	
Densidad Seca $\gamma_d$	1.022		1.030		1.062		1.096		1.085	

**DENSIDAD SECA vs CONTENIDO DE HUMEDAD**



$\gamma$  máximo = 1.098

W óptimo % = 42.4

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre  
**Ubicación:** Cantón Archidona **NORMA:** AASHTO:T-180  
**Elaborado por:** Pablo Guerrero **DEL KM.:** 3+500  
**Tipo:** Proctor Modificado **SUELO:** ML-CL  
**FECHA:** Abr-17

**ENSAYO CBR**

MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W <sub>m</sub> +MOLDE (gr)	11667.2	11793	11526	11815.4	11708	12097
PESO MOLDE (gr)	7990.8	7990.8	8079.8	8079.8	8565.8	8565.8
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)	3676.4	3802.2	3446.2	3735.6	3142.2	3531.2
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )	2301	2301	2301	2301	2301	2301
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.598	1.652	1.498	1.623	1.366	1.535
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )	1.118	1.032	1.042	0.989	0.951	0.908
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )	1.075		1.015		0.930	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	2-F	3-T	4-A	11-B	C-5	1-T
W <sub>m</sub> +TARRO (gr)	159.32	110.71	182.8	91.4	160.79	80.22
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	125.92	81.45	141.32	67.46	126.98	58.86
PESO AGUA (gr)	33.4	29.26	41.48	23.94	33.81	21.36
PESO TARRO (gr)	48.18	32.82	46.6	30.13	49.29	27.88
PESO MUESTRA SECA (gr)	77.74	48.63	94.72	37.33	77.69	30.98
CONTENIDO DE HUMEDAD %	42.96	60.17	43.79	64.13	43.52	68.95
AGUA ABSORBIDA %		17.20		20.34		25.43

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

Abscisa: 3+500

Elaborado por: Pablo Guerrero

Fecha: May-17

**ENSAYO C.B.R.**

**DATOS DE ESPONJAMIENTO**

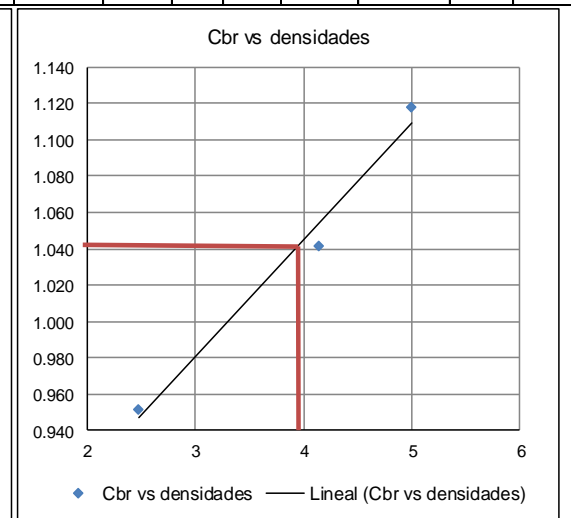
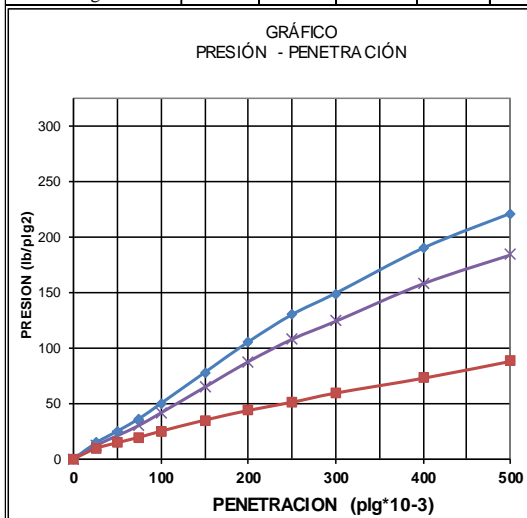
LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NÚMERO			15				18				44						
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL	h	ESPONJ			LECT DIAL	h	ESPONJ			LECT DIAL	h	ESPONJ		
	HORA	DIAS			Mues	Plgs.	%			Mues	Plgs.	%			Mues	Plgs.	%
			Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2		Plgs.	Plgs.	*10-2
8-May-17	17:30	0	0.09	5.00	0.00	0.00	0.04	5.00	0.00	0.00	0.08	5.00	0.00	0.00			
9-May-17	14:08	1	0.13		3.83	0.77	0.10		5.68	1.14	0.14			6.05	1.21		
10-May-17	14:45	2	0.17		7.88	1.58	0.13		9.42	1.88	0.17			8.10	1.62		

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**

AREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NÚMERO			15				18				44			
TIEMPO			Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR	Q LECT	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET. " 10-3		LEIDA	CORG			LEIDA	CORG			LEIDA	CORG	
			DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%	DIAL	lb/plg2	%
		0	0.0			0.0	0		0.0	0		0.0	0	
0	30	25	19.2	14.1		16.0	11.8		12.4	9.1				
1	0	50	33.9	24.9		28.3	20.8		19.6	14.4				
1	30	75	49.3	36.2		41.1	30.2		26.3	19.3				
2	0	100	68.0	50.0	50.0	5.00	56.5	41.5	41.5	4.15	33.8	24.8	24.8	2.48
3	0	150	105.7	77.7		87.9	64.6		47.3	34.7				
4	0	200	143.3	105.3		119.4	87.7		59.3	43.6				
5	0	250	176.6	129.7		146.8	107.8		69.3	50.9				
6	0	300	202.7	148.9		168.9	124.1		80.6	59.2				
8	0	400	257.9	189.5		214.9	157.9		98.8	72.6				
10	0	500	300.3	220.6		250.3	183.9		119.6	87.9				
CBR corregido						5.00			4.15					2.48



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	1.118	5.00	%
gr/cm <sup>4</sup>	1.042	4.15	%
gr/cm <sup>5</sup>	0.951	2.48	%

Densidad Máx	1.098	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	1.043	gr/cm <sup>3</sup>
<b>CBR PUNTUAL</b>		<b>3.95 %</b>

# **Mejoramiento de la Subrasante**

# UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona.

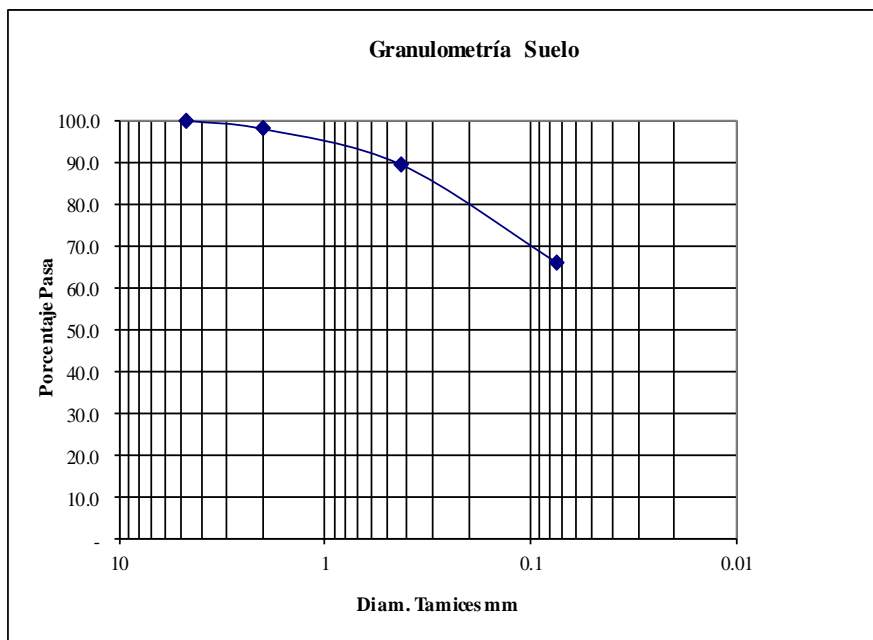
ABSCISA:

Elaborado por: Pablo Guerrero

FECHA: Abr-17

## 1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.4	1181	12.06	87.94
1 1/2"	38.1	811.5	8.29	91.71
1"	25.4	1597.4	16.32	83.68
3/4"	19.1	549.1	5.61	94.39
1/2"	12.7	735.5	7.51	92.49
3/8"	9.52	803	8.20	91.80
N 4"	4.76	3100	31.66	68.34
N 10	2.00	141.2	1.44	98.56
N 40	0.425	401.3	4.10	95.90
N 200	0.074	470	4.80	95.20
<b>TOTAL FRACCION FINA</b>		496.3		
<b>TOTAL</b>			Humedad %	0.74



Contenido de Humedad					496.3	PT SS
PT+SH	PT+SS	PT	P Agua	PSS	W %	
182.4	181.3	32.2	1.1	149.1	<b>0.74</b>	
Clasificación SUCS		Mejoramiento				

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

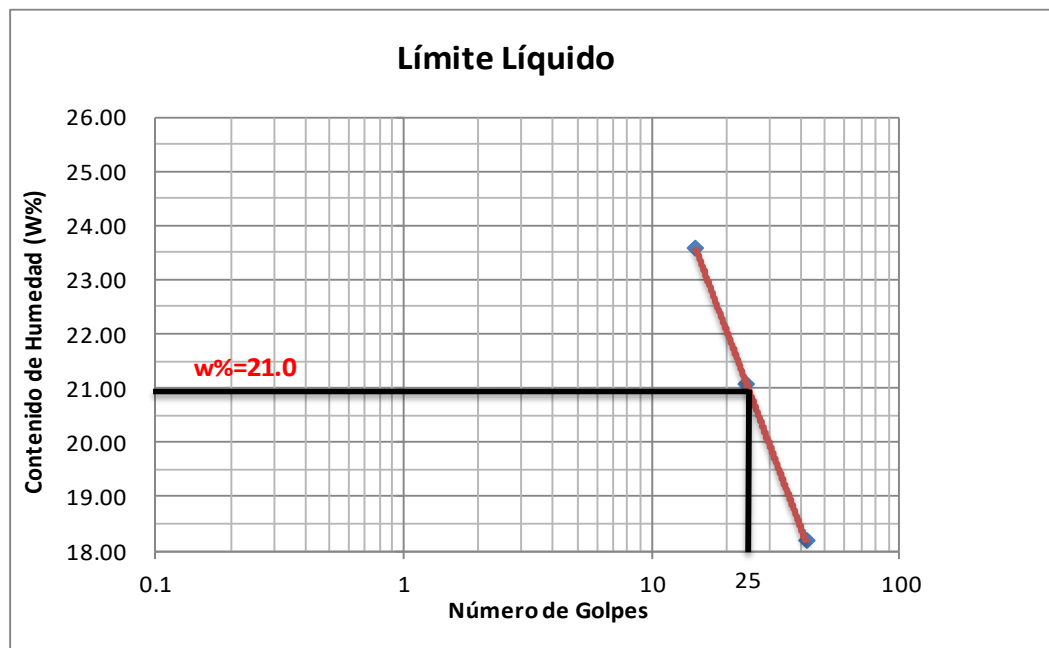
Suelo: Mejoramiento

Elaborado por: Pablo Guerrero

Fecha: Abr-17

**1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO**

Número de golpes	42		24		15	
Recipiente Número	M-20	M-88	7-A	88-S	R-4	R-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	24.2	25.5	29.1	32.80	28.2	28
Peso seco + recipiente Ws + rec	22.1	23.2	25.7	29.4	24.4	25.3
Peso recipiente rec	10.2	10.9	11.1	11.4	11.1	10.8
peso del agua Ww	2.1	2.3	3.4	3.4	3.8	2.7
Peso de los sólidos WS	11.9	12.3	14.6	18	13.3	14.5
Contenido de humedad w%	17.65	18.70	23.29	18.89	28.57	18.62
Contenido de humedad prom. w%	18.17		21.09		23.60	



**2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec						
Peso seco + recipiente Ws + rec						
Peso recipiente rec						
Peso del agua Ww						
Peso de los sólidos WS						
Contenido de humedad w%						
Contenido de humedad prom. w%						

Límite líquido = **20.90** %

Límite plástico = - %

Índice plástico = **NP** %

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**  
**COMPACTACIÓN**

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre  
**Ubicación:** Cantón Archidona. **Suelo:** Mejoramiento  
**Elaborado por:** Pablo Guerrero **Fecha:** Jun-17  
**NORMA:** AASHTO T - 180  
**MÈTODO:** AASHTO MODIFICADO

**ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO**

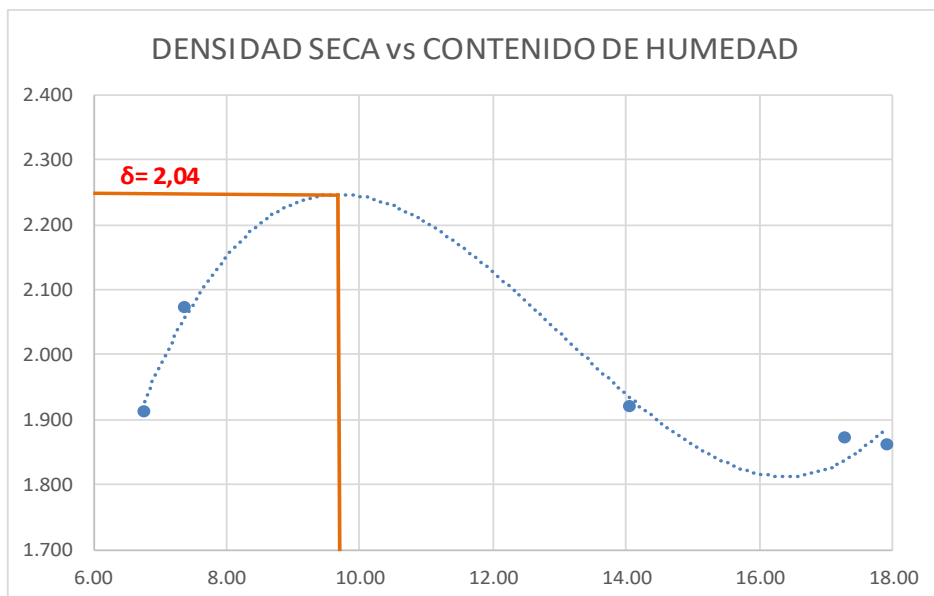
NUMERO DE GOLPES :	56	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 Lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr :	16800	VOLUMEN MOLDE cc	2350.0

**1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO**

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida en (cc)	0	240	480	720	960
P molde + suelo húmedo (gr)	21600	22030	21950	21965	21958
Peso suelo húmedo	4800	5230	5150	5165	5158
Densidad Húmeda en gr/cm3	2.043	2.226	2.191	2.198	2.195

**2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD**

Recipiente #	31	21-A	11	1	3-AS	27	40	29	8-A	M-88
Peso humedo + recipiente Wm+ rec	225.17	143.05	285.6	133.2	241.3	152.4	292	155.1	164.5	145.9
Peso seco + recipiente Ws+ rec	213.5	136.20	275.1	123.4	219.9	136.6	257.4	136.4	144.9	129.9
Peso del recipiente rec	48.24	30.21	44.98	26.92	51.38	34.05	48.3	32.63	46.75	28.92
Peso del agua Ww	11.67	6.85	10.5	9.8	21.4	15.8	34.6	18.7	19.6	16.00
Peso suelo seco Ws	165.26	105.99	230.1	96.48	168.5	102.6	209.1	103.8	98.15	100.98
Contenido humedad w %	7.1	6.5	4.6	10.2	12.7	15.4	16.5	18.0	20.0	15.8
Contenido humedad promedio w %	6.76		7.36			14.05		17.28		17.91
Densidad Seca $\gamma_d$	1.913		2.073			1.921		1.874		1.862



$\gamma$  máximo = 2.250

W óptimo % = 9.9



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS

**Proyecto:** Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre**Ubicación:** Cantón Archidona**NORMA:** AASHTO:T-180**Elaborado por:** Pablo Guerrero**LUGAR:** Mina 20 de Mayo**Tipo:** Proctor Modificado**SUELO:** Mejoramiento**FECHA:** Abr-17**ENSAYO CBR**

MOLDE #		27	56	36			
# DE CAPAS		5	5	5			
# DE GOLPES POR CAPA		56	27	11			
		ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
W <sub>m</sub> +MOLDE (gr)		22650	22675	22250	22400	21400	21550
PESO MOLDE (gr)		16400	16400	16400	16400	16400	16400
PESO MUESTRA HUMEDA (gr)		6250	6275	5850	6000	5000	5150
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm <sup>3</sup> )		2350.0	2350.0	2350.0	2350.0	2350.0	2350.0
DENSIDAD HUMEDA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.660	2.670	2.489	2.553	2.128	2.191
DENSIDAD SECA (gr/cm <sup>3</sup> )		2.434	2.343	2.293	2.261	1.962	1.962
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm <sup>3</sup> )		2.388		2.277		1.962	

**CONTENIDO DE HUMEDAD**

TARRO #	31	1	11	40	29	27
W <sub>m</sub> +TARRO (gr)	238.53	137.64	249.61	112.79	141.84	109.79
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	221.3	124.86	232.52	103.43	133.3	101.6
PESO AGUA (gr)	17.23	12.78	17.09	9.36	8.54	8.19
PESO TARRO (gr)	35.6	33.5	33.4	30.9	32	31.5
PESO MUESTRA SECA (gr)	185.7	91.36	199.12	72.53	101.3	70.1
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.28	13.99	8.58	12.91	8.43	11.68
AGUA ABSORBIDA %		4.71		4.32		3.25

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL**  
**LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS**

Proyecto: Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre.

Ubicación: Cantón Archidona

Suelo: Mejoramiento

Elaborado por: Pablo Guerrero

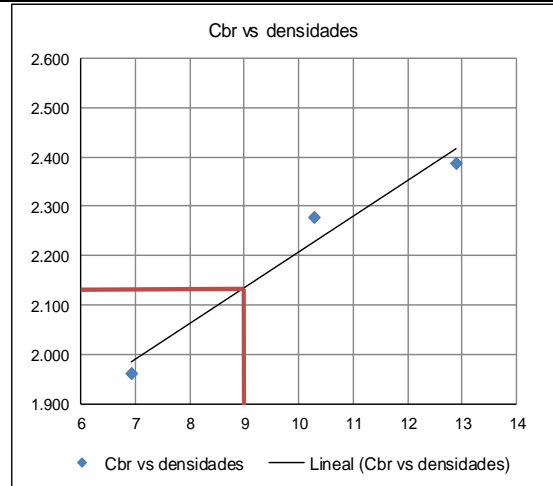
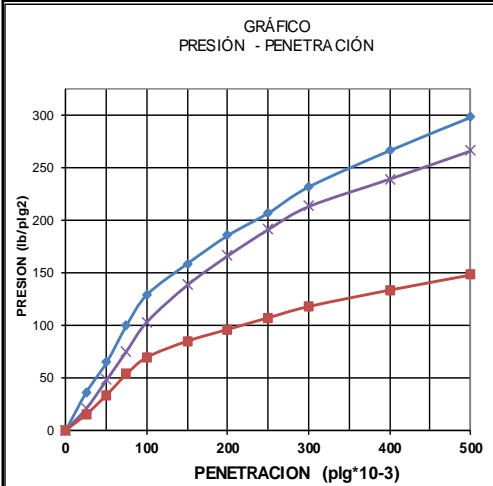
Fecha: Jun-17

**ENSAYO C.B.R.**  
**DATOS DE ESPONJAMIENTO**  
 LECTURA DIAL en Plgs\*10-2

MOLDE NÚMERO			27				56				36						
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA	DIAS	LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ	
			DIAL	Mues	Plgs.	%	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
27-Jun-17	15:10	0	0.09	5.00	0.00	0.00	0.05	5.00	0.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00	5.00	0.00	0.00
28-Jun-17	15:15	1	0.11		1.82	0.36	0.07		2.37	0.47	0.03			1.81	0.36		
29-Jun-17	14:45	2	0.13		3.71	0.74	0.08		3.63	0.73	0.05			4.34	0.87		

**ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN**  
 AREA DEL PISTÓN: 3p12

MOLDE NÚMERO			27				56				36			
TIEMPO			Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	PENET.	LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG		LECT	LEIDA	CORG	
		" 10-3	DIAL	lb/plg2	%		DIAL	lb/plg2	%		DIAL	lb/plg2	%	
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	25	48.6	35.7			27.6	20.3			20.1	14.8		
1	0	50	87.3	64.1			64.6	47.5			45.2	33.2		
1	30	75	135.9	99.8			102.4	75.2			72.6	53.3		
2	0	100	175.3	128.8	128.8	<b>12.88</b>	140.1	102.9	102.9	<b>10.29</b>	94.3	69.3	<b>69.3</b>	<b>6.93</b>
3	0	150	215.6	158.4			187.9	138.0			115.2	84.6		
4	0	200	252.1	185.2			225.9	166.0			130.5	95.9		
5	0	250	281.3	206.7			260.1	191.1			145.6	107.0		
6	0	300	315.2	231.6			289.9	213.0			160.2	117.7		
8	0	400	362.3	266.2			325.5	239.1			181.5	133.3		
10	0	500	405.4	297.8			362.1	266.0			201.1	147.7		
CBR corregido						<b>12.88</b>				<b>10.29</b>				<b>6.93</b>



Densidades	vs	Resistencias	
gr/cm <sup>3</sup>	2.388	12.88	%
gr/cm <sup>4</sup>	2.277	10.29	%
gr/cm <sup>5</sup>	1.962	6.93	%

Densidad Máx	2.250	gr/cm <sup>3</sup>
95% de DM	2.138	gr/cm <sup>3</sup>
<b>CBR PUNTUAL</b>		<b>9 %</b>

**Anexo D. Fotografías.**

*Ilustración 1. Muestras de Suelo.*



*Ilustración 2. Muestras de Suelo en la bandeja.*



*Ilustración 3. Granulometría.*



*Ilustración 4. Tamizaje de partículas finas.*



*Ilustración 5. Pesaje de la muestra de suelo.*



*Ilustración 6. Preparación de la muestra.*



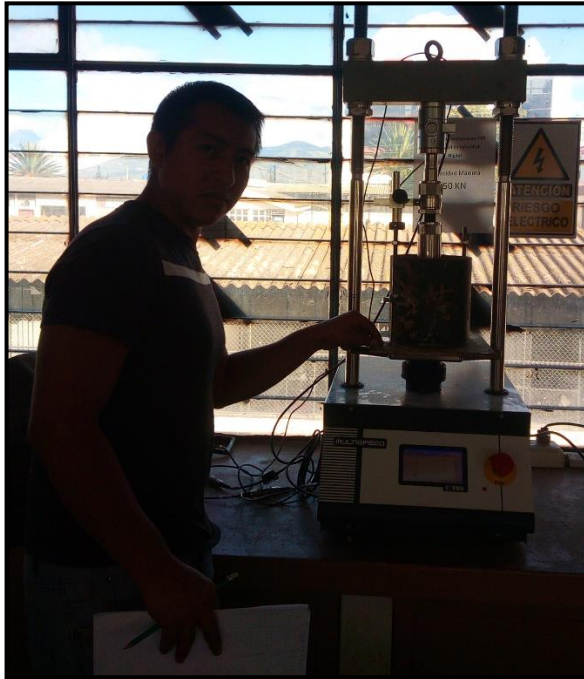
*Ilustración 7. Ensayo Proctor.*



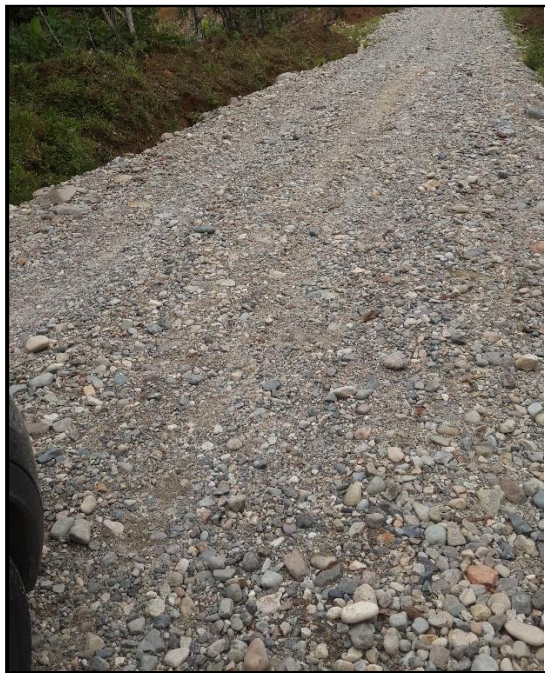
*Ilustración 8. Muestras para ensayo CBR.*





*Ilustración 9. Ensayo CBR.*



*Ilustración 10. Condiciones actuales de la vía.*



## Anexo F. Análisis de Precios Unitarios.

		<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> <b>FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</b> <b>CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL</b>				
<b>PROYECTO:</b> MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE <b>UBICACION:</b> COTUNDO						
<b>ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS</b>				<b>HOJA 1 DE 23</b>		
<b>RUBRO :</b> A.1 <b>DETALLE :</b> Desbroce, desbosque y limpieza				<b>UNIDAD:</b> Ha		
<b>EQUIPO</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=AxB</b>	<b>R</b>	<b>D=CxR</b>	
Herramienta Menor 5% de M.O.					2.422	
Excavadora 150 hp	2.00	45.00	90.000	3.350	301.500	
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>303.922</b>	
<b>MANO DE OBRA</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>JORNAL/HR</b>	<b>COSTO HORA</b>	<b>RENDIMIENTO</b>	<b>COSTO</b>	
<b>DESCRIPCION</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=AxB</b>	<b>R</b>	<b>D=CxR</b>	
Operador equipo pesado OP C1	2.00	3.82	7.640	3.350	25.594	
Ayudante de maquinaria ST C3	2.00	3.41	6.820	3.350	22.847	
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>48.441</b>	
<b>MATERIALES</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>PRECIO UNIT.</b>	<b>COSTO</b>		
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=AxB</b>		
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.000</b>	
<b>TRANSPORTE</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b>	<b>TARIFA</b>	<b>COSTO</b>		
<b>DESCRIPCION</b>		<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C=AxB</b>		
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.000</b>	
<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>					<b>352.363</b>	
<b>INDIRECTOS (%)</b>				20.00%	70.473	
<b>UTILIDAD (%)</b>				0.00%	0.000	
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>					<b>422.84</b>	
<b>VALOR UNITARIO</b>					<b>422.84</b>	

**SON:** CUATROCIENTOS VEINTE Y DOS DÓLARES CON OCHENTA Y CUATRO CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
**ELABORADO**





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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 2 DE 23

RUBRO : A.2

UNIDAD: m3

DETALLE : Excavacion sin clasificar inc. desalojo

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.028
Excavadora de oruga 128 hp	1.00	45.00	45.000	0.035	1.575
Volqueta 8 m3	1.00	20.00	20.000	0.035	0.700
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>2.303</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Ayudante de maquinaria ST C3	1.00	3.41	3.410	0.035	0.119
Operador equipo pesado 1 OP C1	2.00	3.82	7.640	0.035	0.267
Chofer c1 CH C1	1.00	5.00	5.000	0.035	0.175
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.561</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.000</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>2.864</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b> 20.00%	<b>0.573</b>
<b>UTILIDAD (%)</b> 0.00%	<b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>3.44</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>3.44</b>

OBSERVACIONES: R=0.017 480 m3/dia

SON: TRES DÓLARES CON CUARENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO

ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 3 DE 23**

RUBRO : A.3

UNIDAD: km

DETALLE : Replanteo y nivelacion con aparatos

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					10.954
Nivel	1.00	1.50	1.500	14.000	21.000
Teodolito	1.00	1.50	1.500	14.000	21.000
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>52.954</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Topografo 2 EO C1	1.00	3.82	3.820	14.000	53.480
Cadenero EO D2	2.00	3.45	6.900	24.000	165.600
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>219.080</b>

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Tiras de 2.5*2.5*250 cm	u	6.000	0.26	1.560
Pintura esmalte	gln	0.250	11.50	2.875
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.435</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>276.469</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>55.294</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>331.76</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>331.76</b>

OBSERVACIONES: PARA REPLANTEO COMPLETO DE VIAS

SON: TRESCIENTOS TREINTA Y UN DÓLARES CON SETENTA Y SEIS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO

ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 4 DE 23

RUBRO : A.4  
 DETALLE : Acabado de la obra basica

UNIDAD: m2

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.004
Motoniveladora 125 hp	1.00	45.00	45.000	0.006	0.270
Rodillo vibratorio 8 ton	1.00	30.00	30.000	0.008	0.240
Tanquero de agua 6000 lt	1.00	16.00	16.000	0.002	0.032
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.546</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Operador equipo pesado 1 OP C1	1.00	3.82	3.820	0.006	0.023
Operador equipo pesado 2 OP C2	1.00	3.82	3.820	0.008	0.031
Chofer c1 CH C1	1.00	5.00	5.000	0.002	0.010
Ayudante de maquinaria ST C3	1.00	3.41	3.410	0.004	0.014
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.078</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.000</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.624</b>
INDIRECTOS (%)	20.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.75</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.75</b>

SON: SETENTA Y CINCO CENTAVOS DE DÓLAR  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 6 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 5 DE 23**

RUBRO : A.5  
 DETALLE : Geotextil no tejido 2000

UNIDAD: m2

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.005
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.005</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peon	EO E2	1.00	3.41	0.024	0.082
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	0.006	0.023
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.105</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
Geotextil pavco no tejido 2000	m2	1.000	3.42	3.420	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.420</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>3.530</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>4.24</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>4.24</b>

SON: CUATRO DÓLARES CON VEINTE Y CUATRO CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 6 DE 23**

RUBRO : A.6  
DETALLE : Geomalla tensar

UNIDAD: m2

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.005
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.005</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peon	EO E2	1.00	3.41	0.024	0.082
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	0.006	0.023
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.105</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
Geomalla bx-1100 tensar	m2	1.000	4.48	4.480	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>4.480</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>4.590</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>5.51</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>5.51</b>

SON: CINCO DÓLARES CON CINCUENTA Y UN CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 7 DE 23**

RUBRO : A.7  
DETALLE : Limpieza de derrumbes

UNIDAD: m3

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.016
Excavadora 150 hp	1.00	45.00	45.000	0.030	1.350
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.366</b>
<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Operador equipo pesado OP C1	1.00	3.82	3.820	0.030	0.115
Peon EO E2	1.00	3.41	3.410	0.060	0.205
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.320</b>
<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.000</b>	
<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.686</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b> 20.00%	<b>0.337</b>
<b>UTILIDAD (%)</b> 0.00%	<b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.02</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>2.02</b>

SON: DOS DÓLARES CON DOS CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 8 DE 23**

RUBRO : A.8

UNIDAD: m3

DETALLE : Mejoramiento de subrasante con suelo seleccionado

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.011
Rodillo vibratorio 8 ton	1.00	30.00	30.000	0.017	0.510
Motoniveladora 125 hp	1.00	45.00	45.000	0.017	0.765
Tanquero de agua	1.00	16.00	16.000	0.017	0.272
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.558</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Operador equipo pesado 1 OP C1	1.00	3.82	3.820	0.017	0.065
Operador equipo pesado 2 OP C2	1.00	3.82	3.820	0.017	0.065
Chofer c1 CH C1	1.00	5.00	5.000	0.017	0.085
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.215</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
Material granular	m3	1.000	3.25	3.250	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>3.250</b>	
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>5.023</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% 1.005
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% 0.000
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>6.03</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>6.03</b>

SON: SEIS DÓLARES CON TRES CENTAVOS  
 ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 9 DE 23**

RUBRO : A.9

UNIDAD: m3

DETALLE : Sub-base clase 3 tendido y compactado (maquina)

ESPECIFICACIONES: COMPACTACION POR CAPAS

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.010
Motoniveladora 125 hp	1.00	45.00	45.000	0.010	0.450
Rodillo vibratorio 8 ton	1.00	30.00	30.000	0.010	0.300
Camion cisterna 10000 lt	1.00	16.00	16.000	0.010	0.160
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.920</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Ayudante de maquinaria ST C3	1.00	3.41	3.410	0.020	0.068
Operador equipo pesado 2 OP C2	1.00	3.82	3.820	0.010	0.038
Operador equipo pesado 1 OP C1	1.00	3.82	3.820	0.010	0.038
Chofer c1 CH C1	1.00	5.00	5.000	0.010	0.050
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.194</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
Sub-base clase 3	m3	1.200	10.00	12.000	
Agua	m3	0.030	0.25	0.008	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>12.008</b>	
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>13.122</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b> 20.00%	<b>2.624</b>
<b>UTILIDAD (%)</b> 0.00%	<b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>15.75</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>15.75</b>

OBSERVACIONES: R=0.01

SON: QUINCE DÓLARES CON SETENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO





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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 6 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 10 DE 23**

RUBRO : A.10  
DETALLE : Base clase 2

UNIDAD: m3

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.177
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.177</b>
<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Peon	EO E2	1.00	3.41	0.666	2.271
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	0.333	1.272
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.543</b>
<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>	
Ripio	m3	1.000	8.00	8.000	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.000</b>	
<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>11.720</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>14.06</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>14.06</b>

SON: CATORCE DÓLARES CON SEIS CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 11 DE 23

RUBRO : A.11

UNIDAD: lt

DETALLE : Asfalto rc-250 imprimacion

ESPECIFICACIONES: 1.63L/m2

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.001
Escoba autopropulsada 80 hp	1.00	20.00	20.000	0.001	0.020
Distribuidor de asfalto	1.00	45.00	45.000	0.001	0.045
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.066</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>		<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Operador equipo pesado 2	OP C2	1.00	3.82	3.820	0.001	0.004
Ayudante de maquinaria	ST C3	1.00	3.41	3.410	0.001	0.003
Peon	EO E2	1.00	3.41	3.410	0.001	0.003
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.010</b>

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Asfalto rc-250	kg	1.630	0.40	0.652
Diesel	lt	0.013	0.26	0.003
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.655</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.731</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>0.88</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>0.88</b>

SON: OCHENTA Y OCHO CENTAVOS DE DÓLAR  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 12 DE 23**

RUBRO : A.12

UNIDAD: m2

DETALLE : Capa de rodadura de hormigon asfáltico mezclado en planta =7cm

ESPECIFICACIONES: MEZCLADO EN PLANTA

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.016
Planta mezcladora de asfalto	1.00	117.10	117.100	0.005	0.586
Cargadora frontal 170 hp	1.00	35.00	35.000	0.005	0.175
Volqueta 8 m3	1.00	20.00	20.000	0.020	0.400
Terminadora de asfalto	1.00	91.53	91.530	0.005	0.458
Rodillo liso tandem	1.00	35.00	35.000	0.005	0.175
Rodillo neumatico	1.00	30.00	30.000	0.005	0.150
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.960</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Operador equipo pesado 1 OP C1	1.00	3.82	3.820	0.010	0.038
Operador equipo pesado 2 OP C2	1.00	3.82	3.820	0.015	0.057
Ayudante de maquinaria ST C3	1.00	3.41	3.410	0.025	0.085
Chofer c1 CH C1	1.00	5.00	5.000	0.020	0.100
Peon EO E2	1.00	3.41	3.410	0.005	0.017
Maestro mayor ejec. obra civil EO C1	1.00	3.82	3.820	0.005	0.019
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.316</b>

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Asfalto ap-3	kg	15.870	0.39	6.189
Material triturado	m3	0.140	6.00	0.840
Diesel	gln	1.240	0.98	1.215
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.244</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>10.520</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b> 20.00%	<b>2.104</b>
<b>UTILIDAD (%)</b> 0.00%	<b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>12.62</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>12.62</b>

OBSERVACIONES: R=0.005

SON: DOCE DÓLARES CON SESENTA Y DOS CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 13 DE 23**

RUBRO : A.13

UNIDAD: m3

DETALLE : Excavacion para zanja drenante

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.006
Excavadora de oruga 128 hp	1.00	45.00	45.000	0.017	0.765
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.771</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Ayudante de maquinaria ST C3	1.00	3.41	3.410	0.017	0.058
Operador equipo pesado 1 OP C1	1.00	3.82	3.820	0.017	0.065
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.123</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL O</b>					<b>0.000</b>
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>					<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>0.894</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.07</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1.07</b>

OBSERVACIONES: R=0.017 480 m3/dia

SON: UN DÓLAR CON SIETE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 14 DE 23

RUBRO : A.14

UNIDAD: ml

DETALLE : Sub drenes pvc 200 mm

ESPECIFICACIONES: NORMA INEN 1374

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
-----------------------	---------------	-------------	---------------------	------------------	----------------

Herramienta Menor 5% de M.O.					0.053
------------------------------	--	--	--	--	-------

<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.053</b>
-------------------	--	--	--	--	--------------

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
-----------------------------	---------------	----------------	---------------------	------------------	----------------

Peon	EO E2	1.00	3.41	0.200	0.682
------	-------	------	------	-------	-------

Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	0.100	0.382
-----------------	-------	------	------	-------	-------

<b>SUBTOTAL N</b>					<b>1.064</b>
-------------------	--	--	--	--	--------------

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
---------------------------	--------	---------------	-------------------	----------------

Tub. pvc 200 mm perforada	ml	1.000	8.50	8.500
---------------------------	----	-------	------	-------

<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.500</b>
-------------------	--	--	--	--------------

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
---------------------------	--------	---------------	-------------	----------------

<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>
-------------------	--	--	--	--------------

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>9.617</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>1.923</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>11.54</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>11.54</b>

OBSERVACIONES: R=0.20

SON: ONCE DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO

ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 15 DE 23**

RUBRO : A.15

UNIDAD: m3

DETALLE : Material granular filtrante para zanja drenante

ESPECIFICACIONES: PIEDRA BOLA 60% - SUB BASE 40%

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.190
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.190</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Peon	EO E2	1.00	3.41	1.000	3.410
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	0.100	0.382
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>3.792</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
Piedra bola	m3	0.660	8.00	5.280	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>5.280</b>	
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>9.262</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>1.852</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>11.11</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>11.11</b>

**SON: ONCE DÓLARES CON ONCE CENTAVOS**  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
**ELABORADO**



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 16 DE 23

RUBRO : A.16

UNIDAD: ml

DETALLE : Tubería pvc 300 mm para zanja drenante

ESPECIFICACIONES: INCLUYE PEGAMENTO

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
-------------------------------	-----------------------	---------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------

Herramienta Menor 5% de M.O.					0.045
------------------------------	--	--	--	--	-------

<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.045</b>
-------------------	--	--	--	--	--------------

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
-------------------------------------	-----------------------	------------------------	-----------------------------	--------------------------	------------------------

Ayudante plomero	EO E2	1.00	3.41	3.410	0.171	0.583
------------------	-------	------	------	-------	-------	-------

Plomero	EO D2	1.00	3.45	3.450	0.057	0.197
---------	-------	------	------	-------	-------	-------

Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	3.820	0.029	0.111
-----------------	-------	------	------	-------	-------	-------

<b>SUBTOTAL N</b>						<b>0.891</b>
-------------------	--	--	--	--	--	--------------

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
-----------------------------------	---------------	-----------------------	---------------------------	------------------------

Tub. pvc 300mm inen:2059/pega	ml	1.000	8.90	8.900
-------------------------------	----	-------	------	-------

<b>SUBTOTAL O</b>				<b>8.900</b>
-------------------	--	--	--	--------------

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
-----------------------------------	---------------	-----------------------	---------------------	------------------------

<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>
-------------------	--	--	--	--------------

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>9.836</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>11.80</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>11.80</b>

OBSERVACIONES: R=0.057

SON: ONCE DÓLARES CON OCHENTA CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 17 DE 23**

RUBRO : A.17

UNIDAD: ml

DETALLE : Tubería de acero corrugado para alcantarilla y pasos de agua

ESPECIFICACIONES: PM-100 E=1.5mm

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
-----------------------	---------------	-------------	---------------------	------------------	----------------

Herramienta Menor 5% de M.O.					0.705
------------------------------	--	--	--	--	-------

<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.705</b>
-------------------	--	--	--	--	--------------

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR	
Peon	EO E2	1.00	3.41	3.410	2.000	6.820
Albañil	EO D2	1.00	3.45	3.450	1.000	3.450
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	3.820	1.000	3.820

<b>SUBTOTAL N</b>					<b>14.090</b>
-------------------	--	--	--	--	---------------

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Tub. galv. armico d=1.0m 1.5mm	ml	1.000	98.99	98.990

<b>SUBTOTAL O</b>				<b>98.990</b>
-------------------	--	--	--	---------------

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
---------------------------	--------	---------------	-------------	----------------

<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>
-------------------	--	--	--	--------------

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>113.785</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>22.757</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>136.54</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>136.54</b>

SON: CIENTO TREINTA Y SEIS DÓLARES CON CINCUENTA Y CUATRO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO





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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 18 DE 23

RUBRO : A.18

UNIDAD: ml

DETALLE : Cunetas h.s. tipo v fc=180 kg/cm<sup>2</sup> e=10 cm a=1.44

ESPECIFICACIONES: MATERIAL MEJORAMIENTO e=20 cm

<b>EQUIPO</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.318
Concretera 1 saco	1.00	4.00	4.000	0.229	0.916
Compactador 5.5 hp	1.00	3.00	3.000	0.229	0.687
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>1.921</b>
<b>MANO DE OBRA</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>JORNAL/HR</b> <b>B</b>	<b>COSTO HORA</b> <b>C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO</b> <b>R</b>	<b>COSTO</b> <b>D=CxR</b>
Peon EO E2	1.00	3.41	3.410	1.145	3.904
Albañil EO D2	1.00	3.45	3.450	0.458	1.580
Maestro de obra EO C2	1.00	3.82	3.820	0.229	0.875
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>6.359</b>
<b>MATERIALES</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>PRECIO UNIT.</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
Cemento	kg	42.000	0.16	6.720	
Arena	m <sup>3</sup>	0.091	8.00	0.728	
Ripio	m <sup>3</sup>	0.133	8.00	1.064	
Agua	m <sup>3</sup>	0.022	0.25	0.006	
Tabla de encofrado 0.30*2.40 m	u	3.000	2.00	6.000	
Clavos 2 1/2"	kg	1.000	1.22	1.220	
Alambre negro # 18	kg	0.200	1.30	0.260	
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>15.998</b>	
<b>TRANSPORTE</b> <b>DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD</b> <b>A</b>	<b>TARIFA</b> <b>B</b>	<b>COSTO</b> <b>C=AxB</b>	
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>	

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>24.278</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% 4.856
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% 0.000
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>29.13</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>29.13</b>

SON: VEINTE Y NUEVE DÓLARES CON TRECE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 19 DE 23**

RUBRO : A.19

UNIDAD: m3

DETALLE : Hormigon simple 210 kg/cm2 para cabezales de entrada, salida y cajas de revision

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					1.916
Concretera 1 saco	1.00	4.00	4.000	1.333	5.332
Vibrador	1.00	2.50	2.500	1.333	3.333
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>10.581</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peon EO E2	10.00	3.41	34.100	1.000	34.100
Albañil EO D2	1.00	3.45	3.450	1.000	3.450
Maestro mayor ejec. obra civil EO C1	1.00	3.82	3.820	0.200	0.764
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>38.314</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Cemento	kg	350.000	0.16	56.000
Arena	m3	0.650	8.00	5.200
Ripio	m3	0.950	8.00	7.600
Agua	m3	0.221	0.25	0.055
Tabla de encofrado 0.30*2.40 m	u	27.000	2.00	54.000
Alfajjas 5*5*240 cm	ml	21.600	0.41	8.856
Caña de guadua	ml	48.000	0.21	10.080
Clavos 2 1/2"	kg	1.500	1.22	1.830
Alambre negro # 18	kg	1.000	1.30	1.300
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>144.921</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>193.816</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>38.763</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>232.58</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>232.58</b>

SON: DOSCIENTOS TREINTA Y DOS DÓLARES CON CINCUENTA Y OCHO CENTAVOS  
ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 20 DE 23**

RUBRO : A.20

UNIDAD: kg

DETALLE : Acero de refuerzo fy= 4200 kg/cm2

<b>EQUIPO DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.021
Cortadora de acero	1.00	3.50	3.500	0.100	0.350
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.371</b>

<b>MANO DE OBRA DESCRIPCION</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>JORNAL/HR B</b>	<b>COSTO HORA C=AxB</b>	<b>RENDIMIENTO R</b>	<b>COSTO D=CxR</b>
Peon EO E2	1.00	3.41	3.410	0.080	0.273
Ferrero EO D2	1.00	3.45	3.450	0.040	0.138
Maestro de obra EO C2	1.00	3.82	3.820	0.004	0.015
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.426</b>

<b>MATERIALES DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>PRECIO UNIT. B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
Acero de refuerzo	kg	1.050	0.98	1.029
Alambre negro # 18	kg	0.050	1.30	0.065
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>1.094</b>

<b>TRANSPORTE DESCRIPCION</b>	<b>UNIDAD</b>	<b>CANTIDAD A</b>	<b>TARIFA B</b>	<b>COSTO C=AxB</b>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.891</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>0.378</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>2.27</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>2.27</b>

OBSERVACIONES: R=0.04

SON: DOS DÓLARES CON VEINTE Y SIETE CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 21 DE 23**

RUBRO : A.21

UNIDAD: m

DETALLE : Señalización horizontal e=10cm (incluye micro esferas)

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.025
Compresor de aire	1.00	3.50	3.500	0.060	0.210
Camioneta	1.00	5.00	5.000	0.060	0.300
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.535</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Chofer c1 CH C1	1.00	5.00	5.000	0.060	0.300
Pintor EO D2	1.00	3.45	3.450	0.060	0.207
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>0.507</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Pintura alto trafico	gln	0.006	20.00	0.120
Thiñer	gln	0.003	6.00	0.018
Micro esfera	kg	0.003	8.10	0.024
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>0.162</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>1.204</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00% <b>0.241</b>
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00% <b>0.000</b>
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>1.45</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>1.45</b>

OBSERVACIONES: TUBO POSTE GALV. 2" - COLOCADO EN OBRA R=1.50

SON: UN DÓLAR CON CUARENTA Y CINCO CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO

**ELABORADO**



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

HOJA 22 DE 23

RUBRO : A.22

UNIDAD: u

DETALLE : Señalización preventiva y regulatoria 0.75x0.75

EQUIPO DESCRIPCION	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.799
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.799</b>

MANO DE OBRA DESCRIPCION	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=AxB	RENDIMIENTO R	COSTO D=CxR
Peon	EO E2	1.00	3.41	3.000	10.230
Albañil	EO D2	1.00	3.45	1.500	5.175
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	0.150	0.573
<b>SUBTOTAL N</b>					<b>15.978</b>

MATERIALES DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
Rotulo informativo 0.75m x0.75 m	u	1.000	85.25	85.250
Cemento	kg	39.000	0.16	6.240
Arena	m3	0.042	8.00	0.336
Ripio	m3	0.061	8.00	0.488
Agua	m3	0.015	0.25	0.004
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>92.318</b>

TRANSPORTE DESCRIPCION	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=AxB
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>109.095</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>130.91</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>130.91</b>

OBSERVACIONES: TUBO POSTE GALV. 2" - COLOCADO EN OBRA R=1.50

SON: CIENTO TREINTA DÓLARES CON NOVENTA Y UN CENTAVOS

ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
 ELABORADO



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



PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VIA COTUNDO COMUNIDAD 5 DE OCTUBRE  
 UBICACION: COTUNDO

**ANALISIS DE PRECIOS UNITARIOS**

**HOJA 23 DE 23**

RUBRO : A.23

UNIDAD: u

DETALLE : Señales al lado carretera (2.40\*1.00)

ESPECIFICACIONES: ROTULO INC. LEYENDA CON PINTURA REFLECTIVA

<i>EQUIPO DESCRIPCION</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Herramienta Menor 5% de M.O.					0.724
<b>SUBTOTAL M</b>					<b>0.724</b>

<i>MANO DE OBRA DESCRIPCION</i>		<i>CANTIDAD A</i>	<i>JORNAL/HR B</i>	<i>COSTO HORA C=AxB</i>	<i>RENDIMIENTO R</i>	<i>COSTO D=CxR</i>
Peon	EO E2	1.00	3.41	3.410	2.000	6.820
Albañil	EO D2	1.00	3.45	3.450	2.000	6.900
Maestro de obra	EO C2	1.00	3.82	3.820	0.200	0.764
<b>SUBTOTAL N</b>						<b>14.484</b>

<i>MATERIALES DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>PRECIO UNIT. B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
Rotulo informativo 2.40x1.00m	u	1.000	100.00	100.000
Cemento	kg	25.000	0.16	4.000
Arena	m3	0.040	8.00	0.320
Ripio	m3	0.070	8.00	0.560
Agua	m3	0.006	0.25	0.002
<b>SUBTOTAL O</b>				<b>104.882</b>

<i>TRANSPORTE DESCRIPCION</i>	<i>UNIDAD</i>	<i>CANTIDAD A</i>	<i>TARIFA B</i>	<i>COSTO C=AxB</i>
<b>SUBTOTAL P</b>				<b>0.000</b>

<b>TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)</b>	<b>120.090</b>
<b>INDIRECTOS (%)</b>	20.00%
<b>UTILIDAD (%)</b>	0.00%
<b>COSTO TOTAL DEL RUBRO</b>	<b>144.11</b>
<b>VALOR UNITARIO</b>	<b>144.11</b>

**SON:** CIENTO CUARENTA Y CUATRO DÓLARES CON ONCE CENTAVOS  
**ESTOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA**

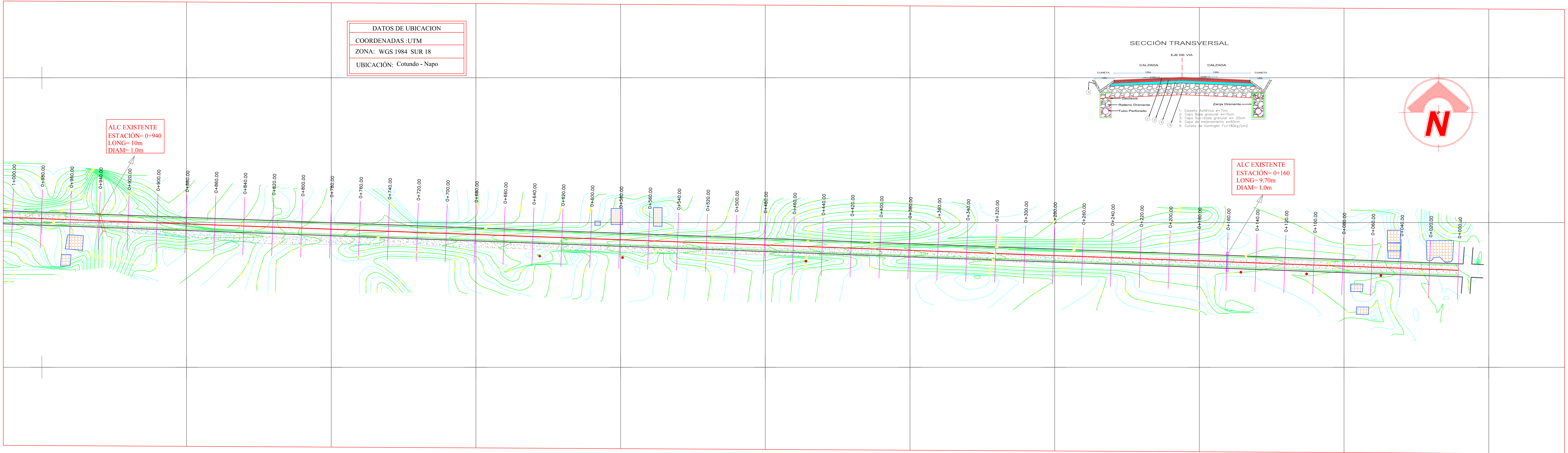
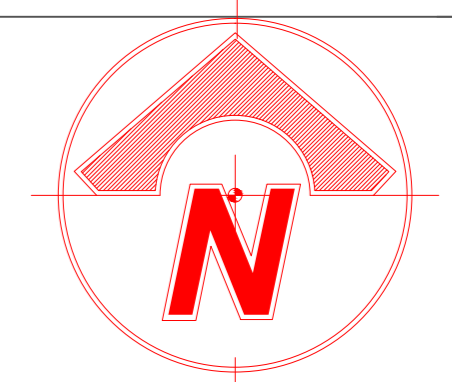
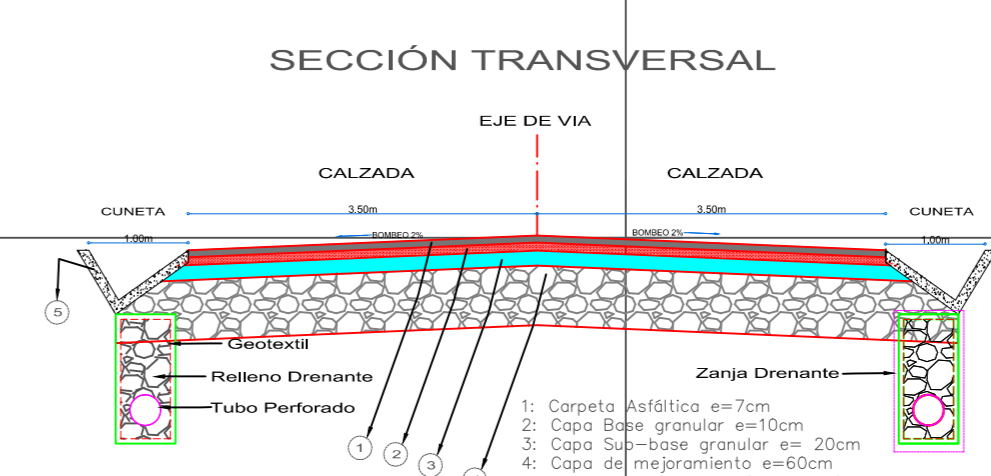
ARCHIDONA, 04 DE AGOSTO DE 2017

EGDO PABLO GUERRERO  
**ELABORADO**

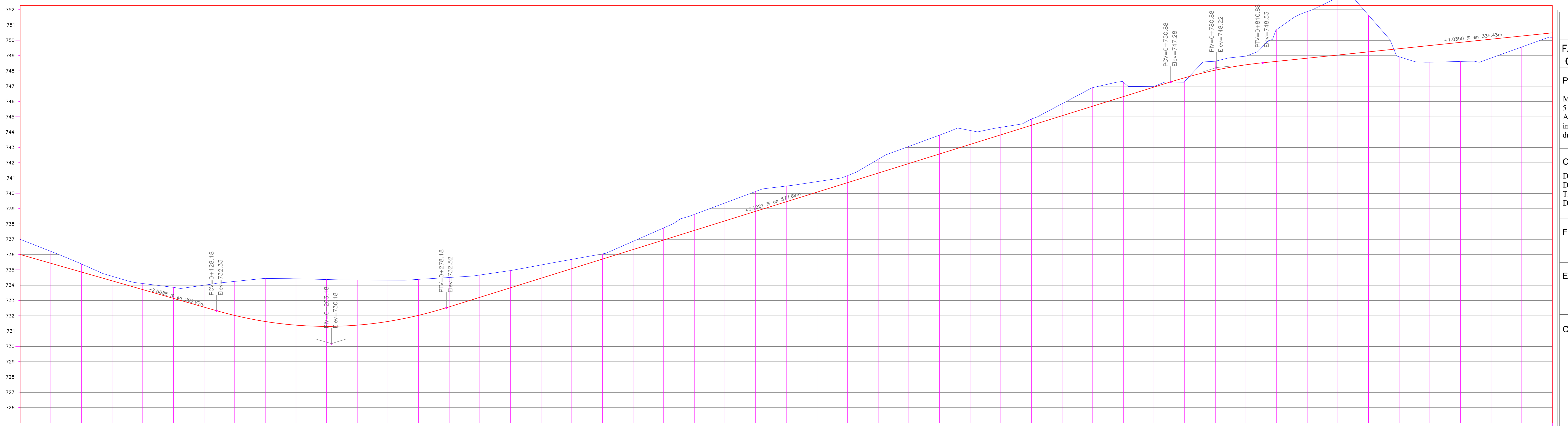
## **Anexo G. Planos del Proyecto.**

Y=9,907,000  
Y=9,906,900  
Y=9,906,800

**DATOS DE UBICACION**  
COORDENADAS -UTM  
ZONA: WGS 1984 SUR 18  
UBICACION: Cotundo - Napo



X=187,800 X=187,900 X=188,000 X=188,100 X=188,200 X=188,300 X=188,400 X=188,500 X=188,600 X=188,700 X=188,800



ELEVACION	ESPESOR		VOLUMEN		ORDENADAS DE LA CURVA MASA	
	SUBRASANTE	TERRAPLEN	CORTE	TERRAPLEN		
0+000.00	337.00	0.00	0.00	0.00	10.000	
0+020.00	336.21	336.19	0.02	10.41	60.07	9.950
0+040.00	335.39	335.36	0.01	7.91	56.35	9.902
0+060.00	334.59	334.57	0.01	5.88	63.23	9.845
0+080.00	333.81	333.83	0.02	9.01	64.15	9.789
0+100.00	333.06	333.04	0.02	9.19	74.46	9.724
0+120.00	332.33	332.33	0.00	6.61	87.75	9.643
0+140.00	331.62	331.64	0.21	18.23	84.43	9.577
0+160.00	330.94	330.94	0.00	37.98	62.33	9.502
0+180.00	330.29	330.29	0.00	35.21	54.56	9.433
0+200.00	329.67	329.65	0.02	13.09	70.73	9.407
0+220.00	329.07	329.04	0.01	1.73	93.22	9.376
0+240.00	328.50	328.45	0.05	3.75	85.18	9.295
0+260.00	327.95	327.87	0.21	16.87	71.05	9.238
0+280.00	327.43	327.34	0.33	35.83	64.74	9.209
0+300.00	326.94	326.79	0.29	41.84	64.75	9.187
0+320.00	326.48	326.29	0.17	35.28	59.21	9.163
0+340.00	326.05	325.98	0.06	21.95	57.47	9.127
0+360.00	325.65	325.67	0.39	13.70	89.10	9.052
0+380.00	325.27	325.27	0.72	22.56	145.68	8.929
0+400.00	324.91	324.76	0.59	37.47	156.93	8.804
0+420.00	324.57	324.34	0.34	62.82	81.09	8.411
0+440.00	324.24	323.95	0.13	26.45	166.31	8.541
0+460.00	323.93	323.58	0.29	38.50	149.93	8.430
0+480.00	323.64	323.24	0.44	67.82	81.09	8.411
0+500.00	323.38	322.93	0.22	82.21	22.97	8.471
0+520.00	323.14	322.64	0.03	70.86	20.84	8.202
0+540.00	322.92	322.34	0.08	50.31	25.66	8.545
0+560.00	322.72	322.04	0.39	79.44	24.11	8.600
0+580.00	322.54	321.81	0.63	129.02	19.86	8.709
0+600.00	322.38	321.53	0.78	158.05	16.80	8.851
0+620.00	322.24	321.29	0.49	155.06	13.27	8.993
0+640.00	322.11	321.04	0.10	111.93	14.89	9.089
0+660.00	321.99	320.84	0.04	94.06	19.59	9.164
0+680.00	321.88	320.61	0.45	117.26	22.46	9.239
0+700.00	321.78	320.31	0.31	187.83	23.90	9.403
0+720.00	321.69	320.07	0.67	176.54	33.66	9.547
0+740.00	321.61	319.79	0.20	81.09	75.45	9.553
0+760.00	321.54	319.47	0.47	8.07	114.60	9.447
0+780.00	321.48	319.18	0.25	27.37	80.69	9.393
0+800.00	321.43	318.95	0.01	28.28	49.21	9.372
0+820.00	321.38	318.74	1.36	124.32	29.91	9.467
0+840.00	321.34	318.54	0.29	329.64	8.39	9.798
0+860.00	321.30	318.34	0.40	497.38	29.26	10.265
0+880.00	321.26	318.14	0.51	552.02	31.89	10.796
0+900.00	321.22	317.94	0.12	313.77	39.80	11.027
0+920.00	321.18	317.74	0.09	88.49	50.43	11.005
0+940.00	321.14	317.54	0.28	24.12	83.33	11.006
0+960.00	321.10	317.34	0.27	39.97	79.82	10.995
0+980.00	321.06	317.14	0.40	52.20	30.45	10.988
1+000.00	321.02	316.95	0.25	86.22	14.90	11.059

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

**PROYECTO:**  
Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**CONTIENE:**  
Diseño Horizontal  
Diseño Vertical  
Tramo N° 1  
Desde: 0+000.00 - Hasta: 0+1000.00

**FECHA:**  
05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
H: 1:1000  
V: 1:100

**CUADRO DE SIMBOLOS:**

- CURVA DELGADA
- CURVA GRUESA
- 3+760.00
- ABSCISA
- DATOS DE CURVAS
- POSTE
- PUNTO DE INTERSECCION
- CASA
- VIA EXISTENTE
- ALCANTARILLA TRANSVERSAL
- CAJA RECOLECTORA Y CRUCE DE AGUA

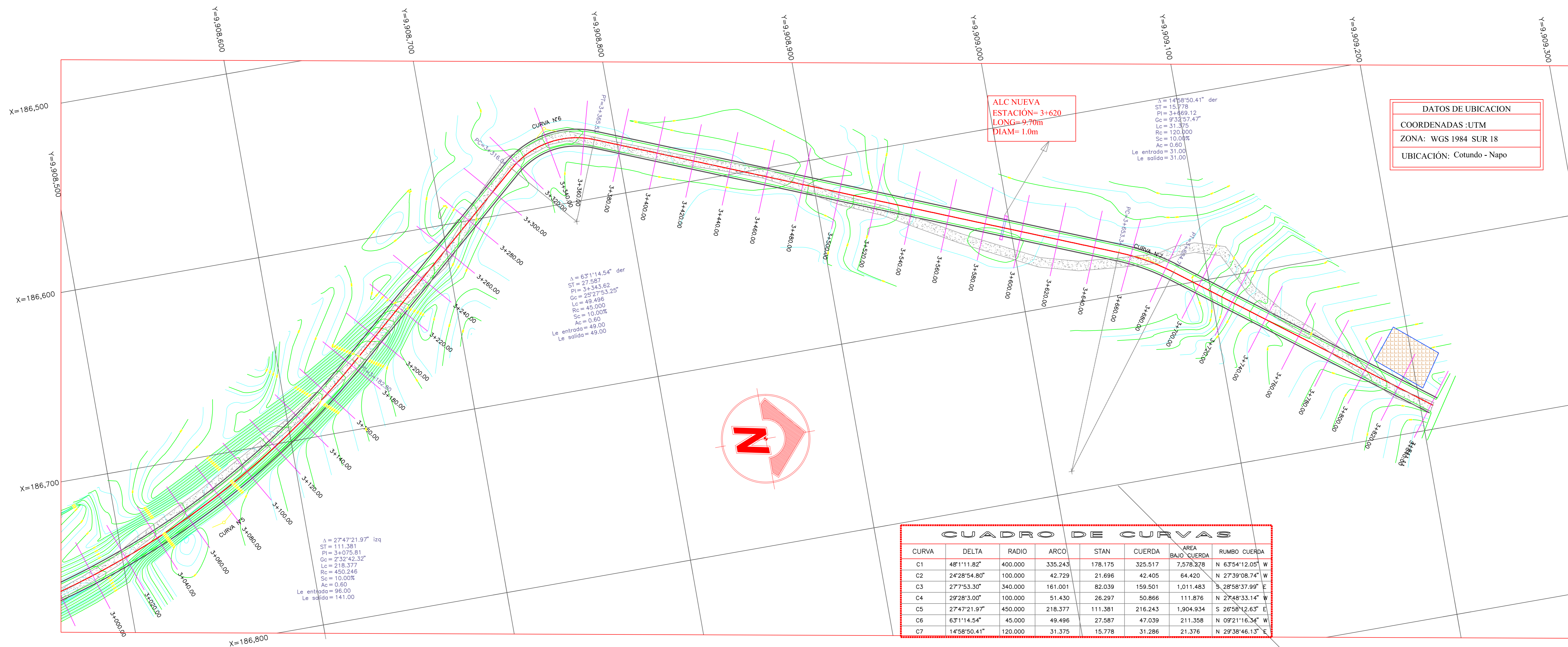
**REALIZADO POR:**  
Egdo. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
Ing. M.Sc. Dilon Moyo









**CUADRO DE CURVAS**

CURVA	DELTA	RADIO	ARCO	STAN	CUERDA	AREA BAJO CUERDA	RUMBO CUERDA
C1	48°11'18.2"	400.000	335.243	178.175	325.517	7,578.278	N 63°54'12.05" W
C2	24°28'54.80"	100.000	42.729	21.698	42.405	64.420	N 27°39'08.74" W
C3	27°53'30"	340.000	161.001	82.039	159.501	1,011.483	S 28°58'37.99" E
C4	28°28'3.00"	100.000	51.430	26.297	50.866	111.876	N 27°48'33.14" W
C5	27°47'21.97" lq	450.000	218.377	111.381	216.243	1,904.934	S 28°58'42.63" E
C6	63°11'14.54"	45.000	49.496	27.587	47.039	211.358	N 09°21'10.34" W
C7	14°58'50.41"	120.000	31.375	15.778	31.286	21.376	N 29°38'46.13" E



ELEVACION	TIPO DE MATERIAL	FACTOR DE ABUNDAMIENTO	FACTOR DE COMPACTACION	ORDENADAS DE LA CURVA MASA	VOLUMEN	TERRAPLEN	CORTE	ESPEZOR	TERRAPLEN	CORTE	SUBRASANOS	TERRENO
3+000.00	842.74	843.03	0.28	119.86	22.882							
3+020.00	843.37	843.37	0.00	43.78	62.55	22.883						
3+040.00	844.54	843.71	0.83	213.09	14.52	23.162						
3+060.00	846.47	844.04	2.42	717.82	3.66	23.876						
3+080.00	847.14	844.44	2.70	864.91	0.00	24.741						
3+100.00	847.39	845.09	2.30	794.12	0.00	25.035						
3+120.00	847.79	845.98	1.81	712.03	0.00	25.247						
3+140.00	848.15	847.12	1.03	579.48	0.00	25.826						
3+160.00	848.15	848.52	0.82	337.91	1.50	27.163						
3+180.00	850.43	850.12	0.31	129.91	6.70	27.284						
3+200.00	852.32	851.73	0.59	104.39	22.73	27.366						
3+220.00	855.43	853.33	2.09	284.11	15.43	27.644						
3+240.00	856.62	856.94	1.68	392.65	0.00	28.037						
3+260.00	857.38	856.51	0.87	261.11	0.00	28.298						
3+280.00	858.32	857.82	0.70	157.28	6.77	28.449						
3+300.00	859.77	858.92	0.85	147.87	8.84	28.588						
3+320.00	859.88	859.51	0.37	118.43	20.81	28.680						
3+340.00	860.02	859.91	0.10	52.24	57.02	28.880						
3+360.00	860.01	860.04	0.03	20.81	78.56	28.823						
3+380.00	860.36	860.13	0.23	15.91	67.41	28.571						
3+400.00	860.51	860.22	0.29	37.25	45.44	28.663						
3+420.00	860.26	860.32	0.06	26.81	30.46	28.539						
3+440.00	860.24	860.41	0.17	0.70	77.81	28.462						
3+460.00	860.67	860.49	0.19	20.29	65.59	28.417						
3+480.00	861.14	860.42	0.72	82.32	25.39	28.474						
3+500.00	860.25	860.17	0.07	75.98	27.47	28.521						
3+520.00	859.68	859.75	0.07	17.83	38.39	28.481						
3+540.00	858.35	859.15	0.80	4.85	174.98	28.311						
3+560.00	858.18	858.42	0.24	0.00	198.81	28.112						
3+580.00	858.08	857.94	0.14	17.03	86.33	28.043						
3+600.00	858.21	857.91	0.40	50.79	46.23	28.047						
3+620.00	858.42	857.91	0.51	78.45	31.72	28.084						
3+640.00	858.45	858.01	0.43	81.02	28.80	28.146						
3+660.00	858.47	858.13	0.35	68.99	40.99	28.173						
3+680.00	858.53	858.41	0.12	44.80	62.68	28.156						
3+700.00	859.43	859.05	0.40	38.33	72.49	28.122						
3+720.00	861.82	859.98	1.86	193.88	34.25	28.281						
3+740.00	863.81	862.22	1.59	405.29	0.00	28.687						
3+760.00	864.05	862.89	1.25	243.84	0.00	29.031						
3+780.00	864.34	863.89	0.45	132.31	7.12	29.176						
3+800.00	864.91	864.34	0.56	88.43	15.32	29.299						
3+820.00	866.63	865.13	1.50	197.25	8.21	29.448						
3+841.11	866.92	866.68	0.24	2.42	1.20	29.610						

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

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**CONTIENE:**  
 Diseño Horizontal  
 Diseño Vertical  
 Tramo N° 4  
 Desde: 3+000.00 - Hasta: 3+841.11

**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
 H: 1:1000  
 V: 1:100

**CUADRO DE SIMBOLOS:**

- CURVA DELGADA
- CURVA GRUESA
- ABSCISA
- DATOS DE CURVAS
- POSTE
- PIRUNTO DE INTERSECCION
- CASA
- VIA EXISTENTE
- ALCANTARILLA TRANSVERSAL
- CAJA RECOLECTORA Y CRUCE DE AGUA

**REALIZADO POR:**  
 Ego. Pablo Guerrero

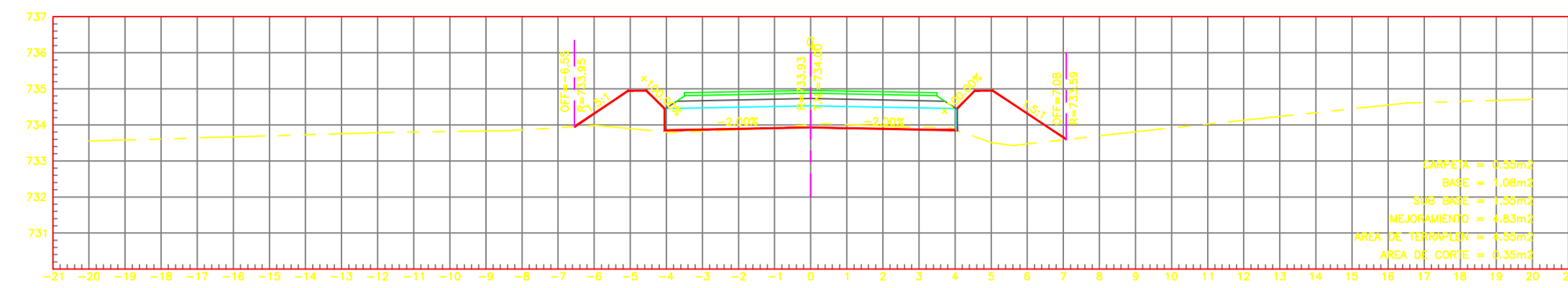
**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moyo

**NÚMERO DE HOJA:** 04

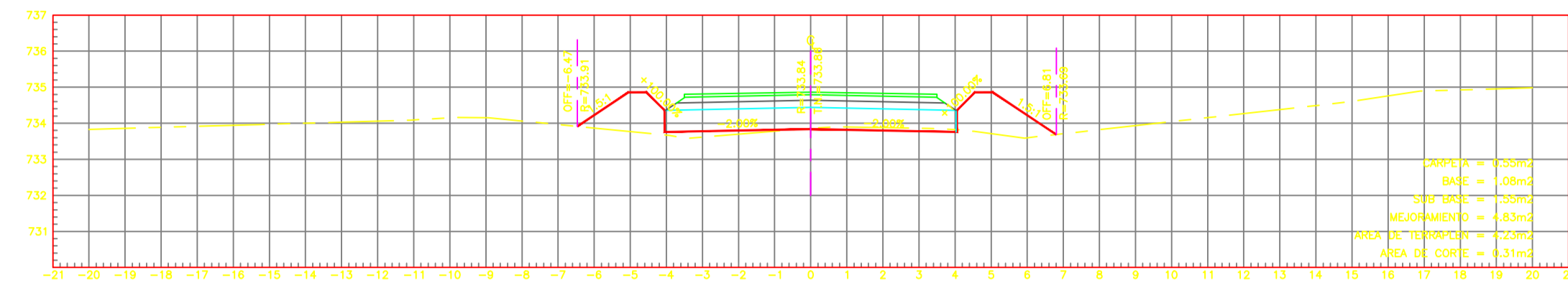
**PERFIL EJE**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 1000  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100  
 TOTAL VOLUMEN CORTE = 31,987.32m³  
 TOTAL VOLUMEN TERRAPLEN = 12,387.71m³



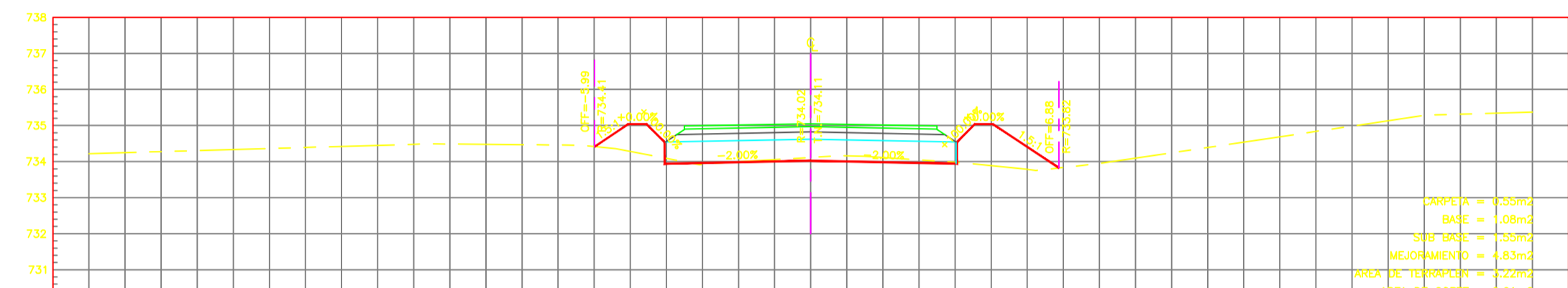




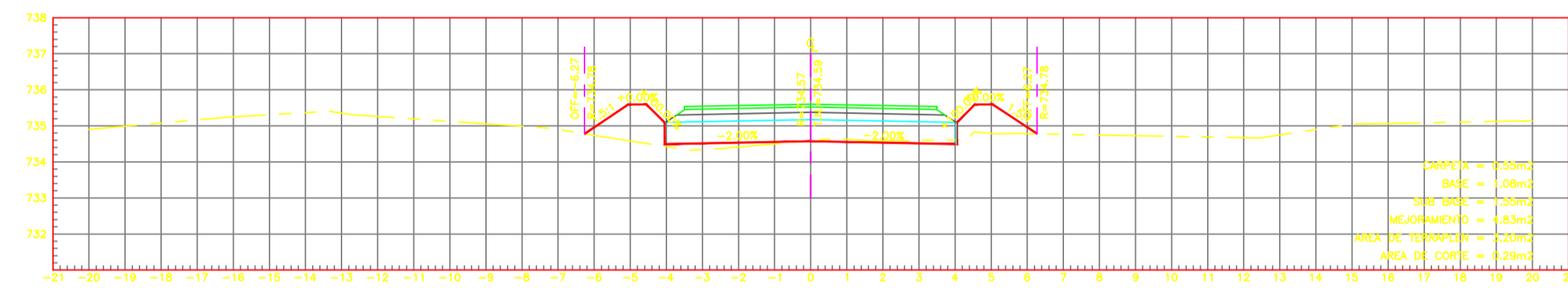
**ESTACION 0+120.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



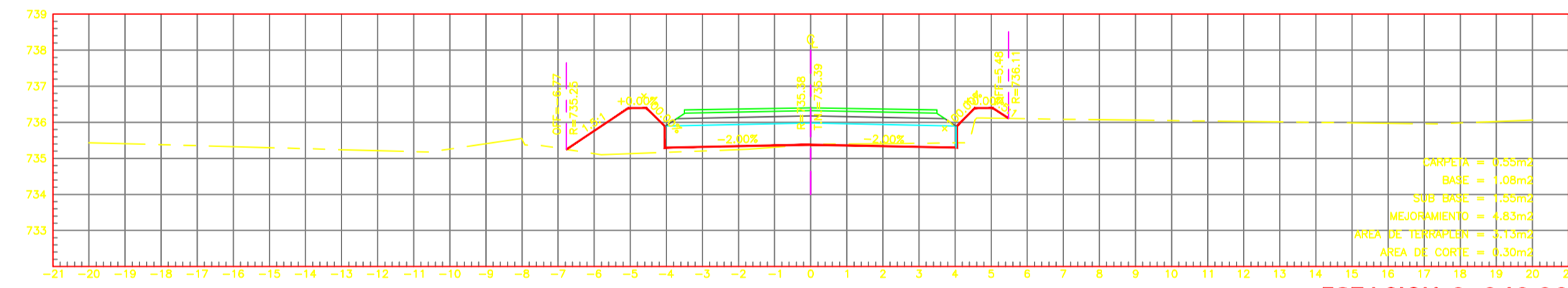
**ESTACION 0+100.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



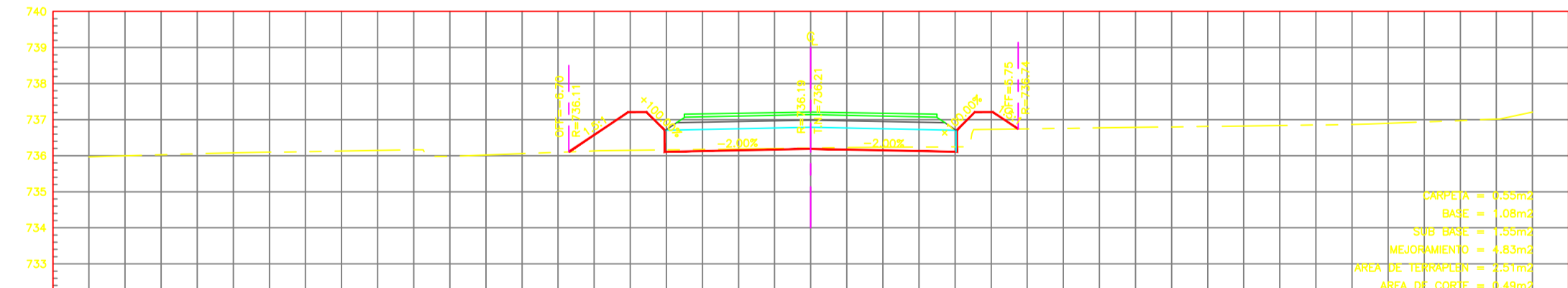
**ESTACION 0+080.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



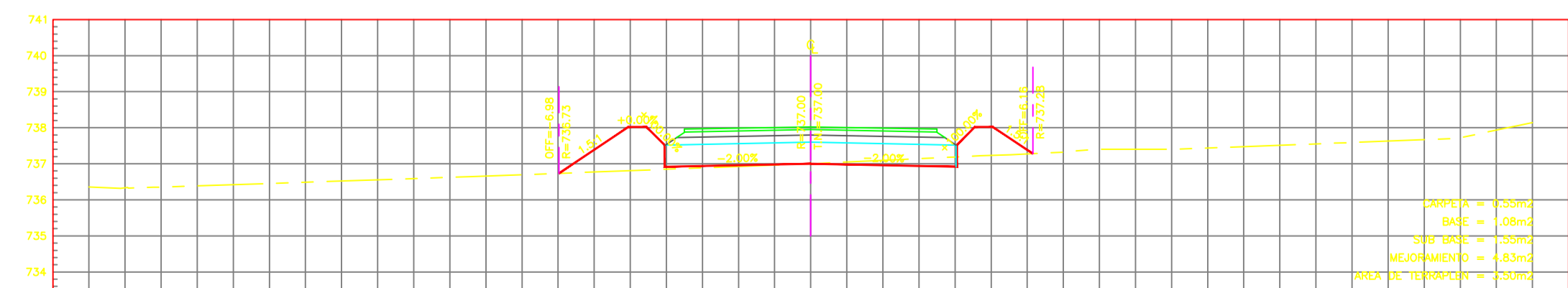
**ESTACION 0+060.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



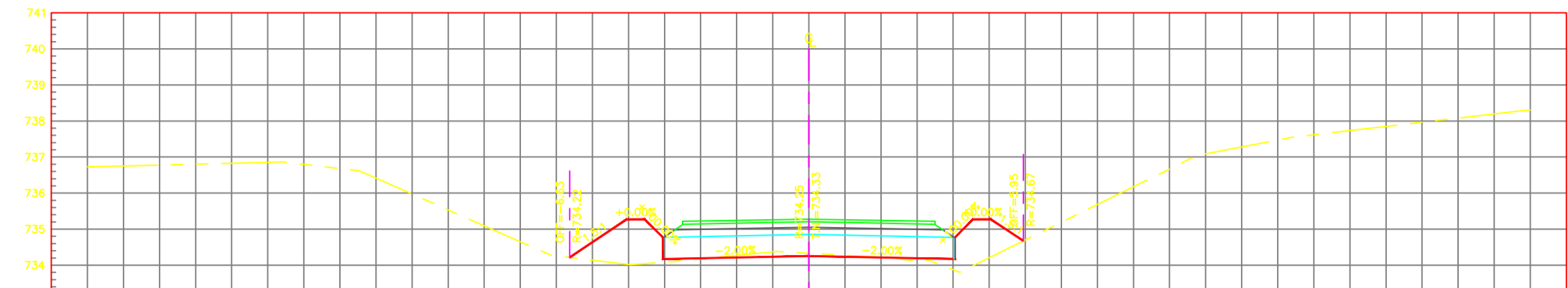
**ESTACION 0+040.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



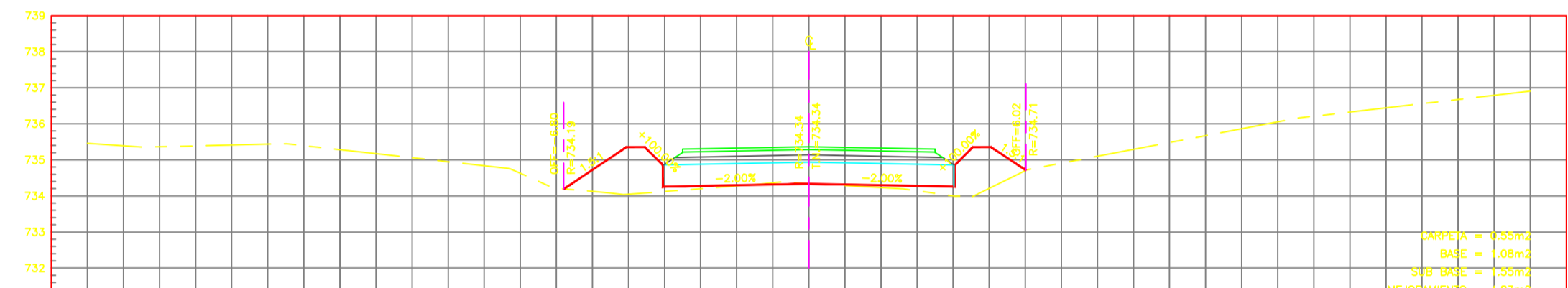
**ESTACION 0+020.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



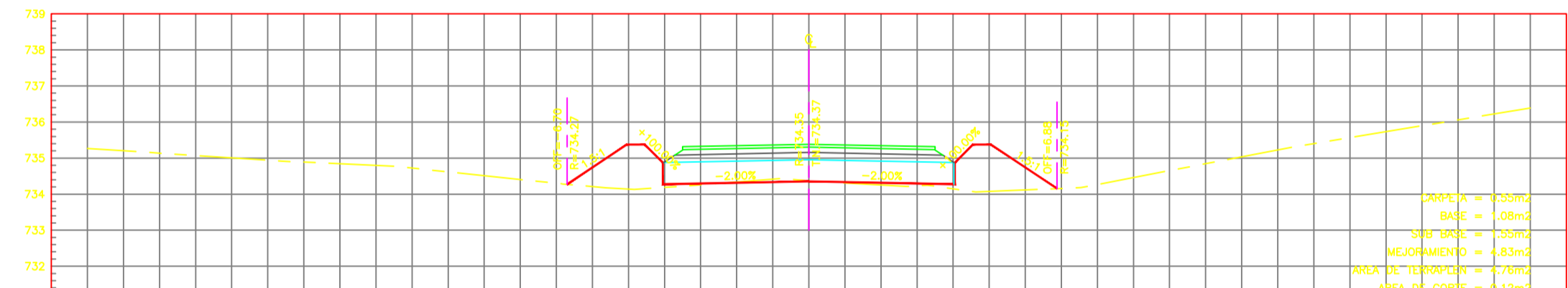
**ESTACION 0+000.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



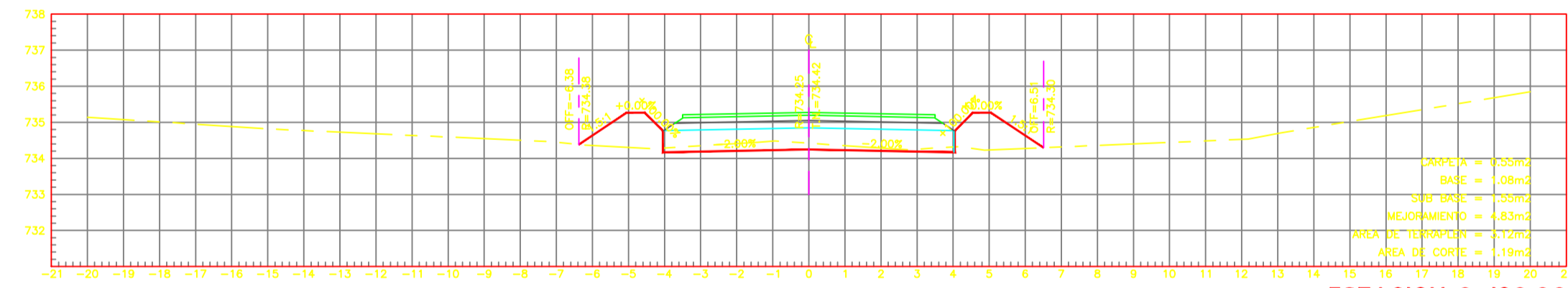
**ESTACION 0+240.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



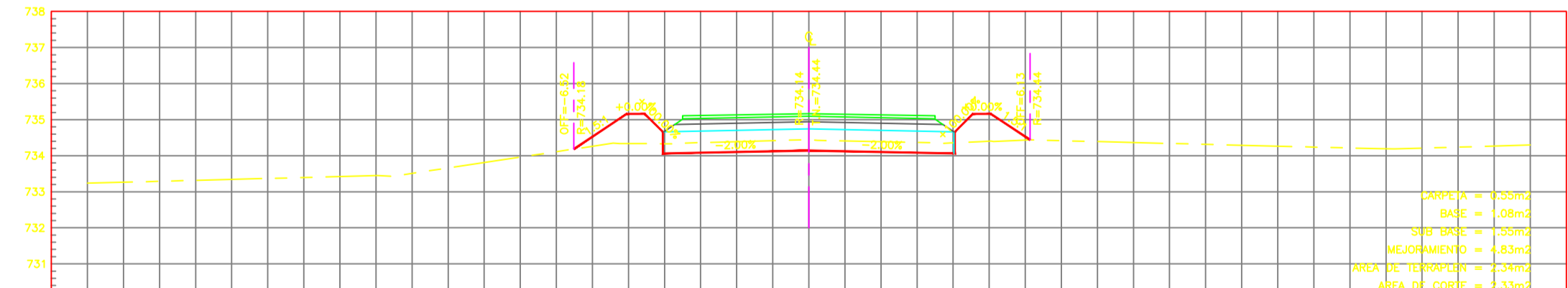
**ESTACION 0+220.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



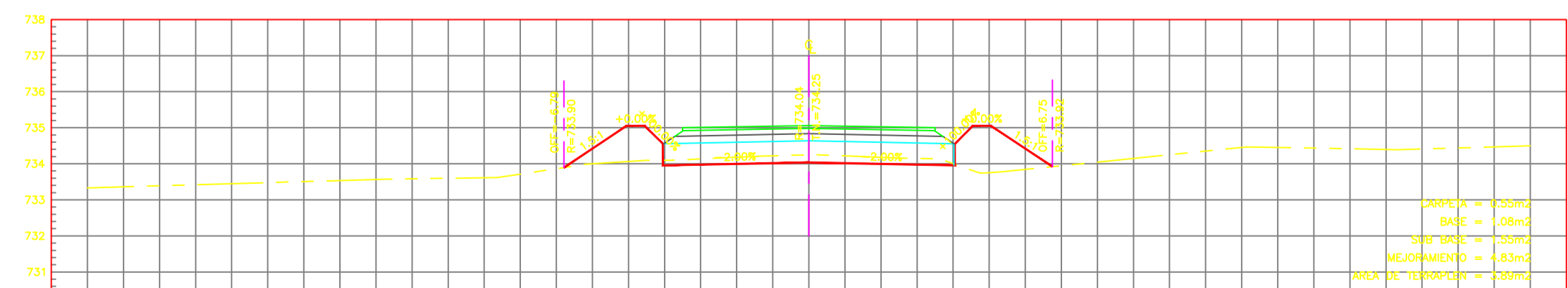
**ESTACION 0+200.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



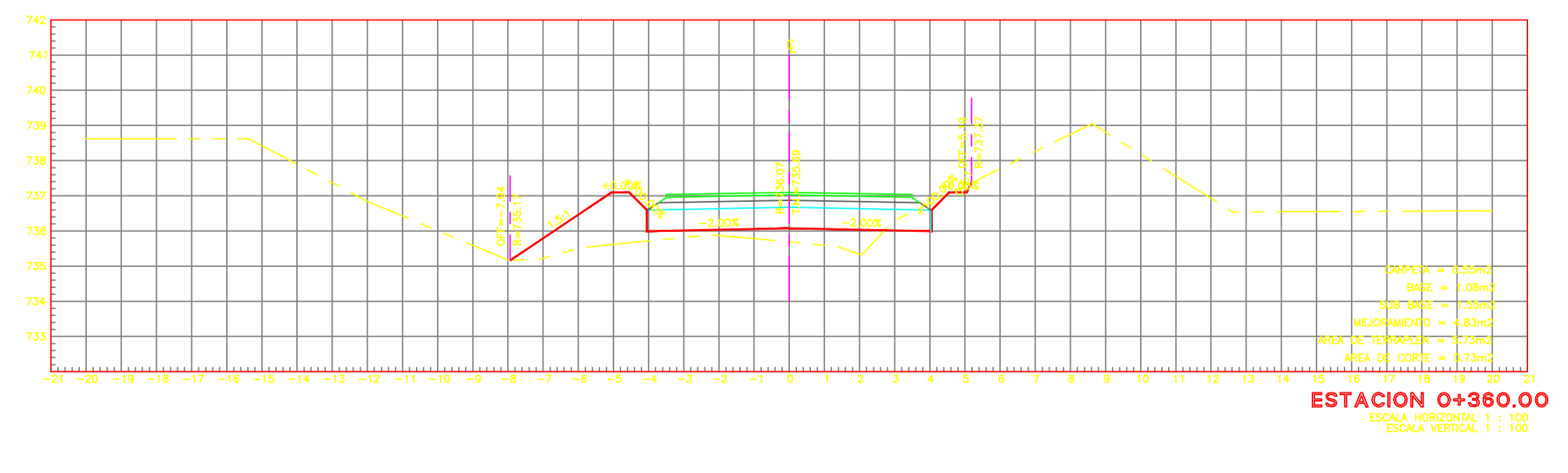
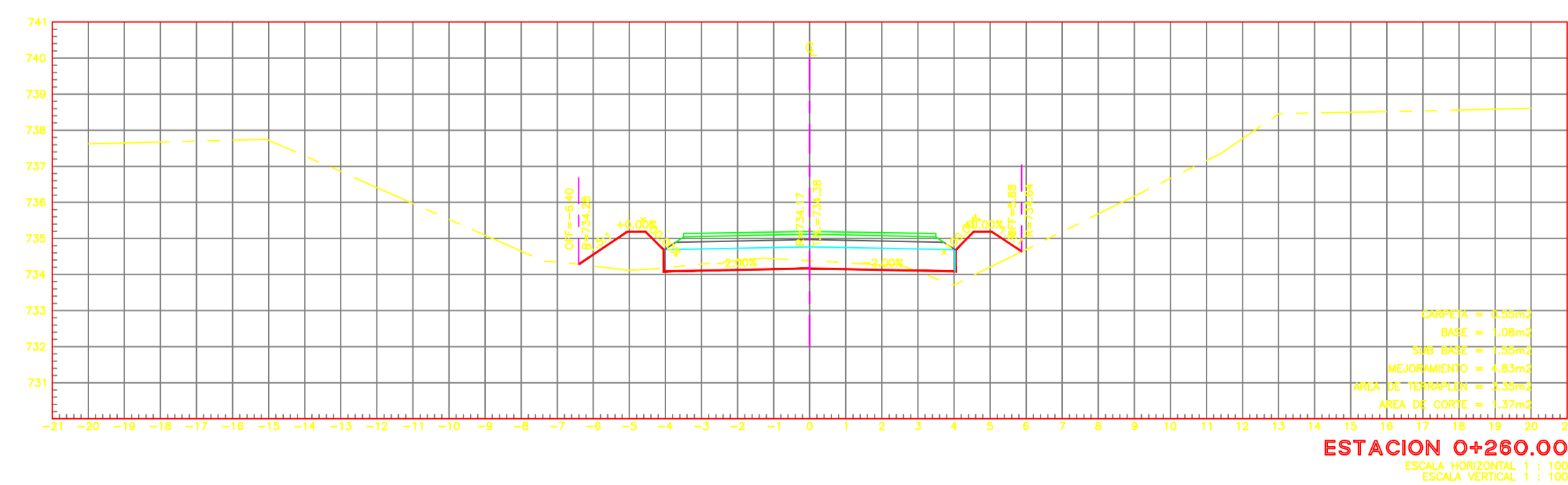
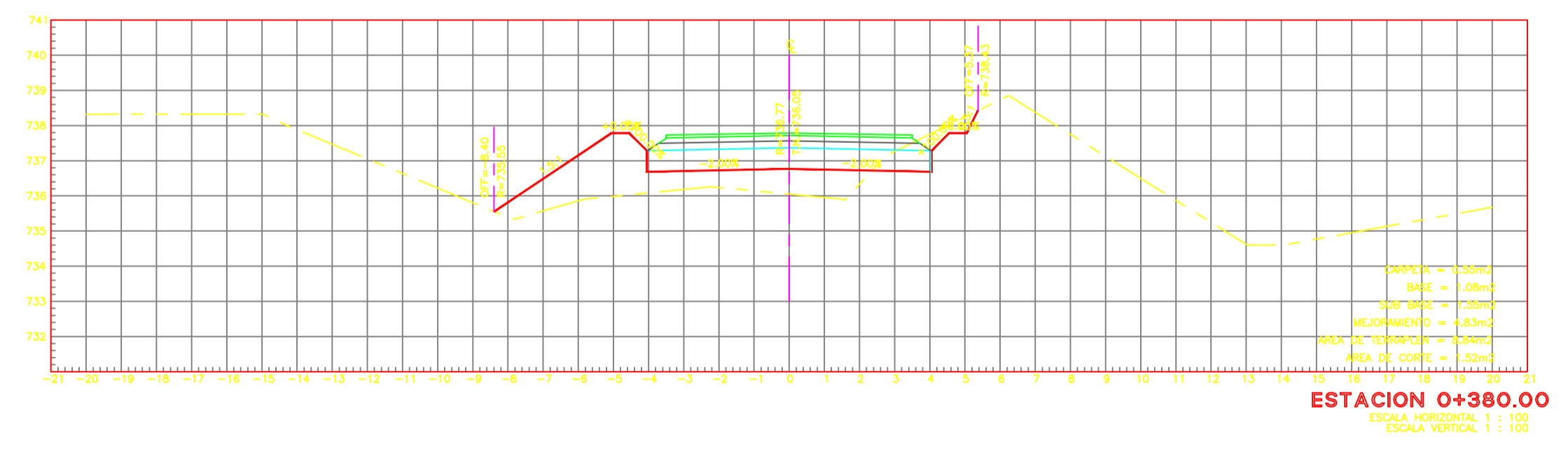
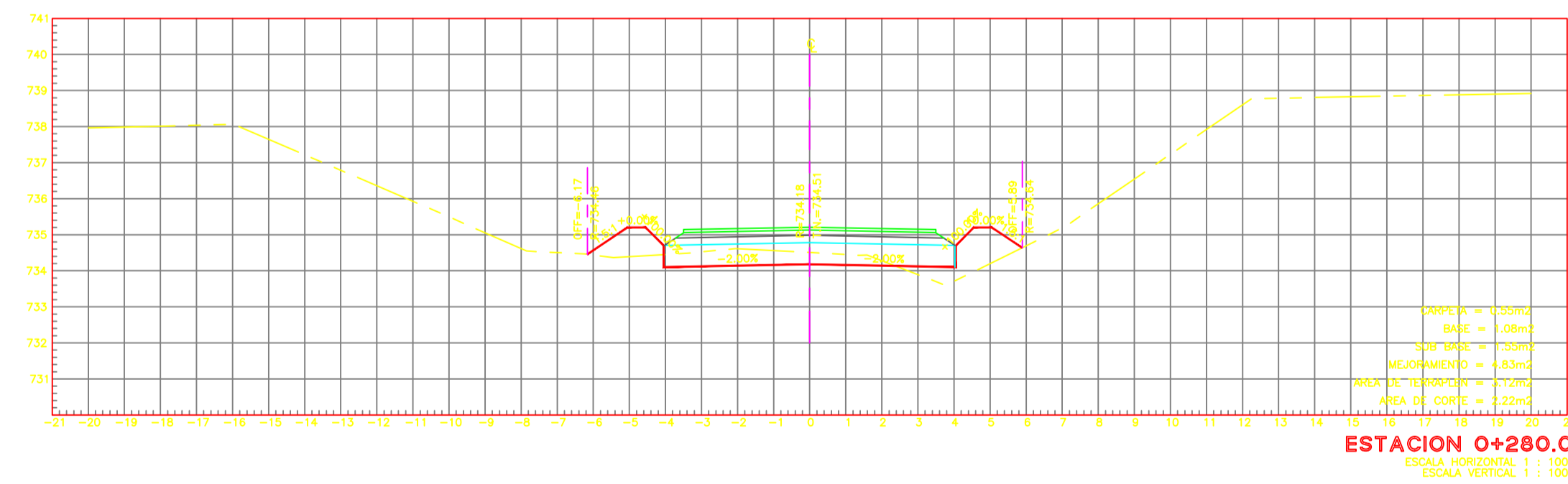
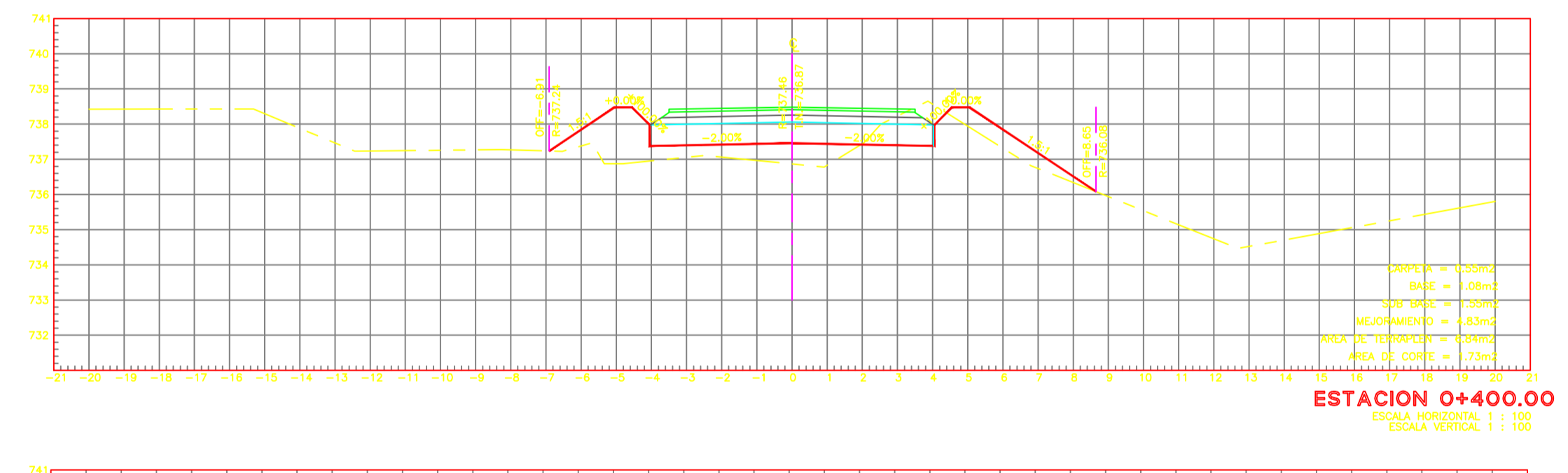
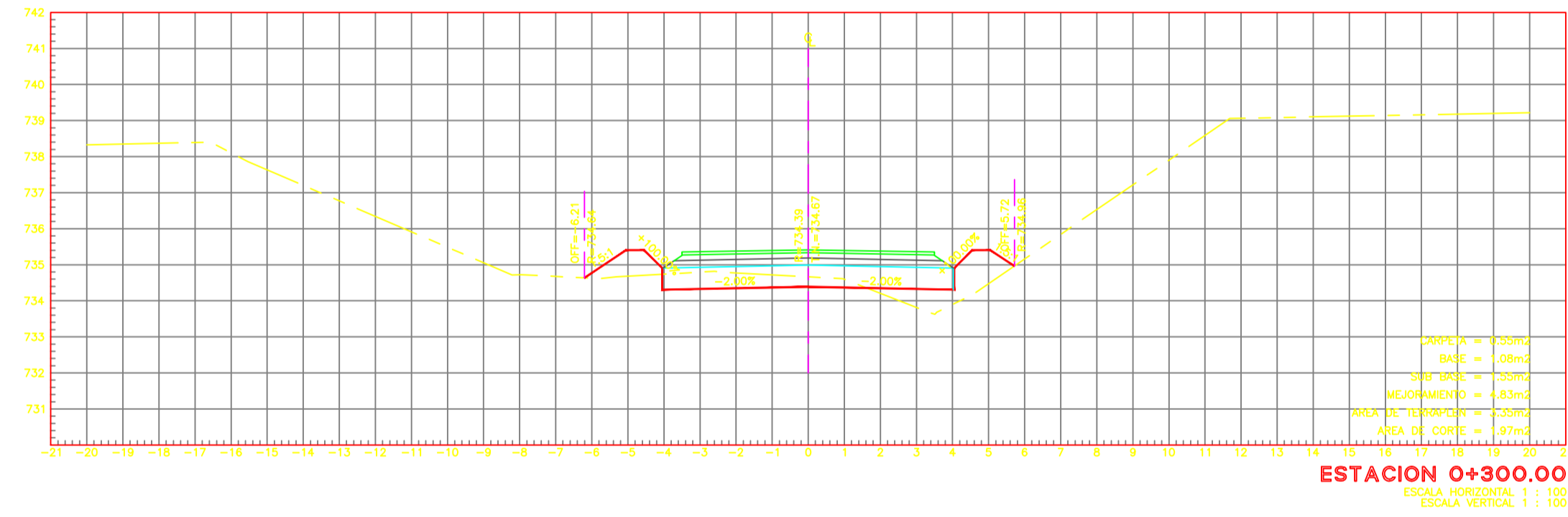
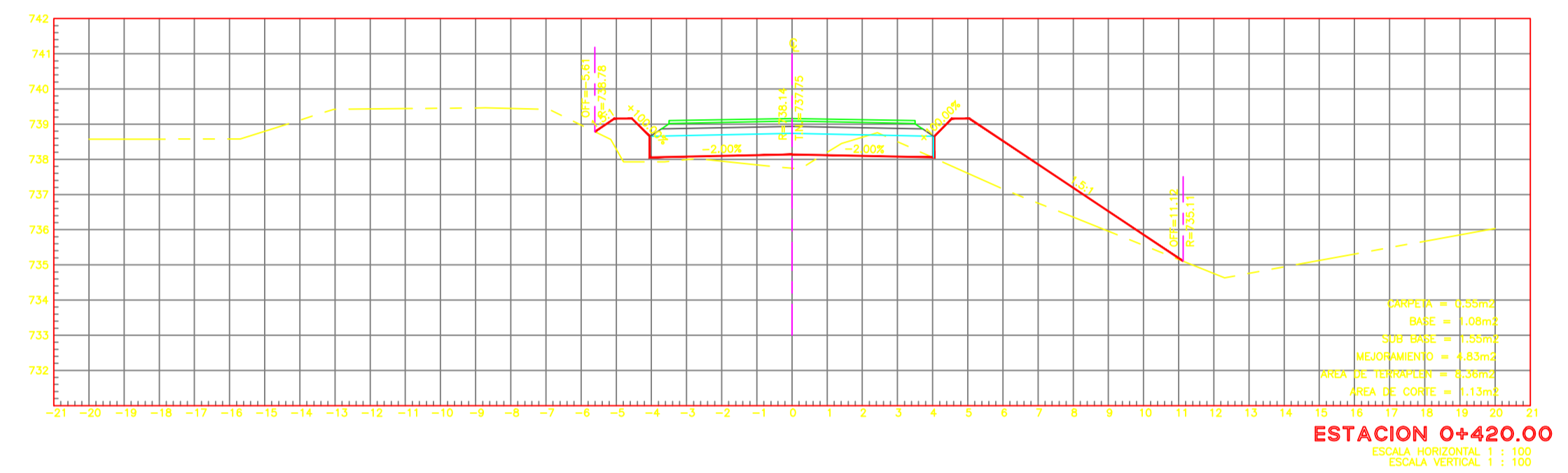
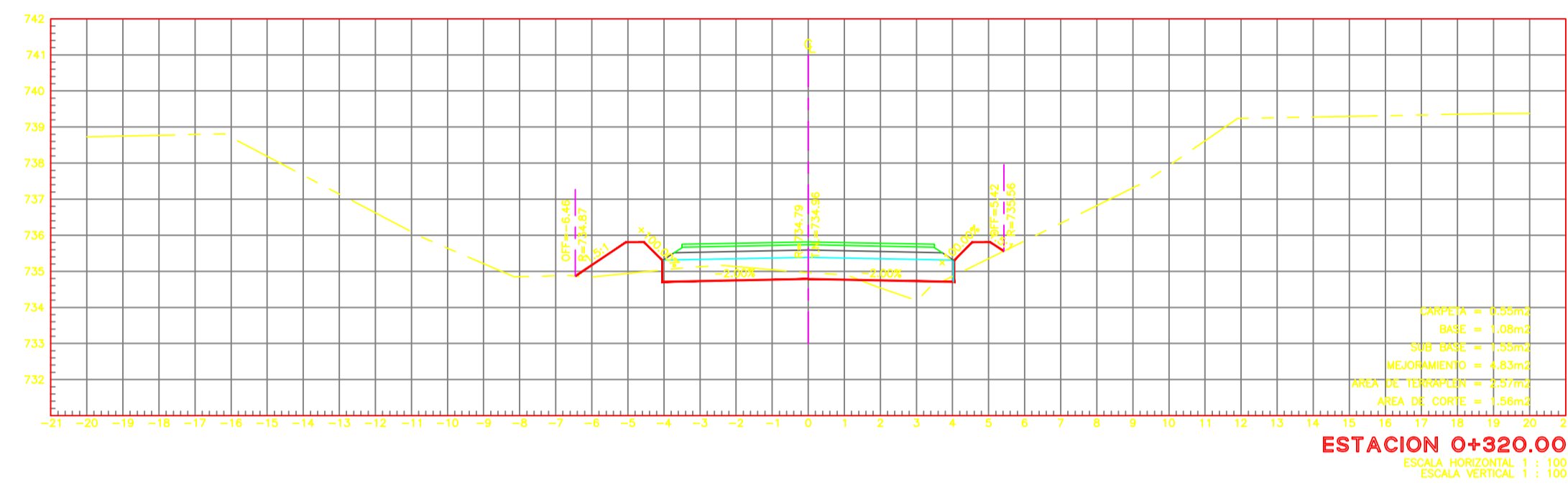
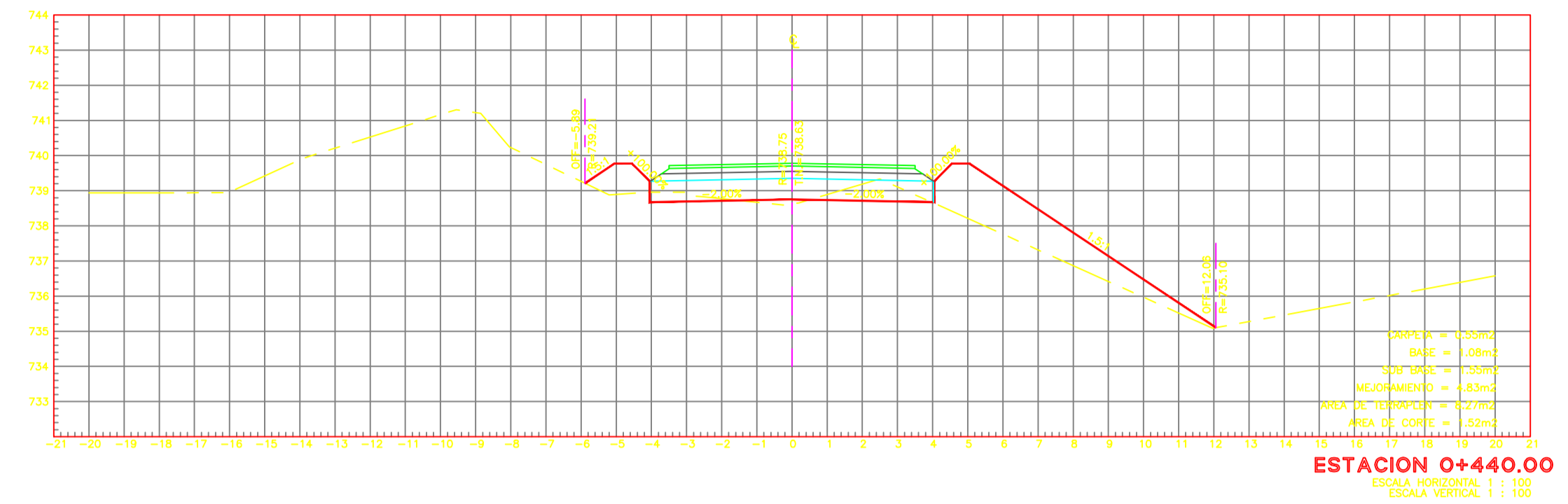
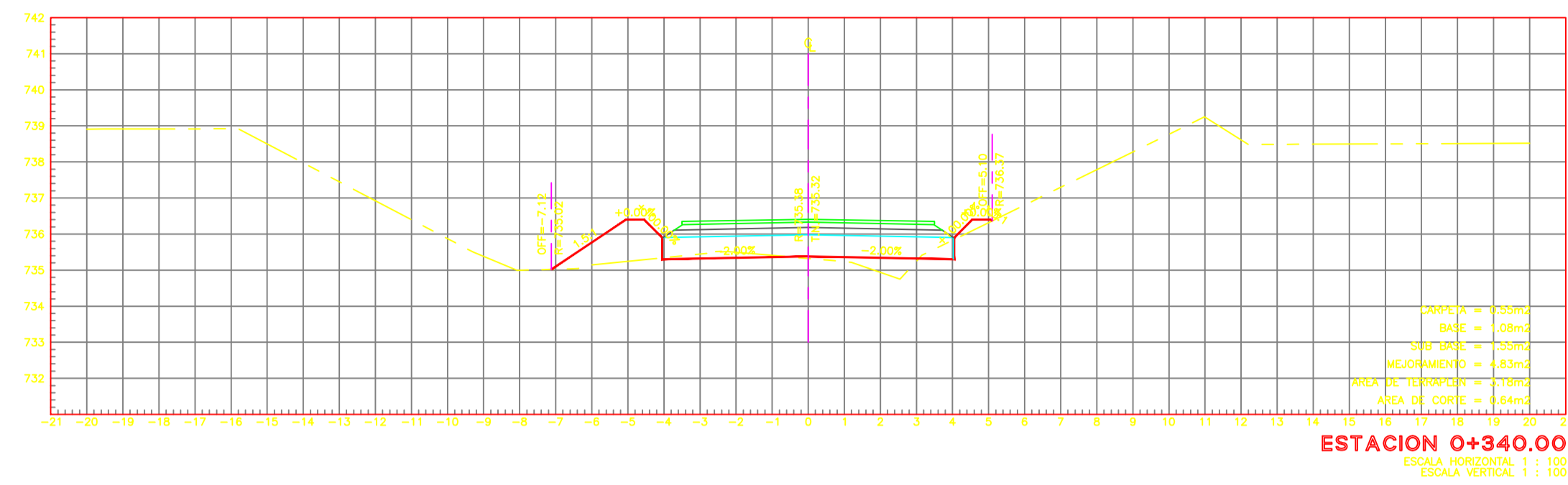
**ESTACION 0+180.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100




**ESTACION 0+160.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 0+140.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100




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

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

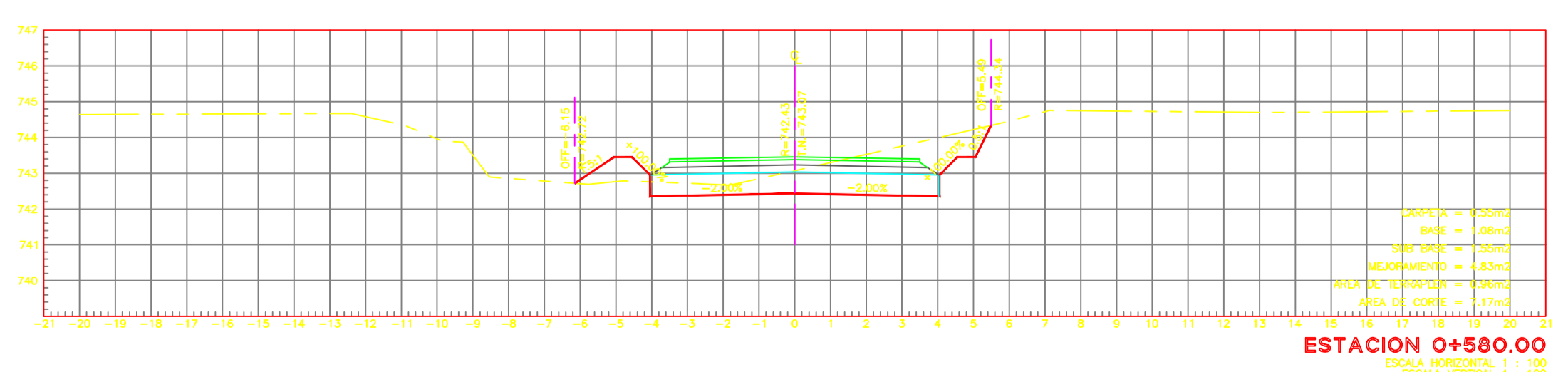
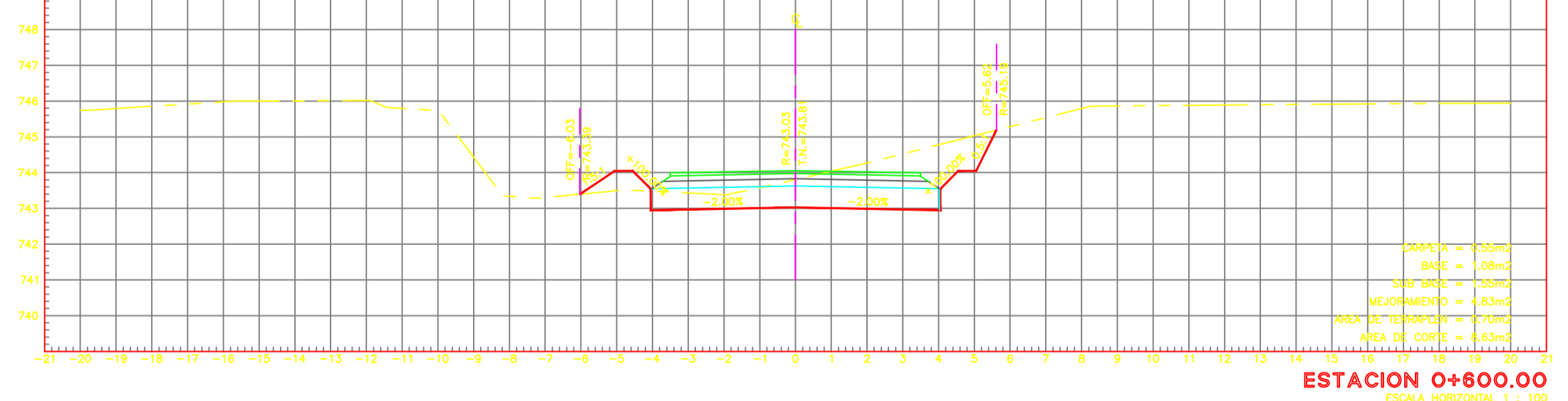
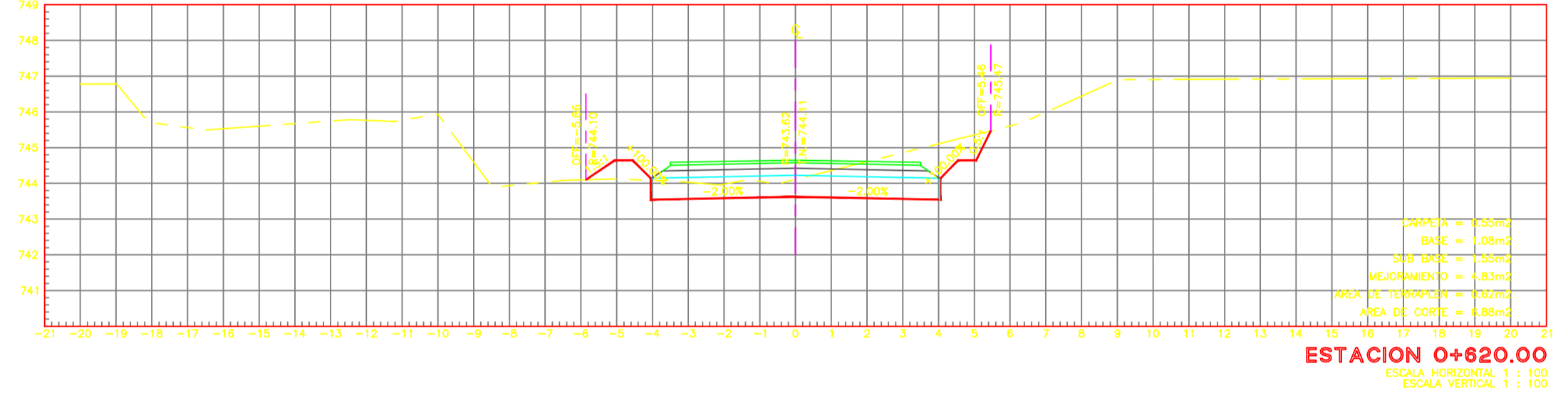
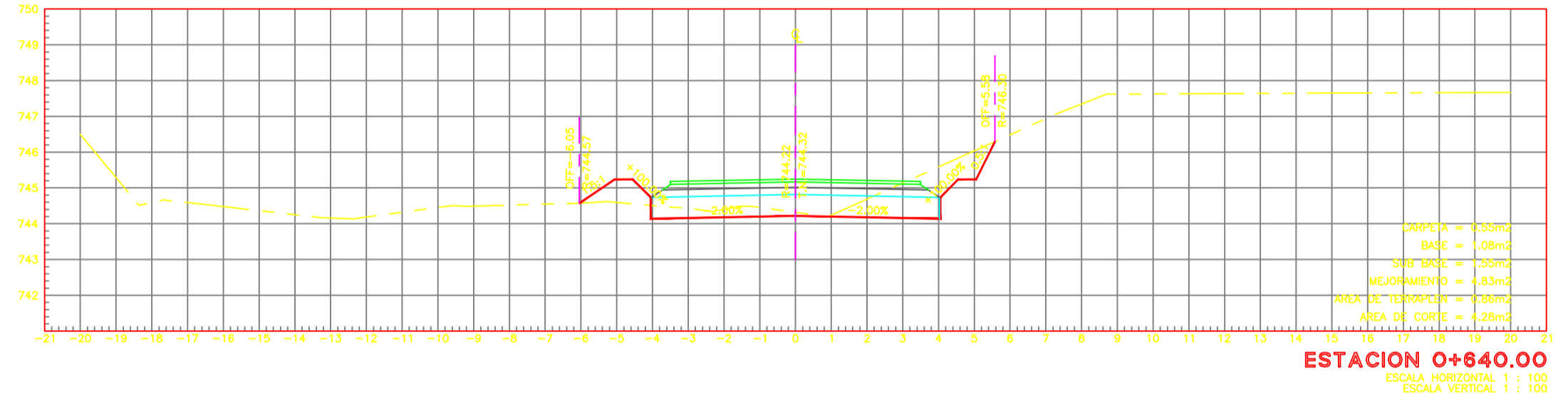
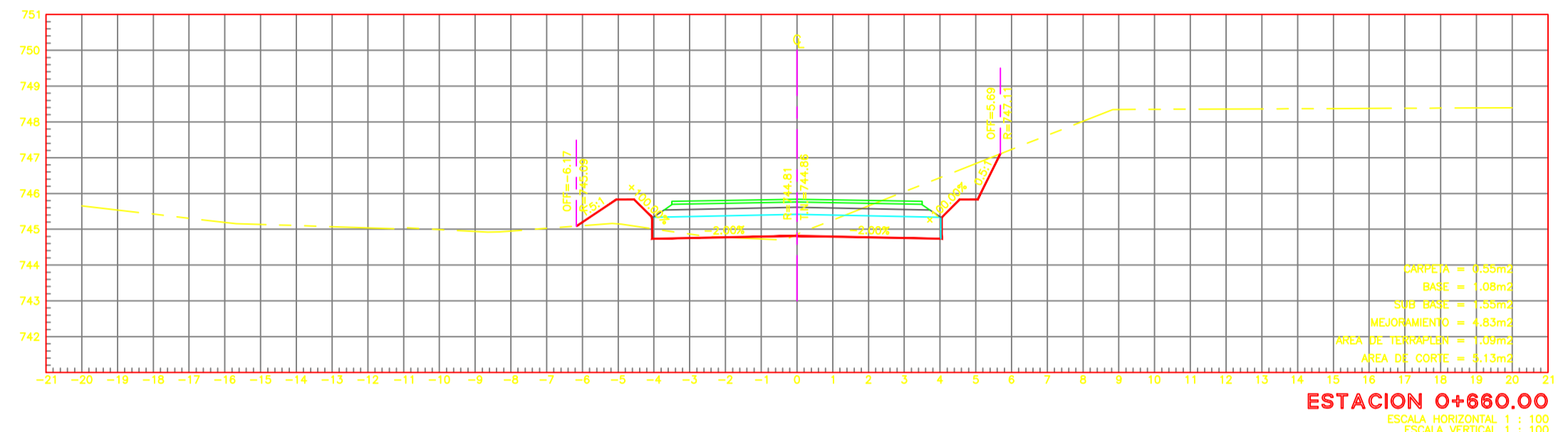
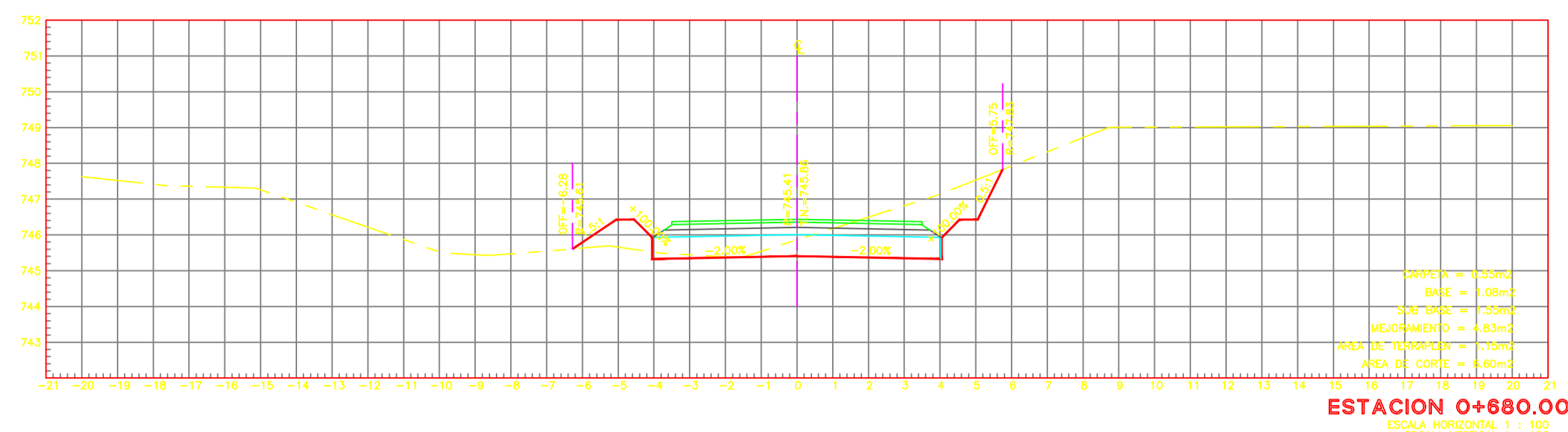
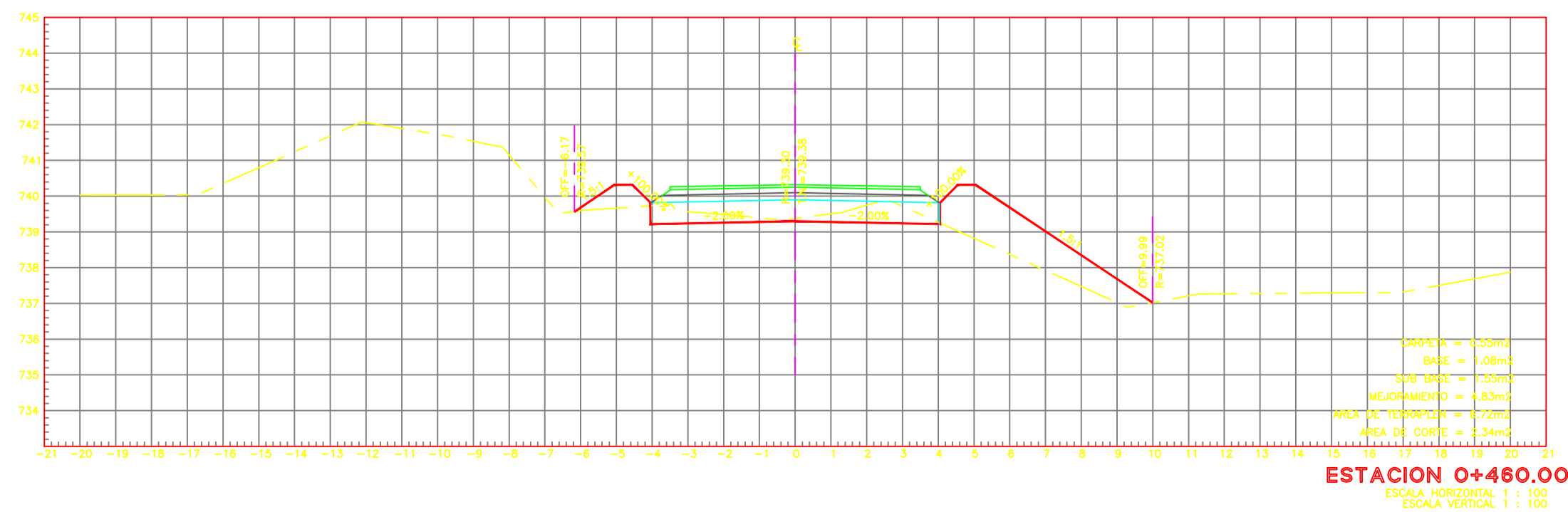
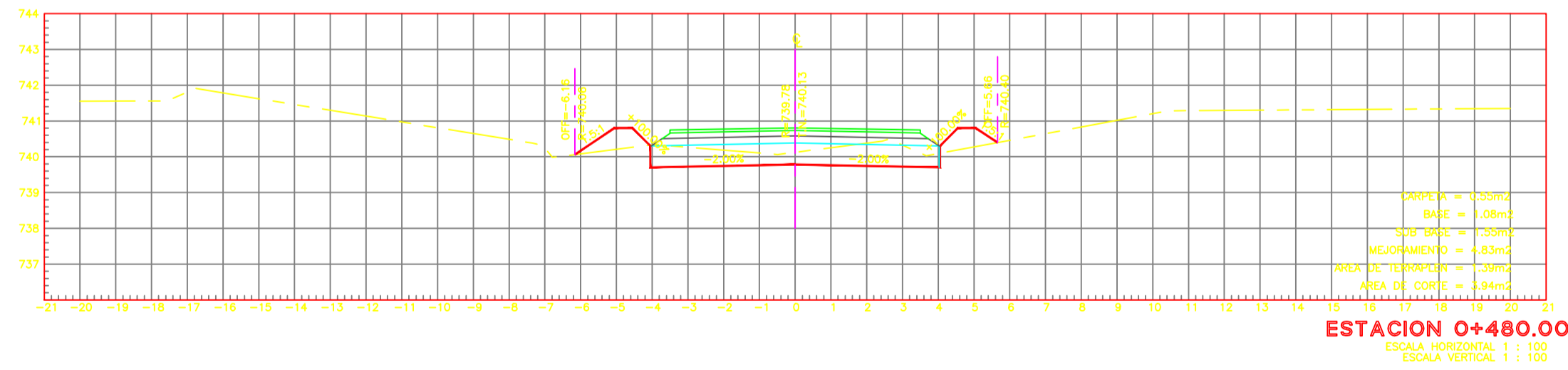
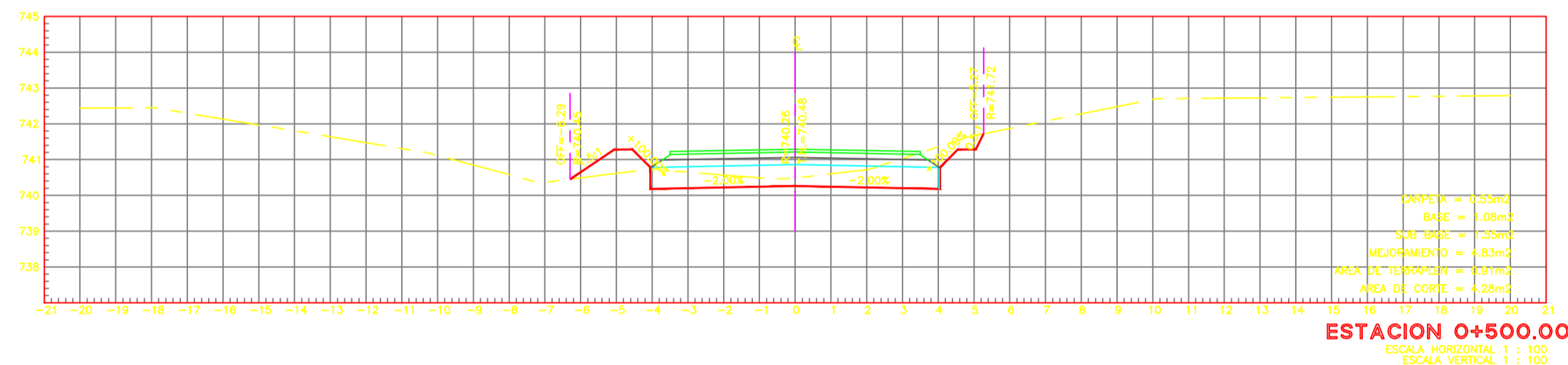
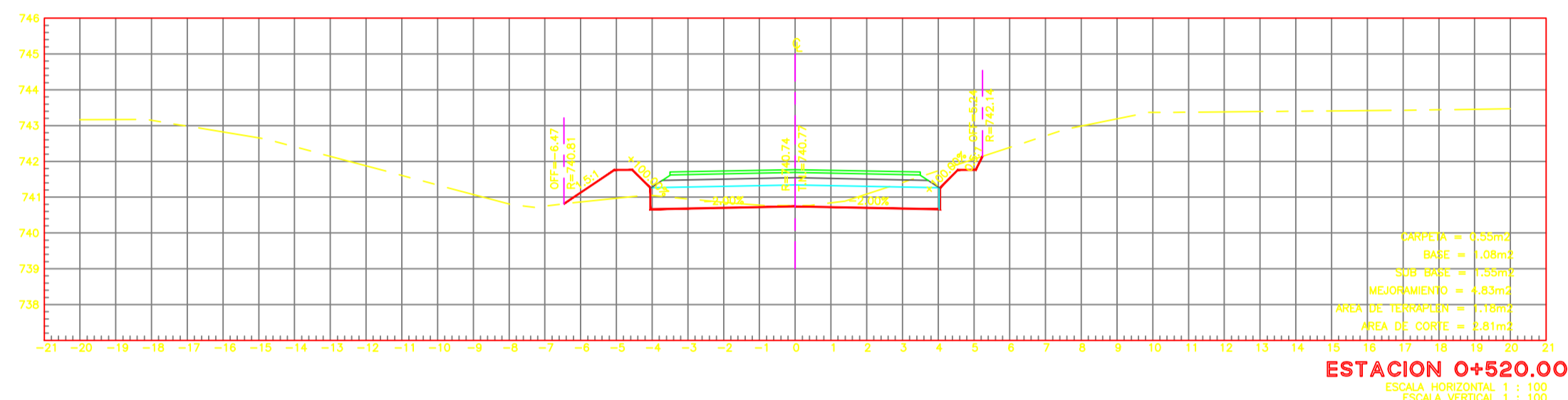
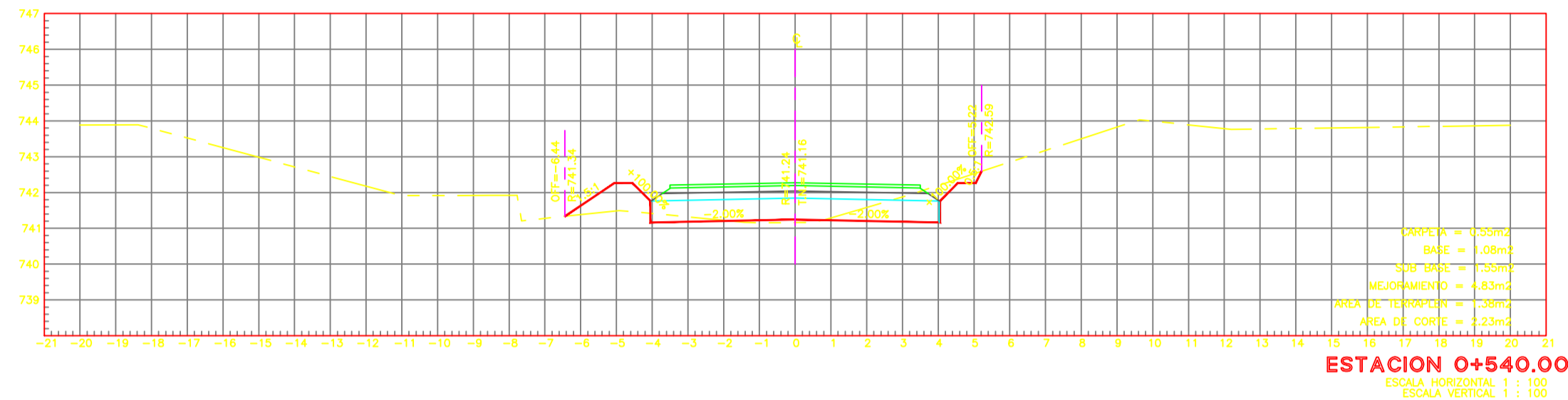
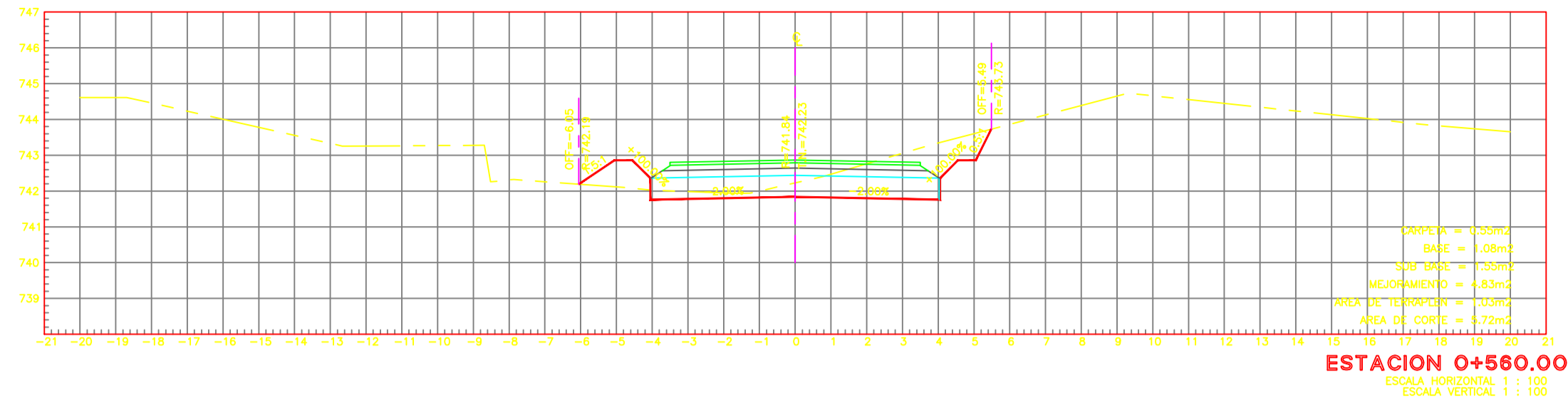
**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

**REALIZADO POR:**  
 Ego. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

**NÚMERO DE HOJA:** 08



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

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

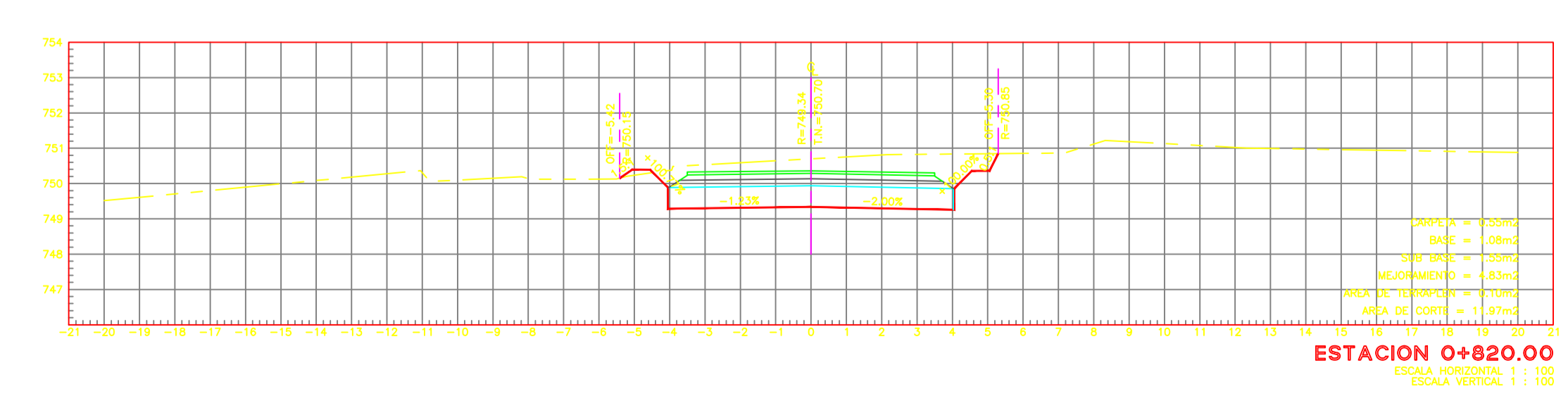
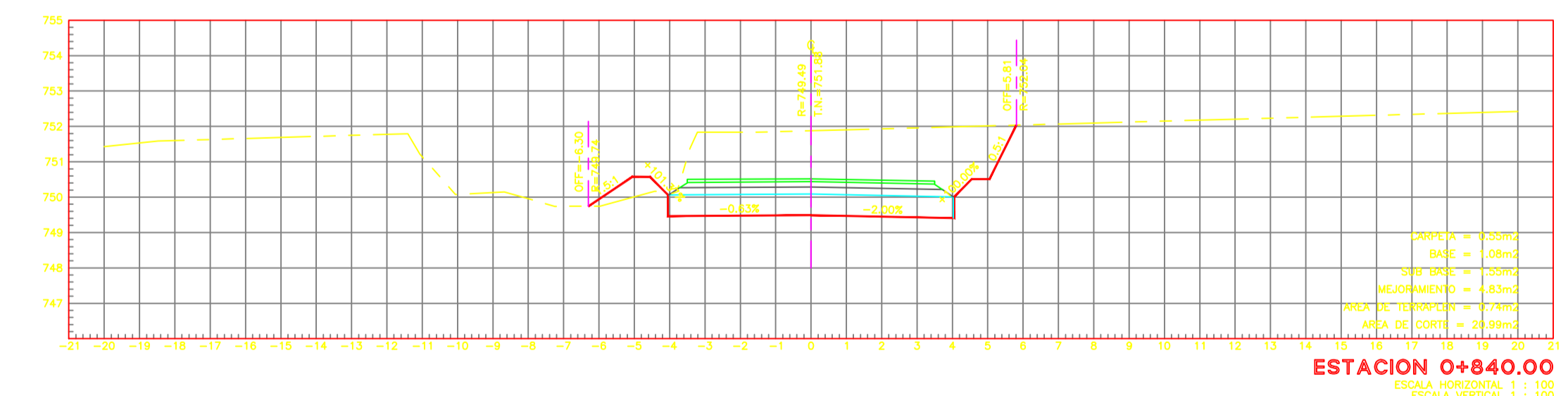
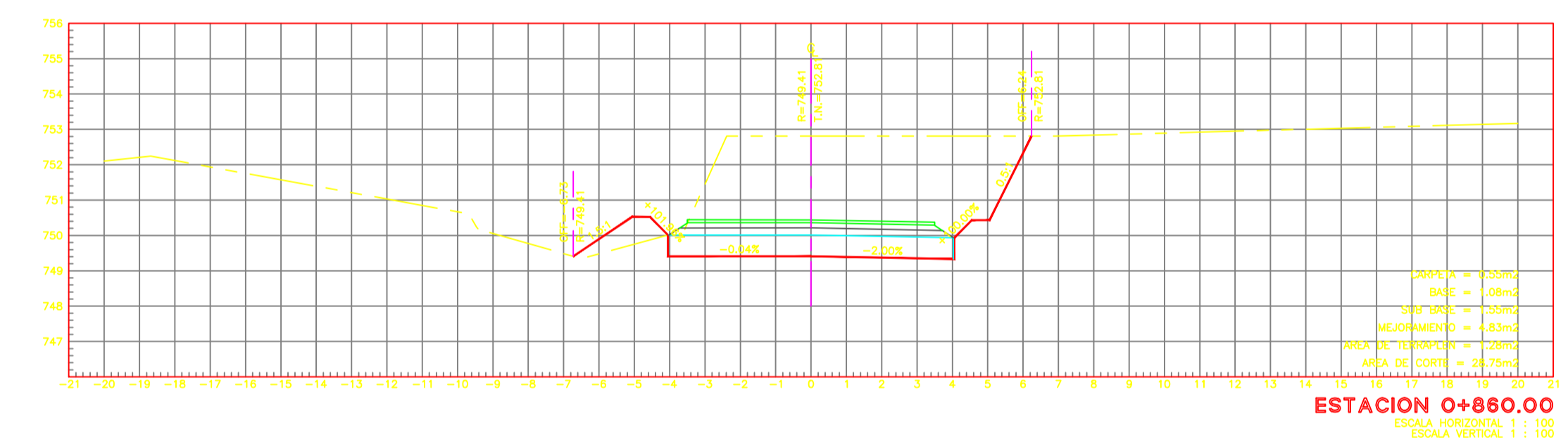
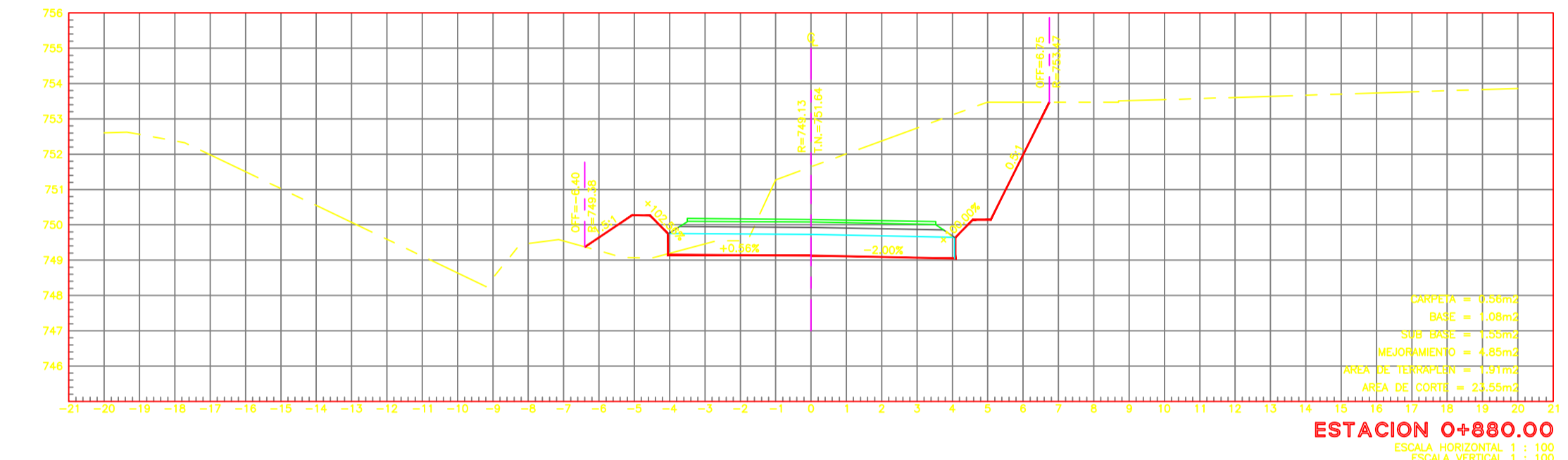
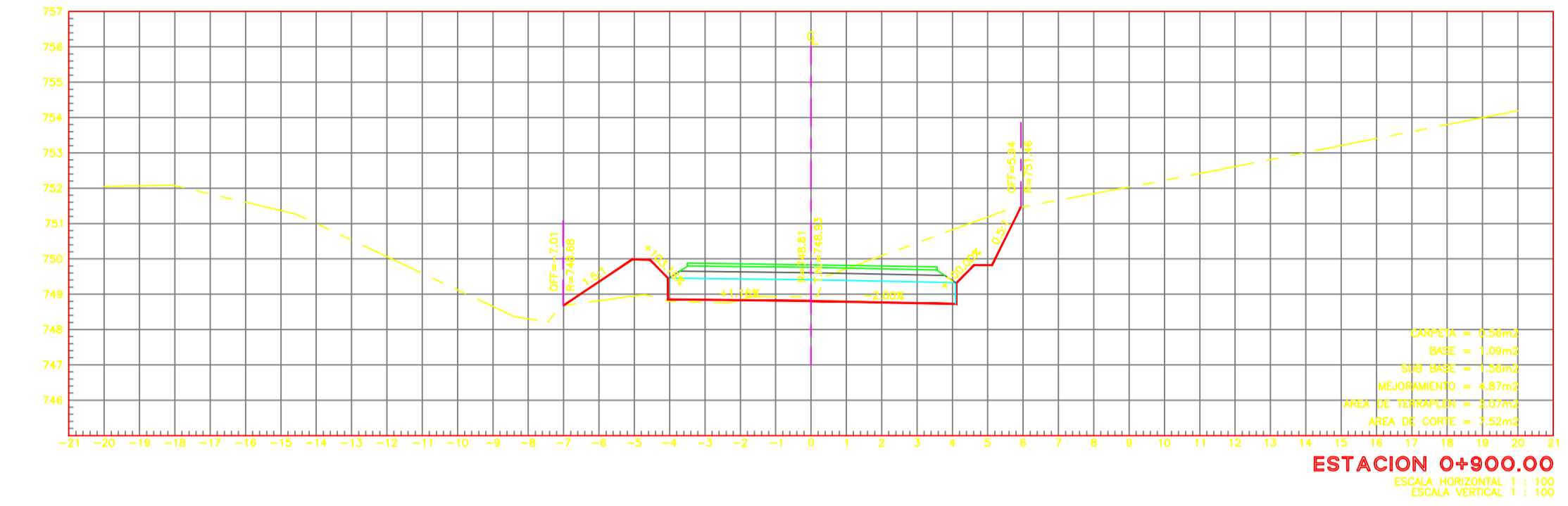
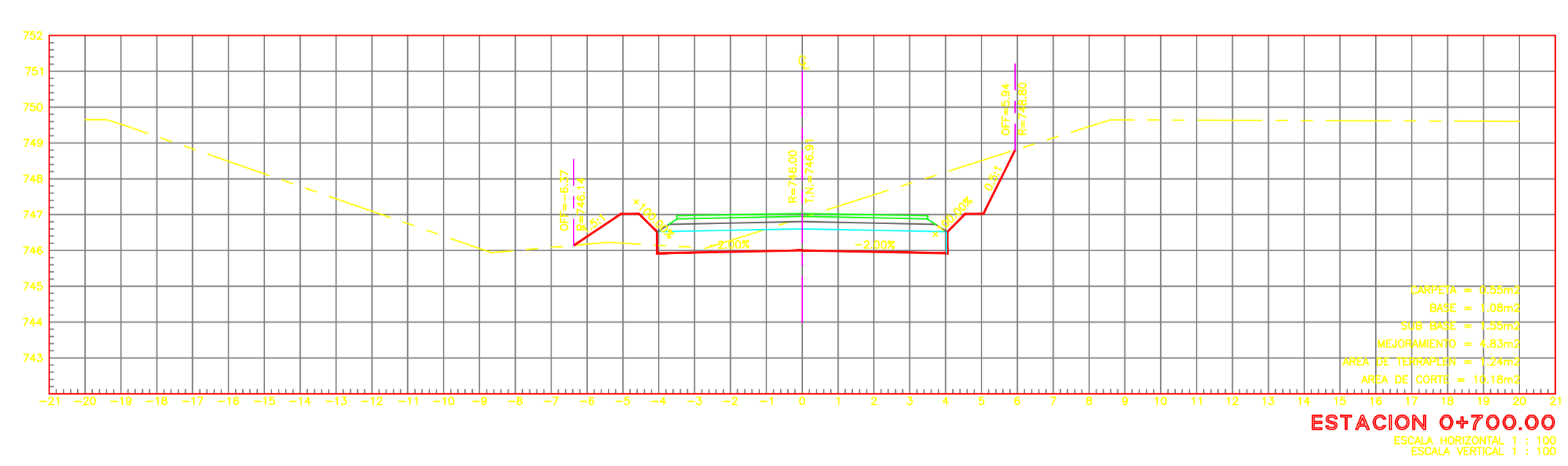
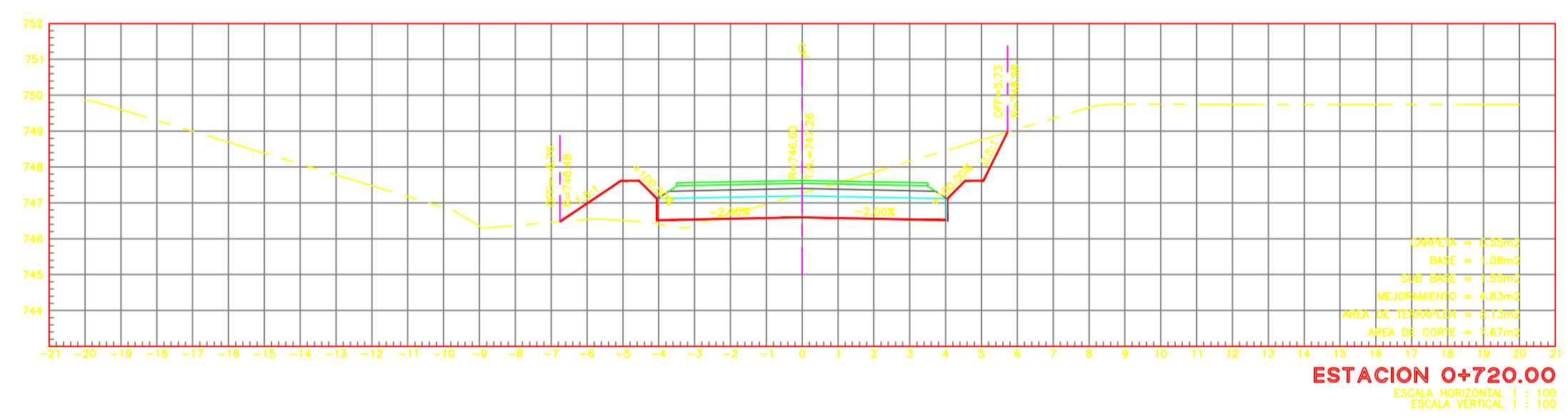
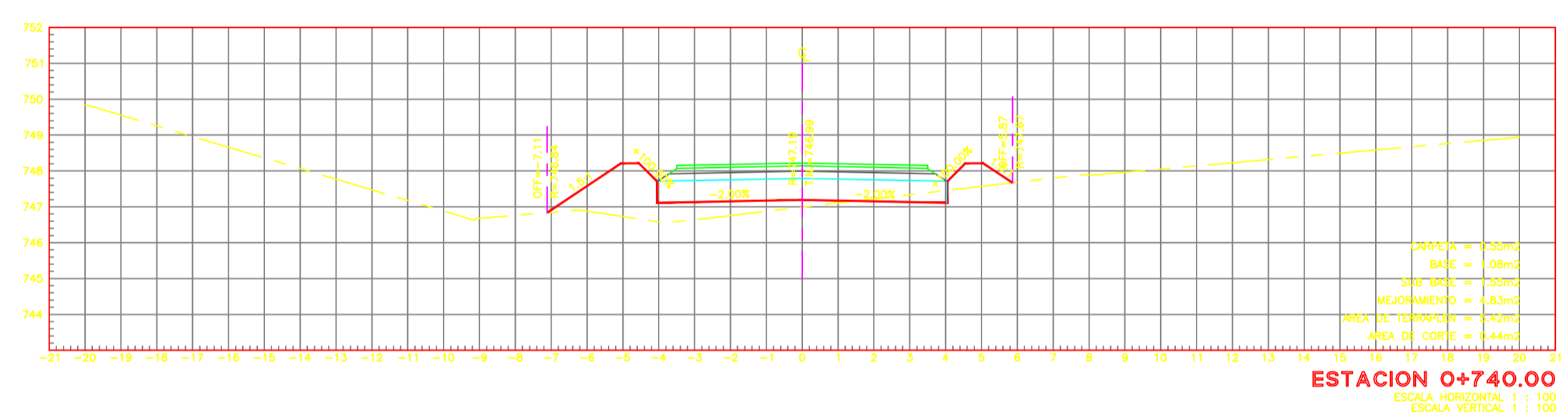
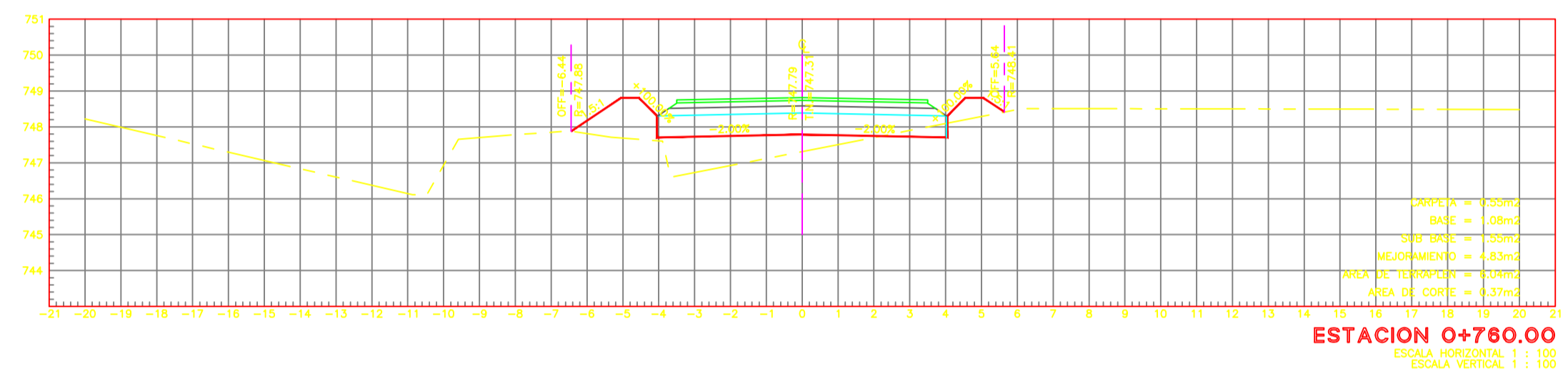
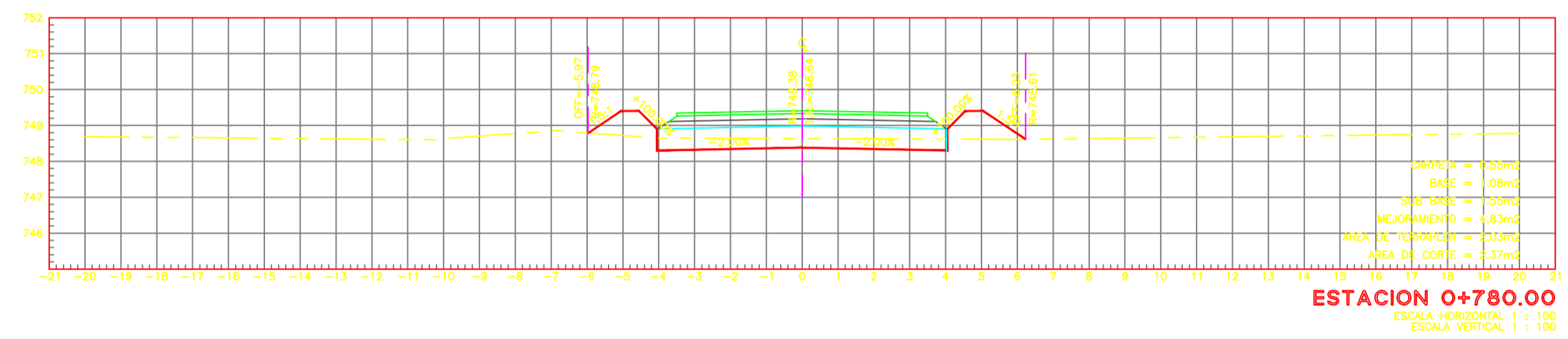
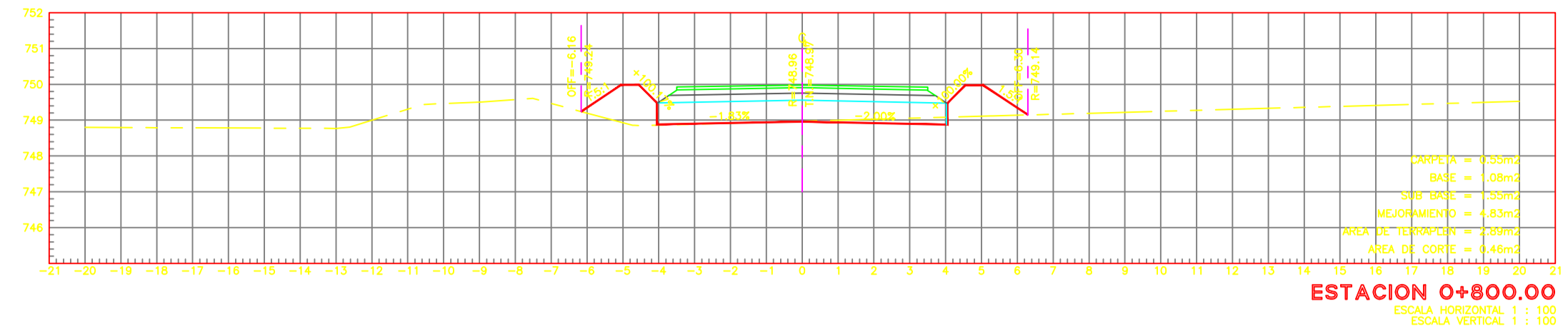
**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

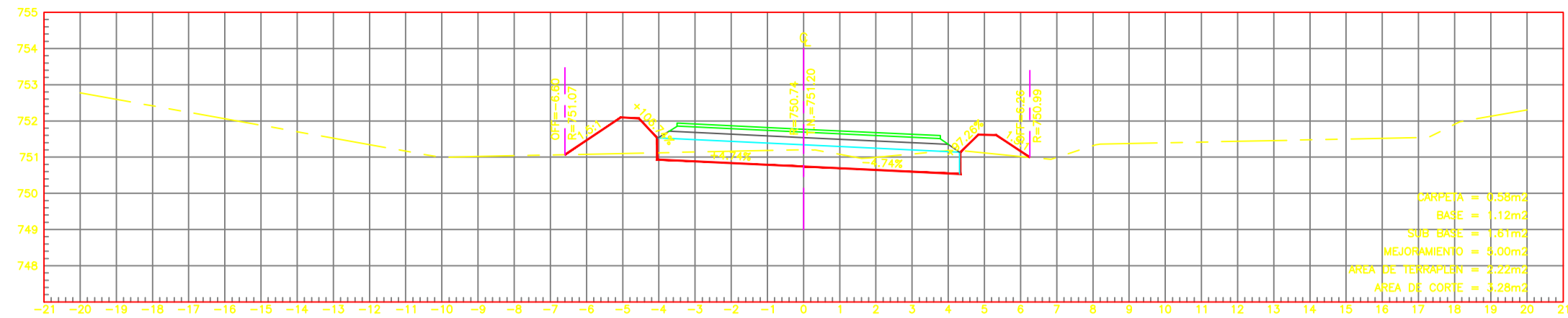
**REALIZADO POR:**  
 Egdo. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

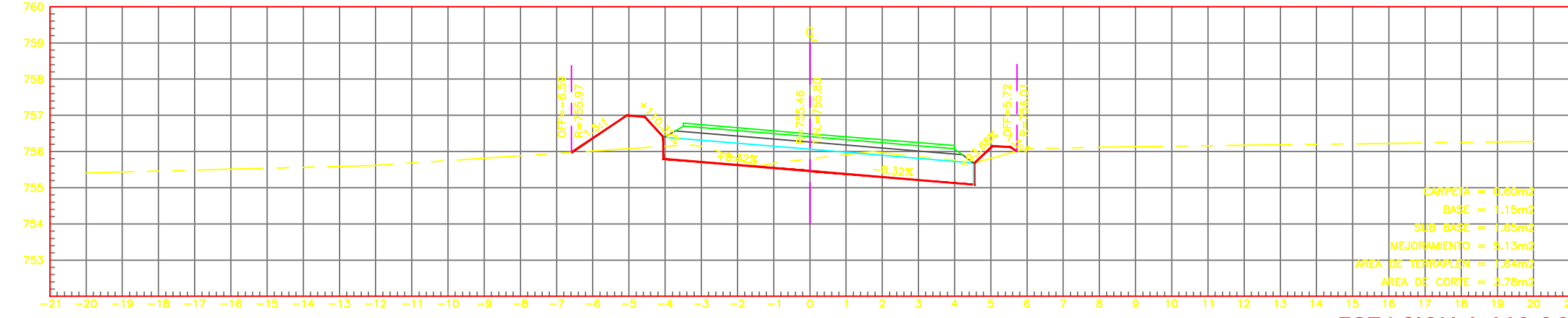
**NÚMERO DE HOJA:** 09



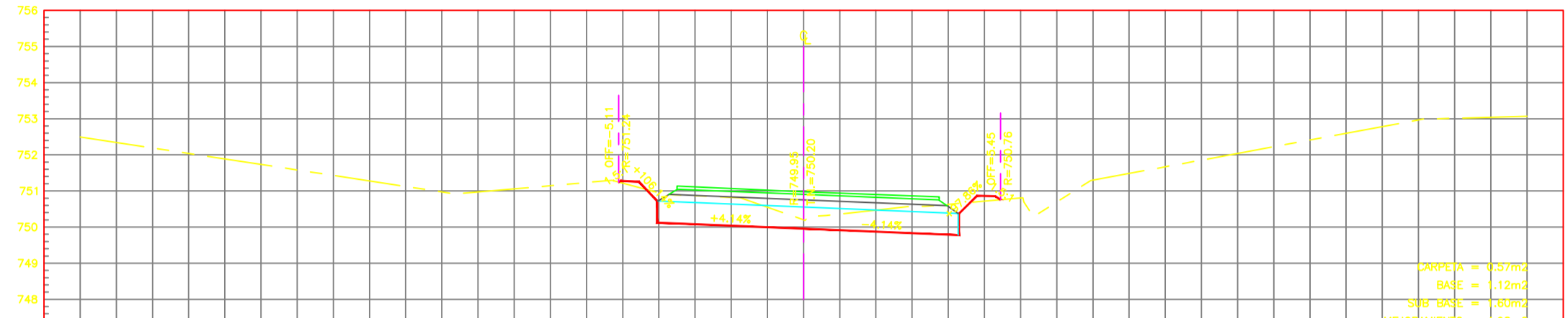




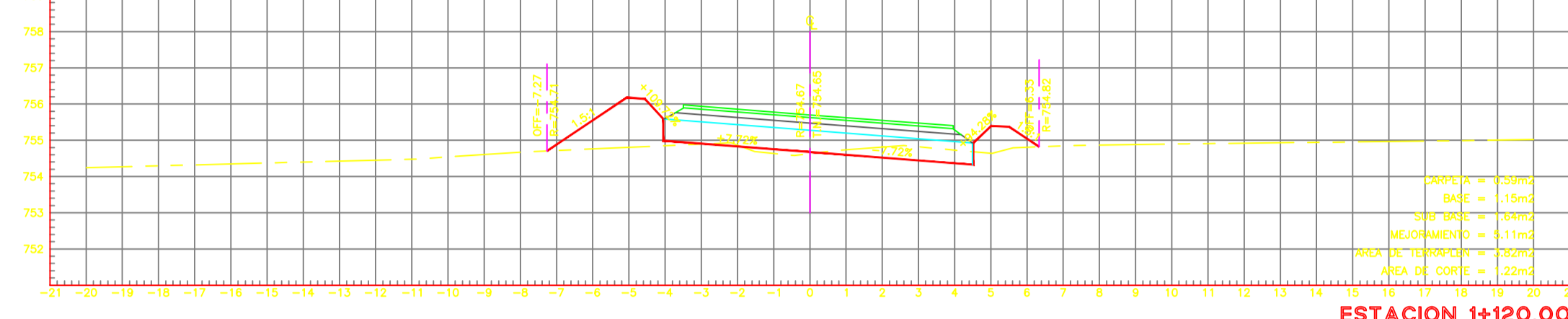
**ESTACION 1+020.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



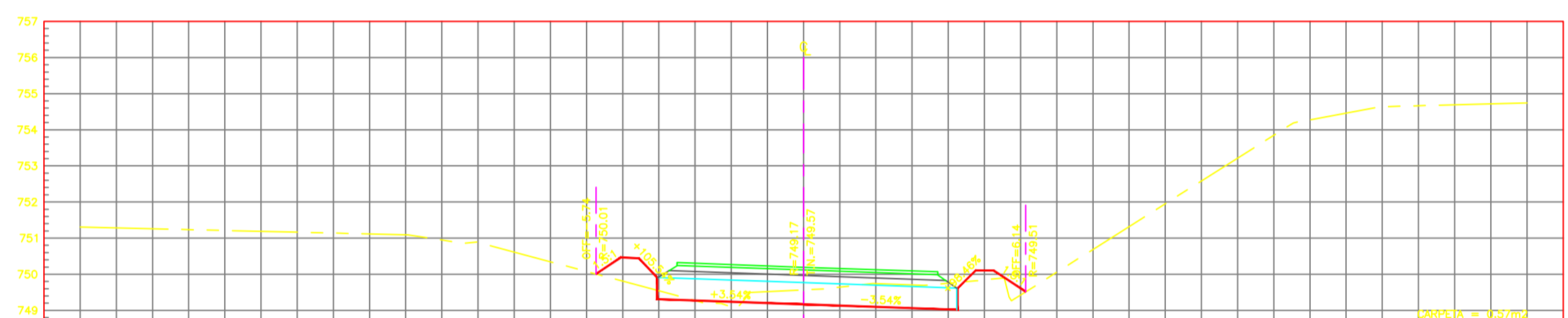
**ESTACION 1+140.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



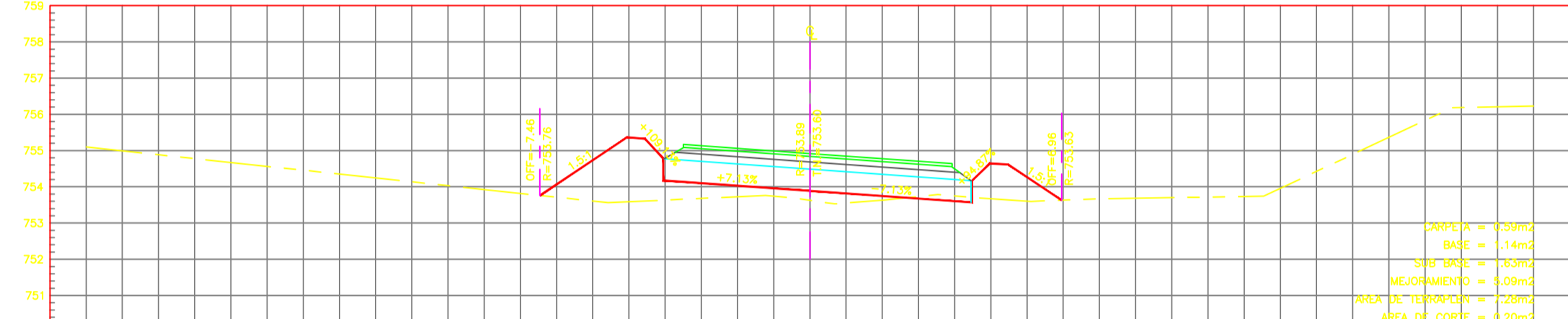
**ESTACION 1+000.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



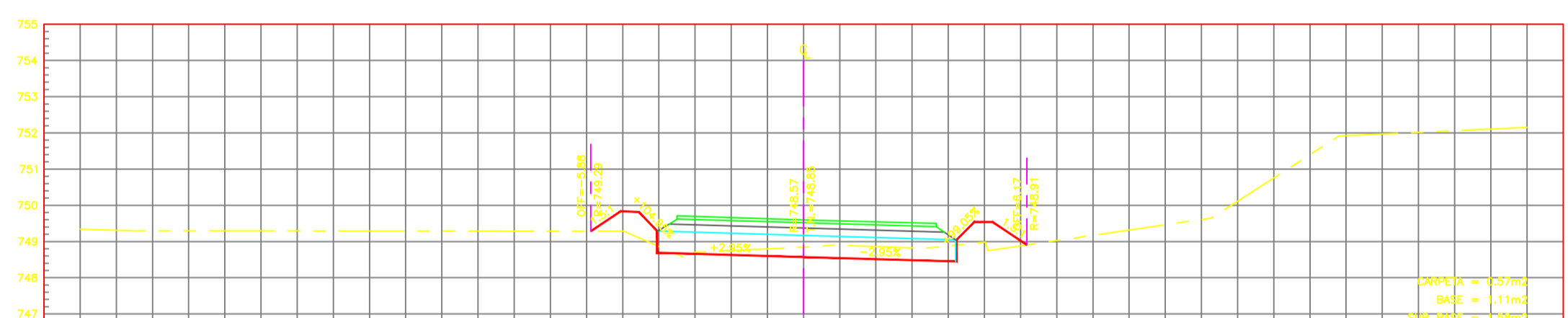
**ESTACION 1+120.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



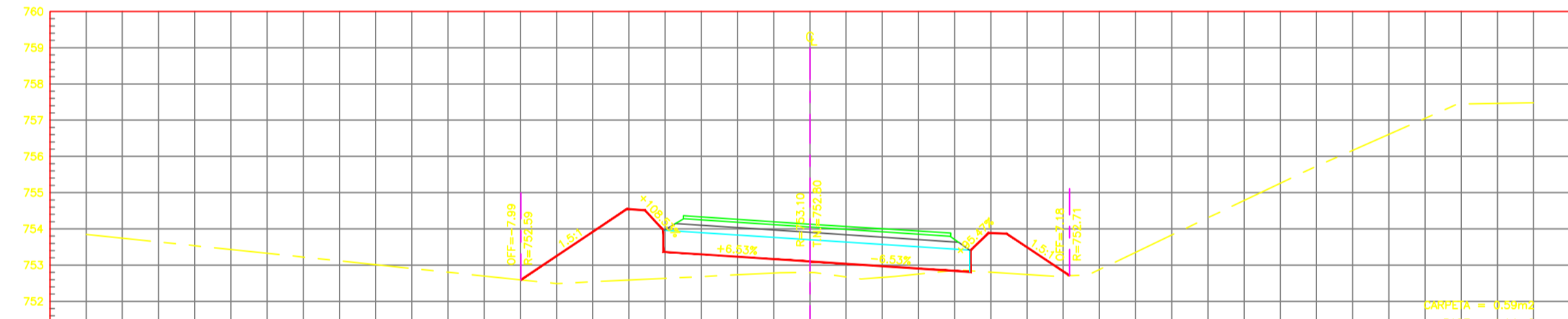
**ESTACION 0+980.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



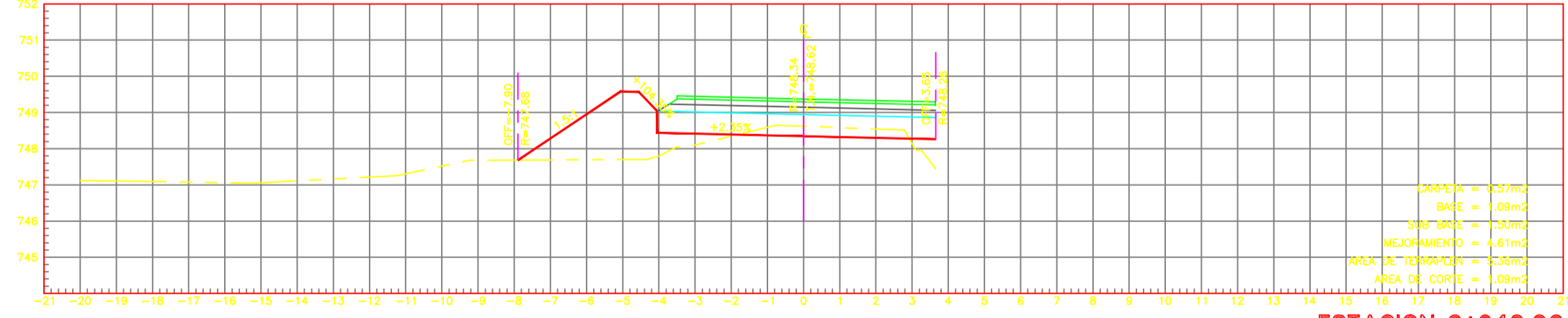
**ESTACION 1+100.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



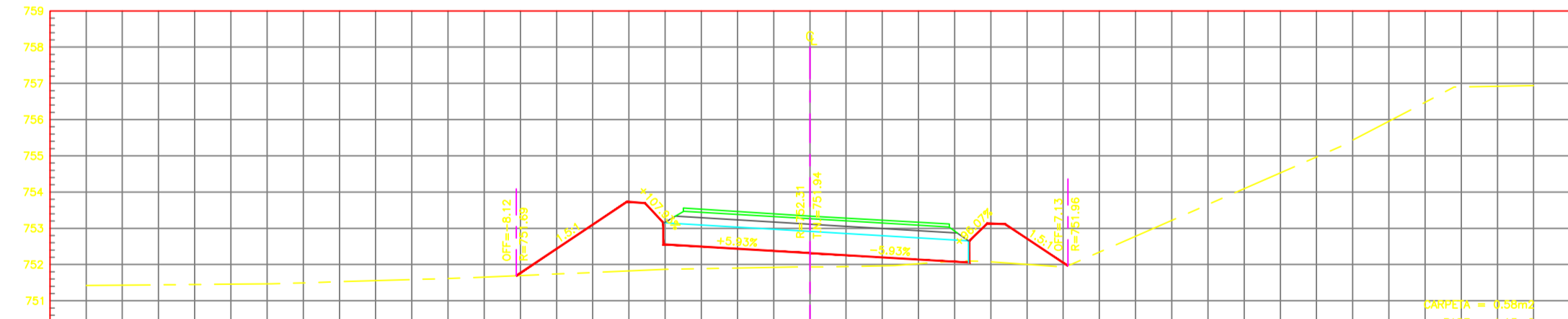
**ESTACION 0+960.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



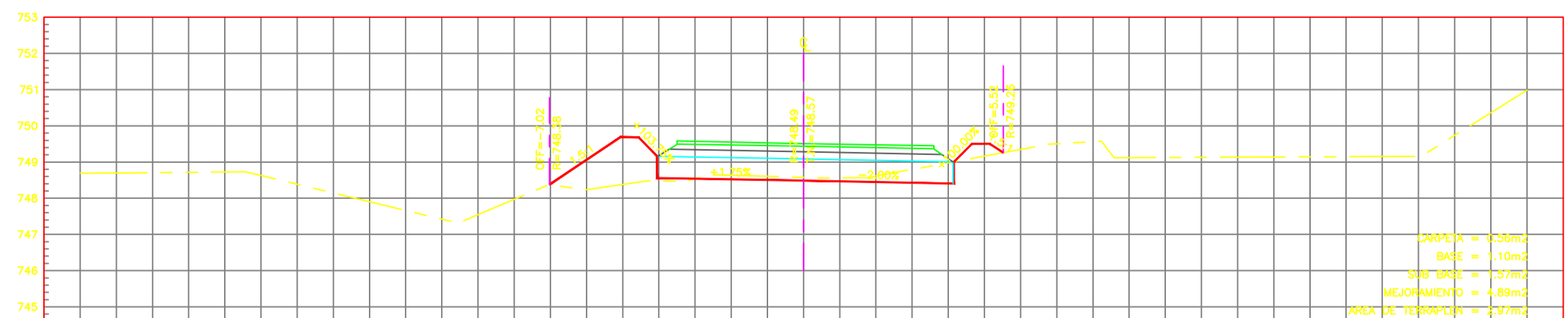
**ESTACION 1+080.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



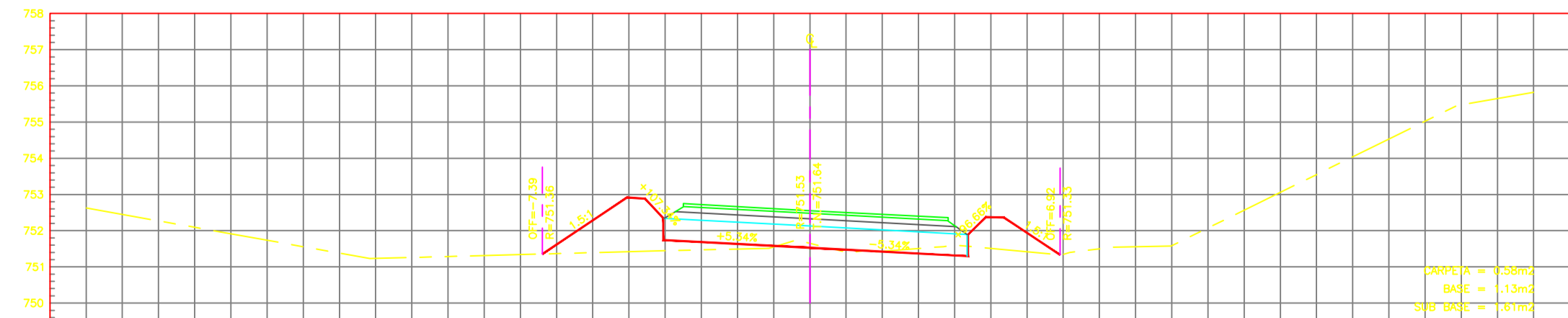
**ESTACION 0+940.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 1+060.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

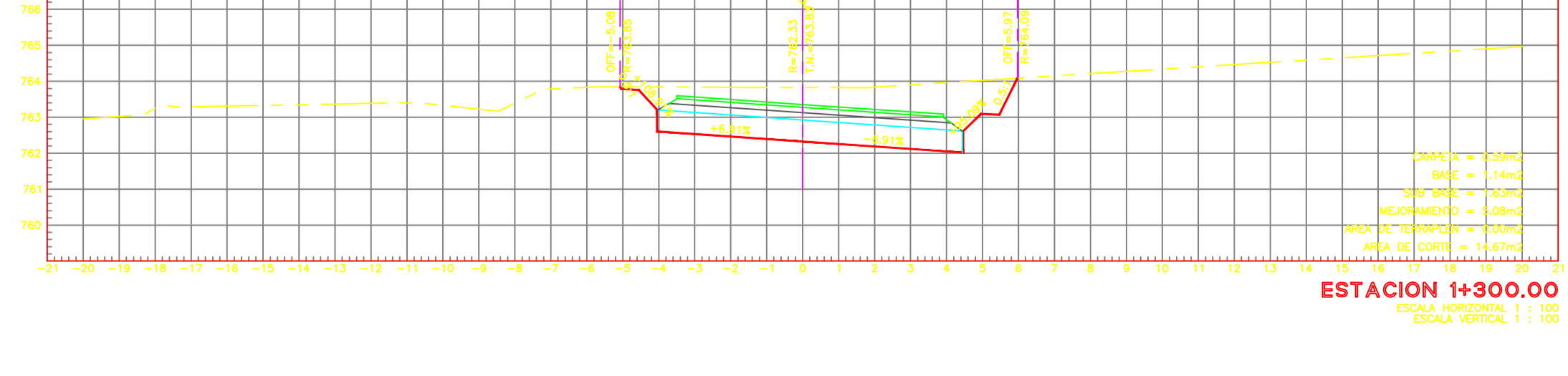
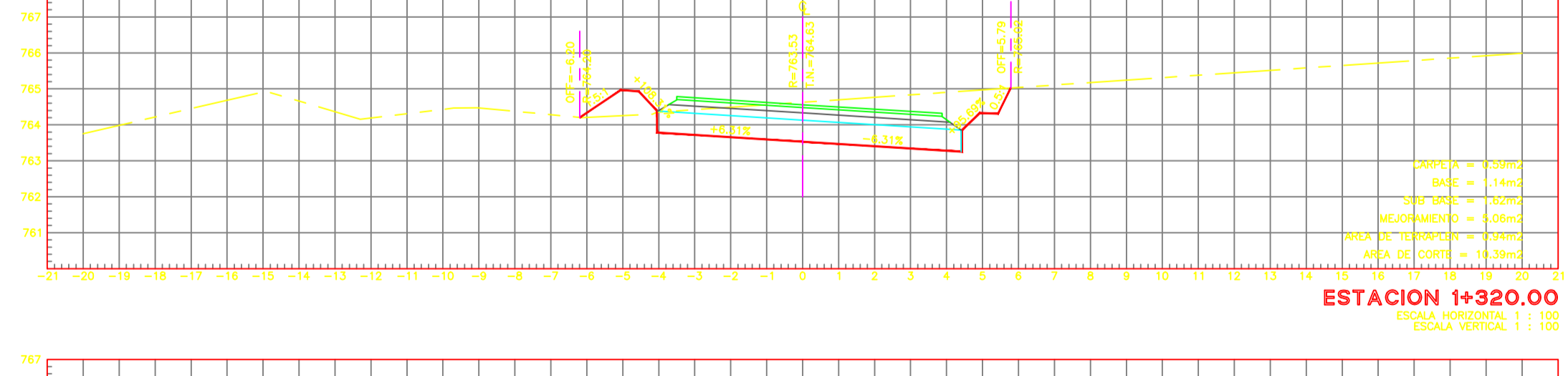
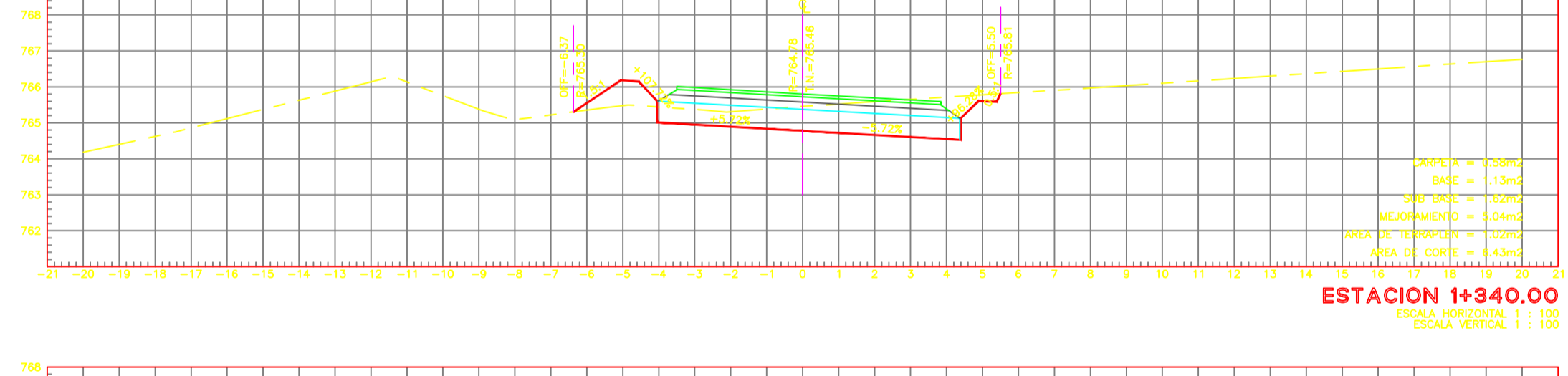
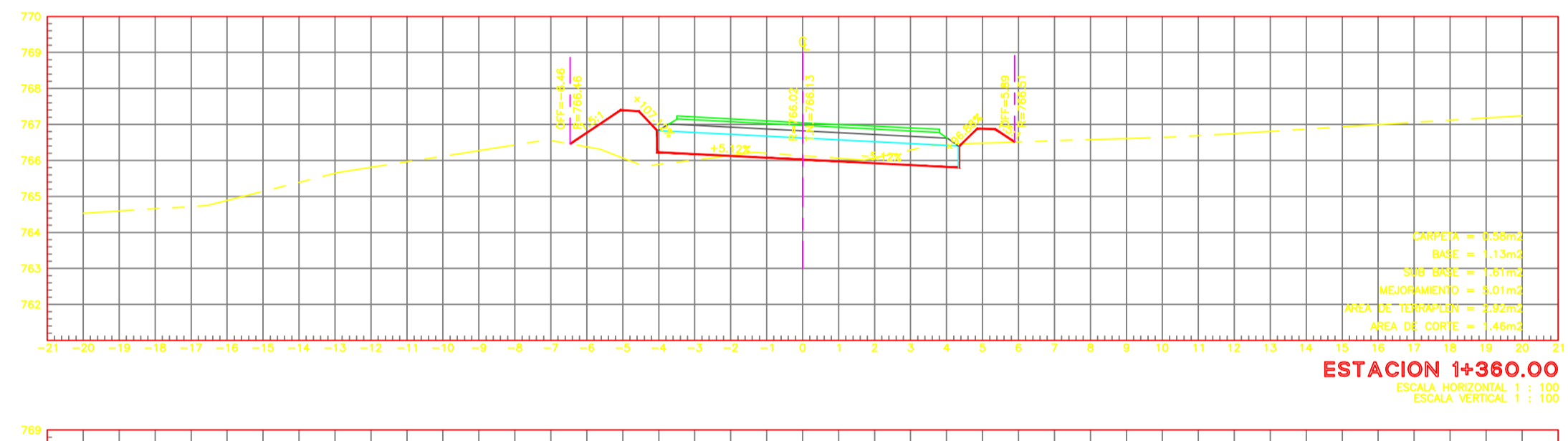
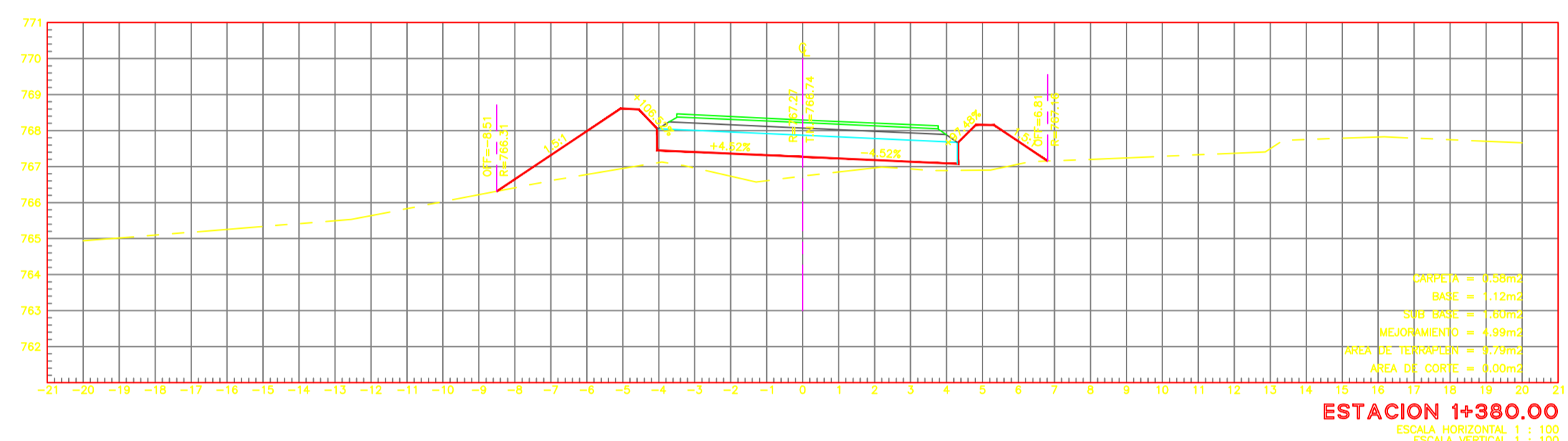
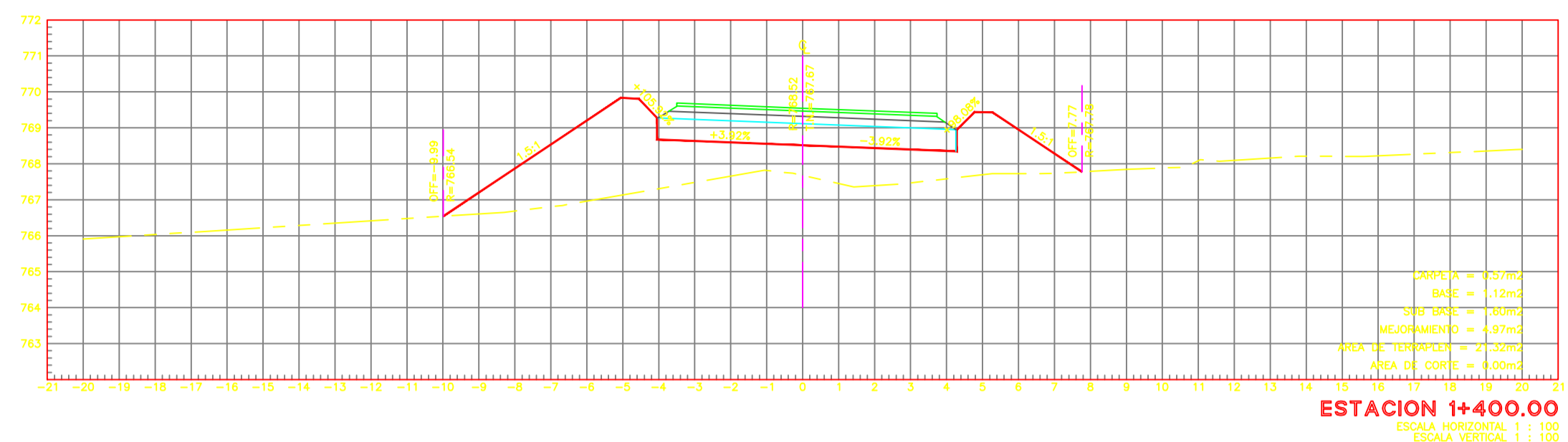
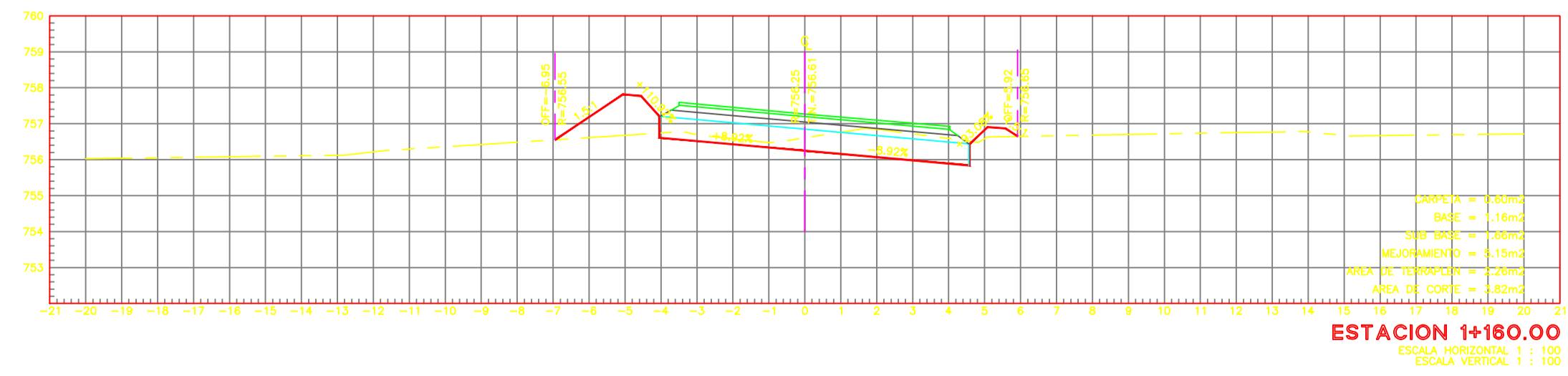
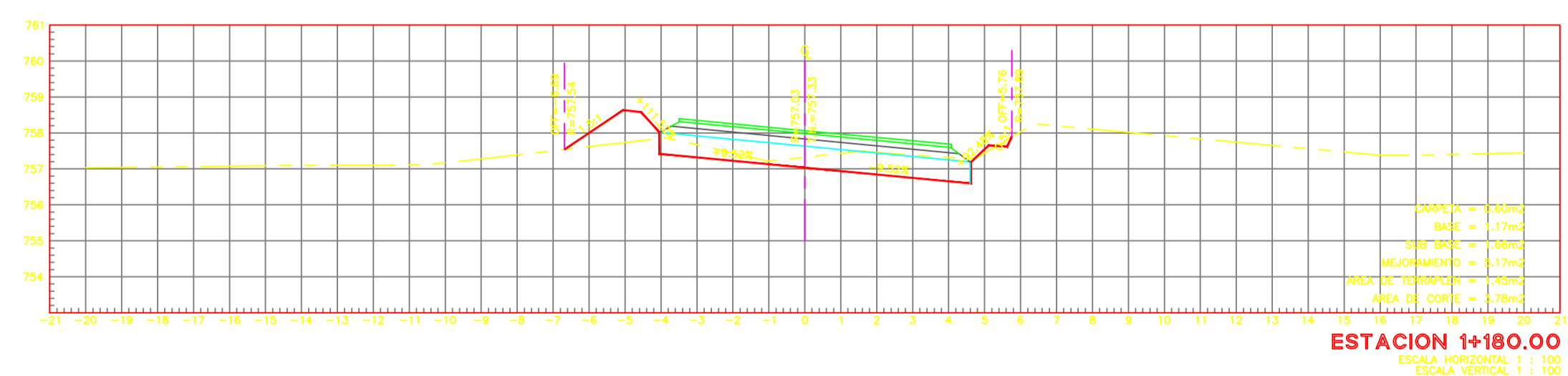
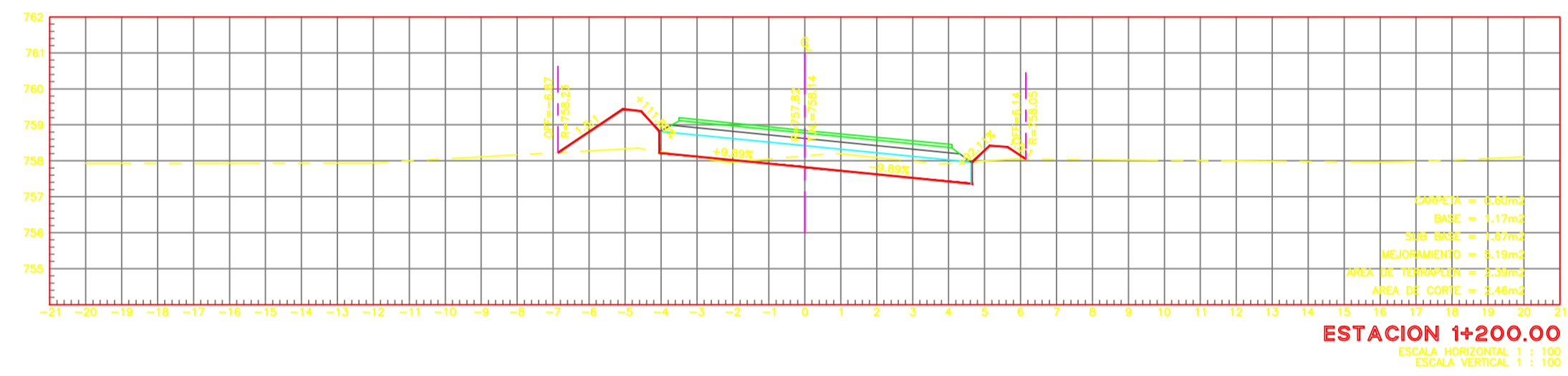
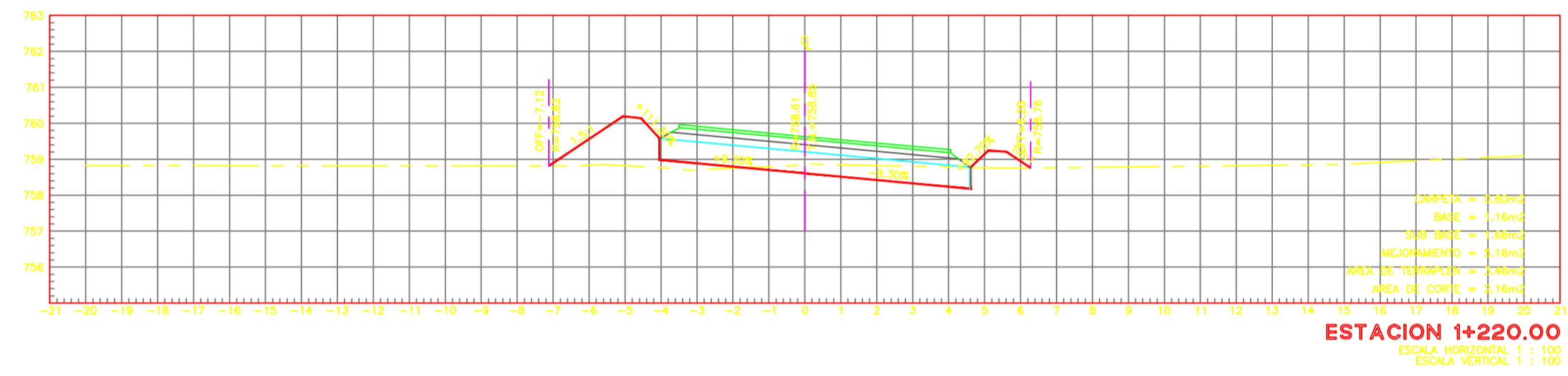
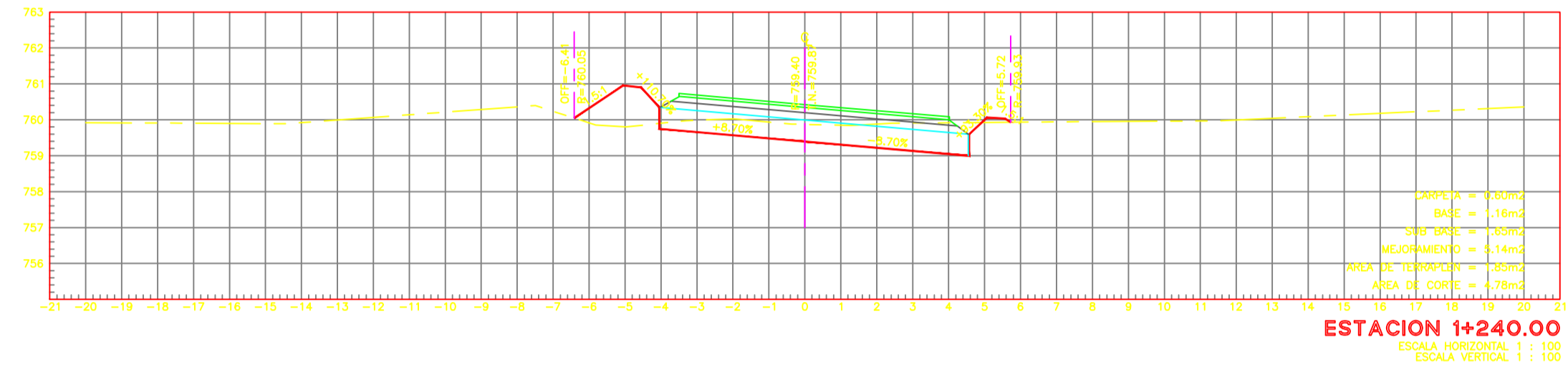
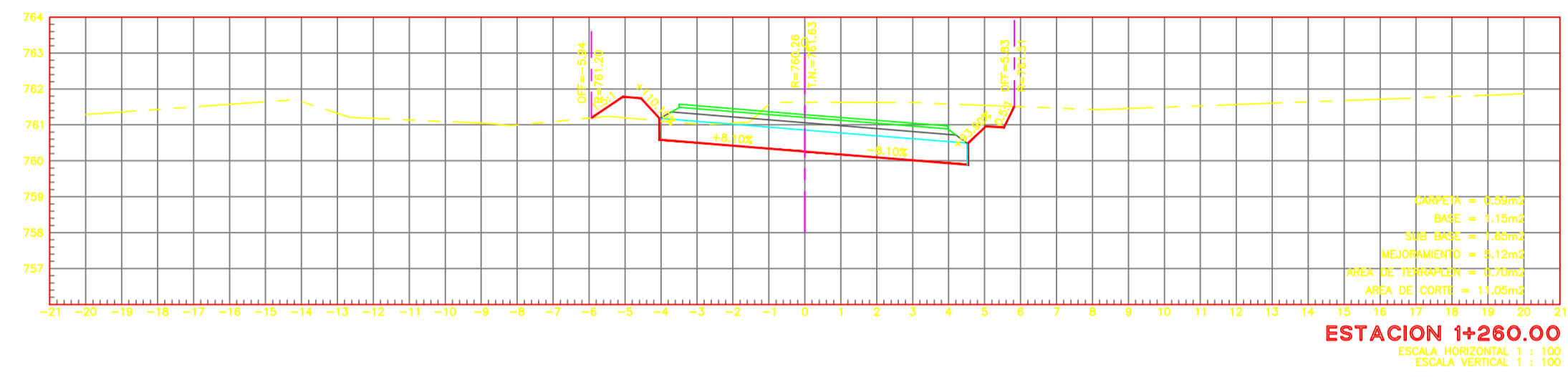
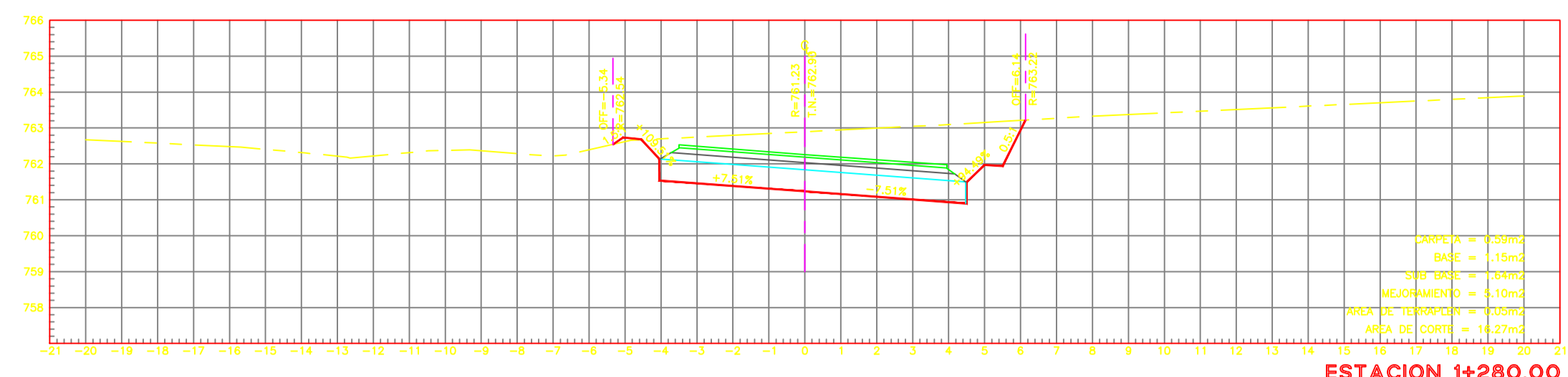


**ESTACION 0+920.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 1+040.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**  
**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA**  
 PROYECTO:  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.  
 CONTIENE:  
 Secciones Transversales  
 FECHA:  
 05 de Julio de 2017  
 ESCALA:  
 H: 1:100  
 V: 1:100  
 REALIZADO POR:  
 Ego. Pablo Guerrero  
 TUTOR:  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya  
 NÚMERO DE HOJA: **11**



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

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

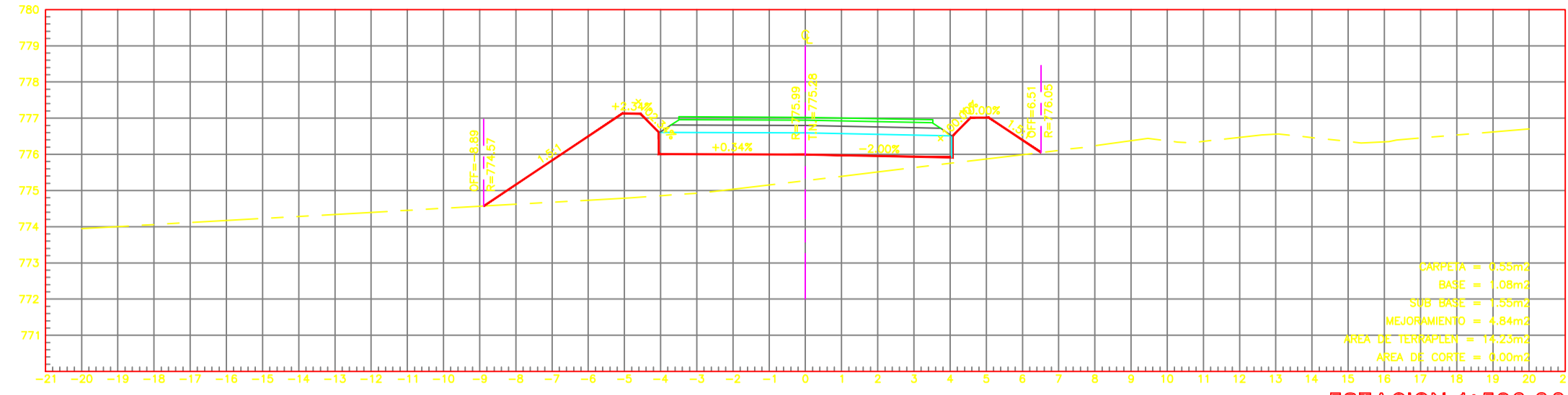
**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

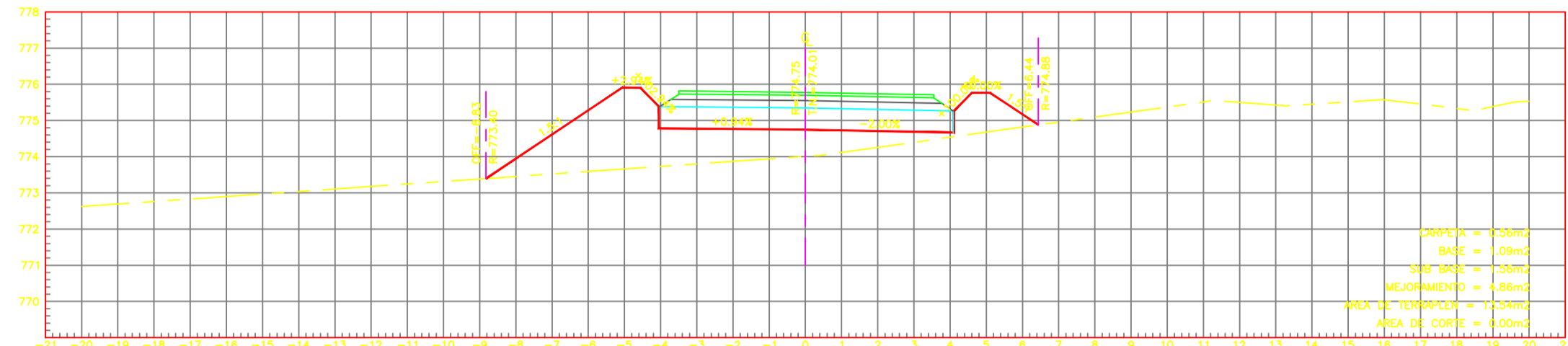
**REALIZADO POR:**  
 Ego. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

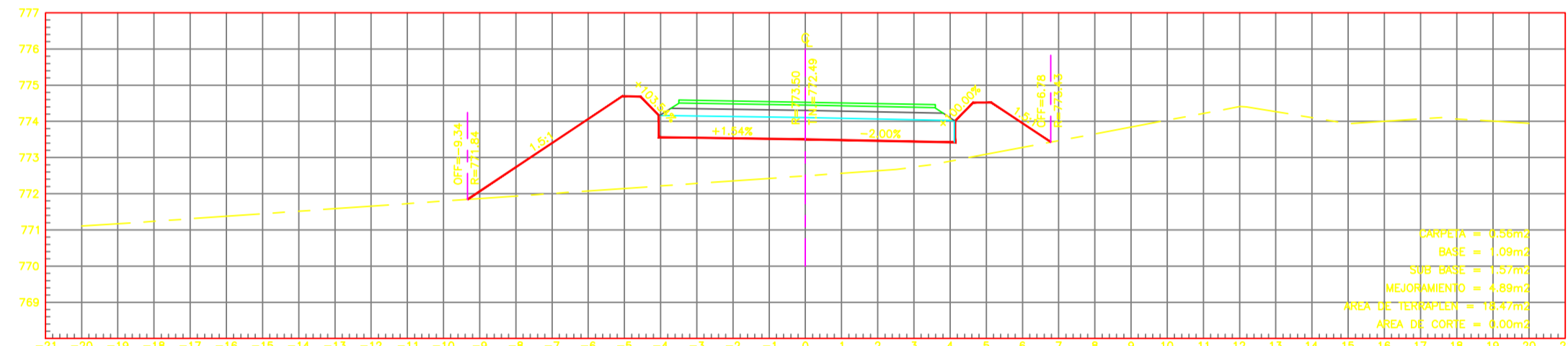
**NÚMERO DE HOJA:** 12



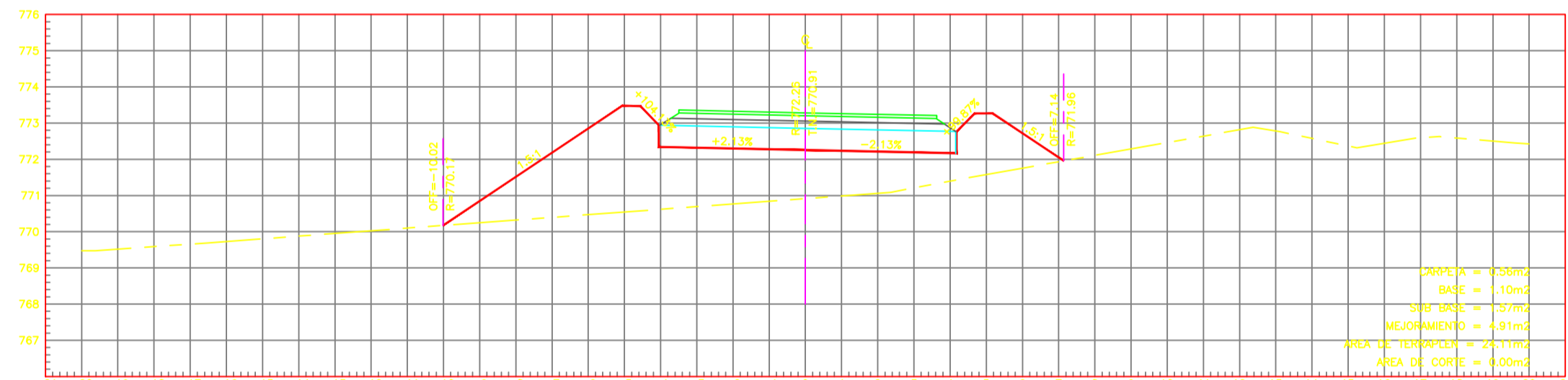
**ESTACION 1+520.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



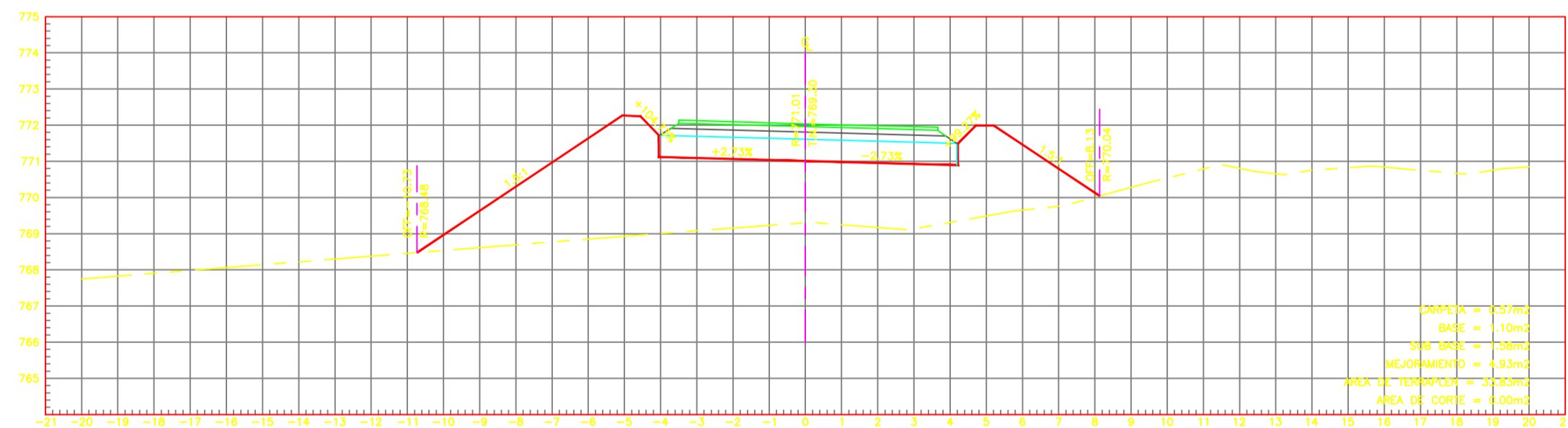
**ESTACION 1+500.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



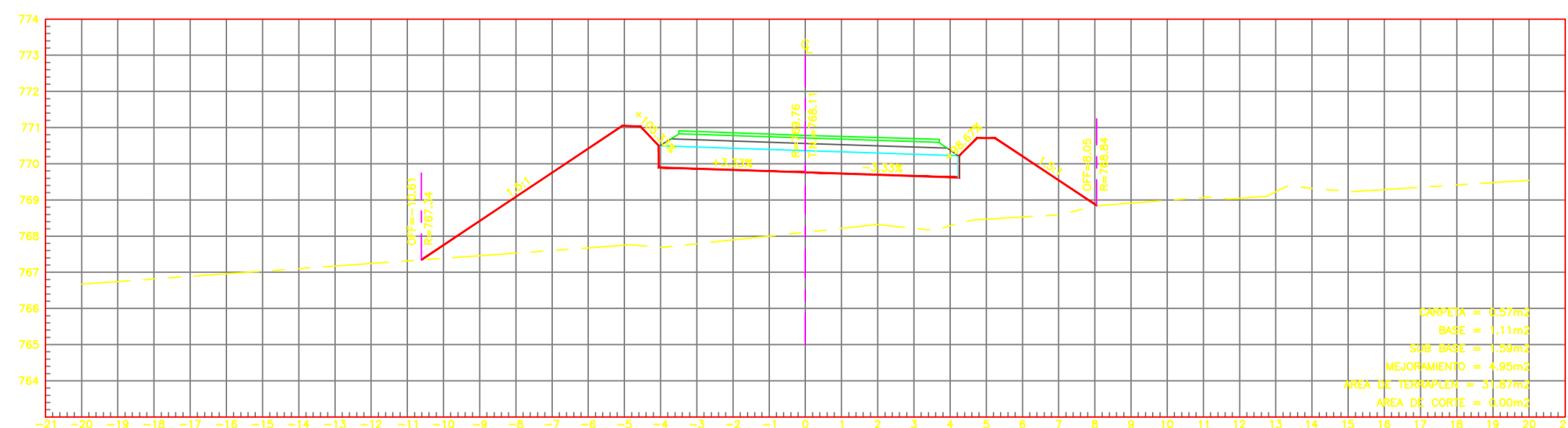
**ESTACION 1+480.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



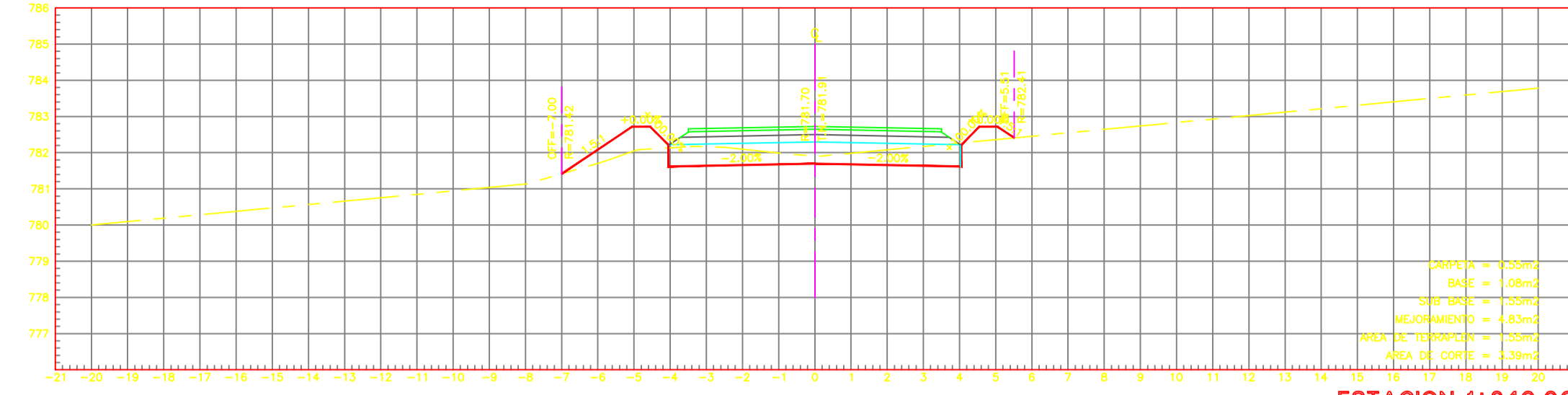
**ESTACION 1+460.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



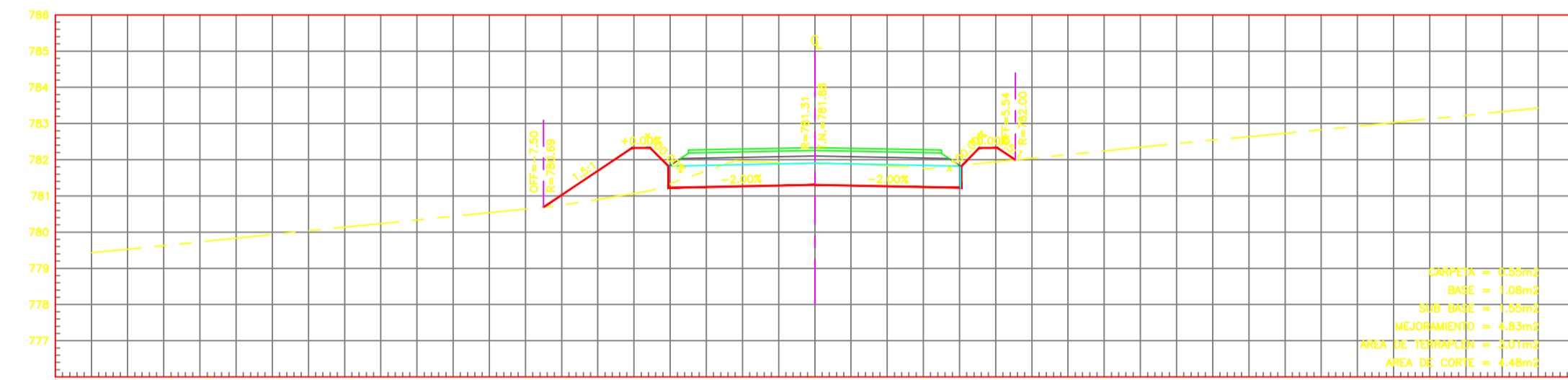
**ESTACION 1+440.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



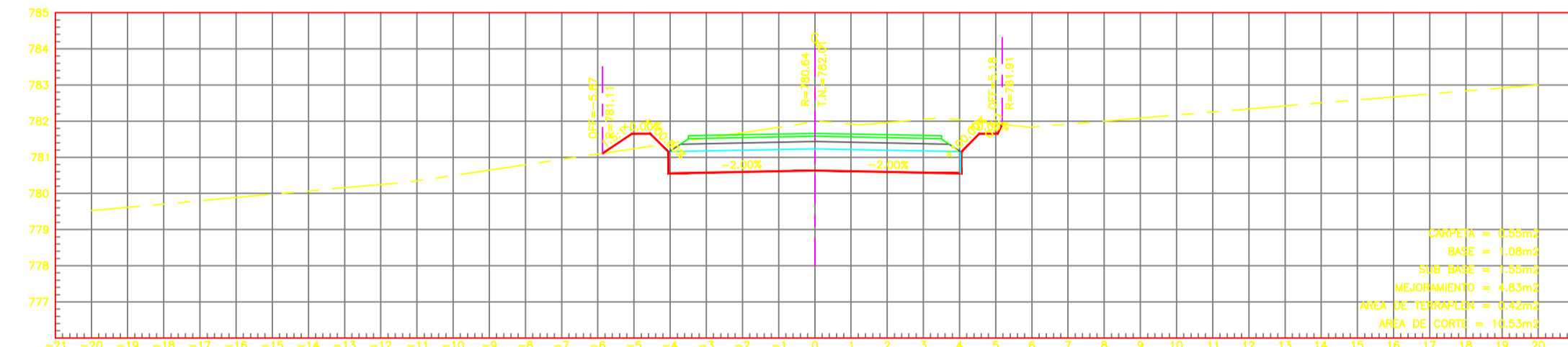
**ESTACION 1+420.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



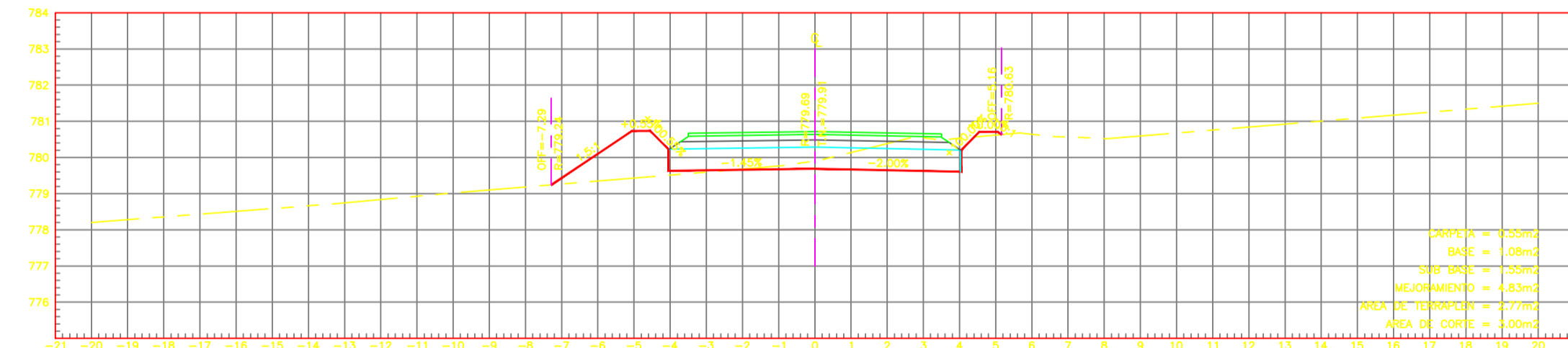
**ESTACION 1+840.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



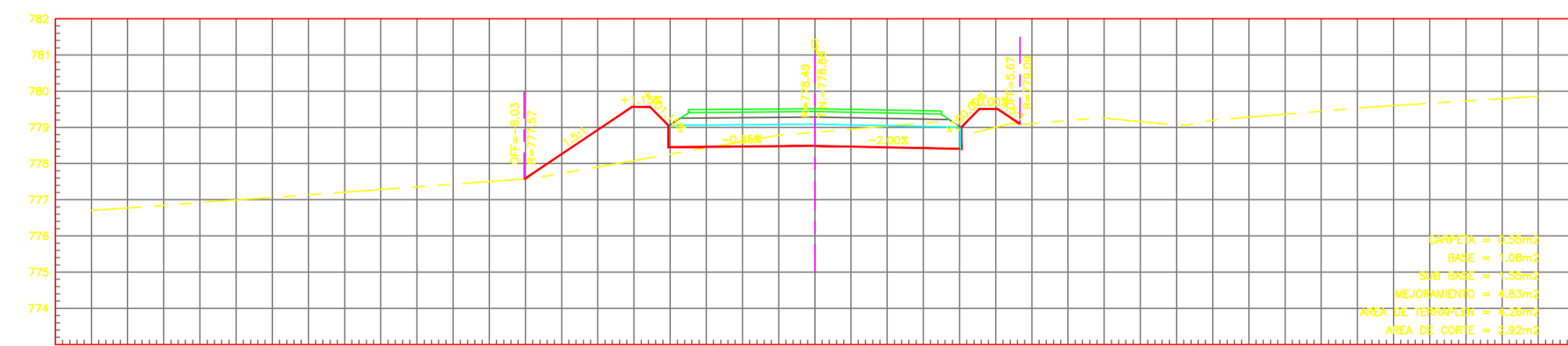
**ESTACION 1+820.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



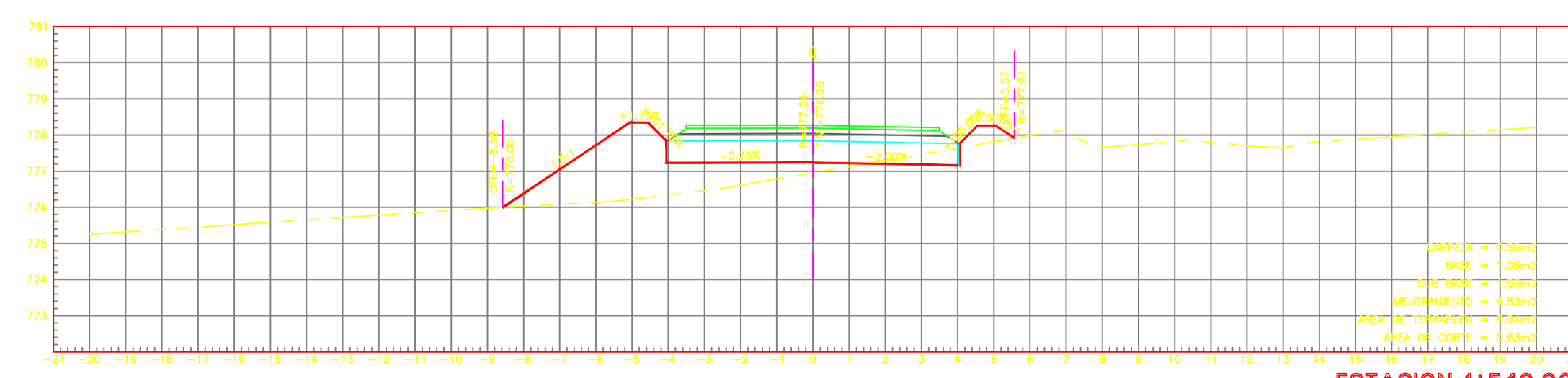
**ESTACION 1+600.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



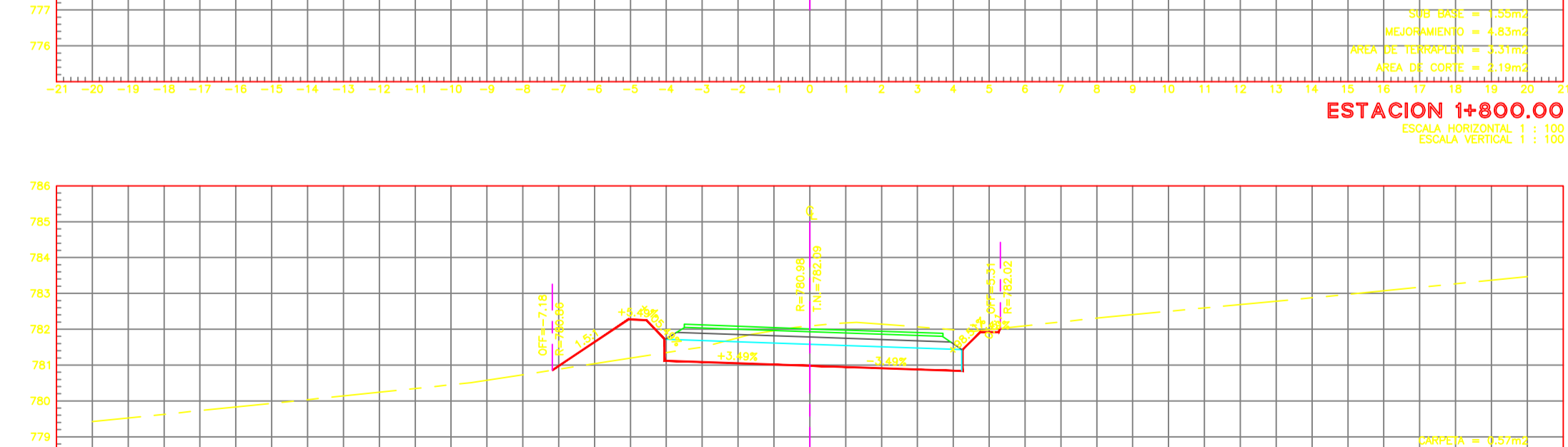
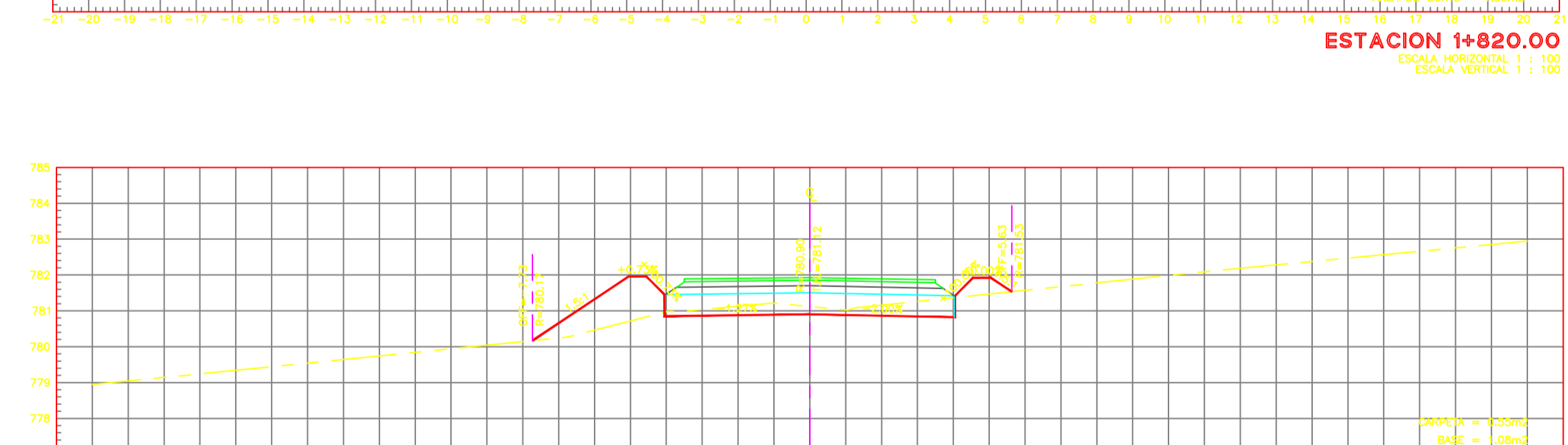
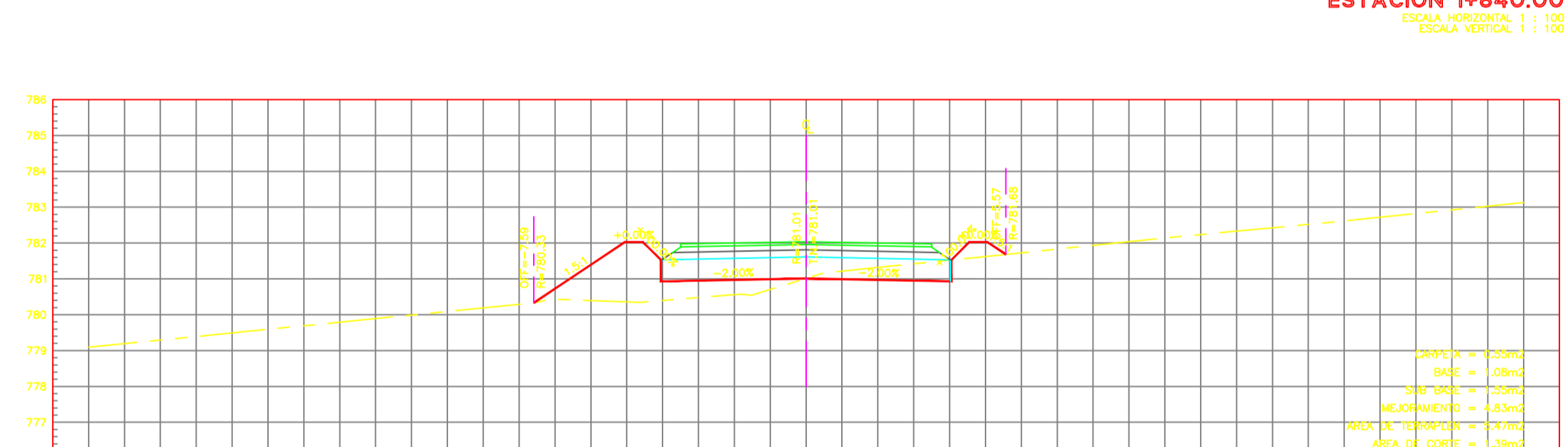
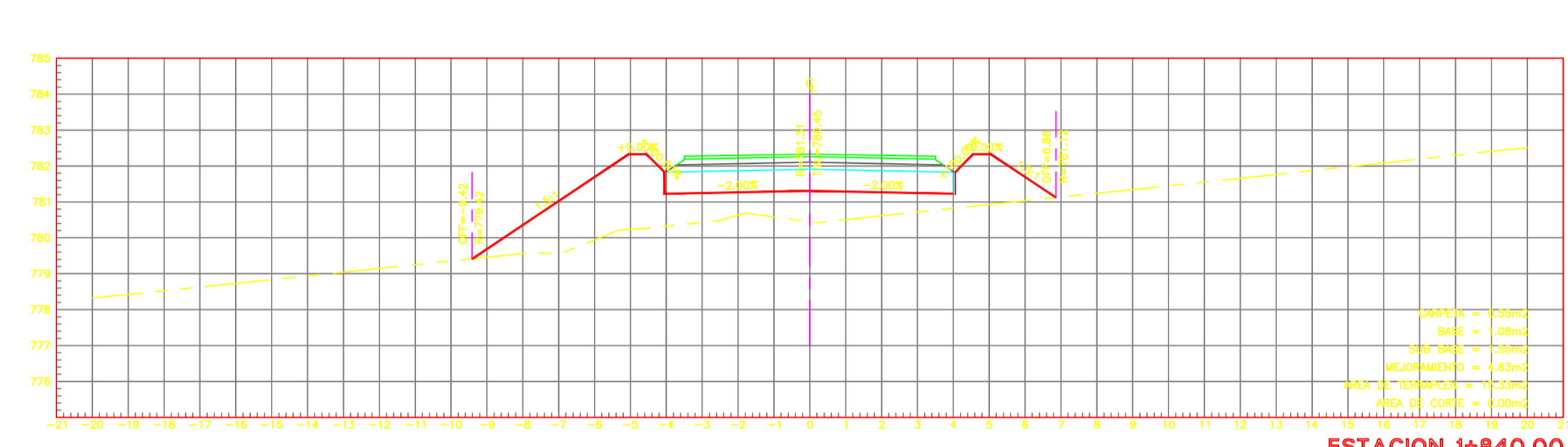
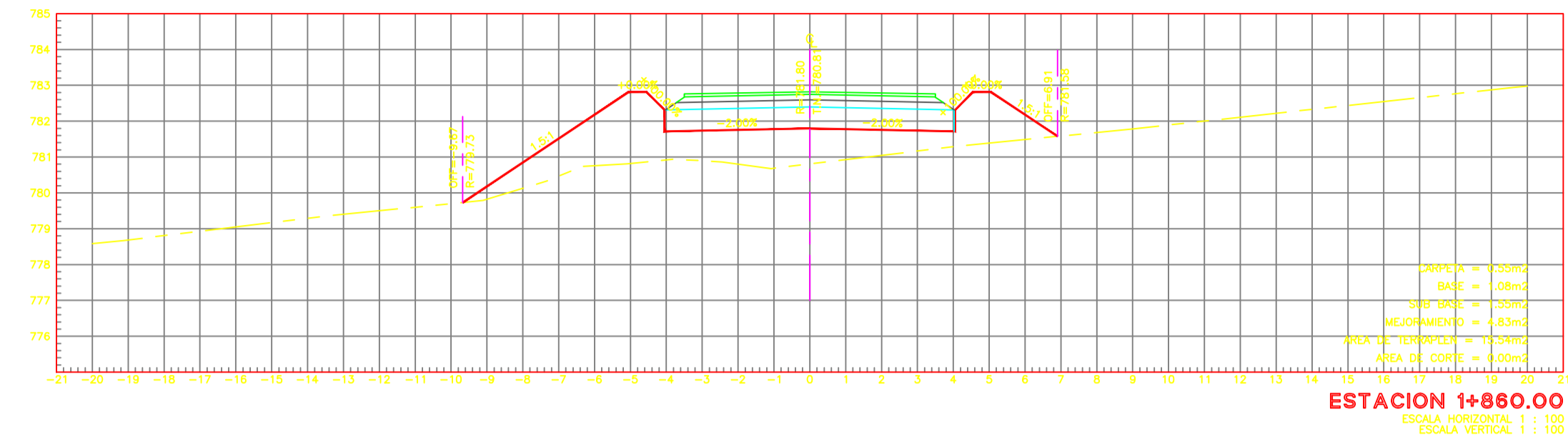
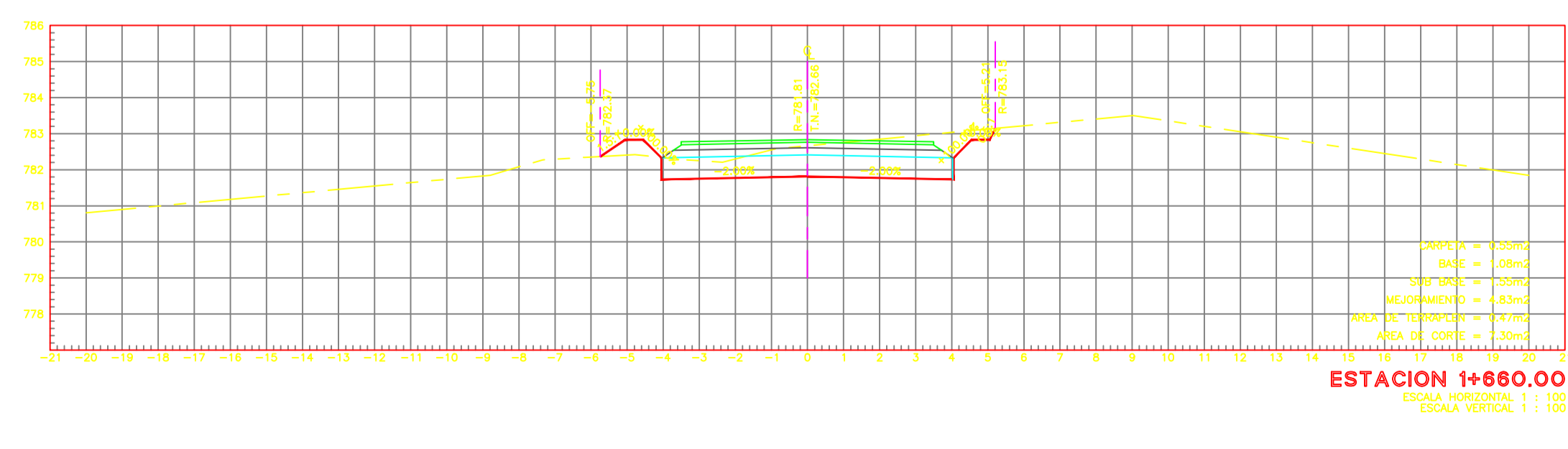
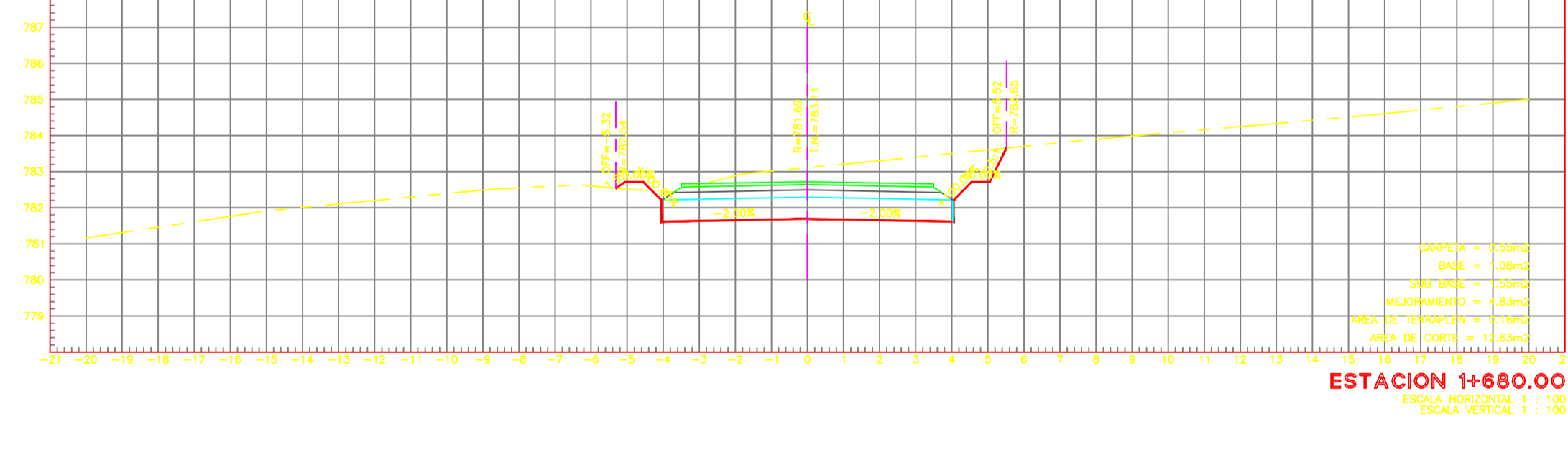
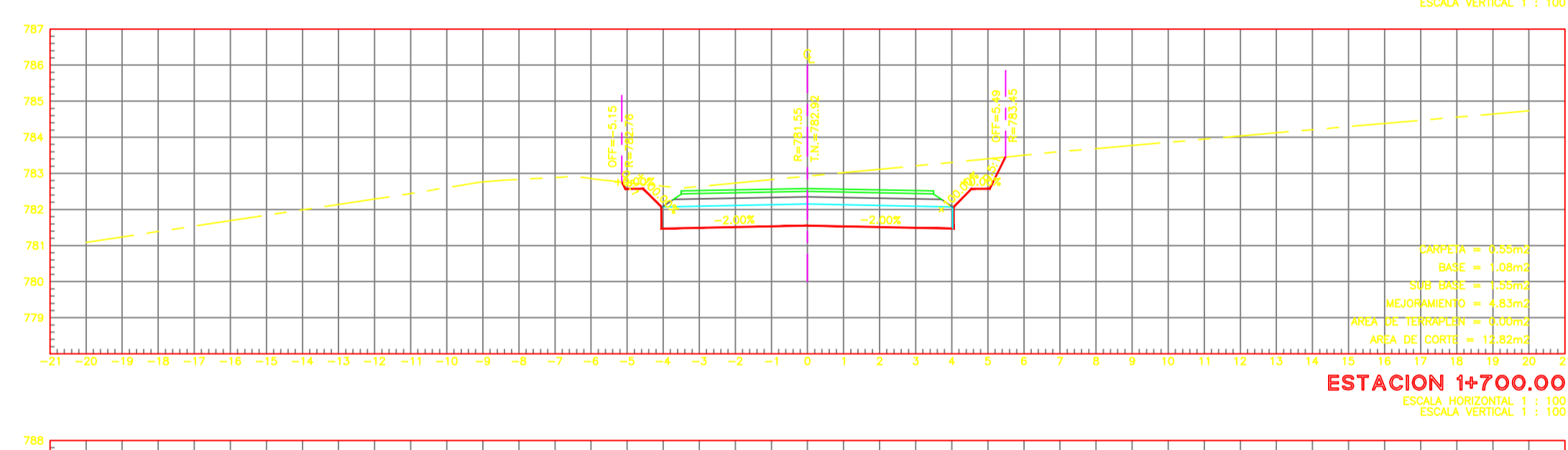
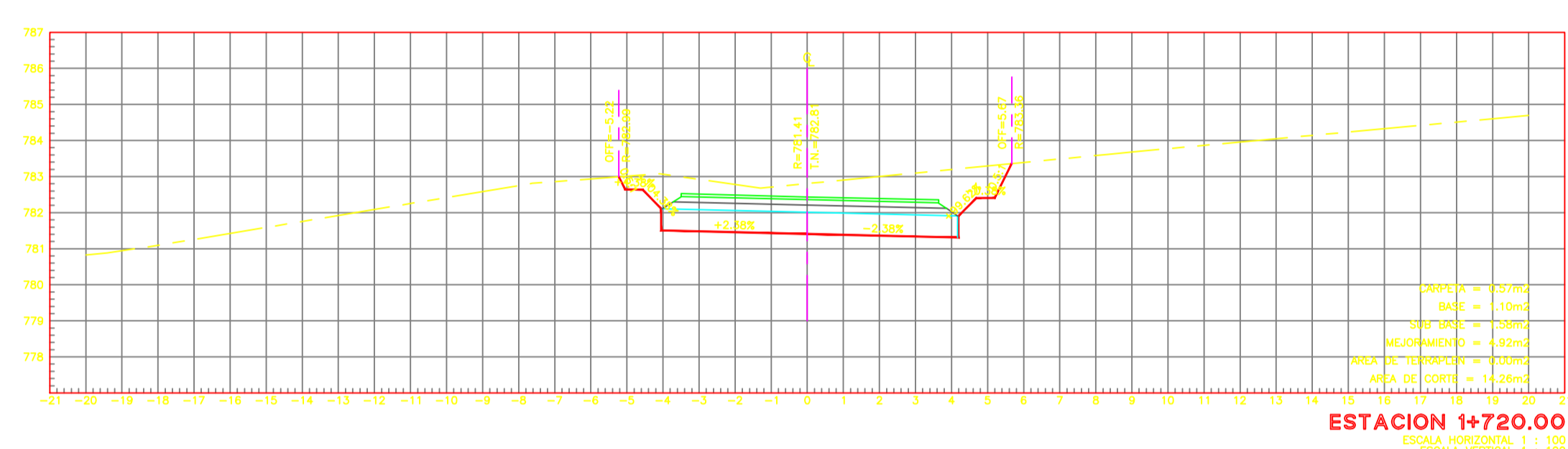
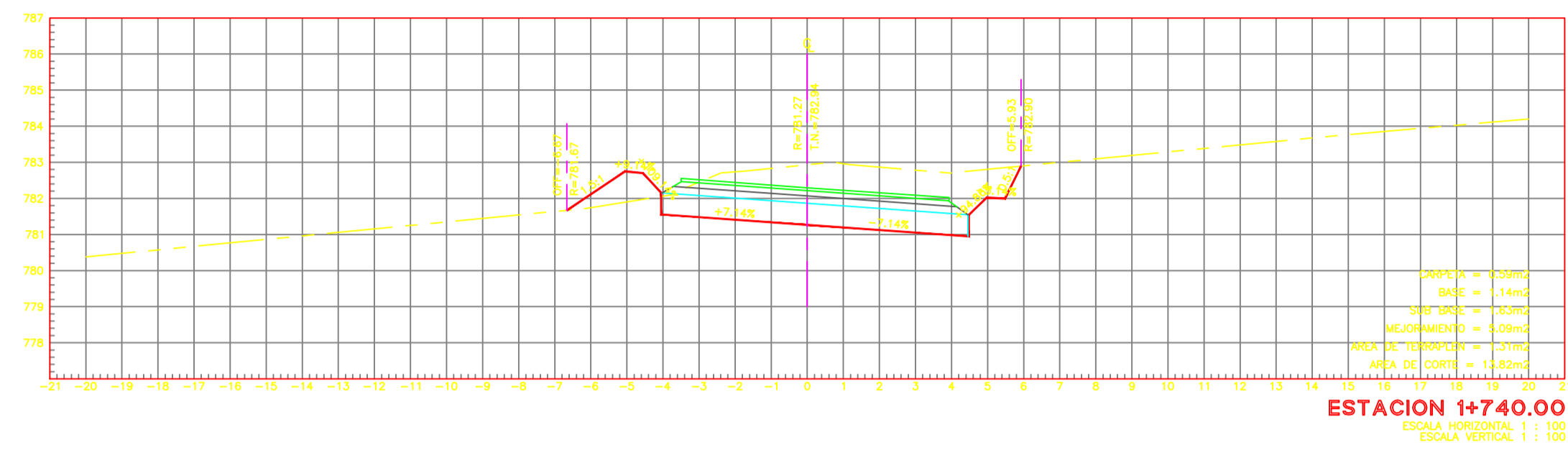
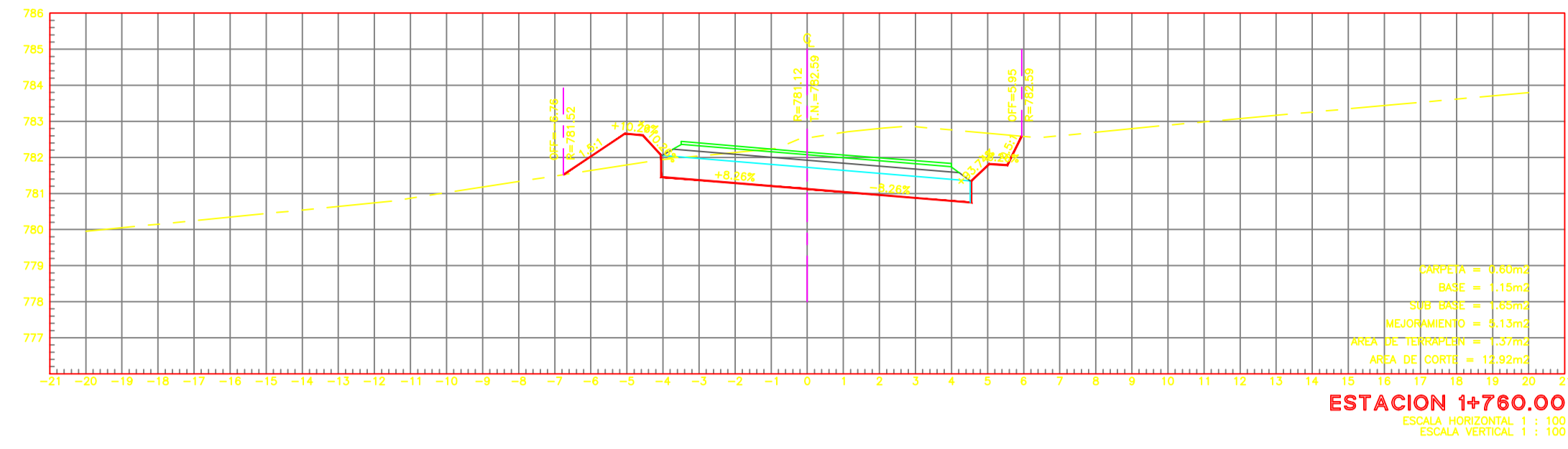
**ESTACION 1+580.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 1+560.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 1+540.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



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

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

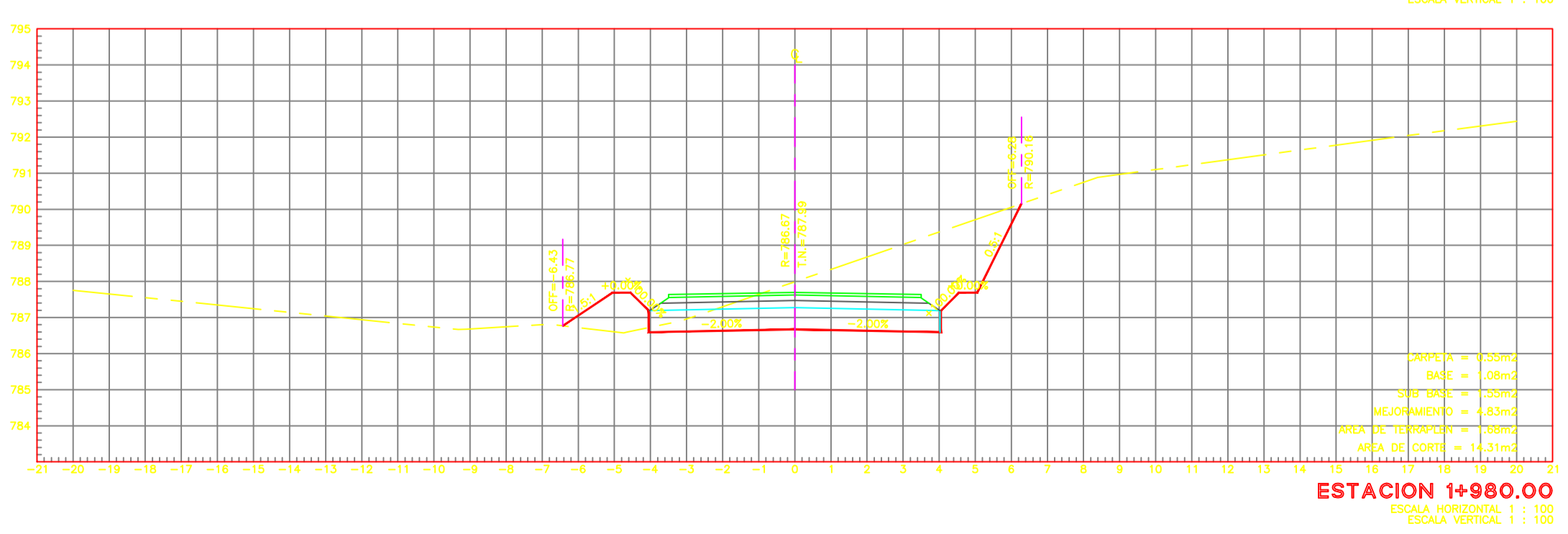
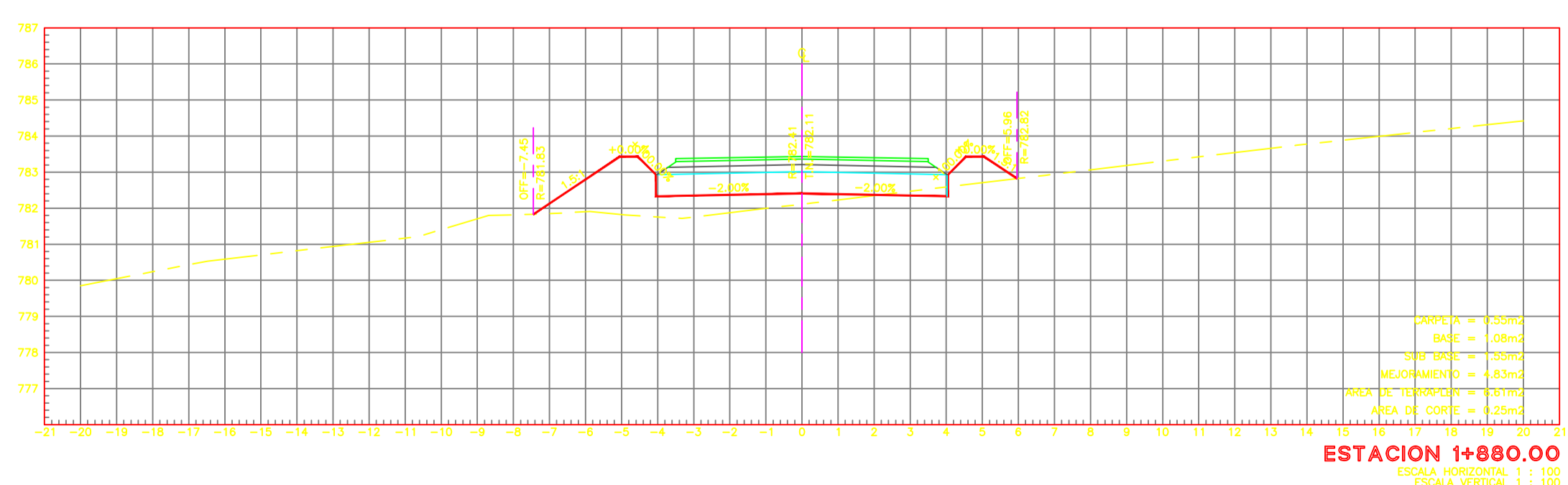
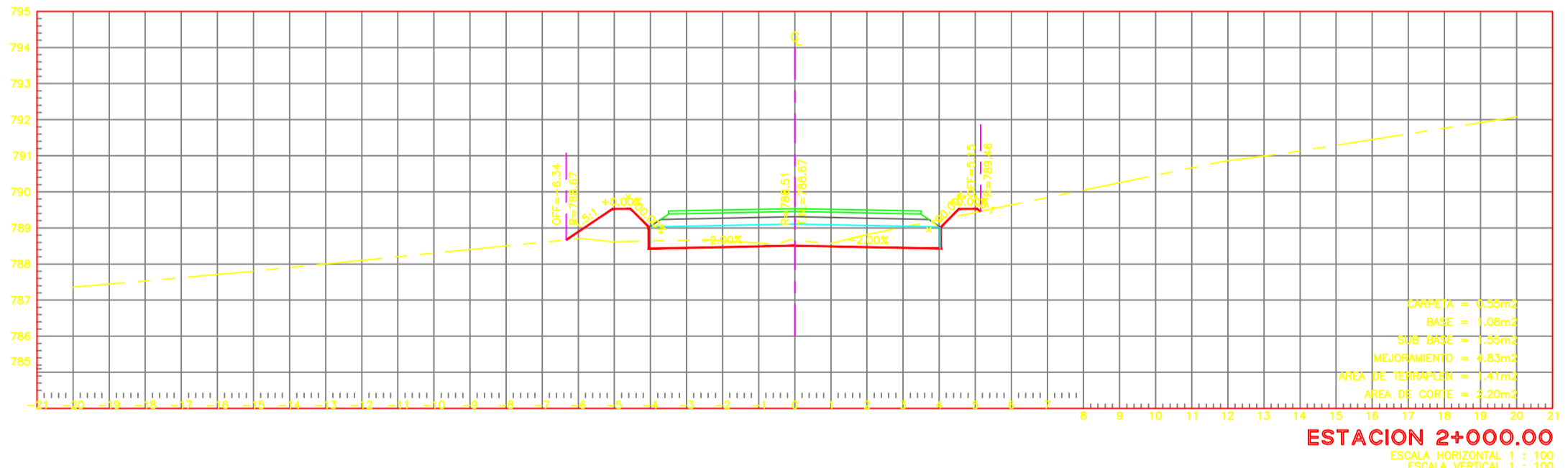
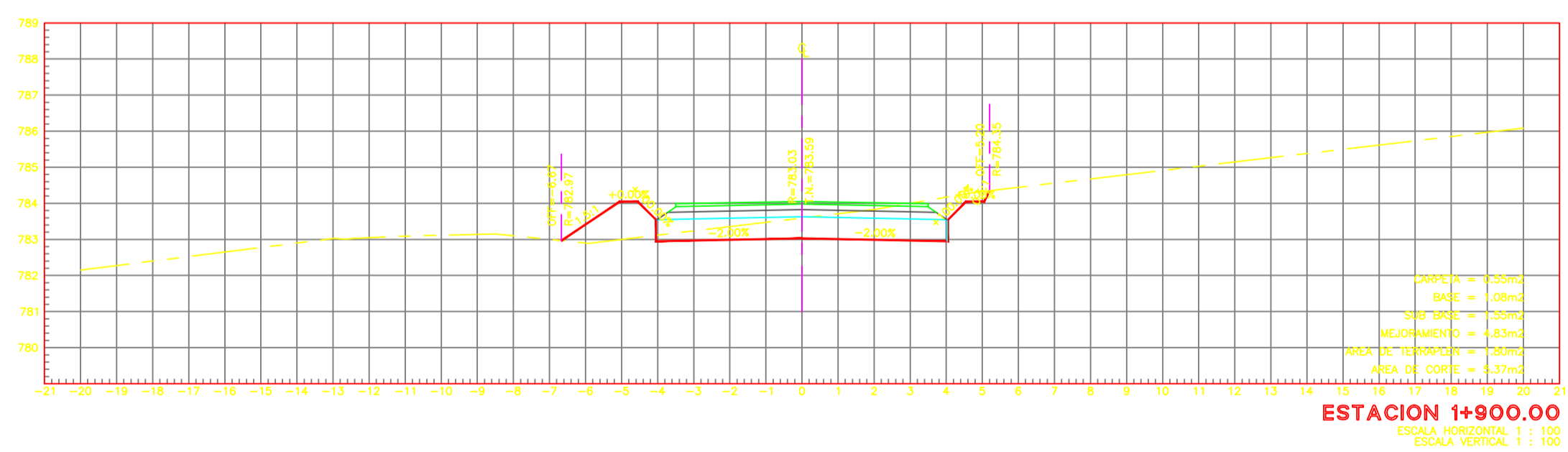
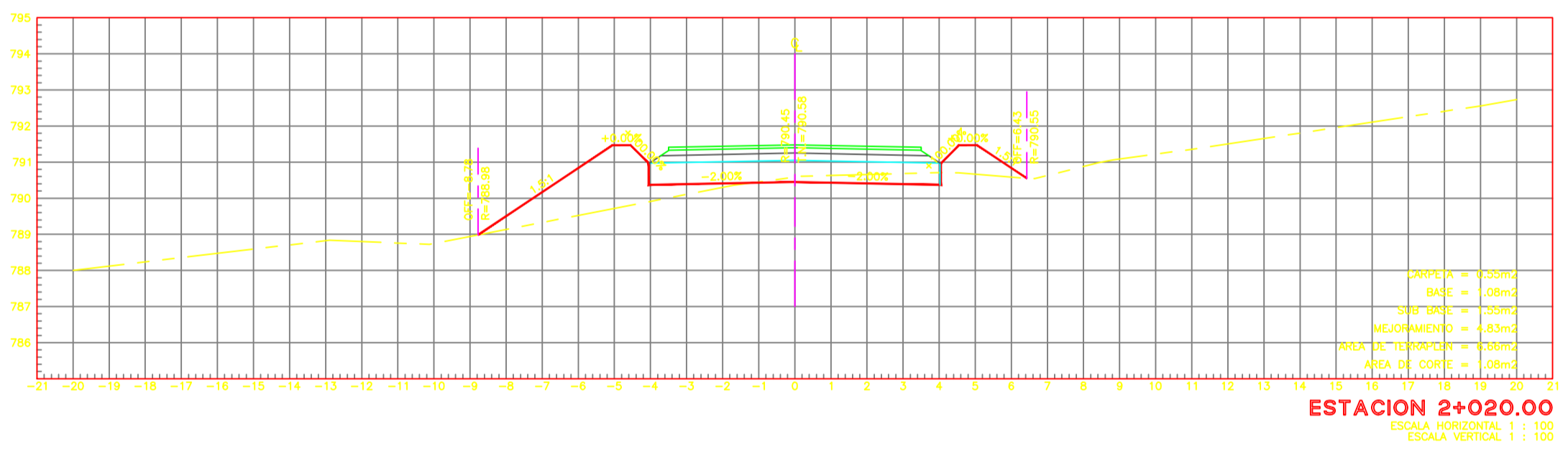
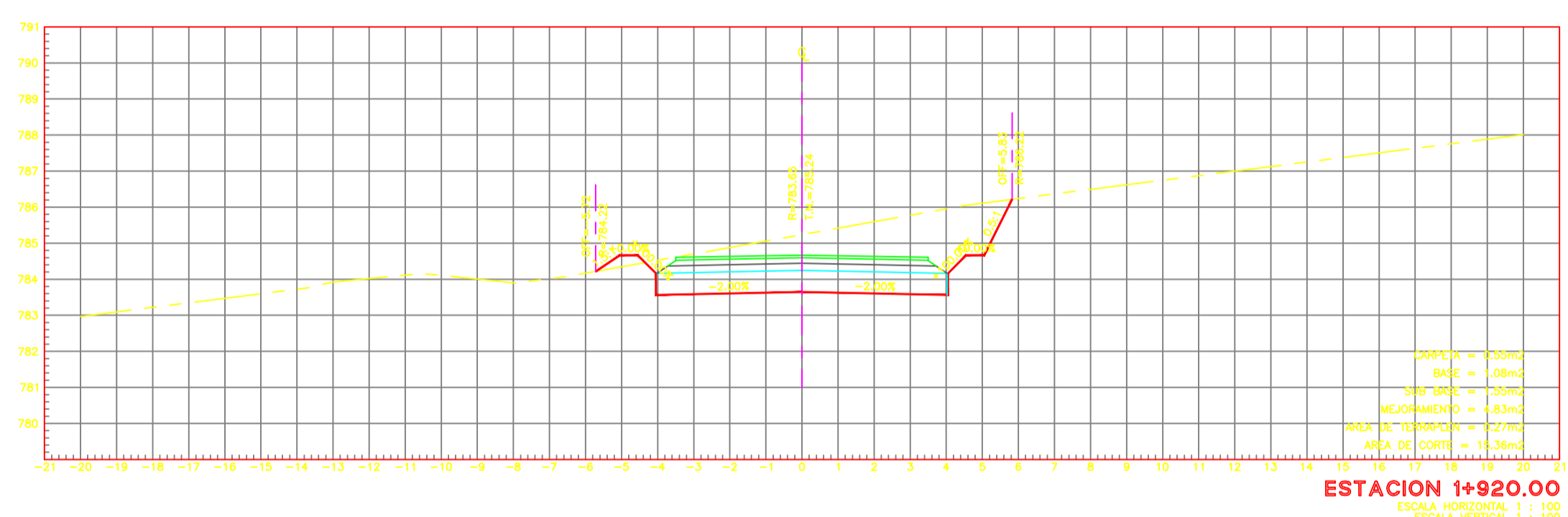
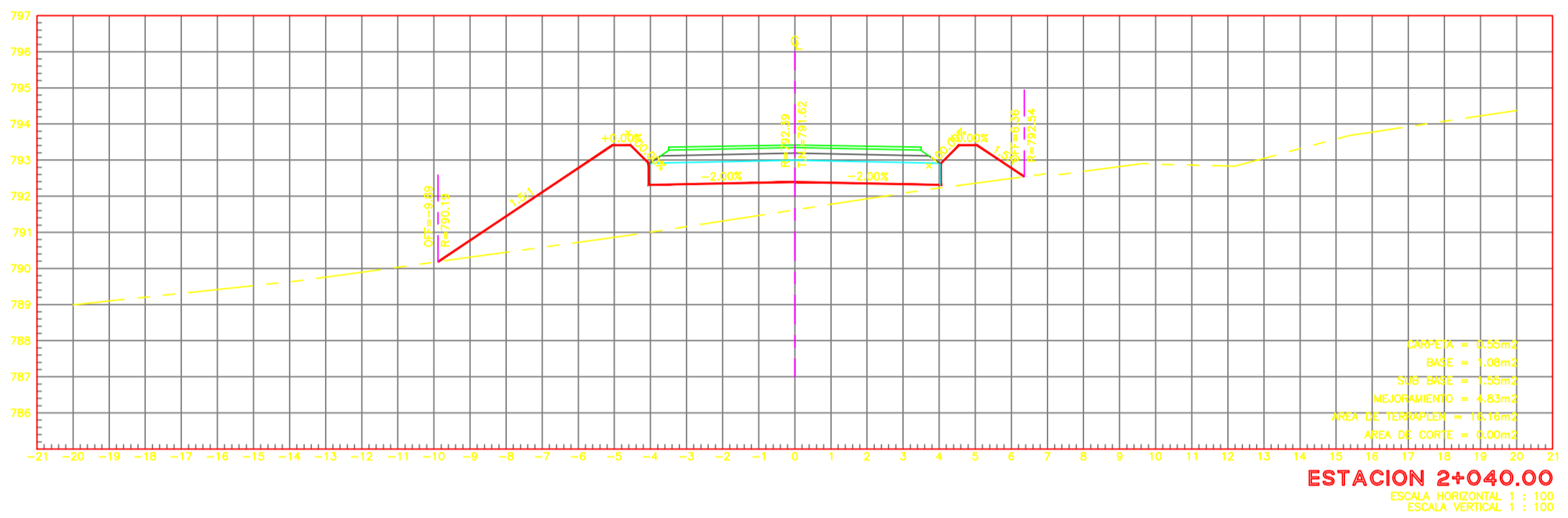
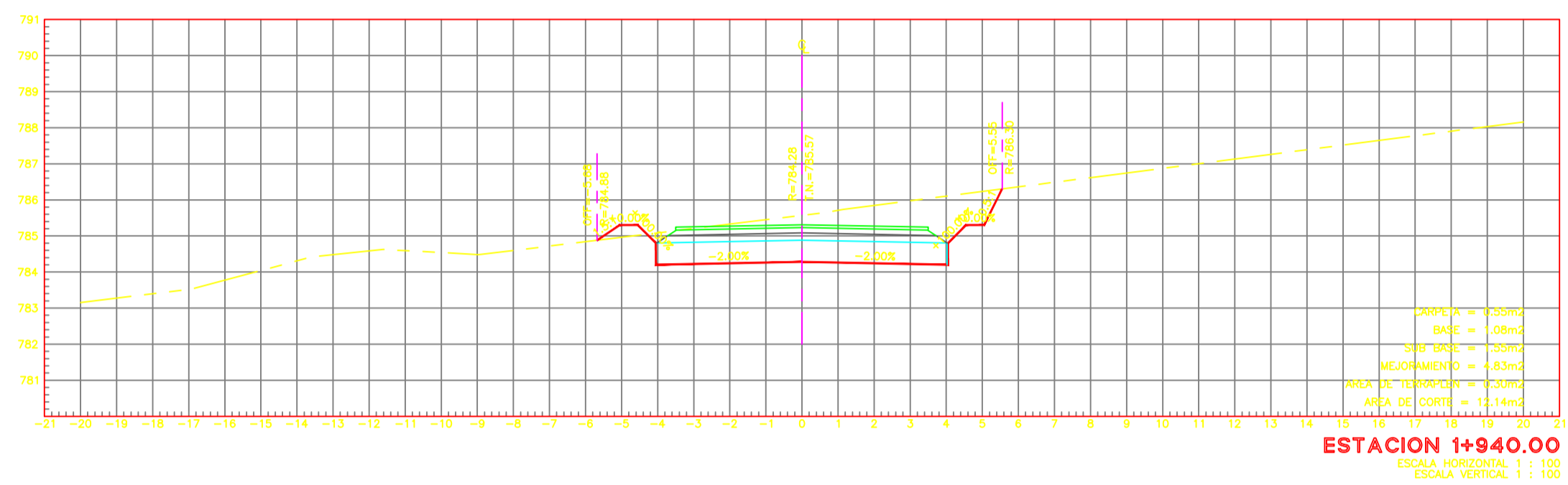
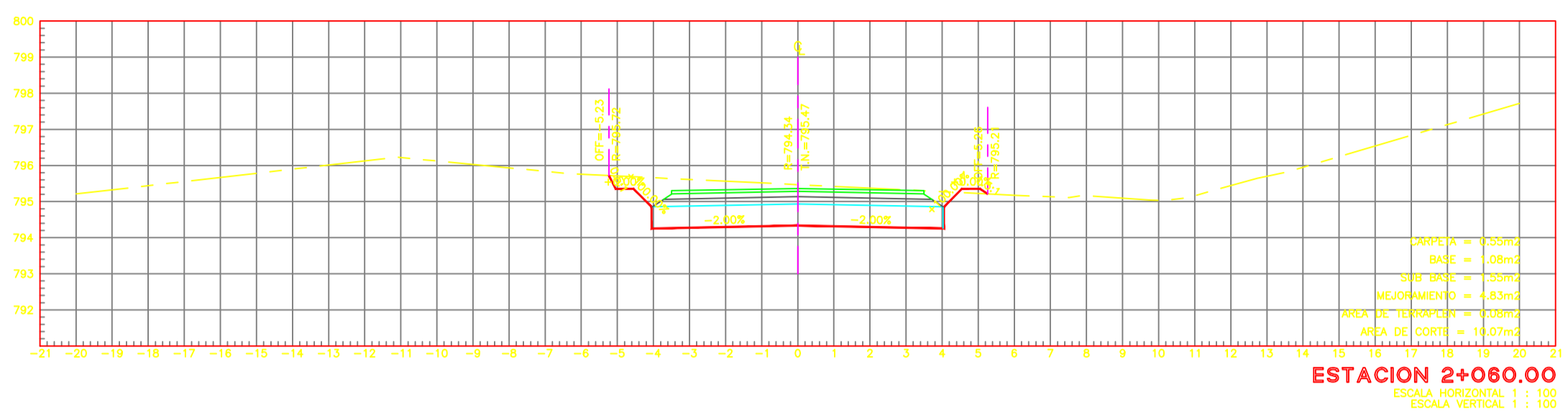
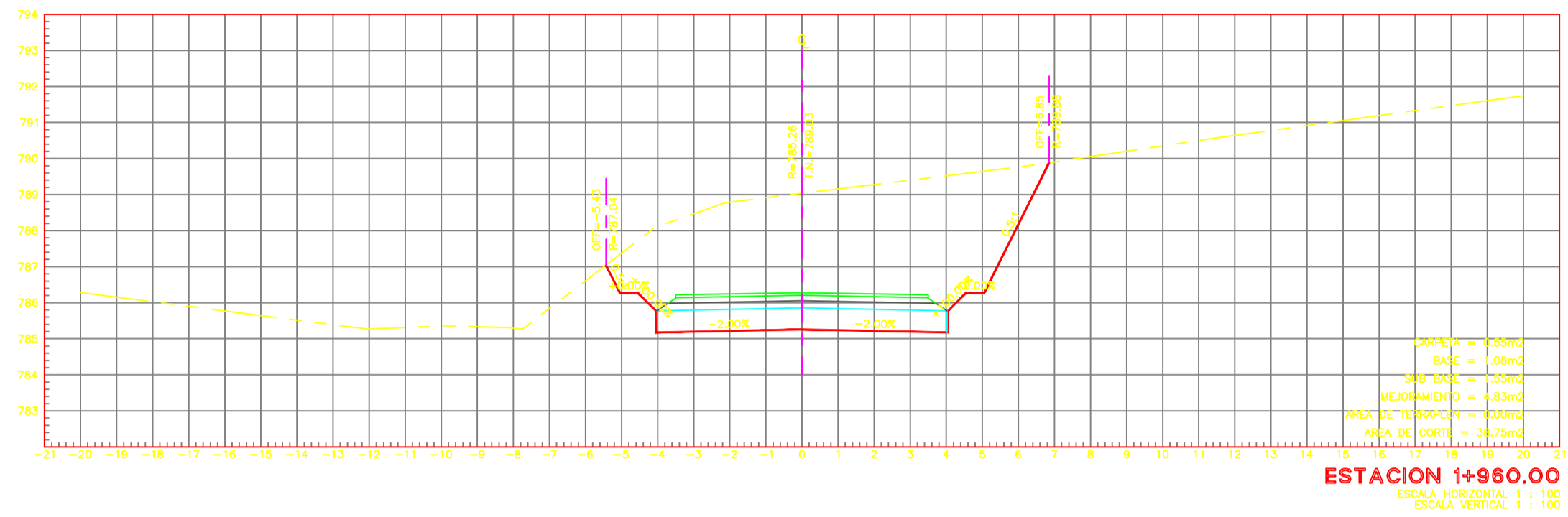
**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

**REALIZADO POR:**  
 Ego. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

**NÚMERO DE HOJA:** 14



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

PROYECTO:  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

CONTIENE:  
 Secciones Transversales

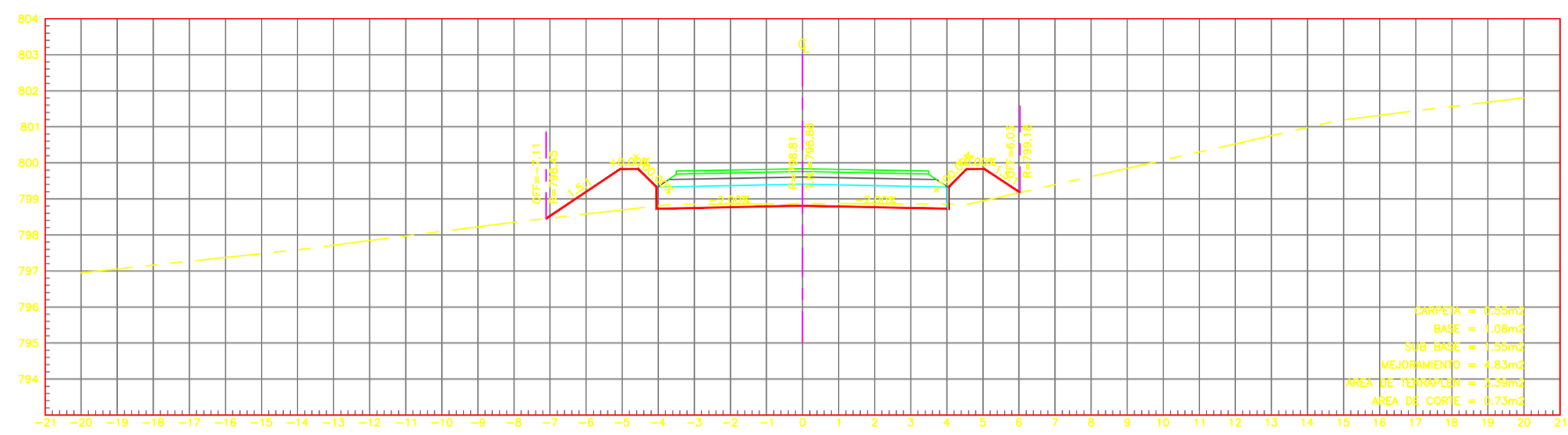
FECHA:  
 05 de Julio de 2017

ESCALA:  
 H: 1:100  
 V: 1:100

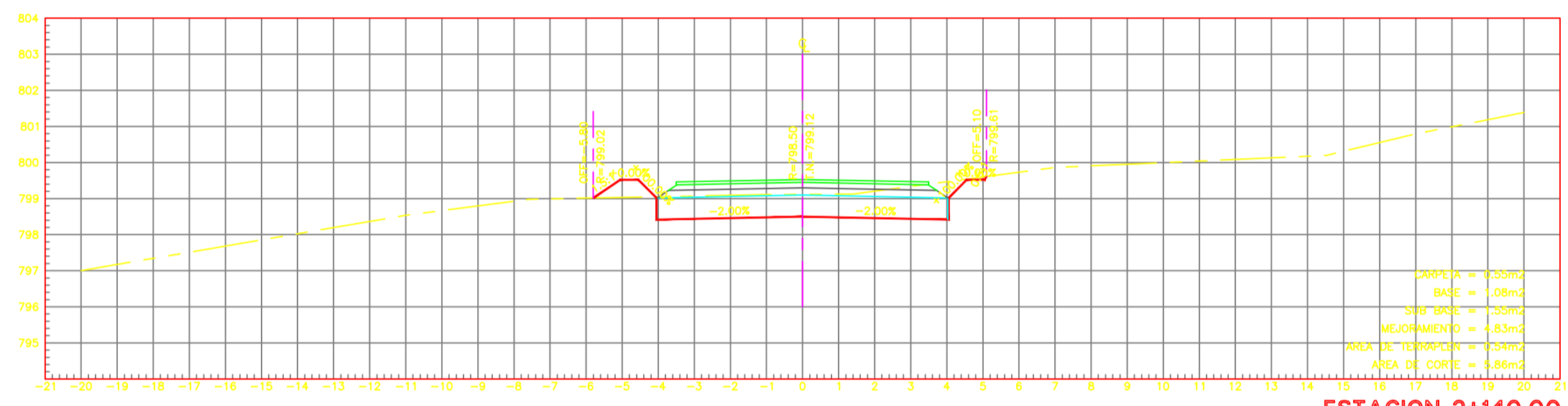
REALIZADO POR:  
 Egdo. Pablo Guerrero

TUTOR:  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

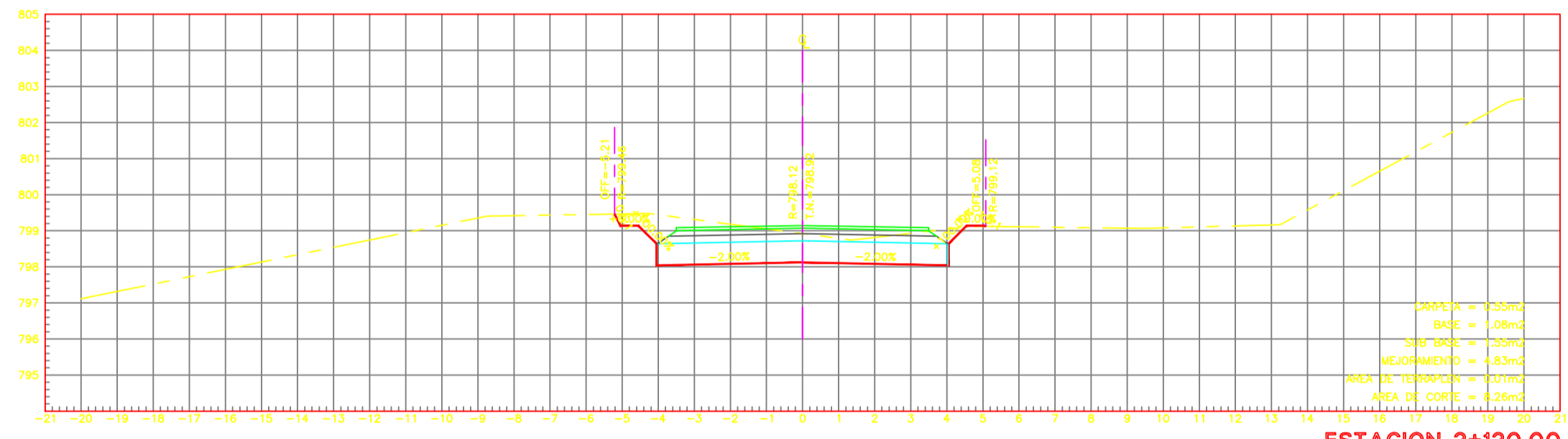
NÚMERO DE HOJA: 15



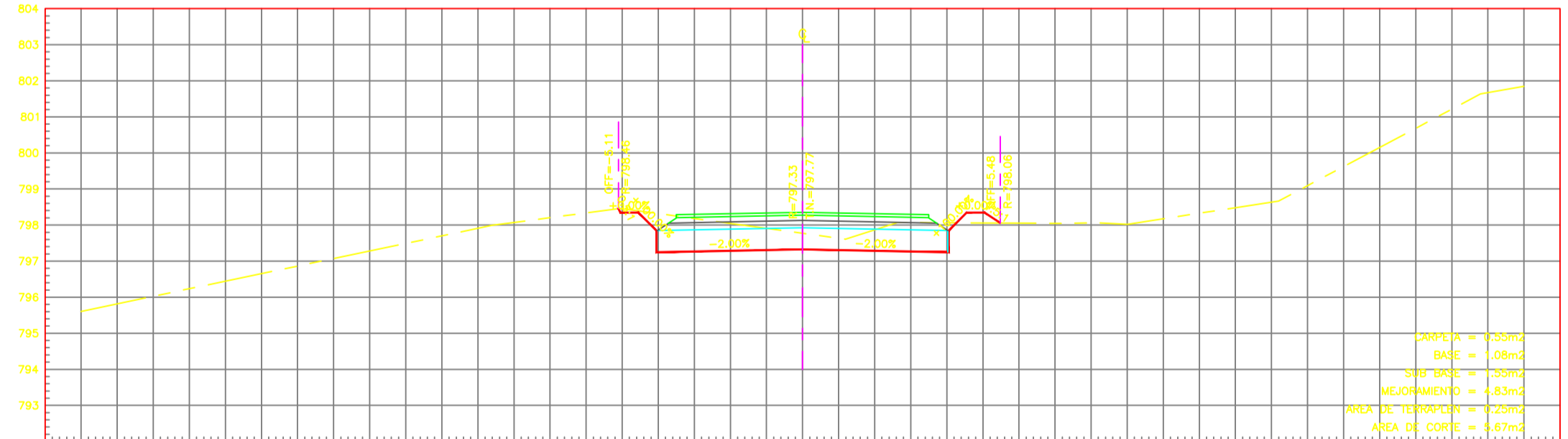
ESTACION 2+160.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



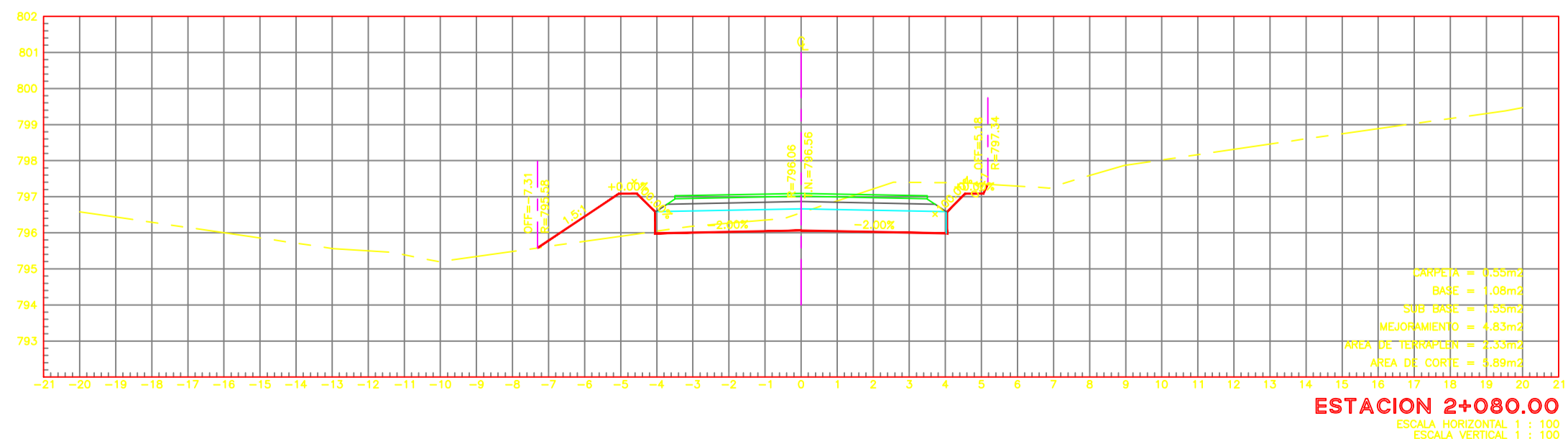
ESTACION 2+140.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



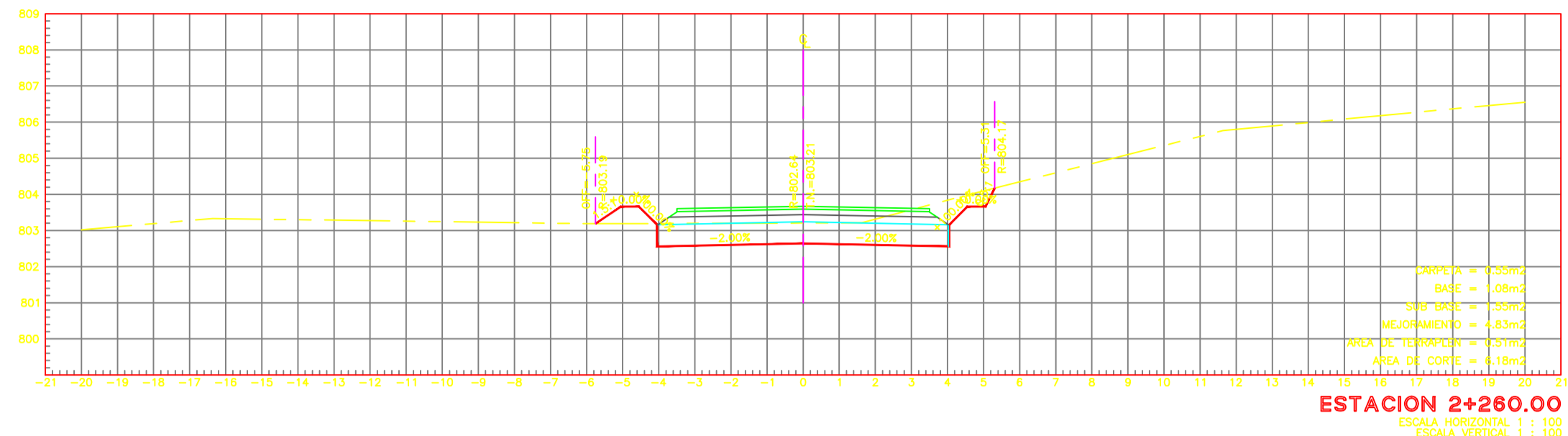
ESTACION 2+120.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



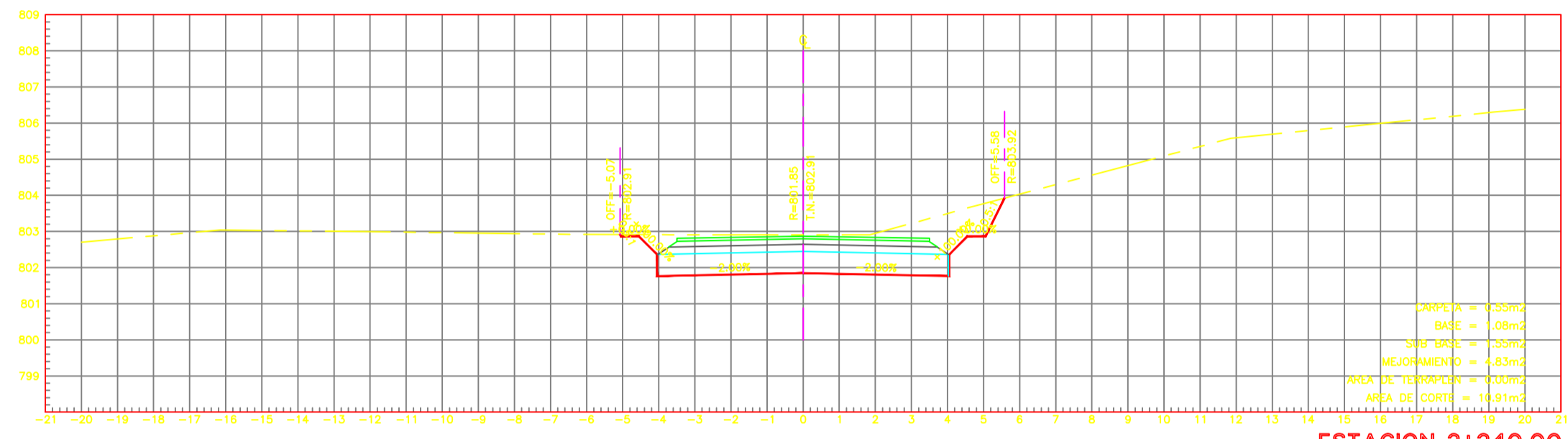
ESTACION 2+100.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



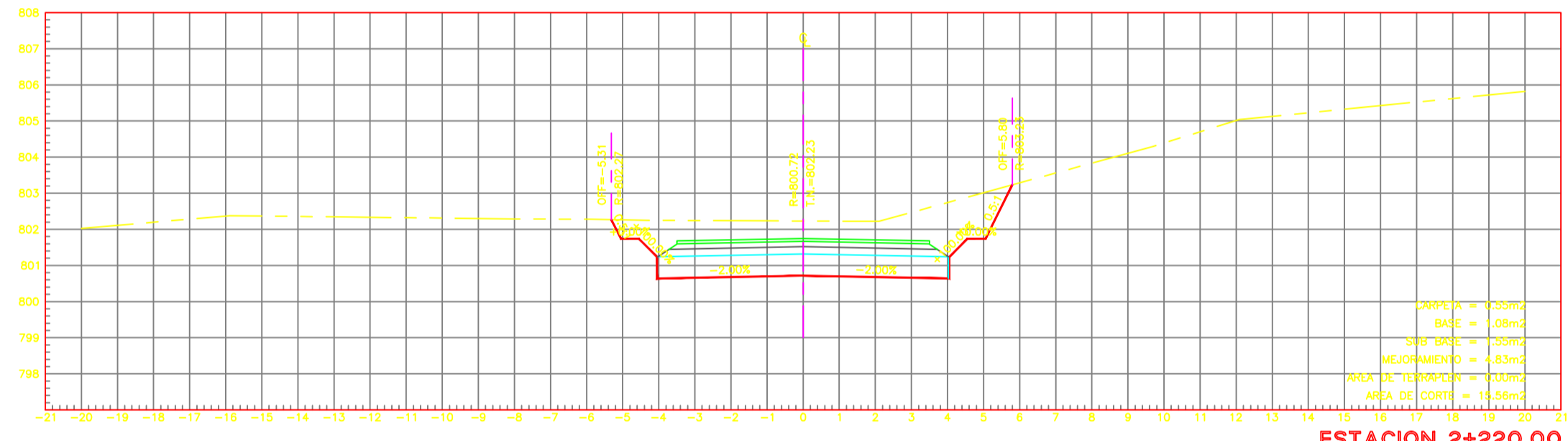
ESTACION 2+080.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



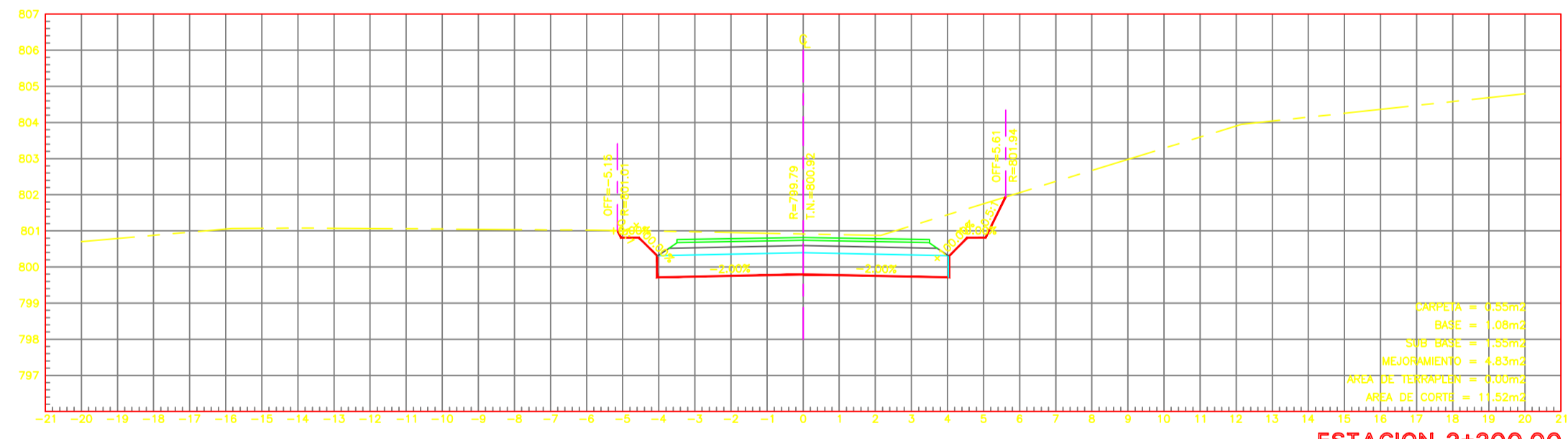
ESTACION 2+260.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



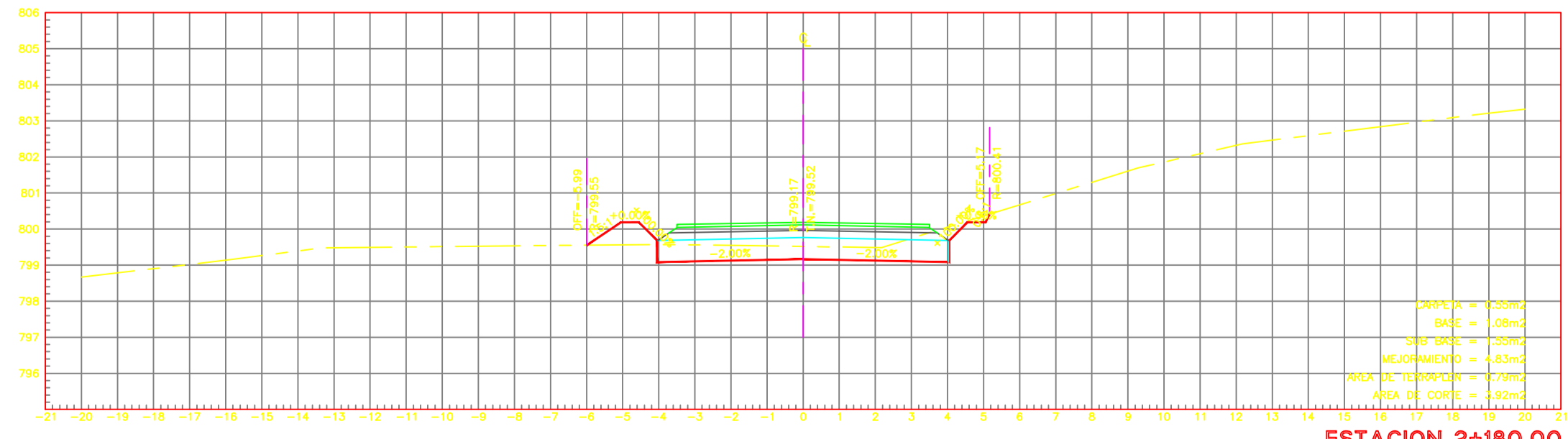
ESTACION 2+240.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



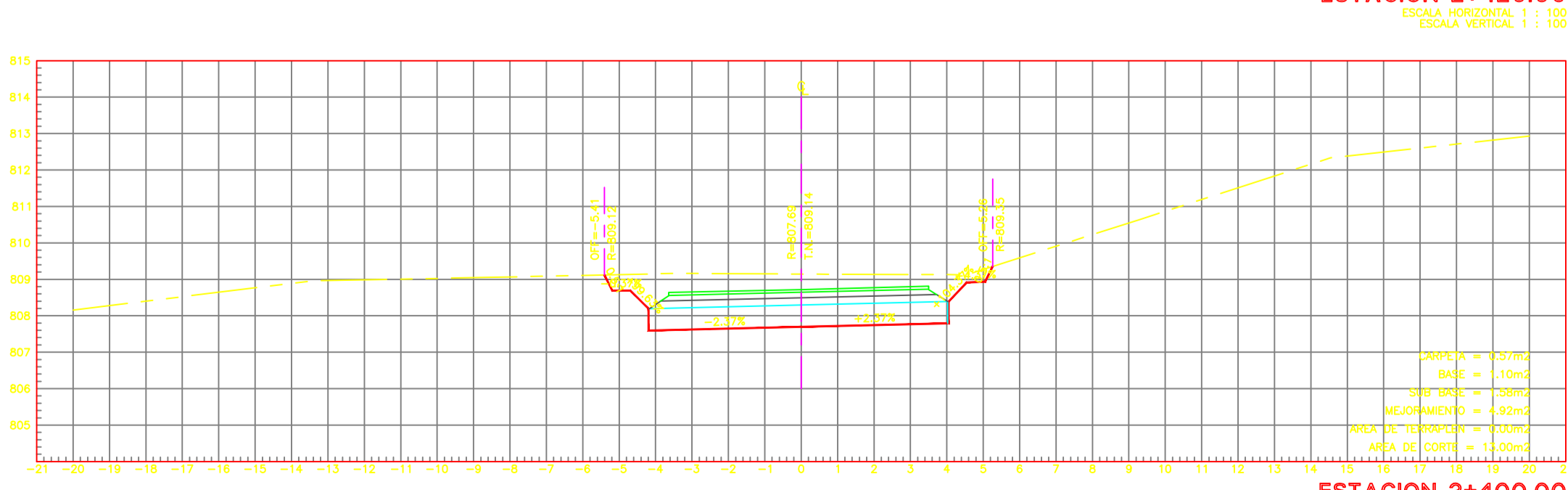
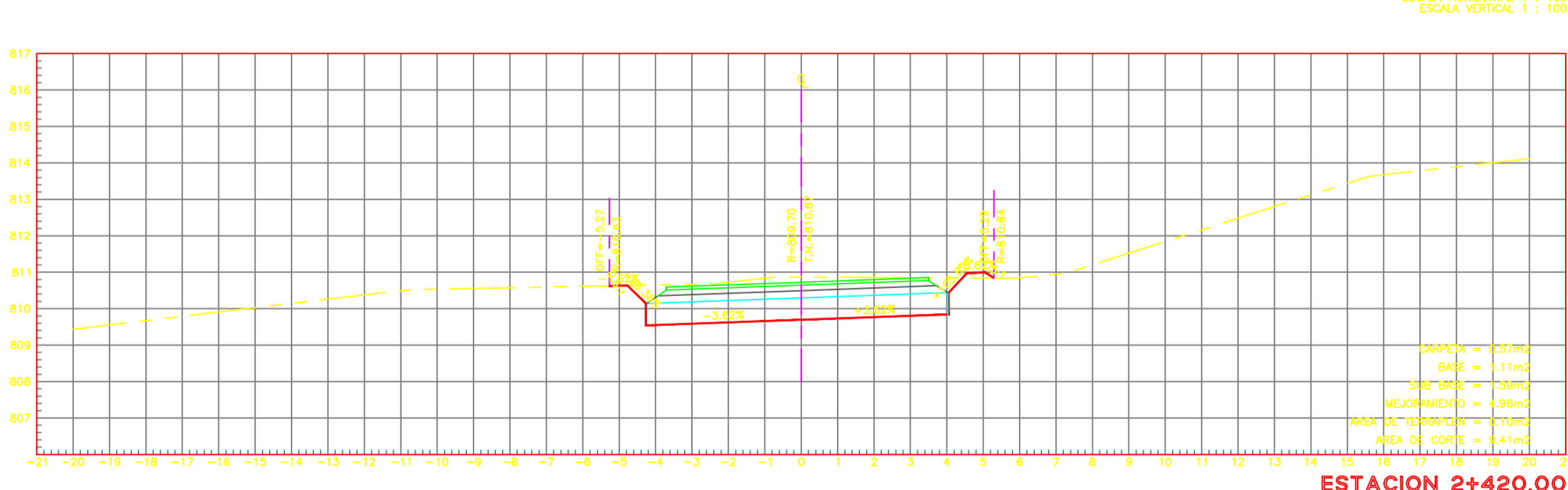
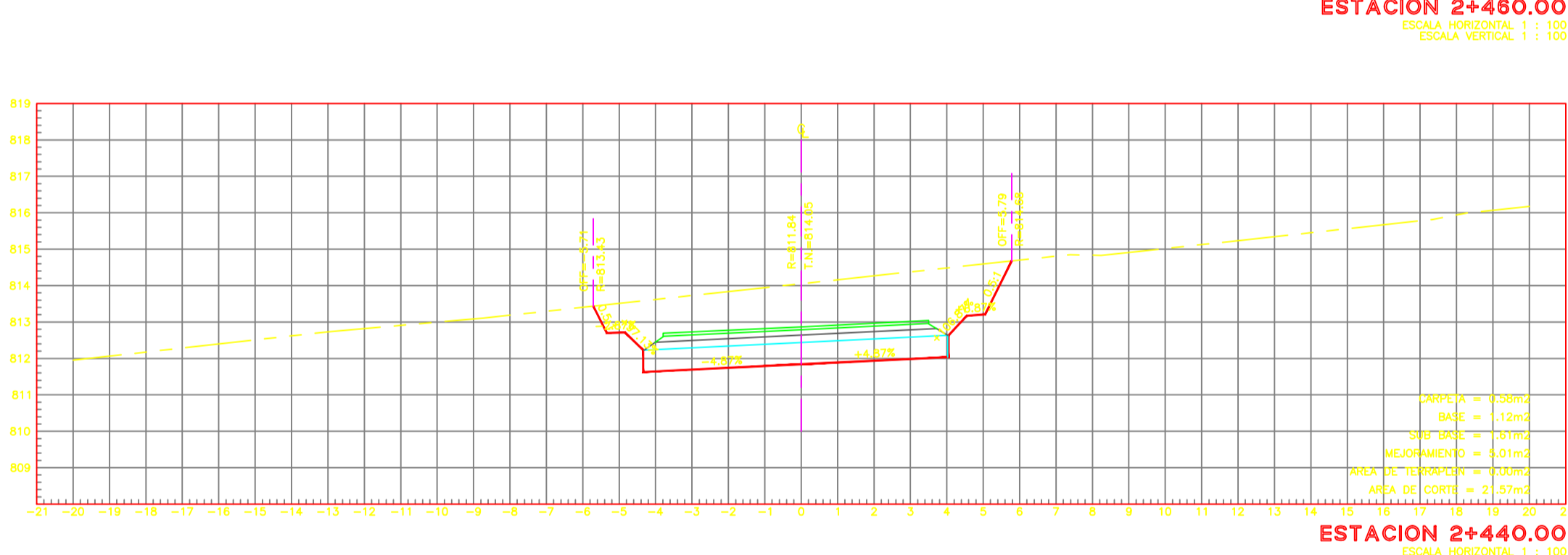
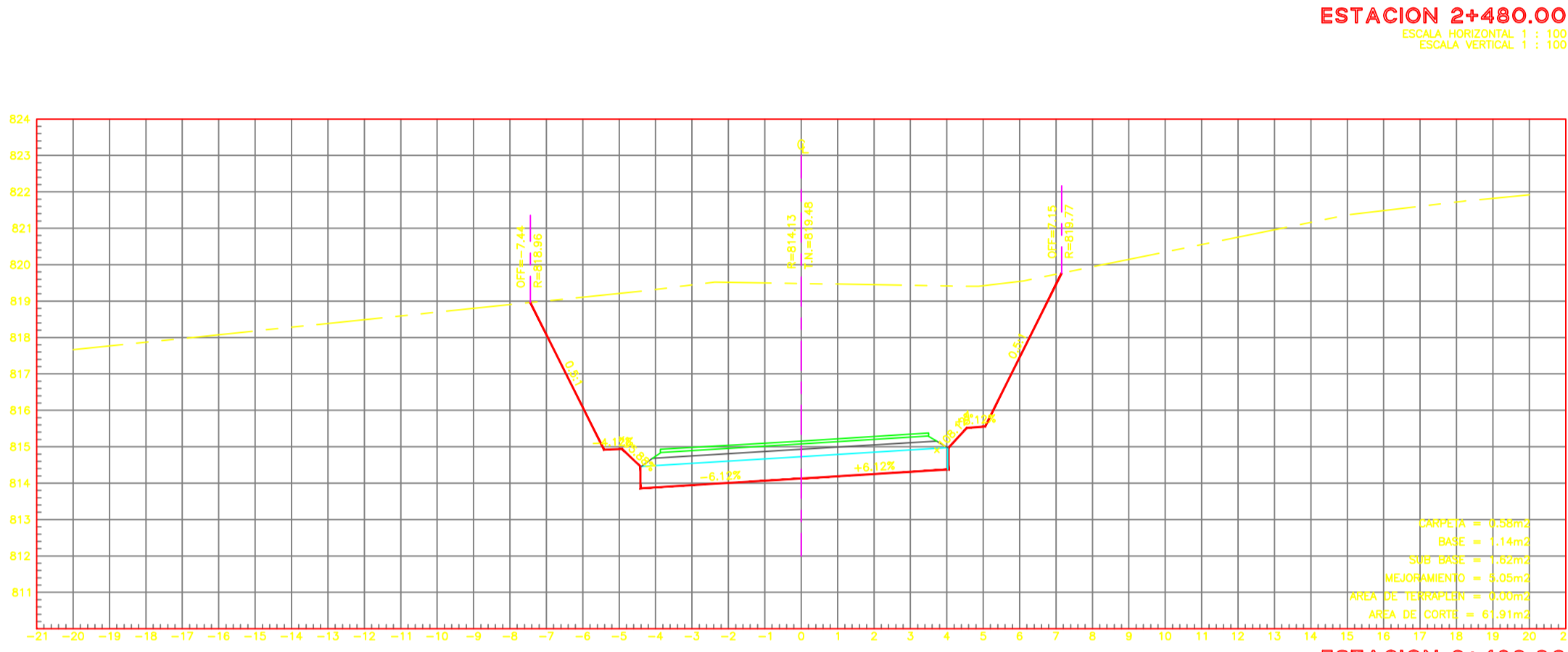
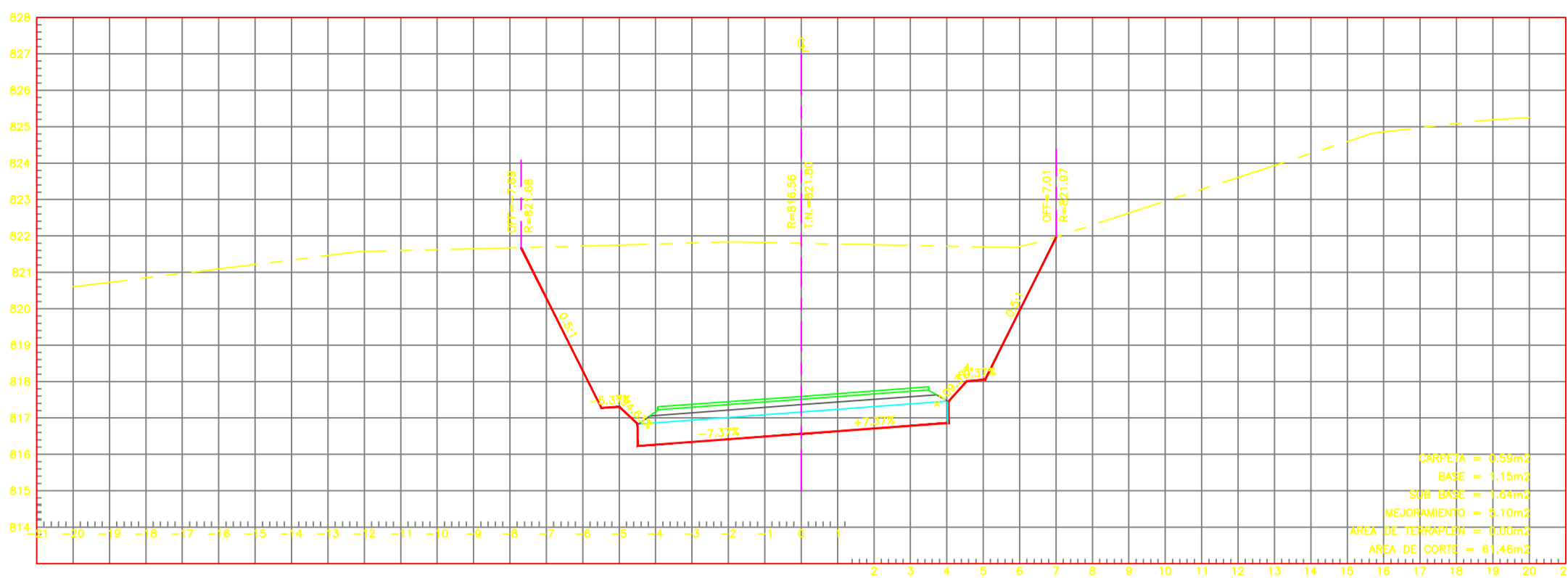
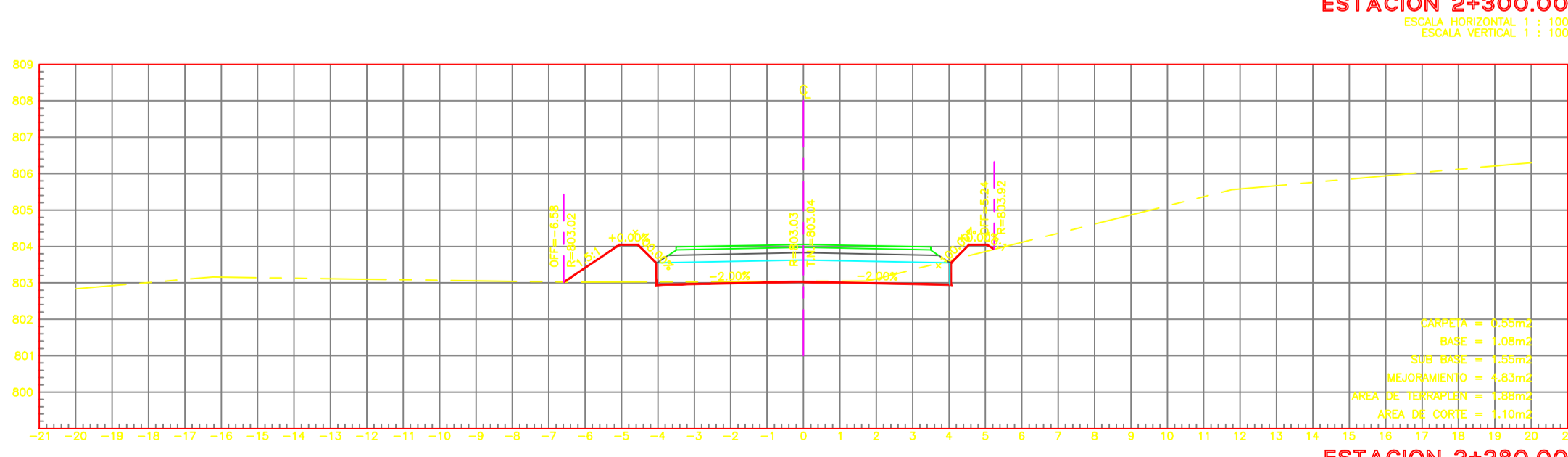
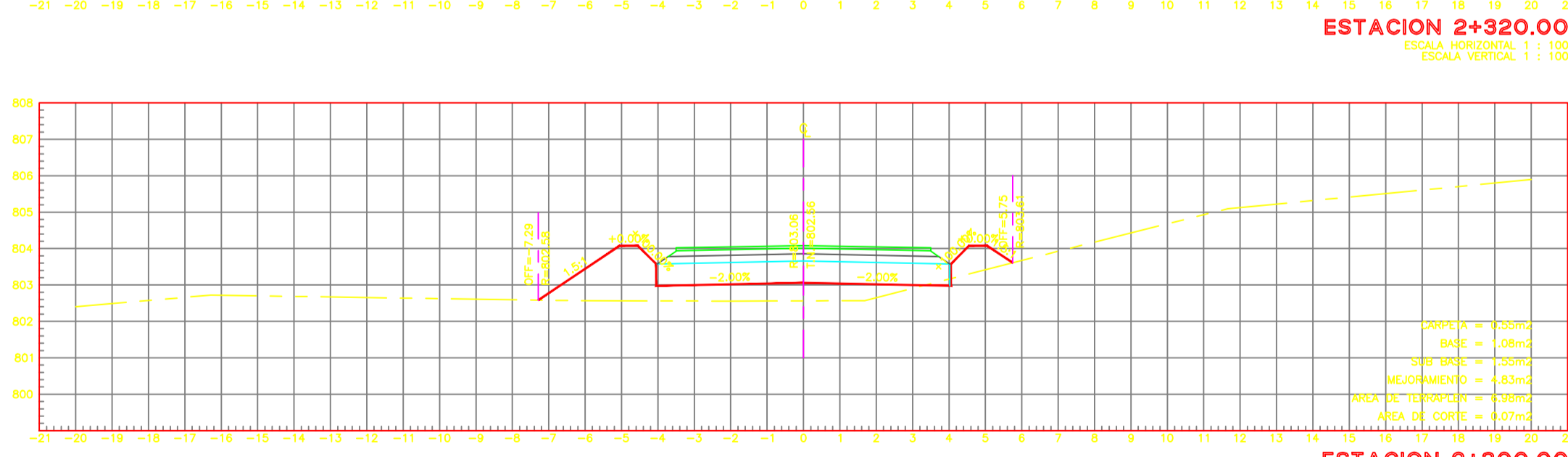
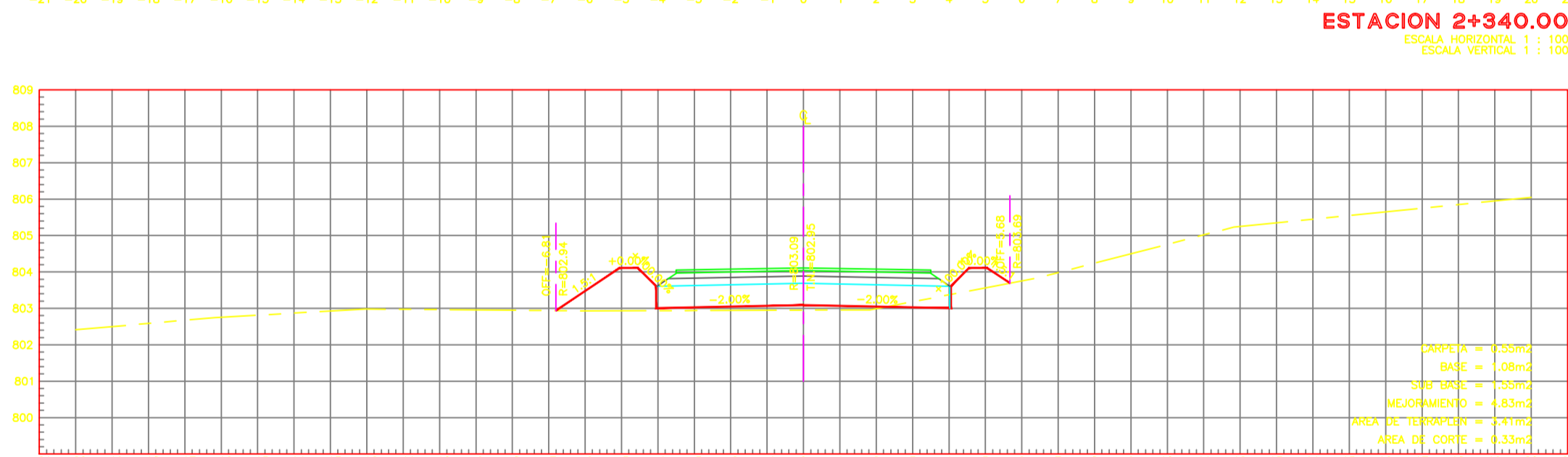
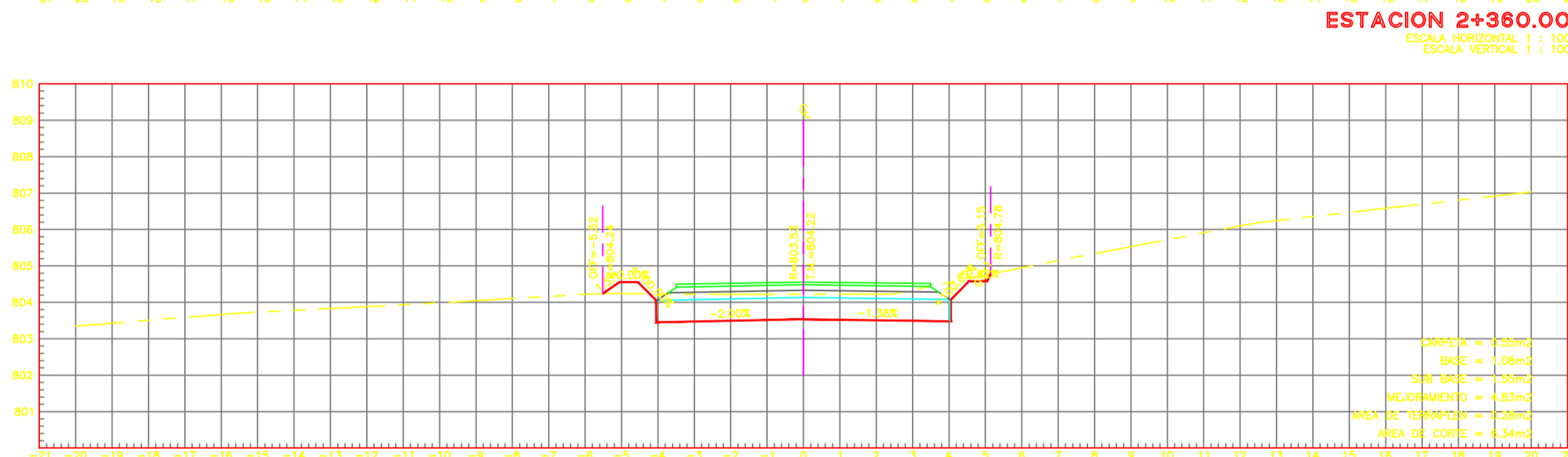
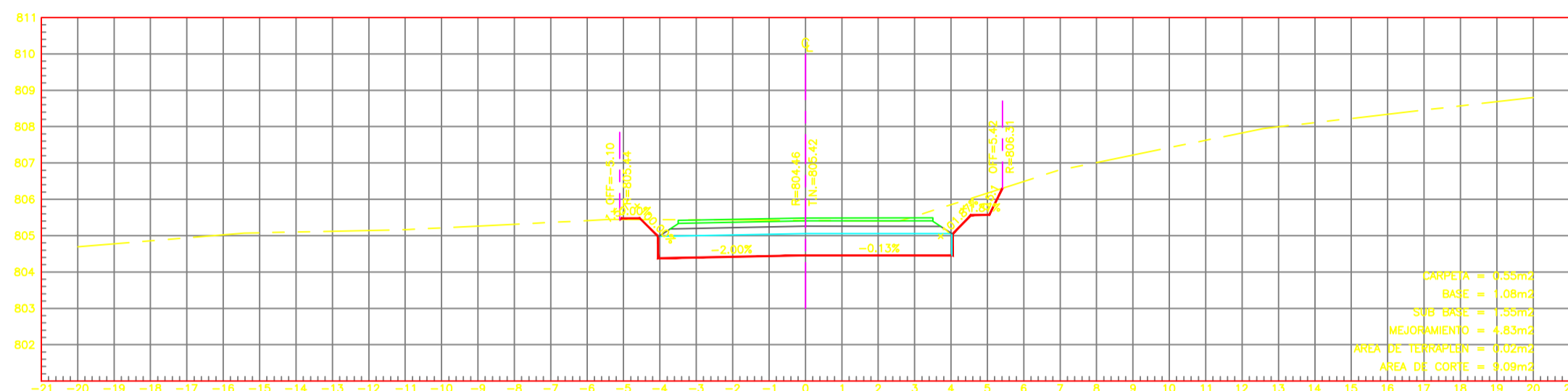
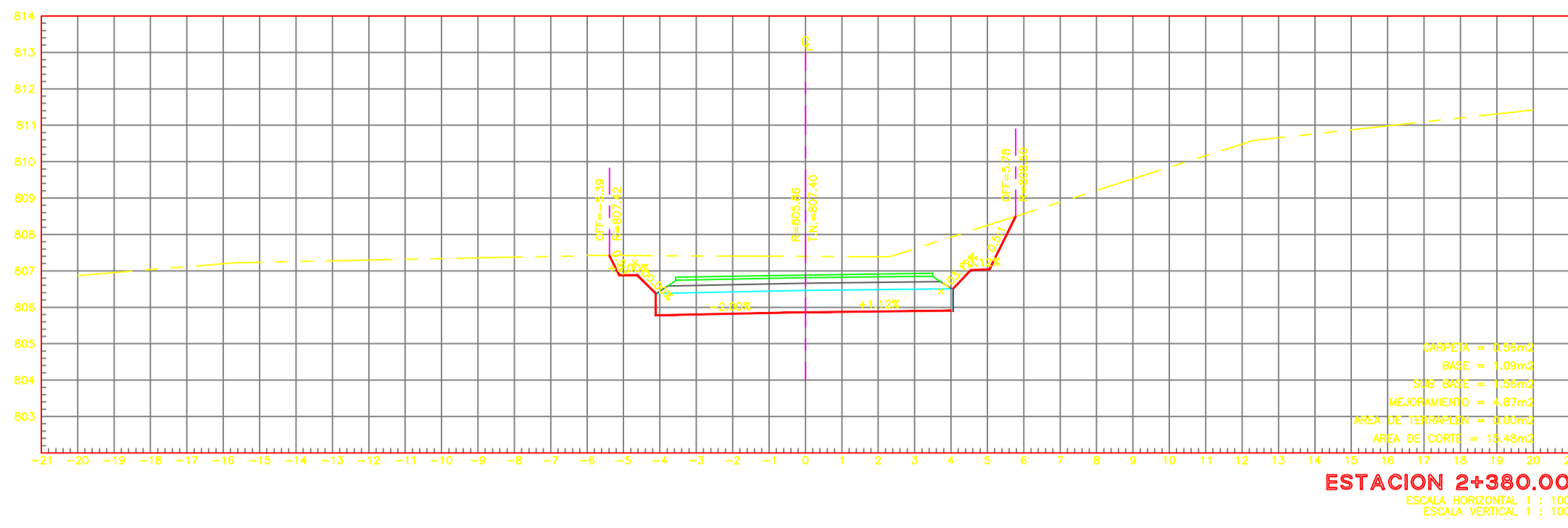
ESTACION 2+220.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



ESTACION 2+200.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



ESTACION 2+180.00  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



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

PROYECTO:  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

CONTIENE:  
 Secciones Transversales

FECHA:  
 05 de Julio de 2017

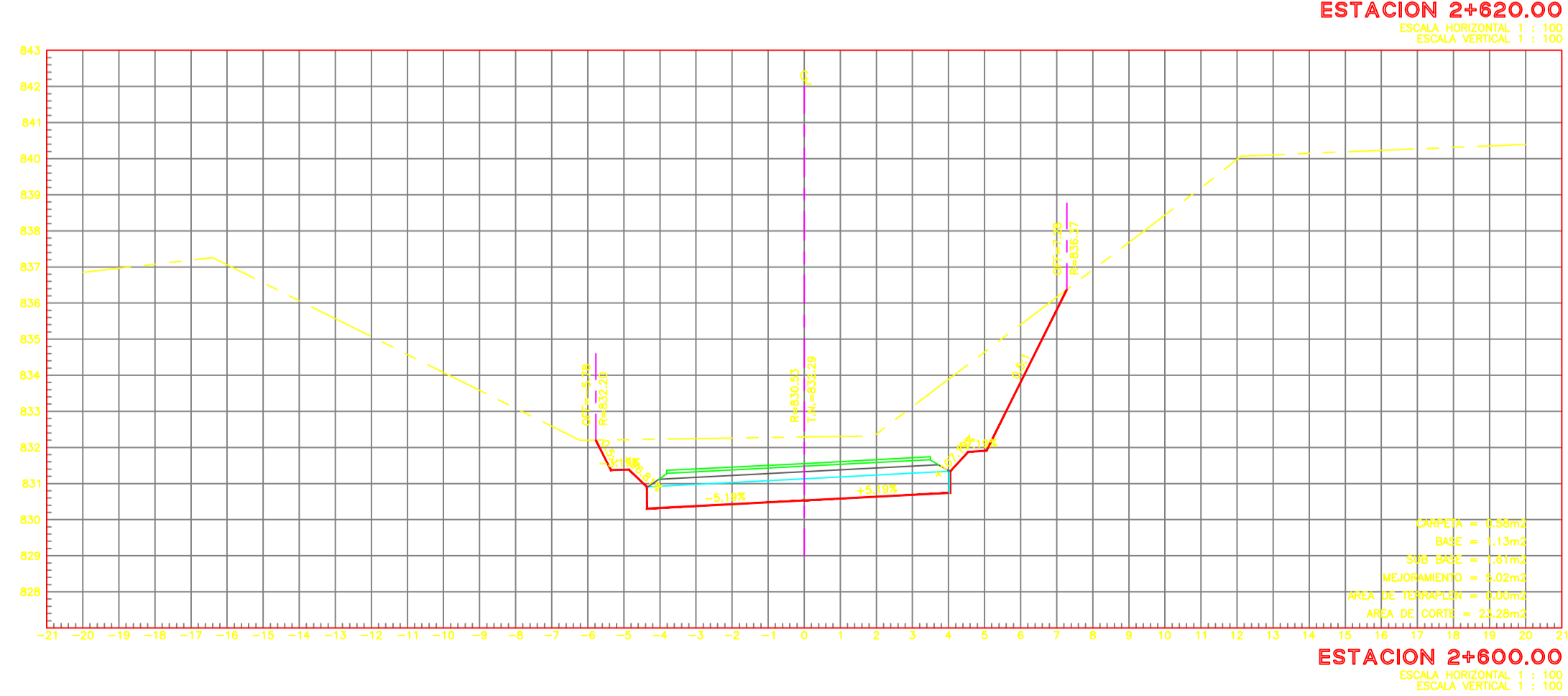
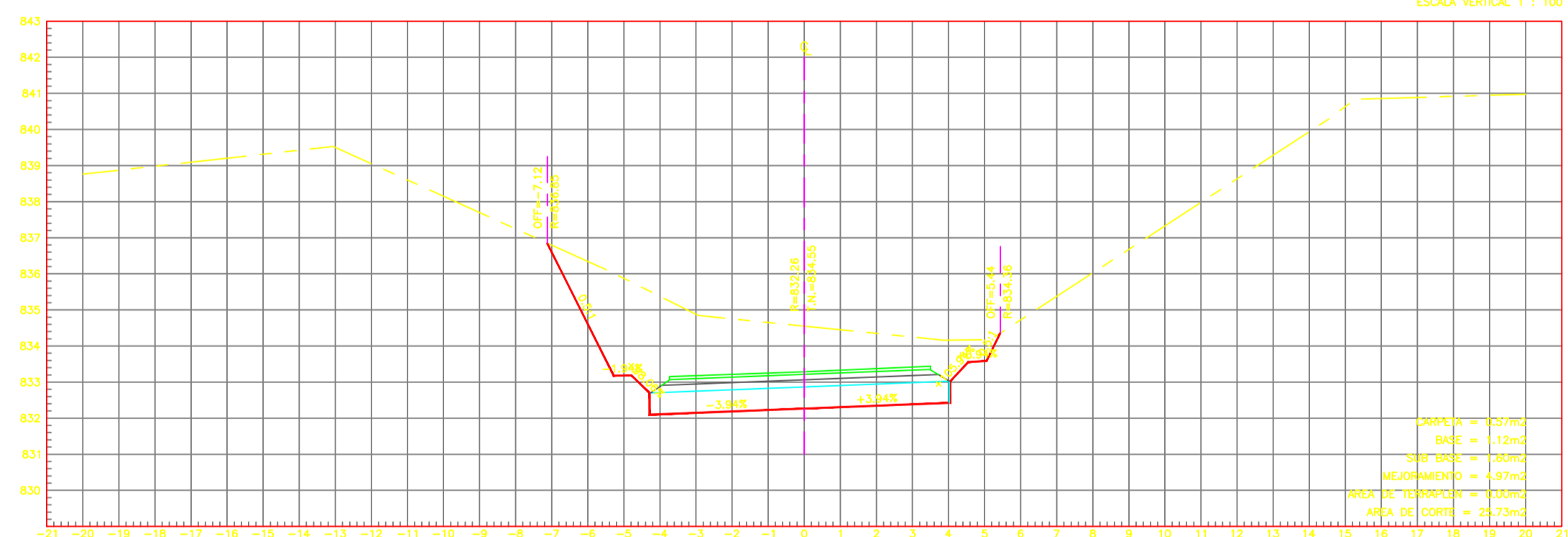
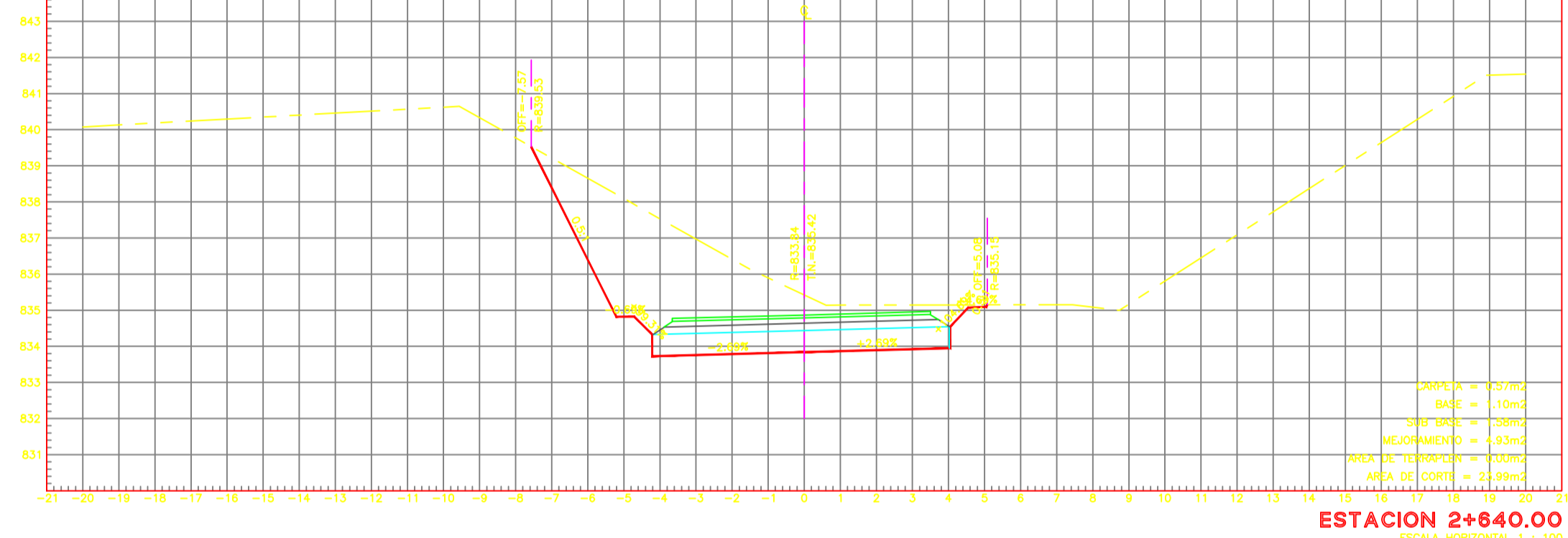
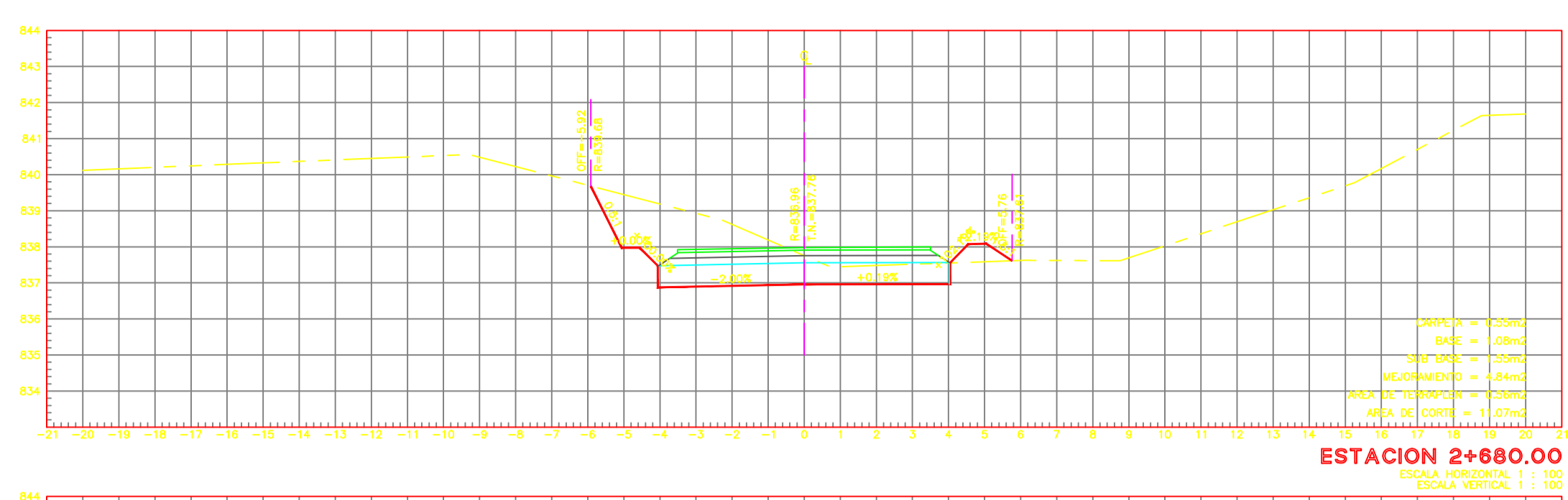
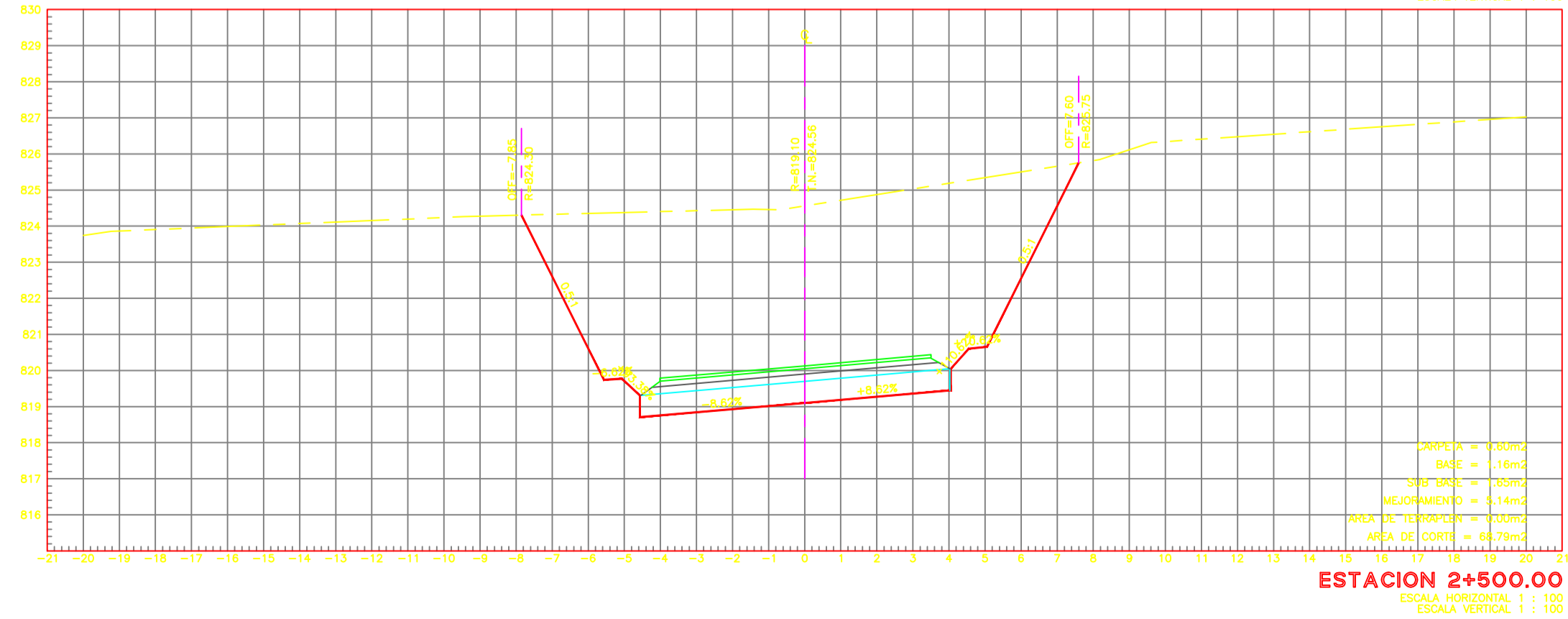
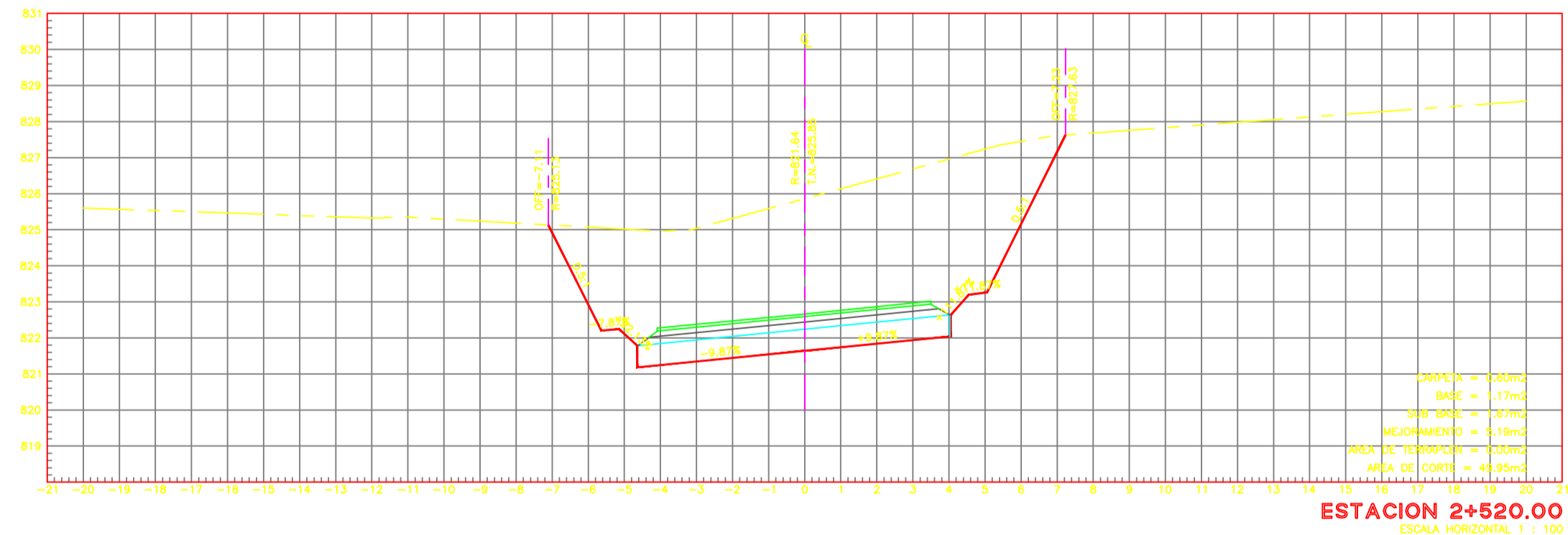
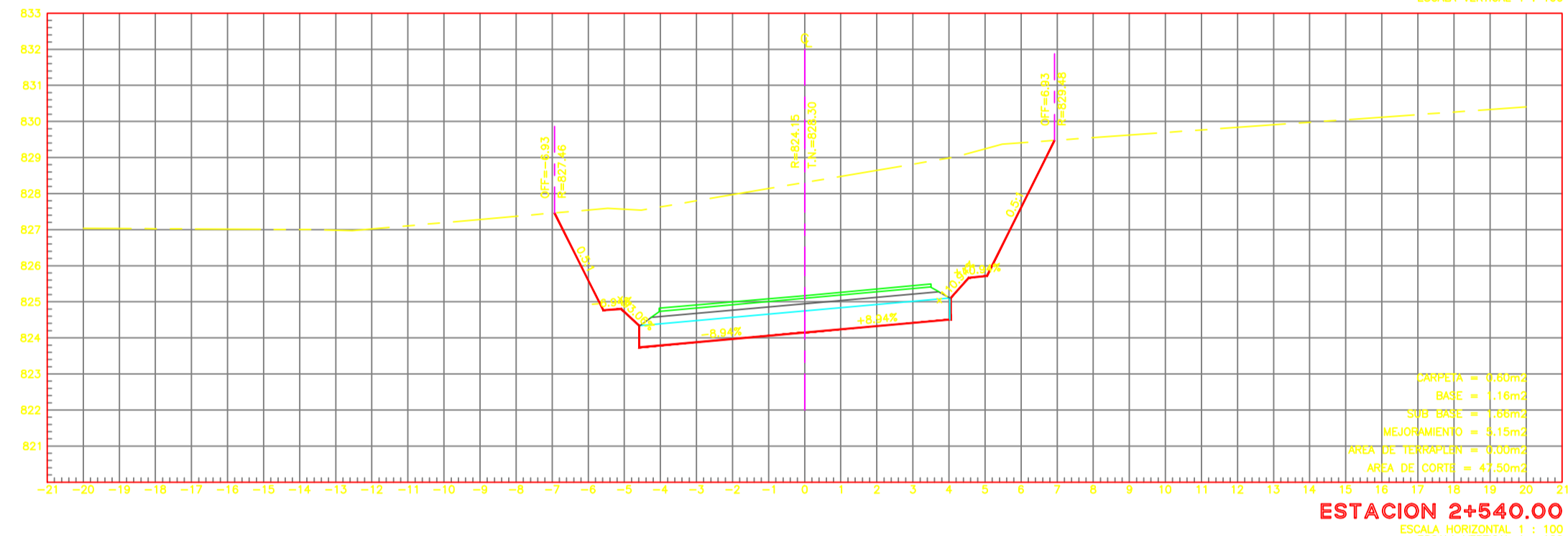
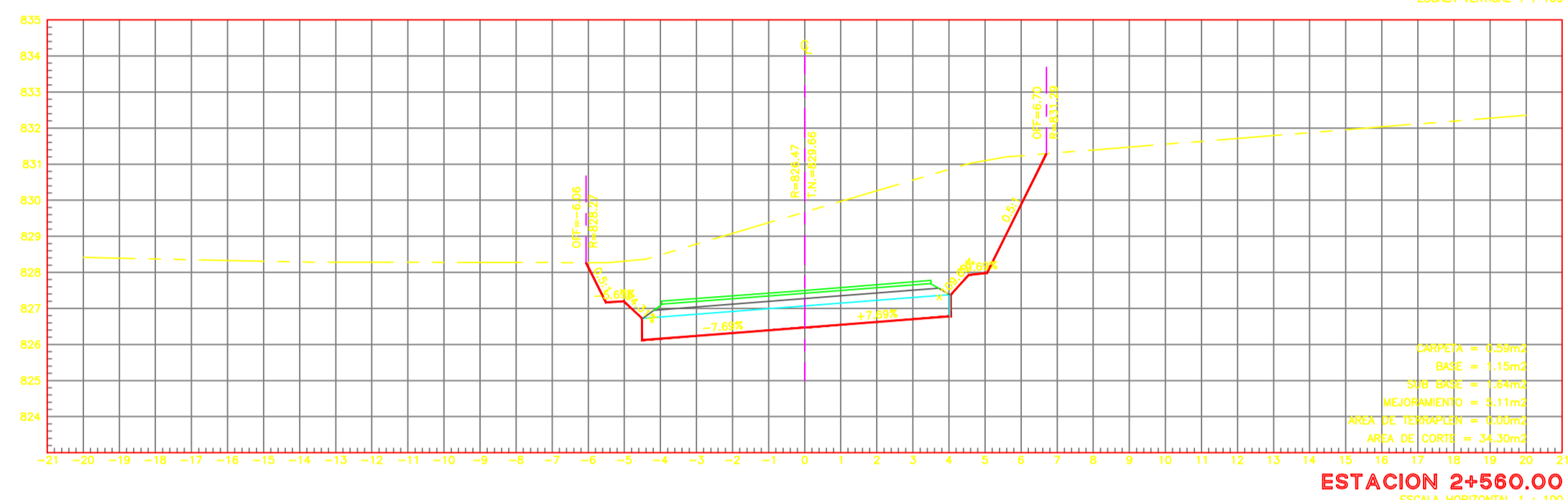
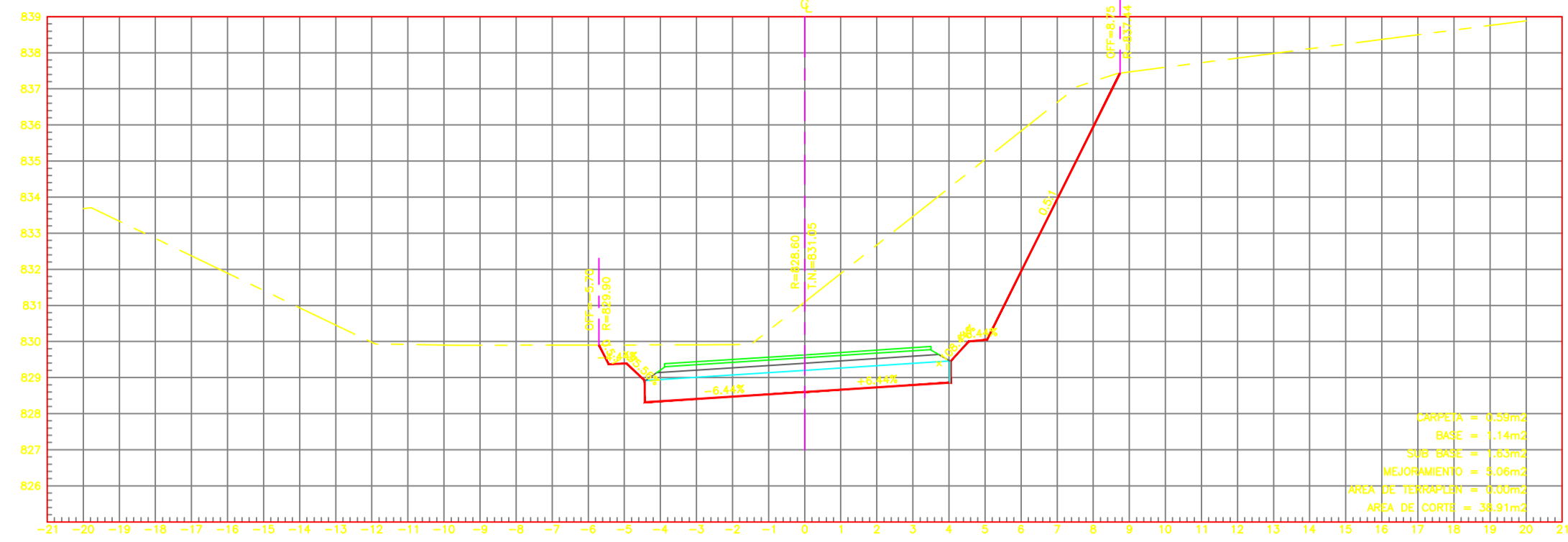
ESCALA:  
 H: 1:100  
 V: 1:100

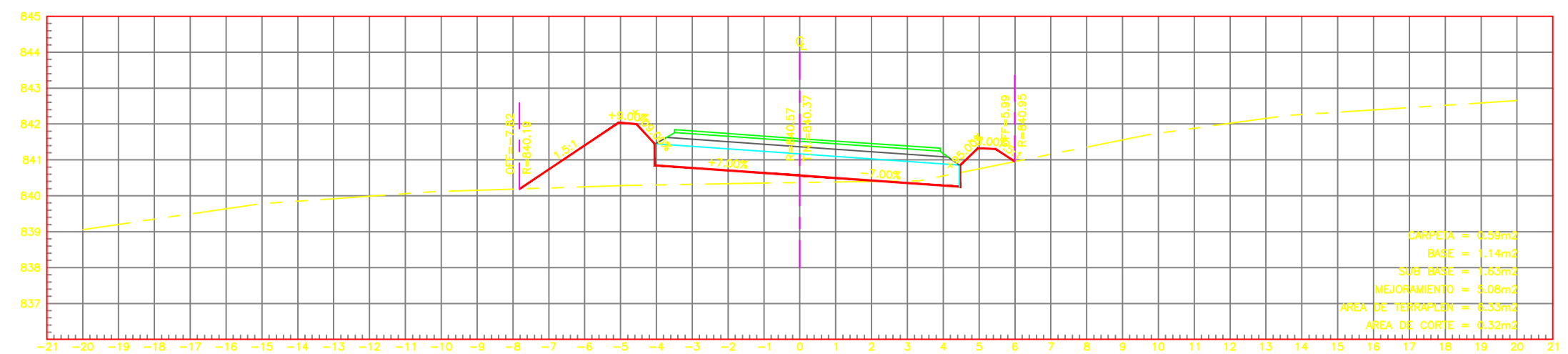
REALIZADO POR:  
 Ego. Pablo Guerrero

TUTOR:  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

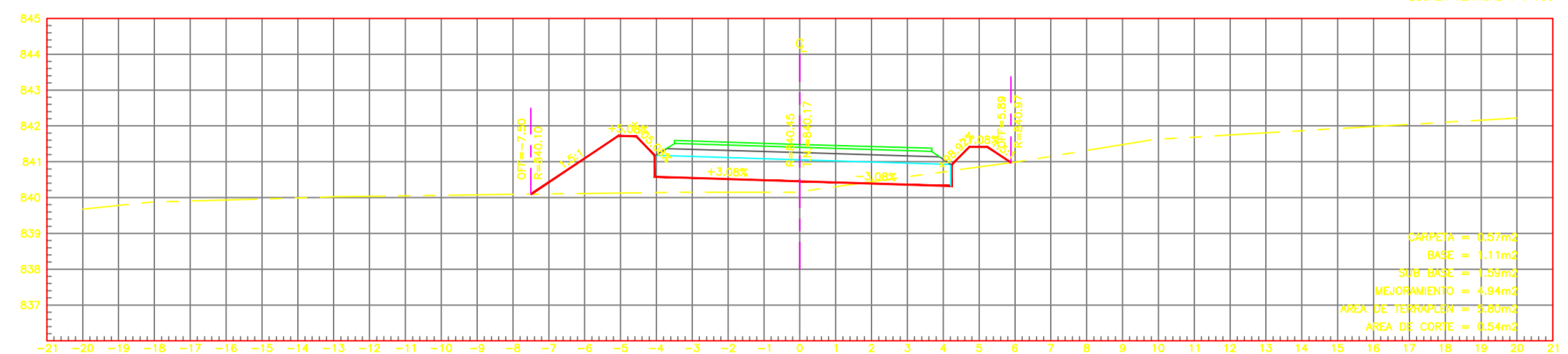
NÚMERO DE HOJA: 17



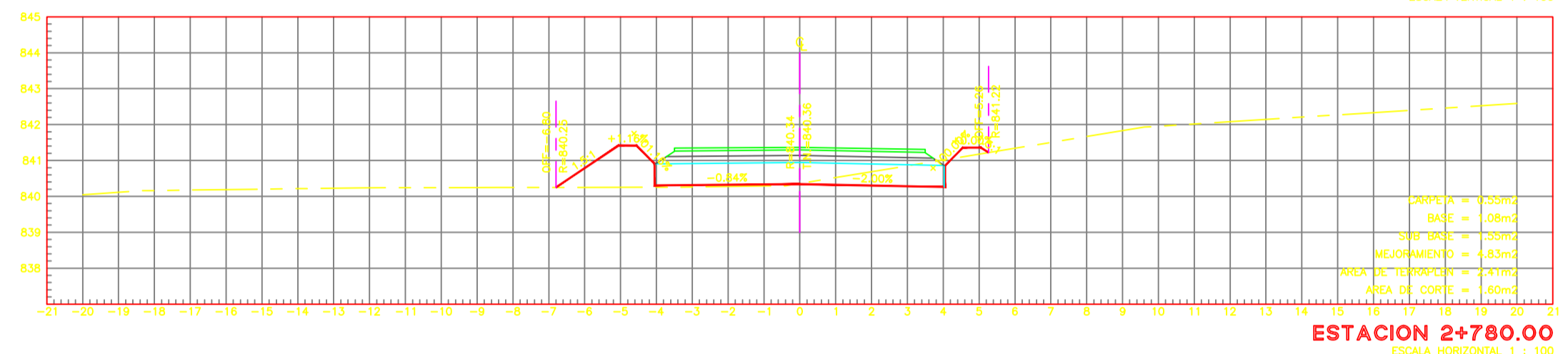




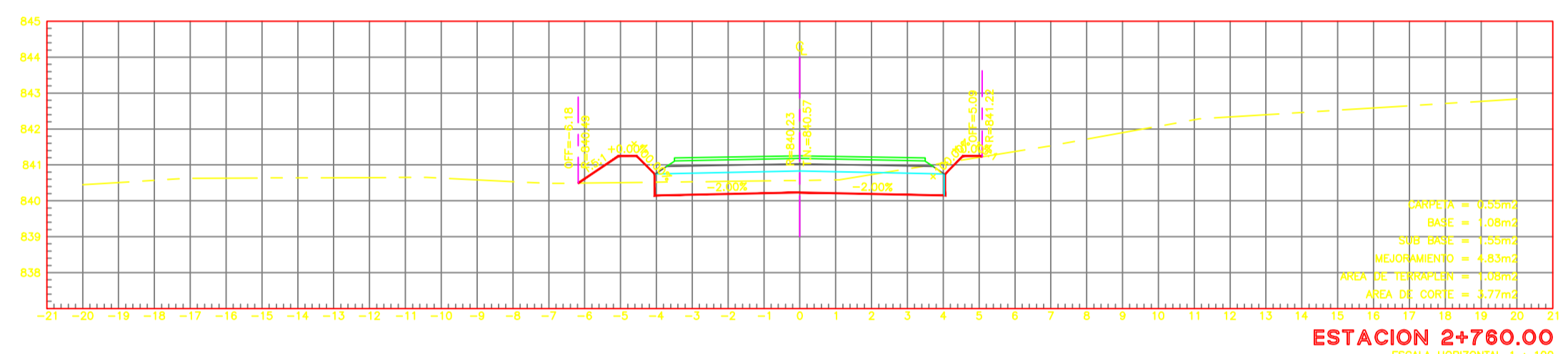
**ESTACION 2+820.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



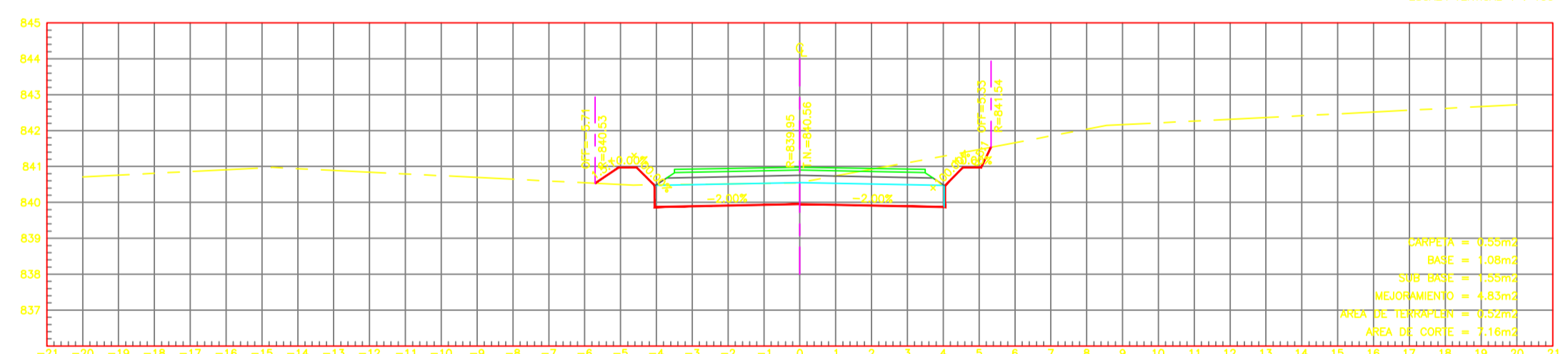
**ESTACION 2+800.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



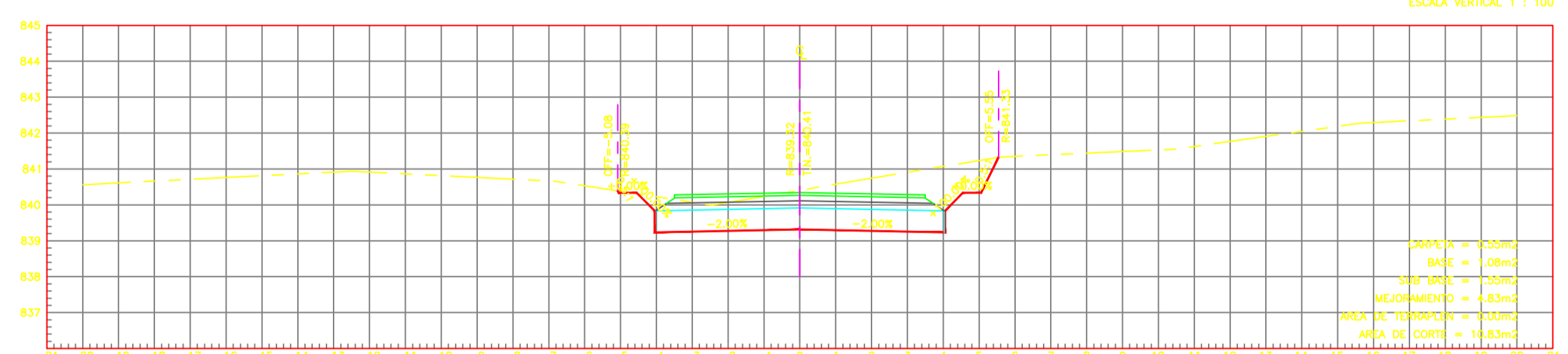
**ESTACION 2+780.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



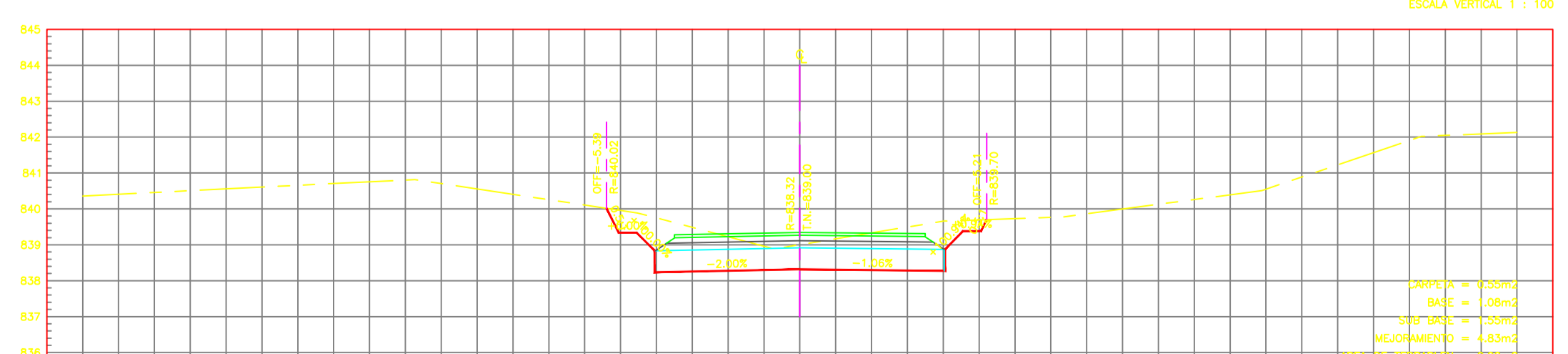
**ESTACION 2+760.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



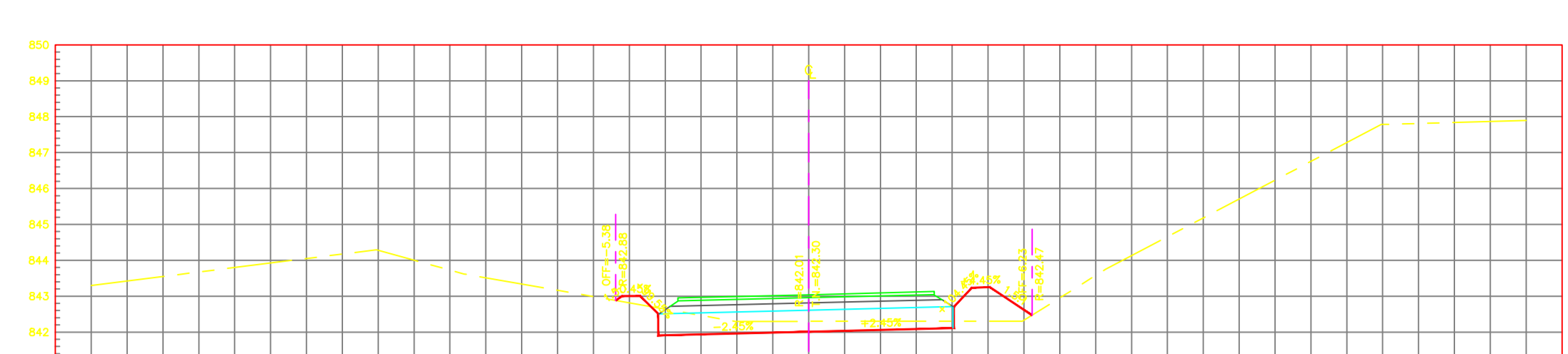
**ESTACION 2+740.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



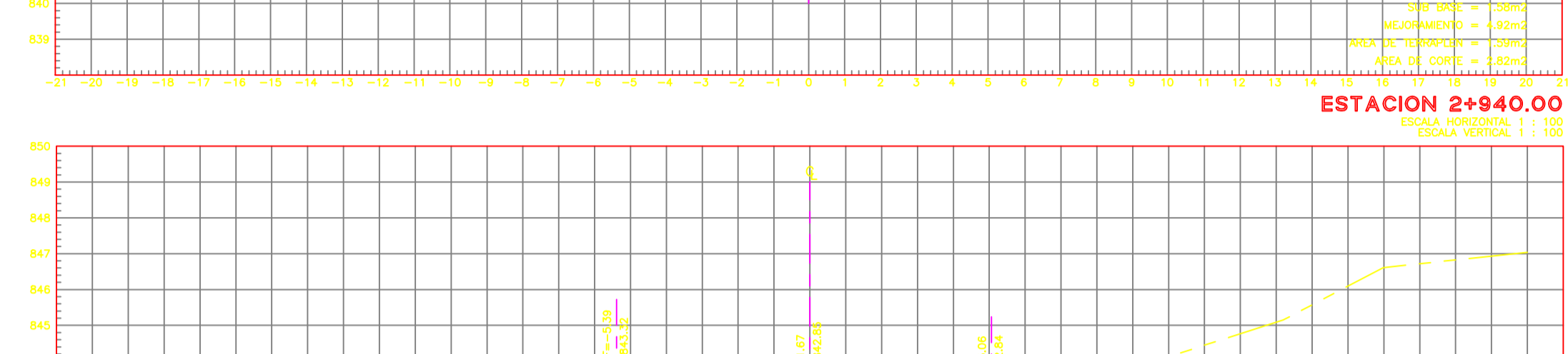
**ESTACION 2+720.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



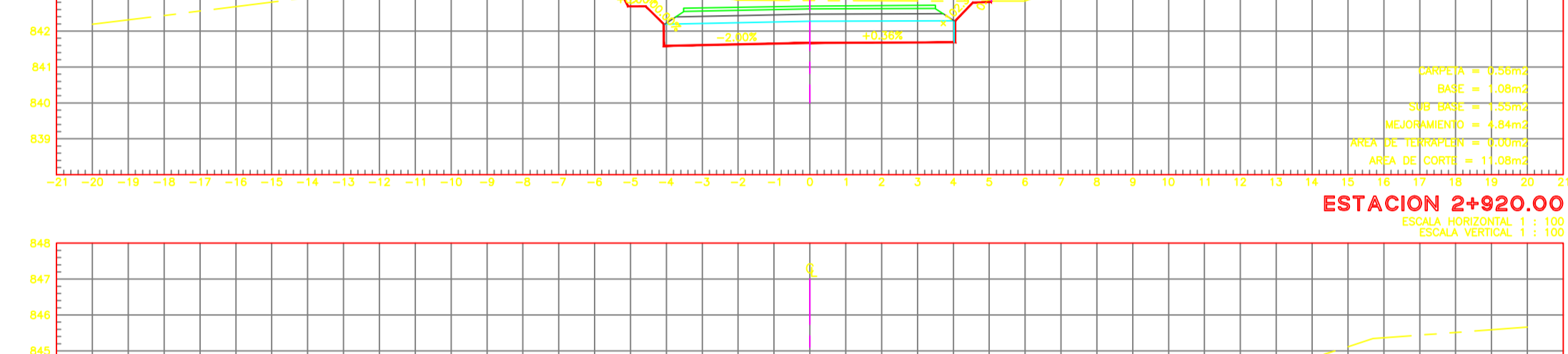
**ESTACION 2+700.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



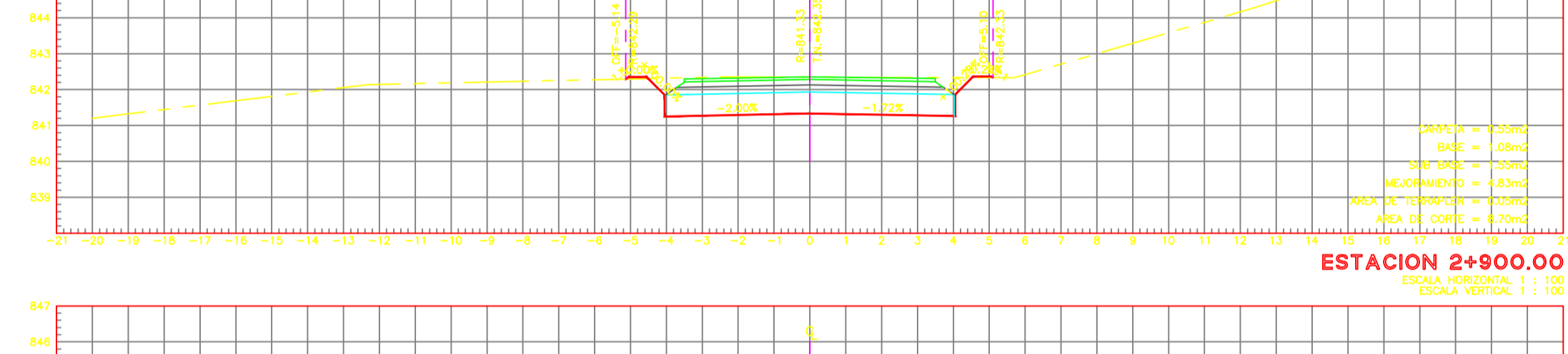
**ESTACION 2+940.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



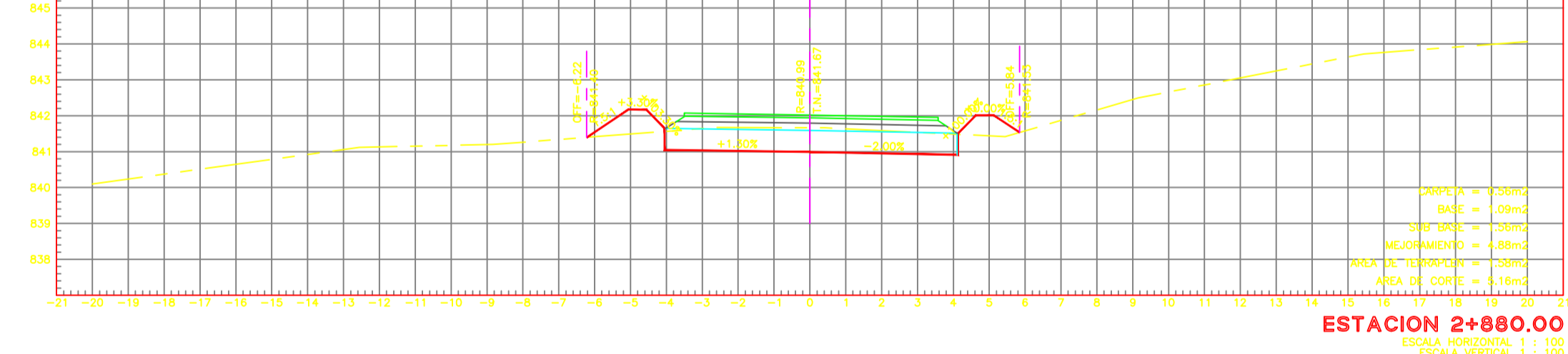
**ESTACION 2+920.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



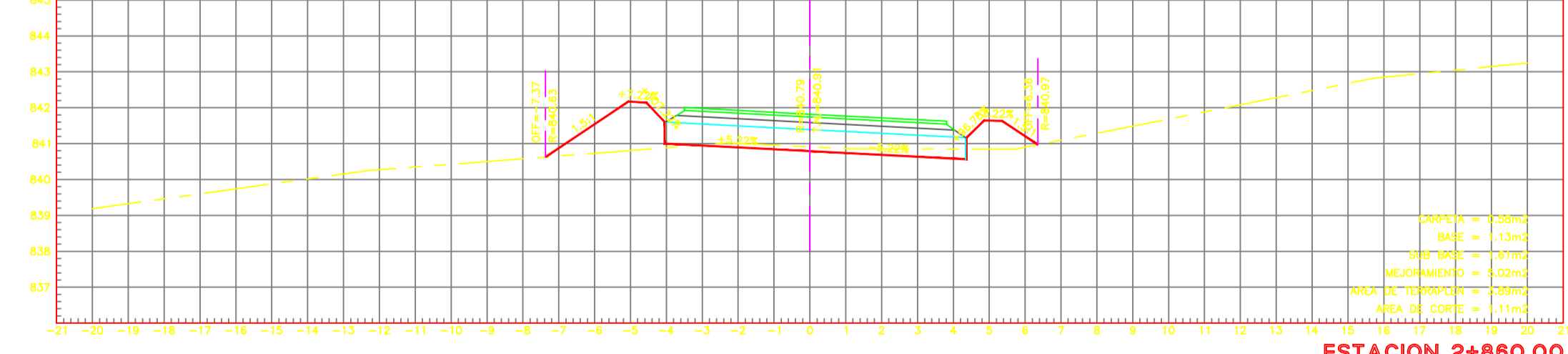
**ESTACION 2+900.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



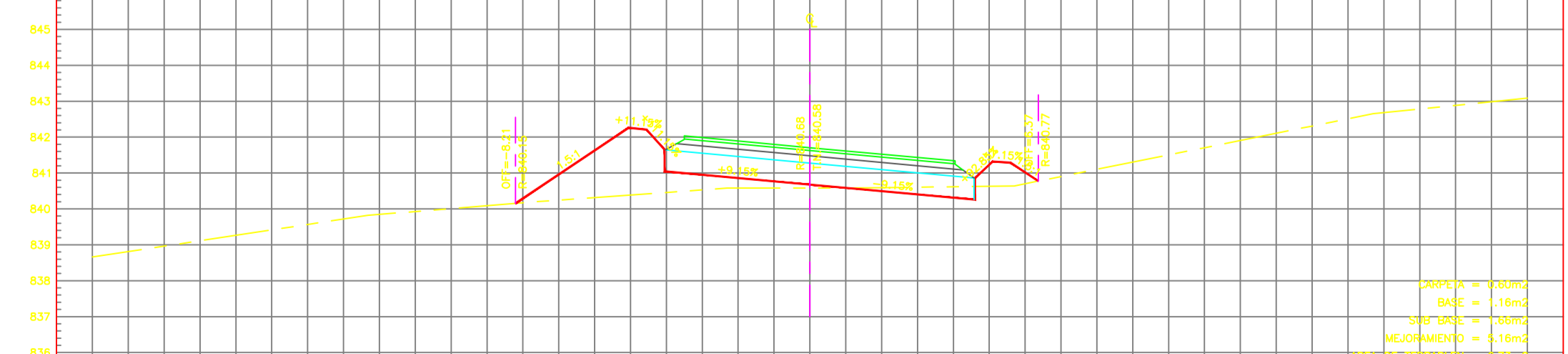
**ESTACION 2+880.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 2+860.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 2+840.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 2+820.00**  
 ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL 1 : 100



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO  
 FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

PROYECTO:  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

CONTIENE:  
 Secciones Transversales

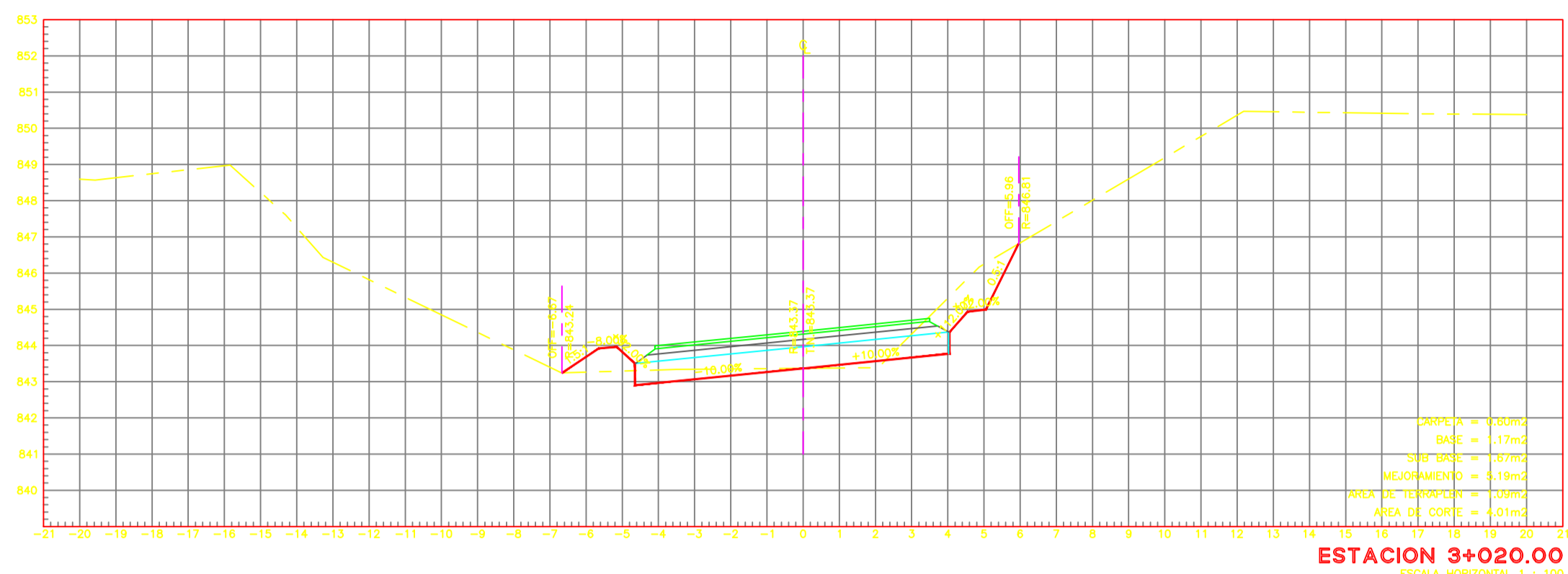
FECHA:  
 05 de Julio de 2017

ESCALA:  
 H: 1:100  
 V: 1:100

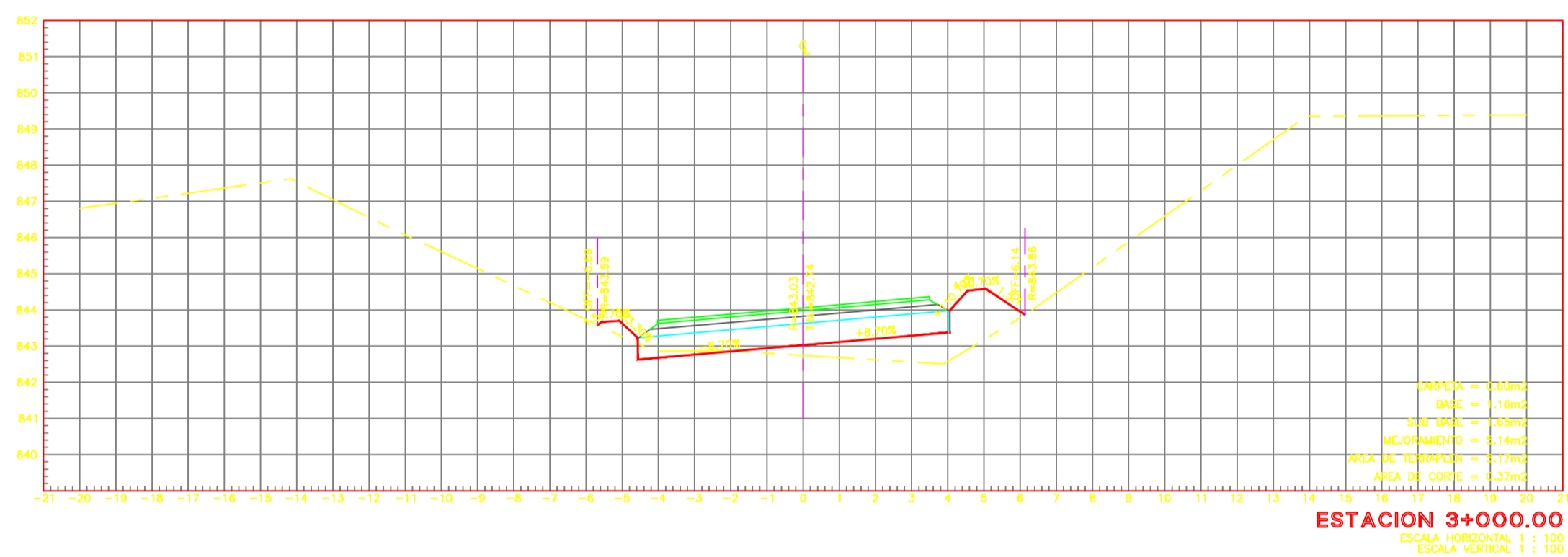
REALIZADO POR:  
 Egdo. Pablo Guerrero

TUTOR:  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

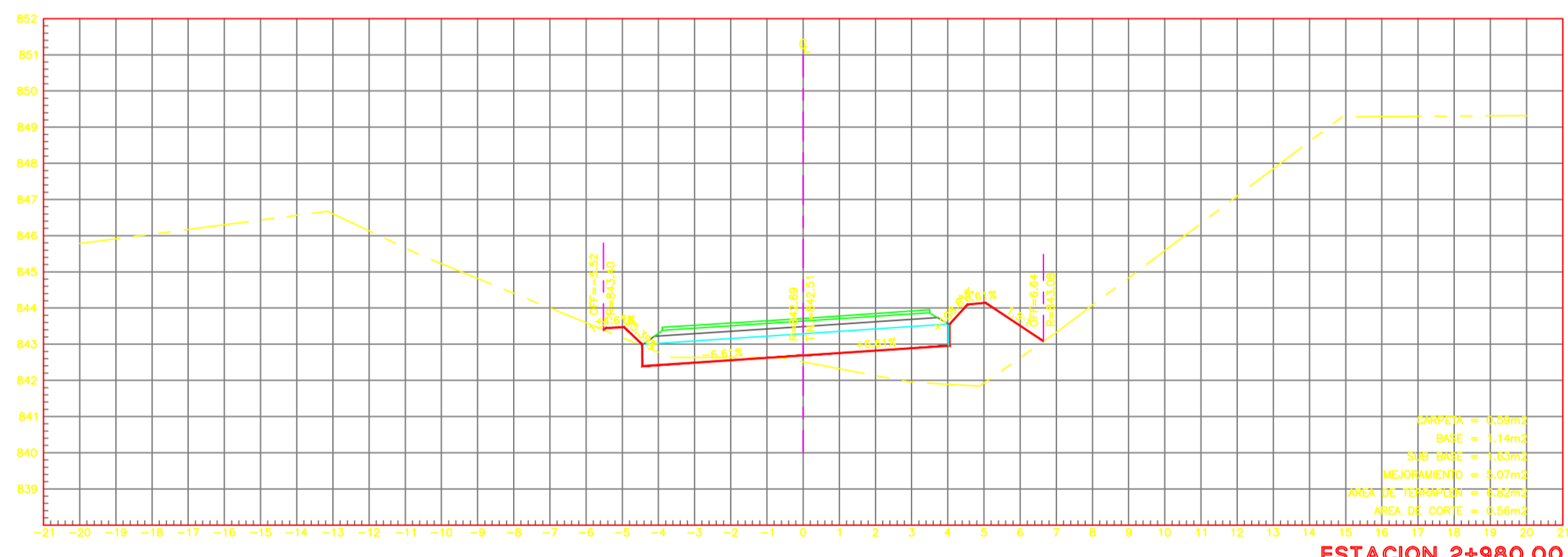
NÚMERO DE HOJA: 19



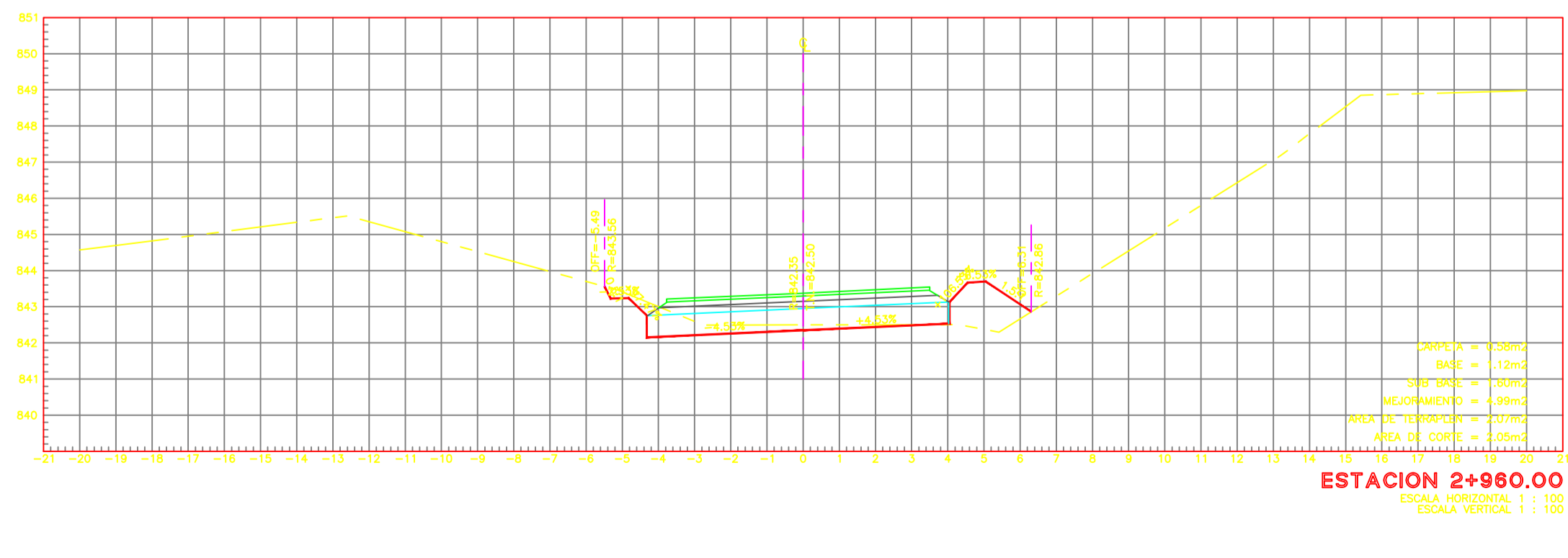
**ESTACION 3+020.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



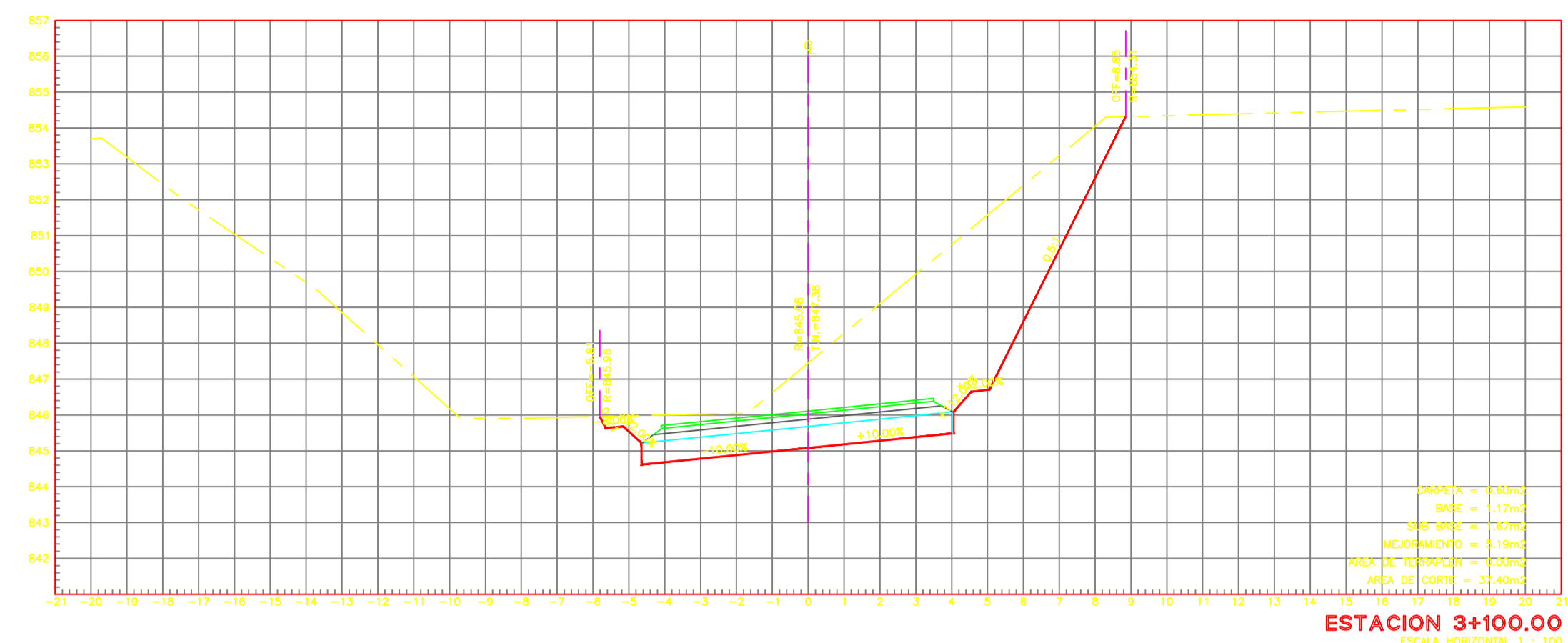
**ESTACION 3+000.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



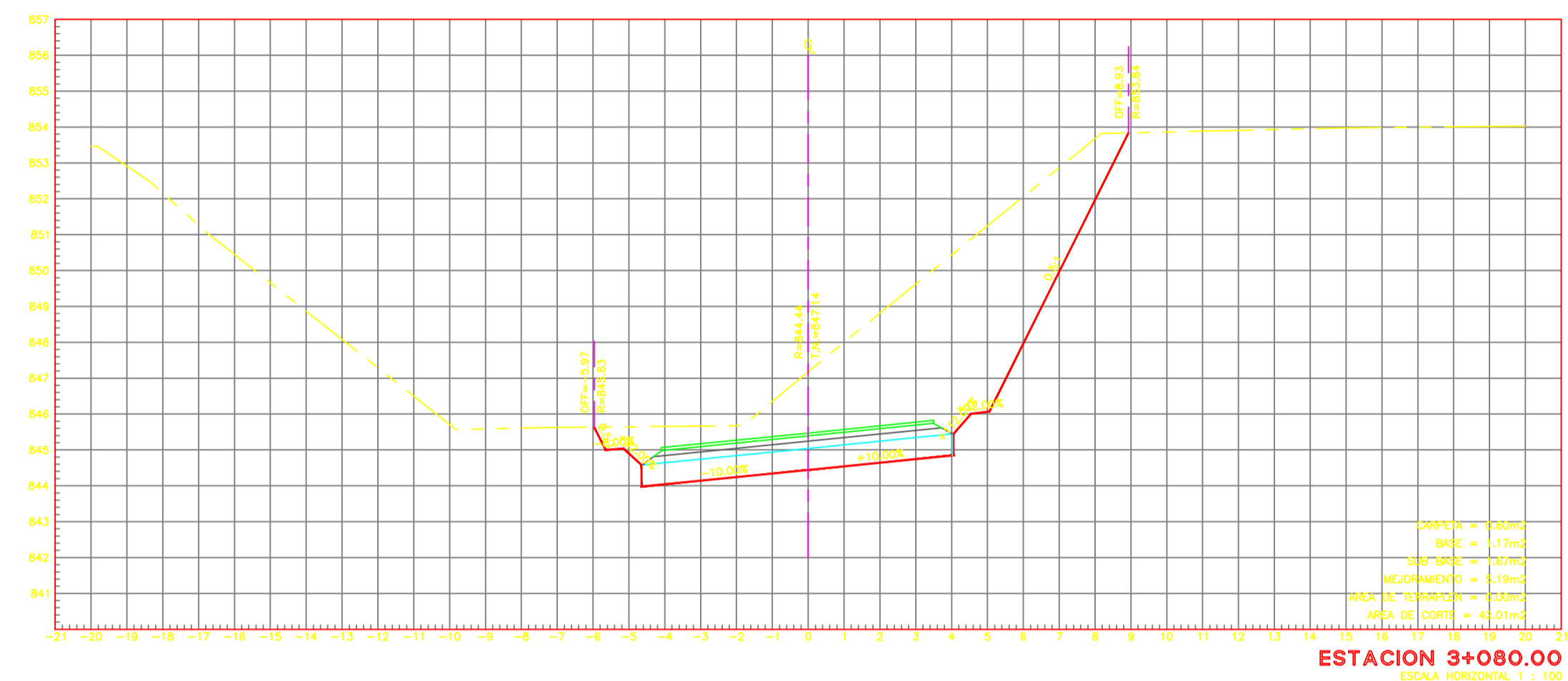
**ESTACION 2+980.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



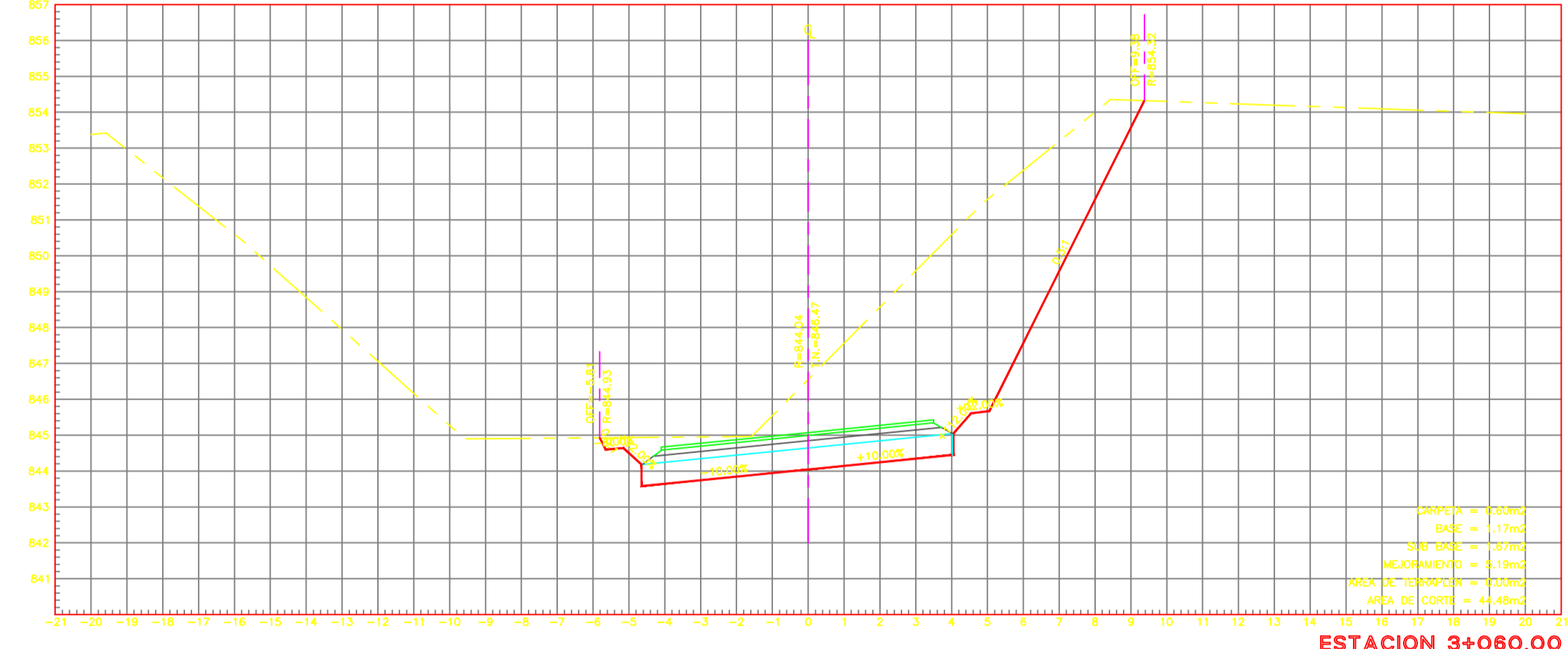
**ESTACION 2+960.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



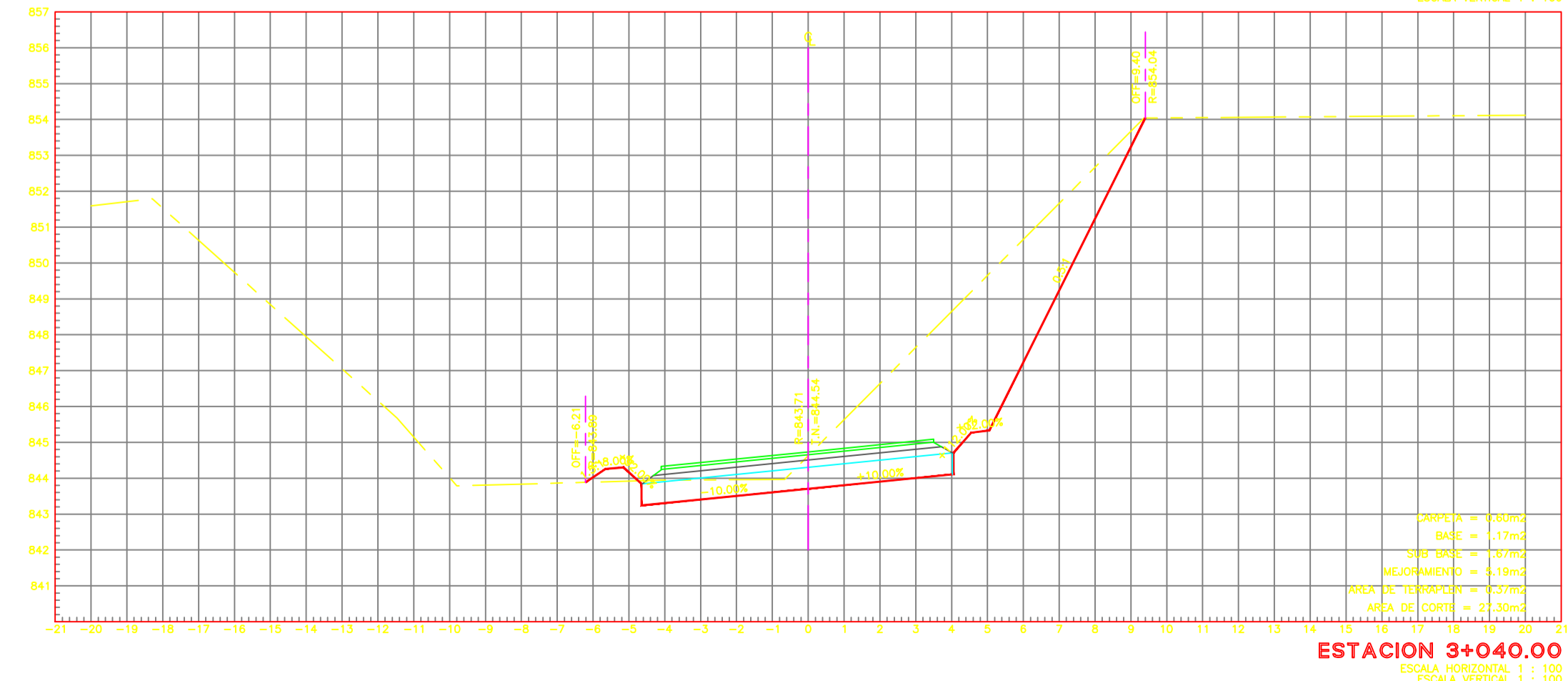
**ESTACION 3+100.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



**ESTACION 3+080.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



**ESTACION 3+060.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100



**ESTACION 3+040.00**  
 ESCALA HORIZONTAL: 1 : 100  
 ESCALA VERTICAL: 1 : 100

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

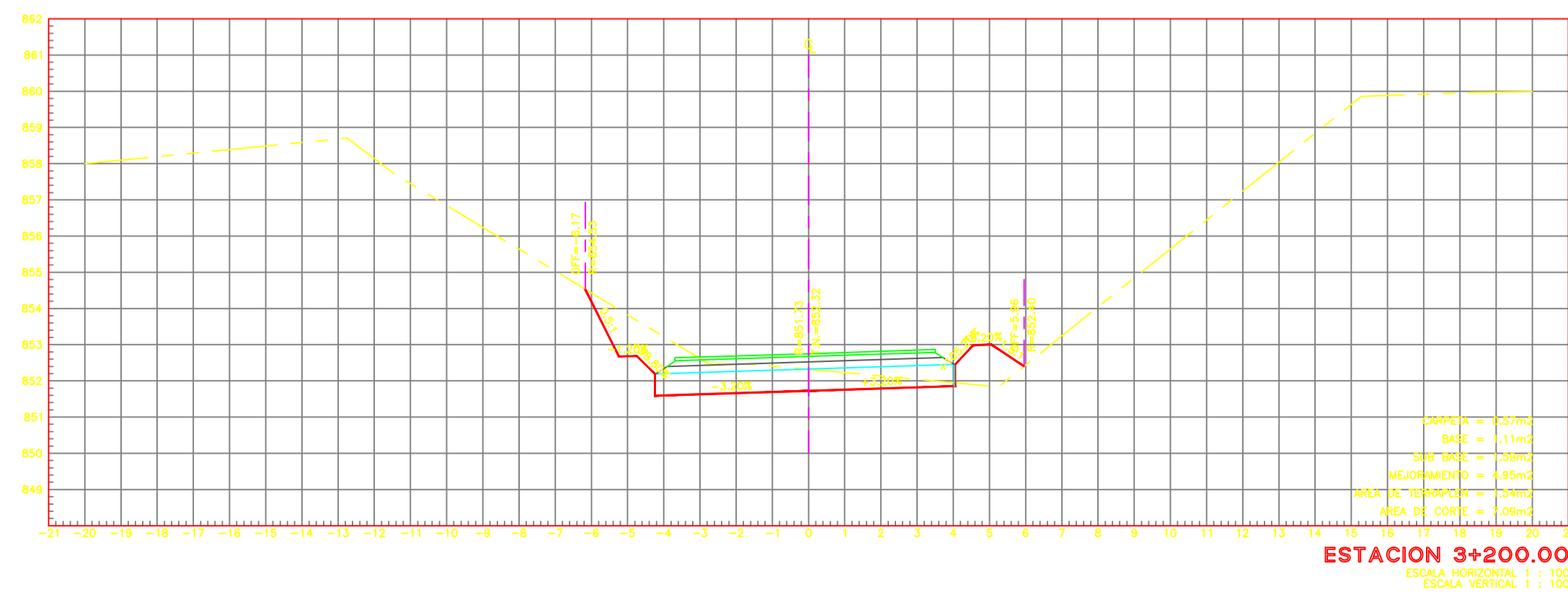
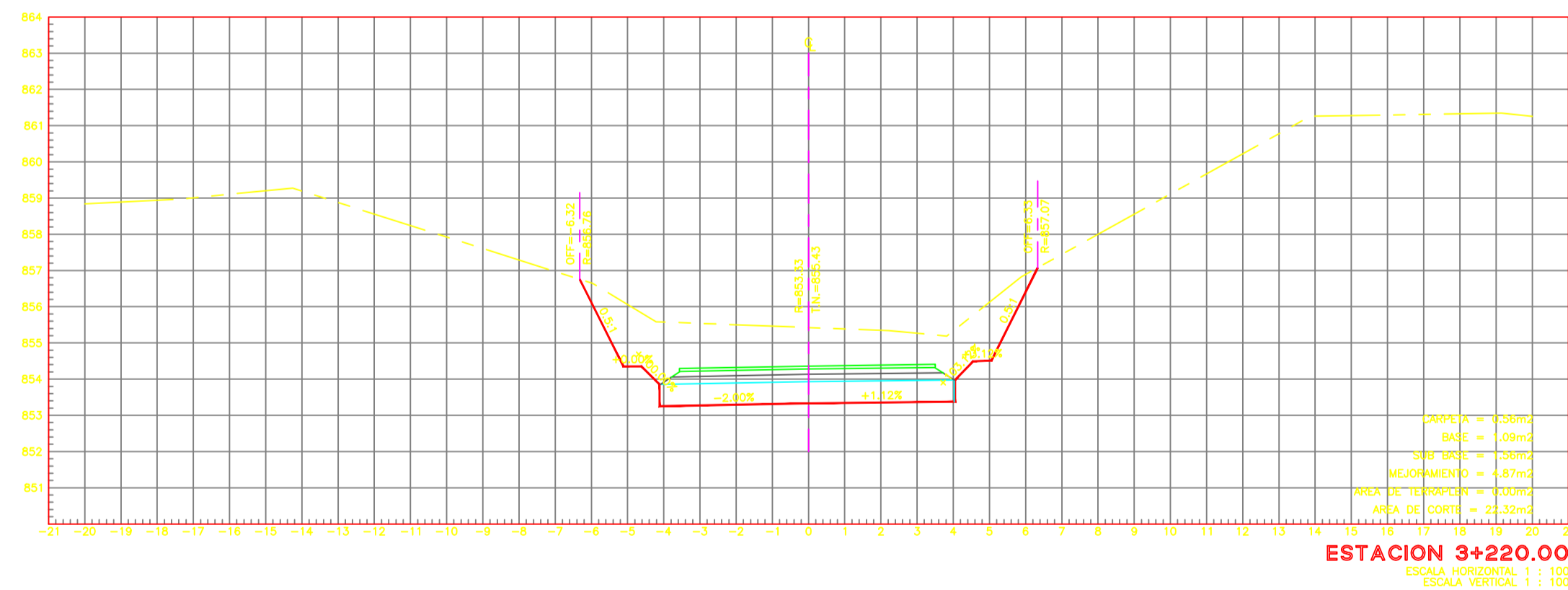
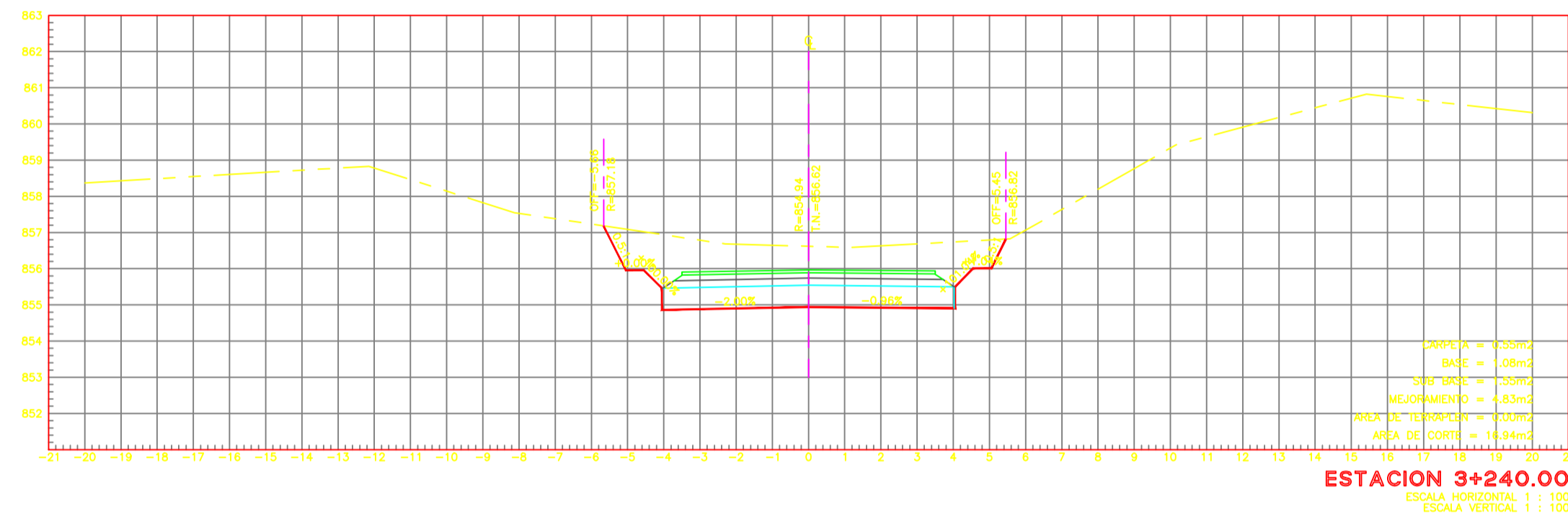
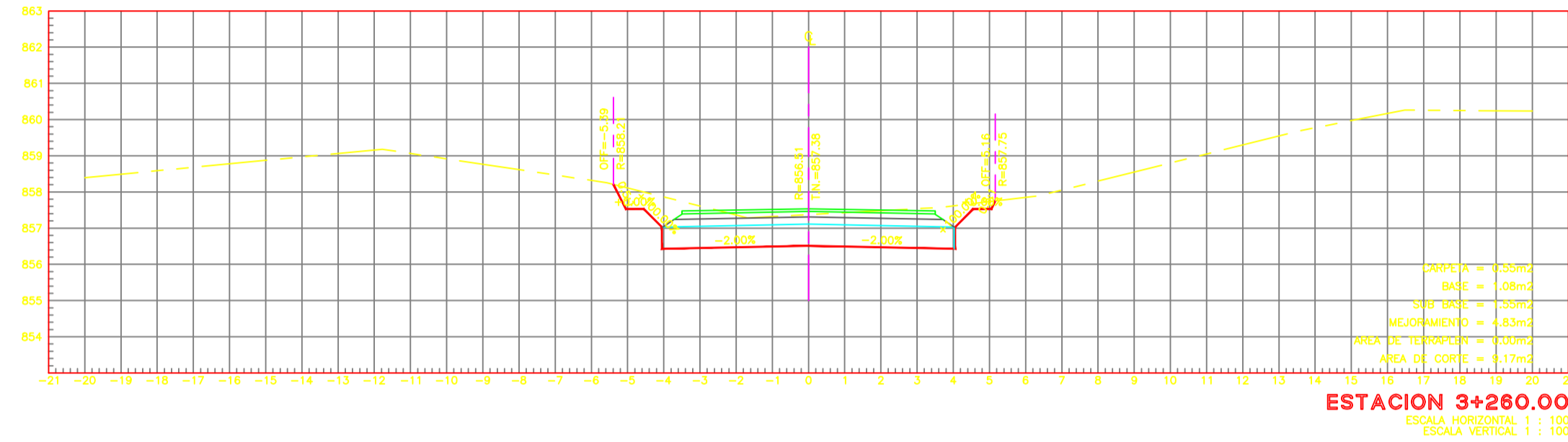
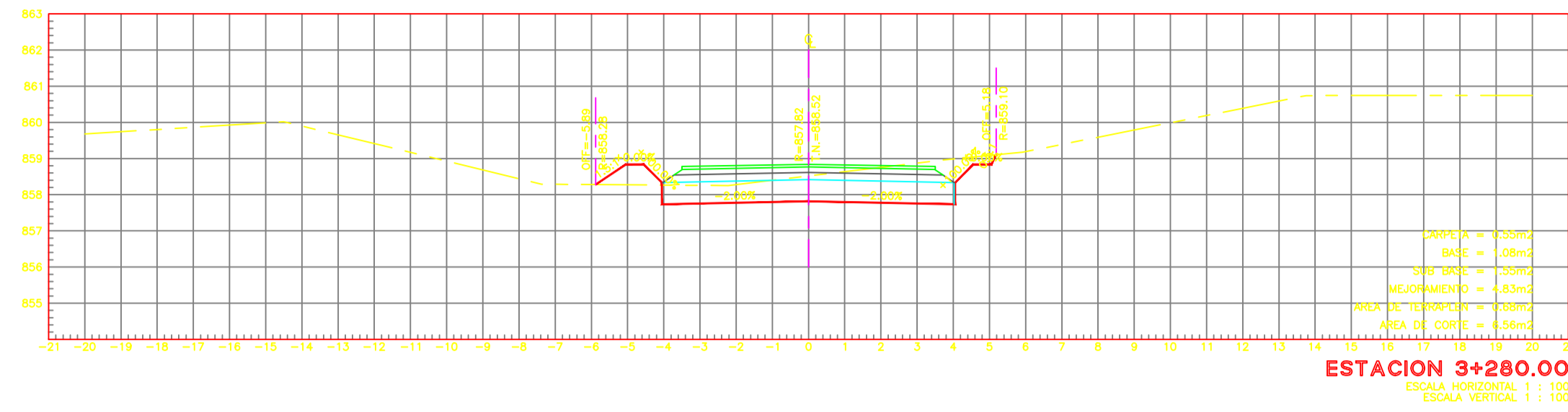
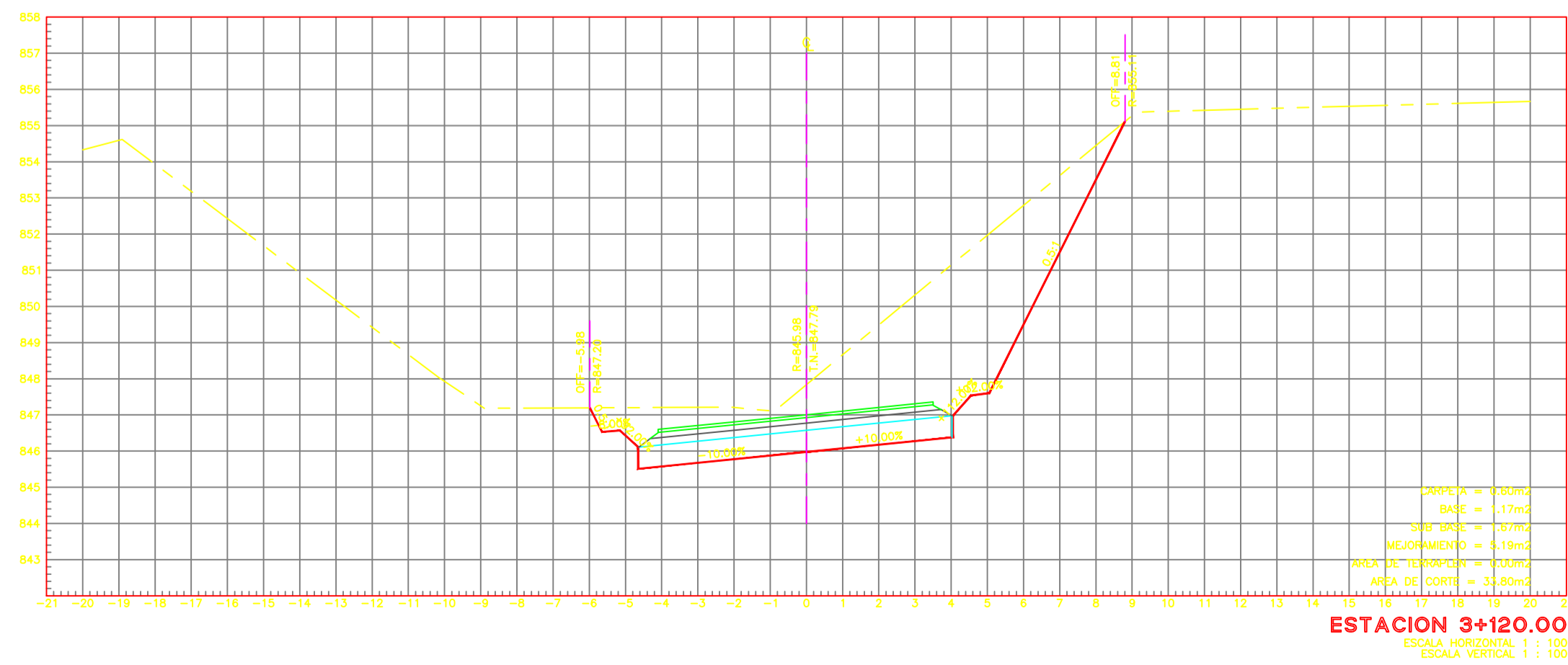
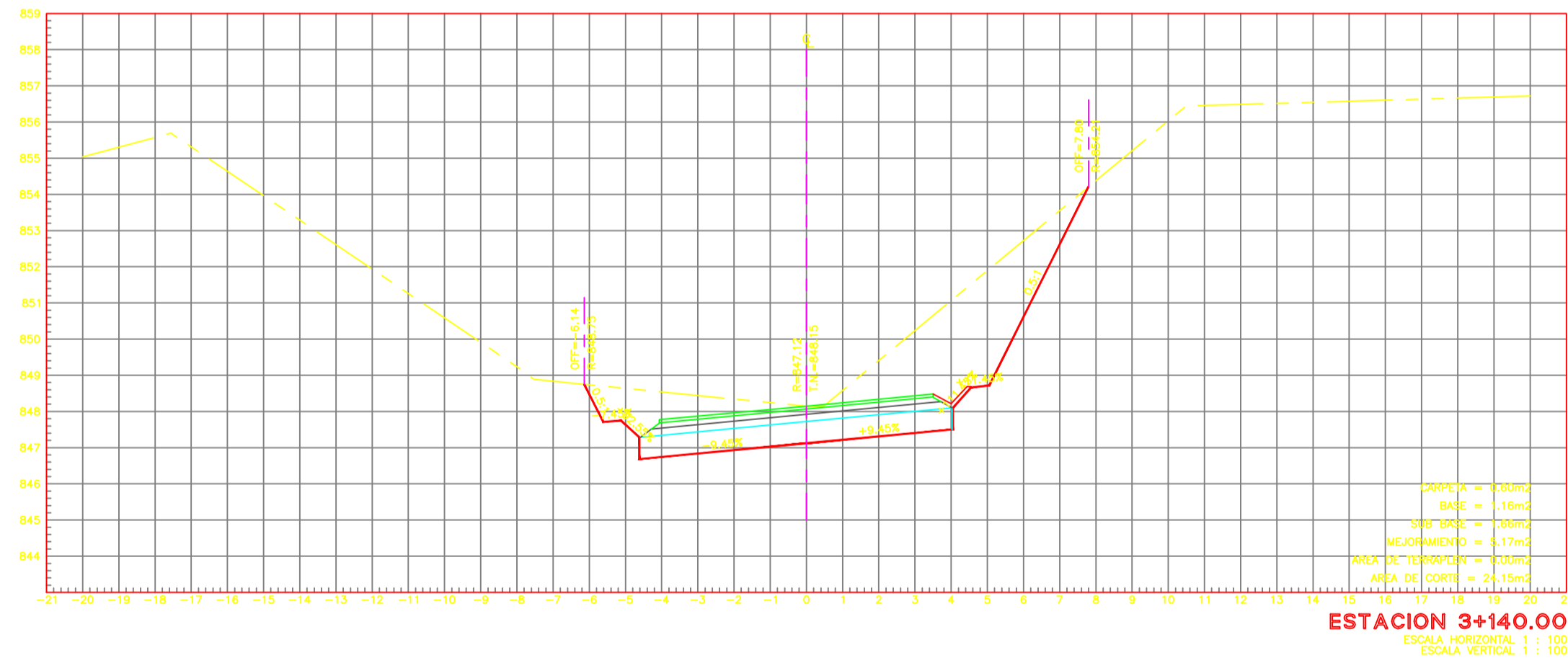
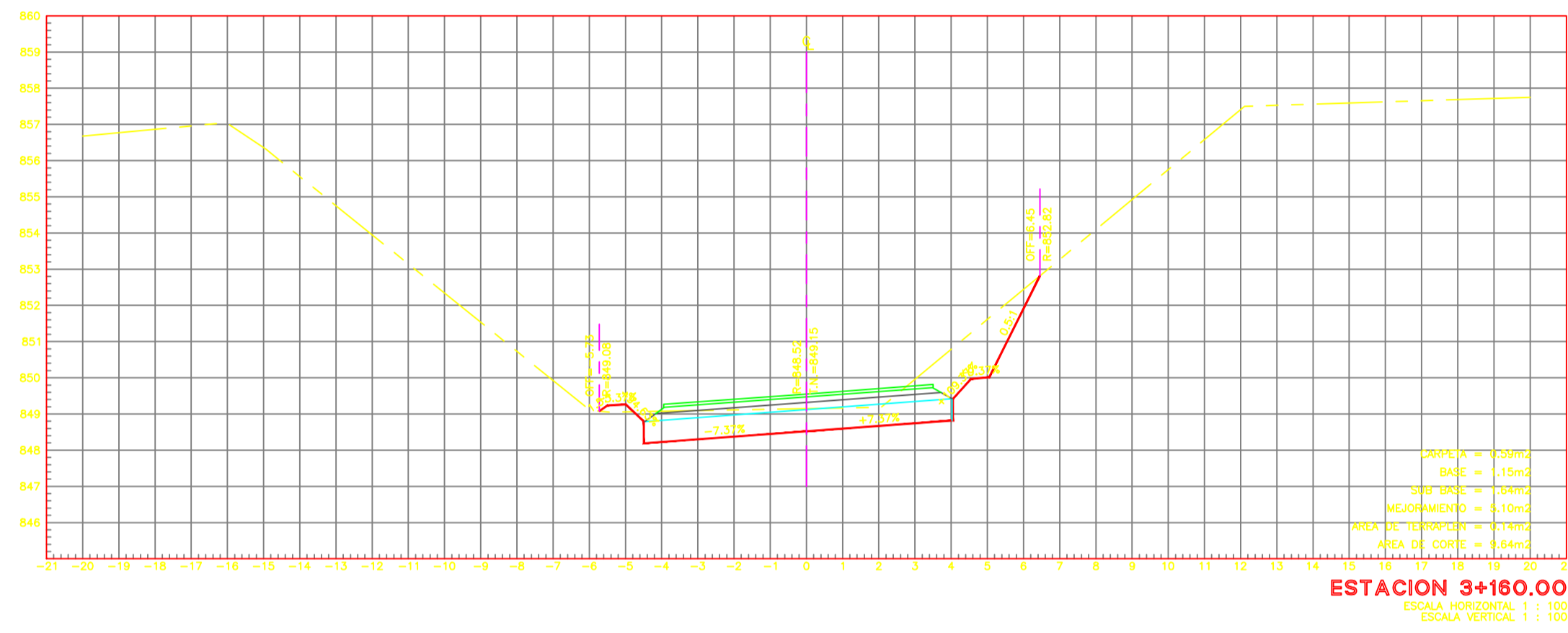
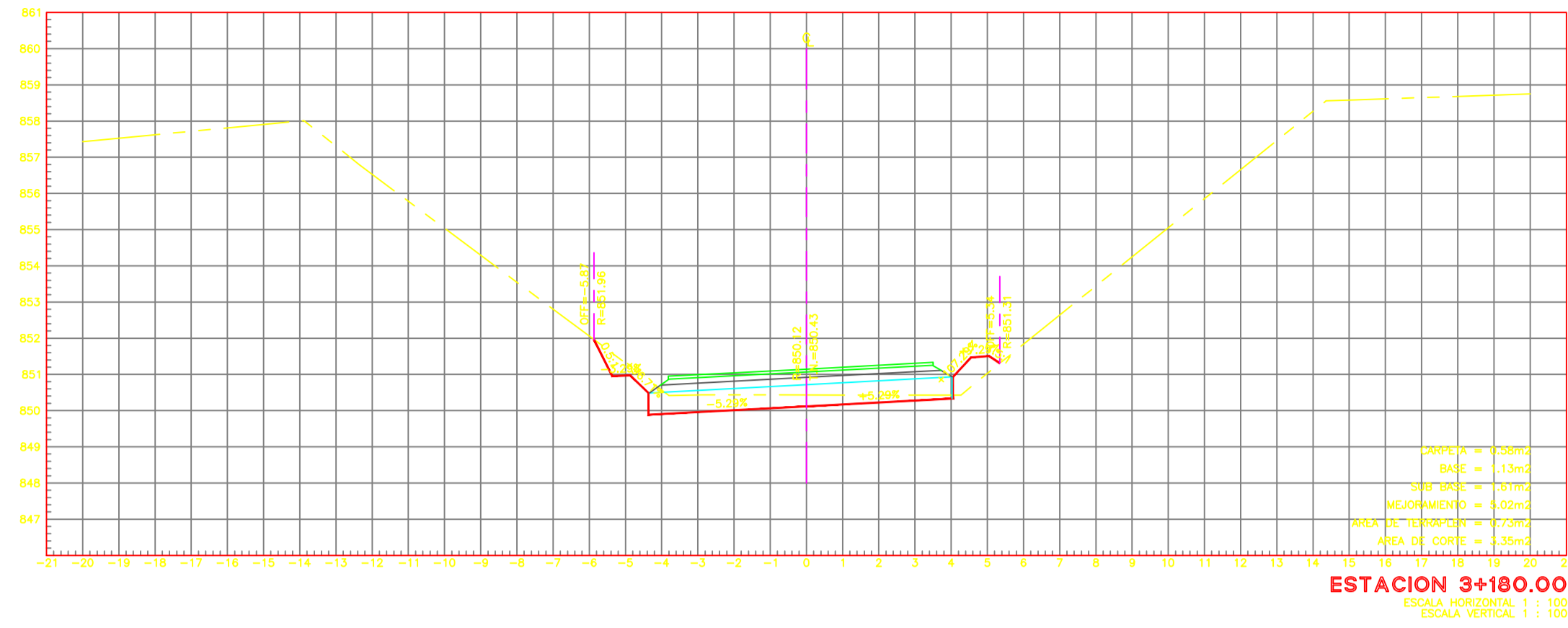
**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

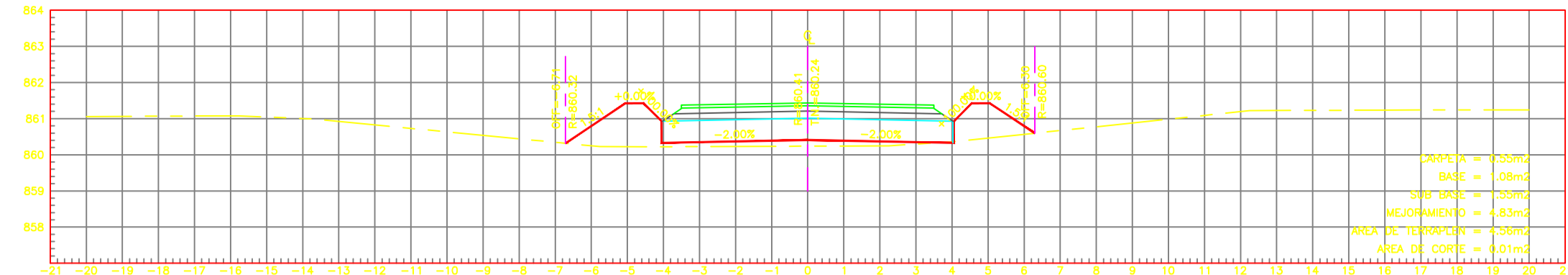
**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

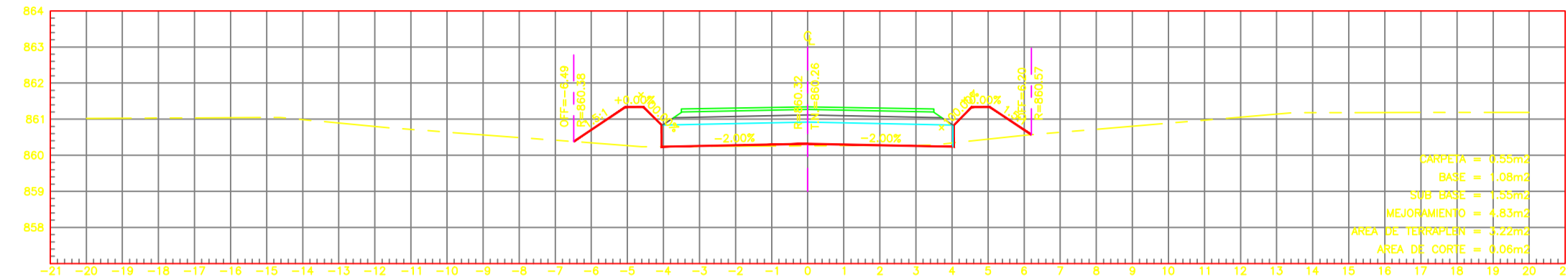
**REALIZADO POR:**  
 Egdo. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya

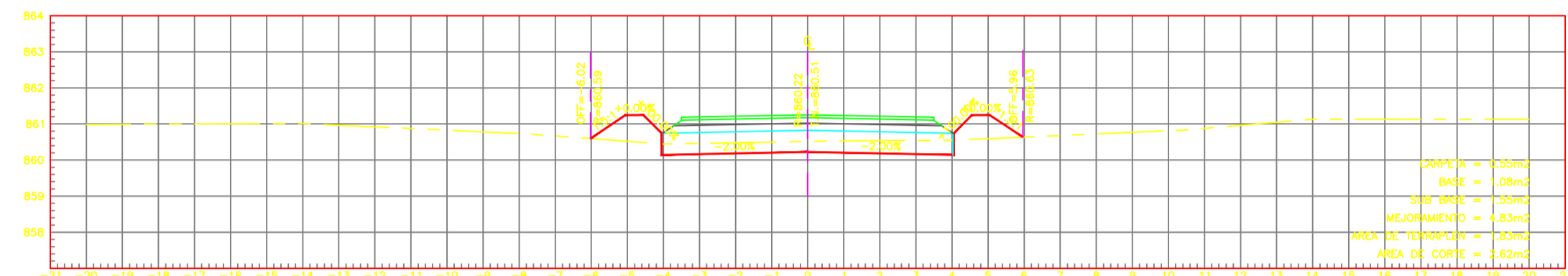




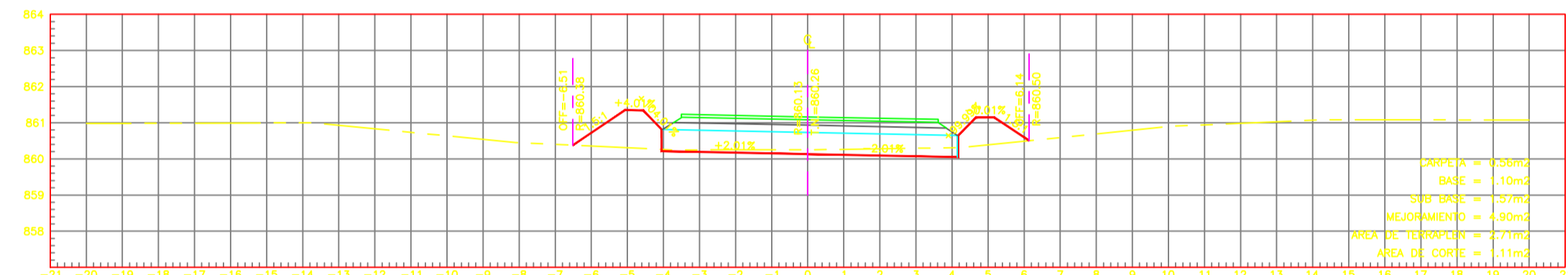
**ESTACION 3+440.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



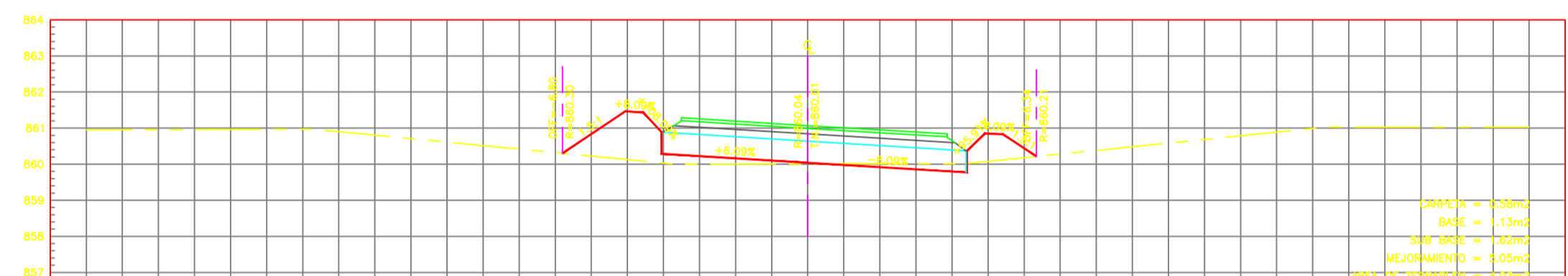
**ESTACION 3+420.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



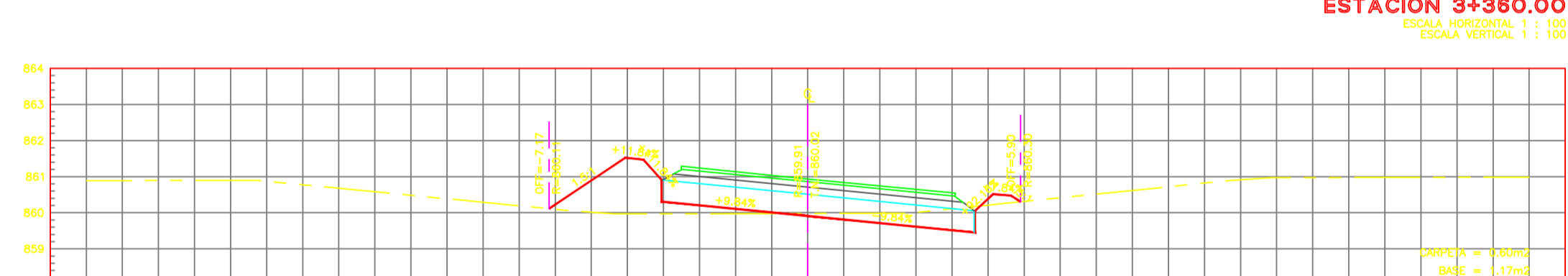
**ESTACION 3+400.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



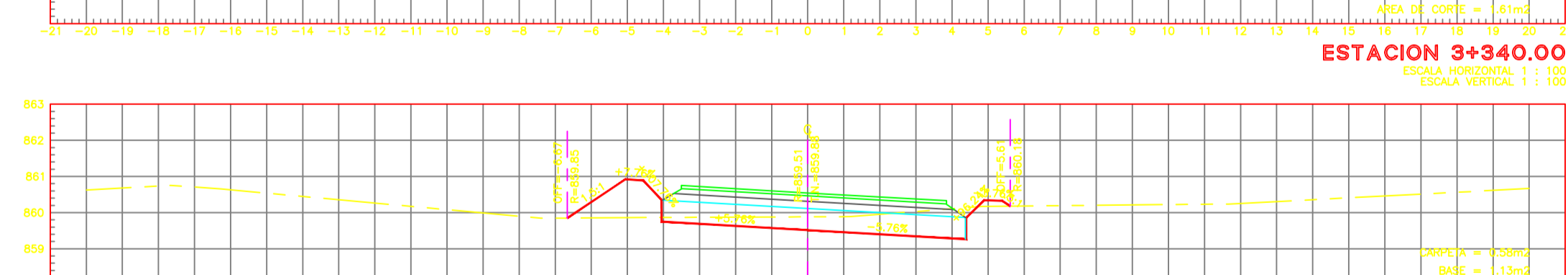
**ESTACION 3+380.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



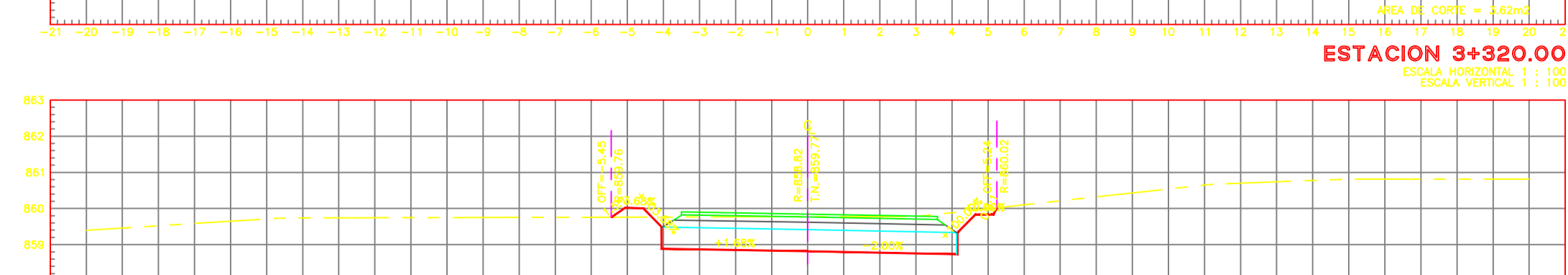
**ESTACION 3+360.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



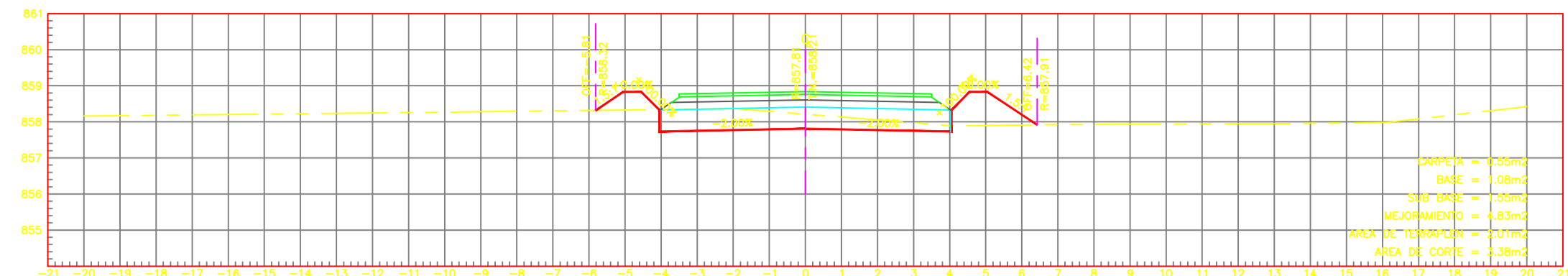
**ESTACION 3+340.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



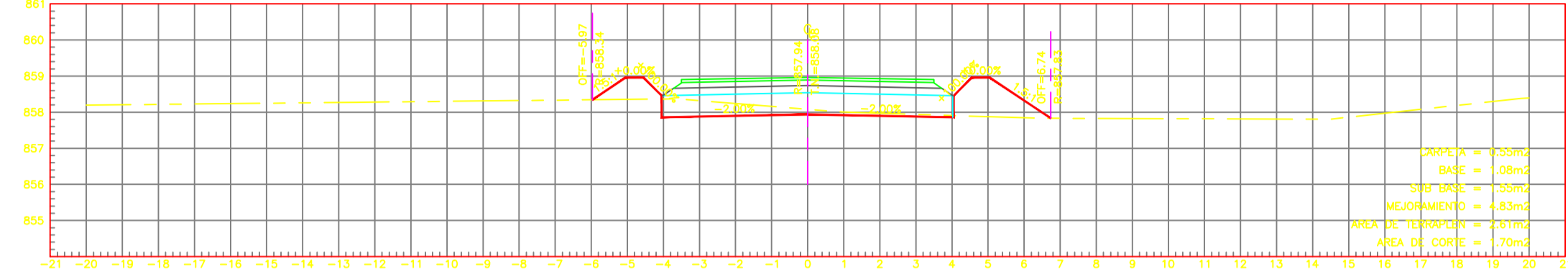
**ESTACION 3+320.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



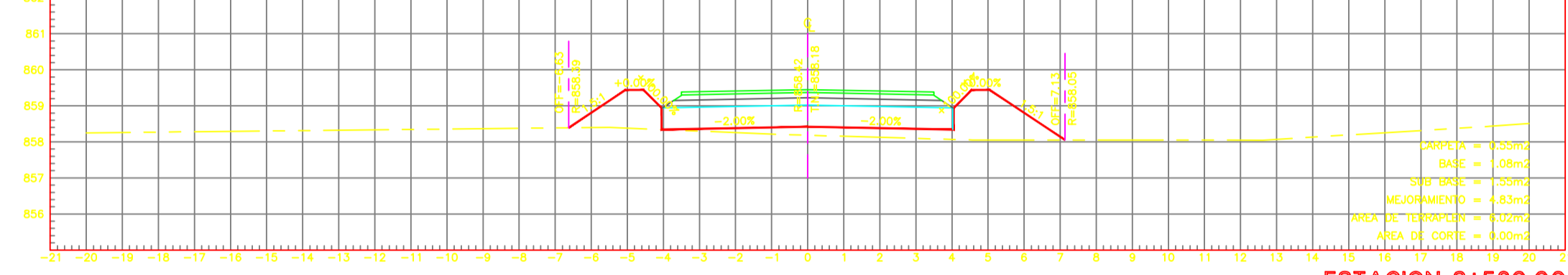
**ESTACION 3+300.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



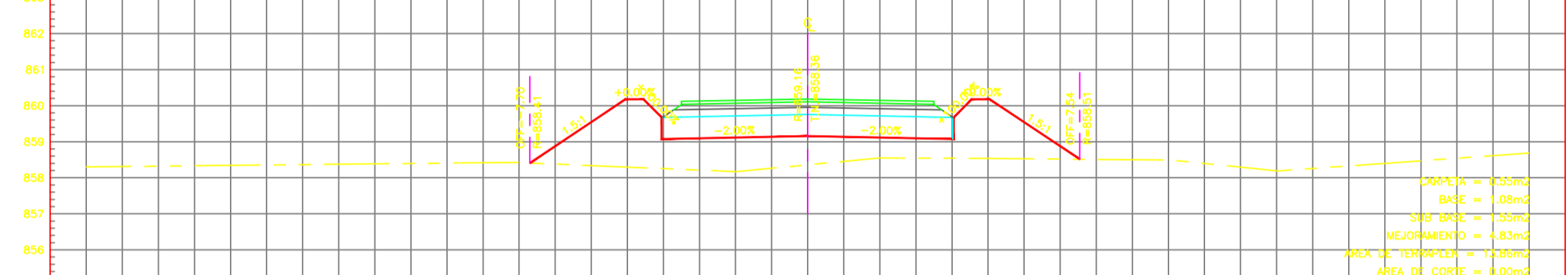
**ESTACION 3+600.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



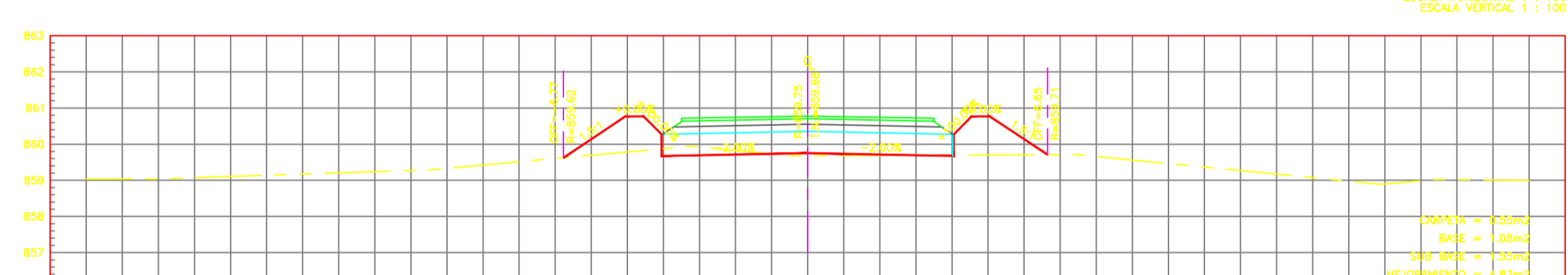
**ESTACION 3+580.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+560.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



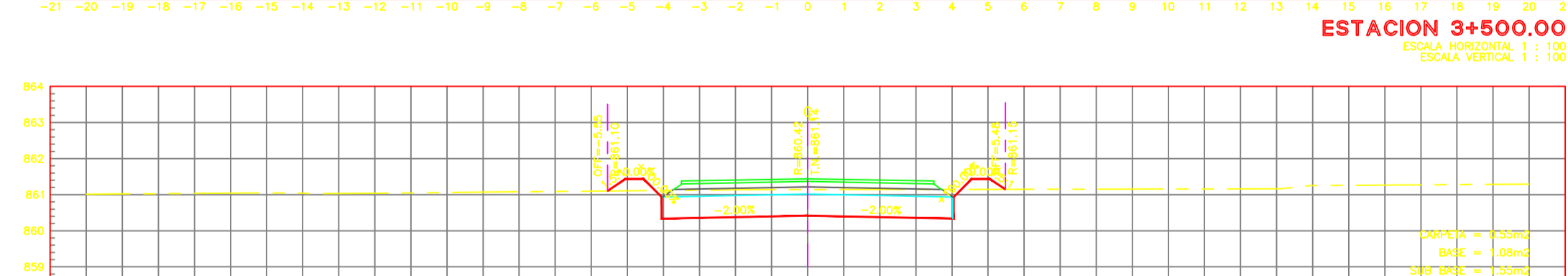
**ESTACION 3+540.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



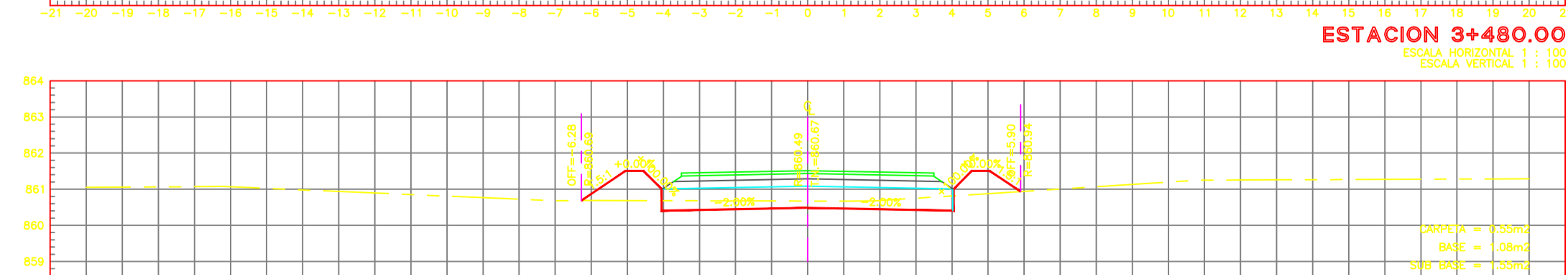
**ESTACION 3+520.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+500.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+480.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+460.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

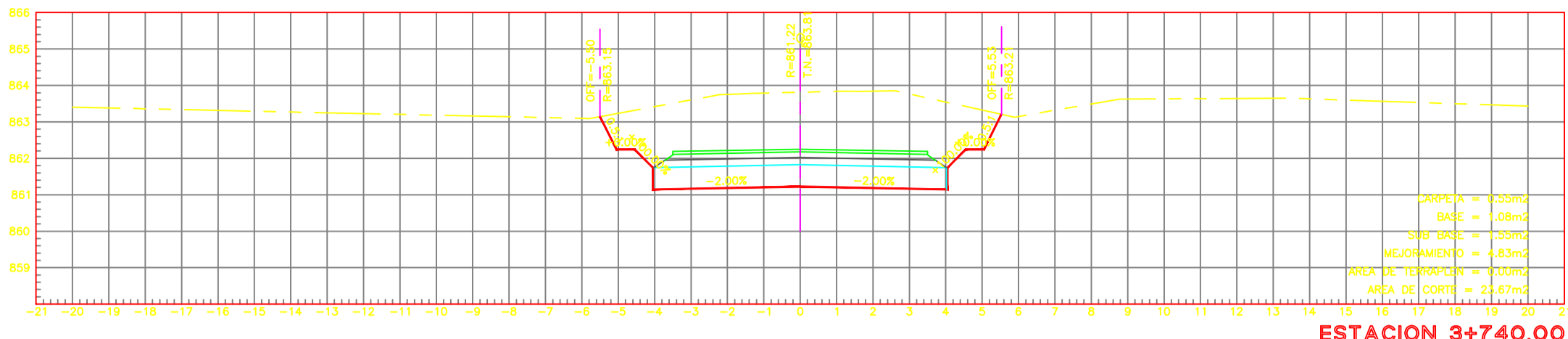
**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

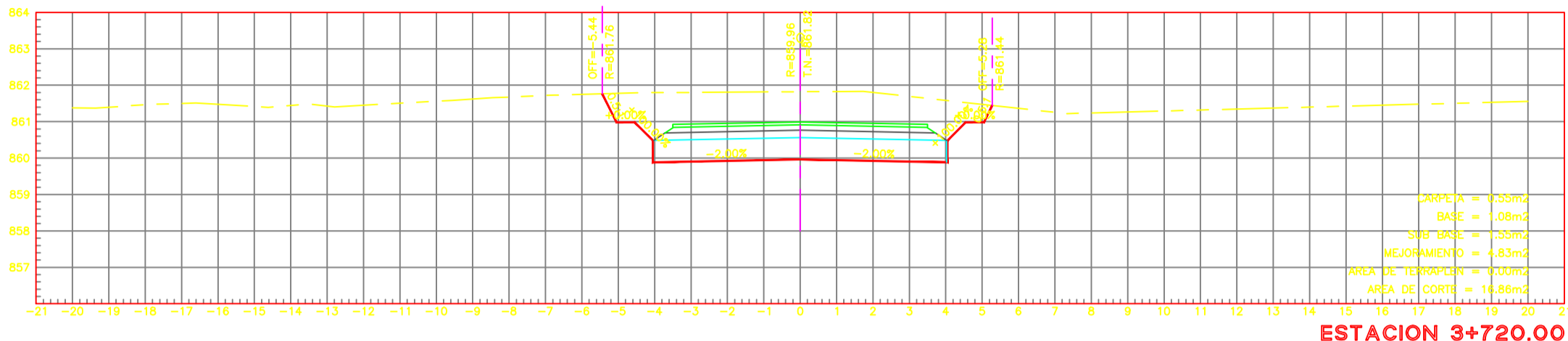
**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

**REALIZADO POR:**  
 Egdo. Pablo Guerrero

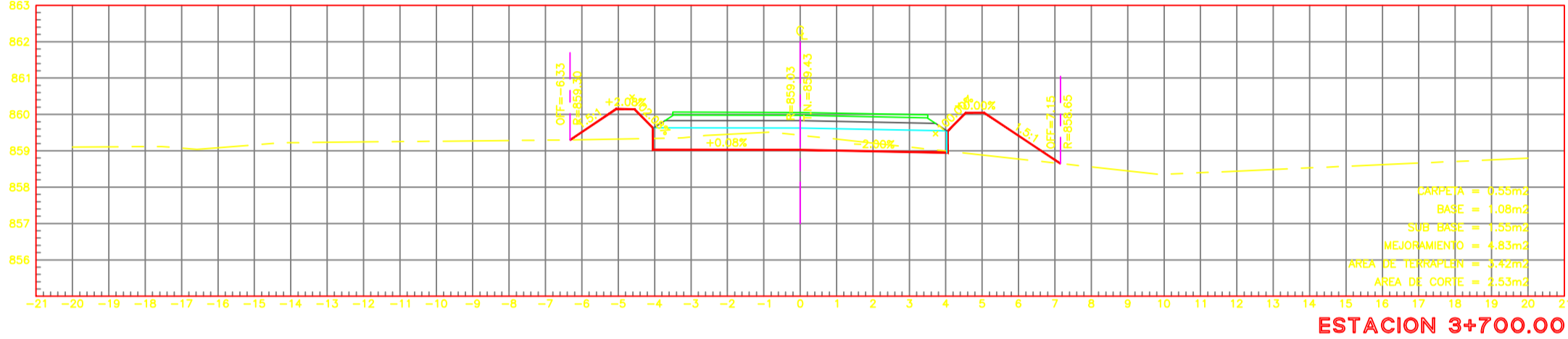
**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya



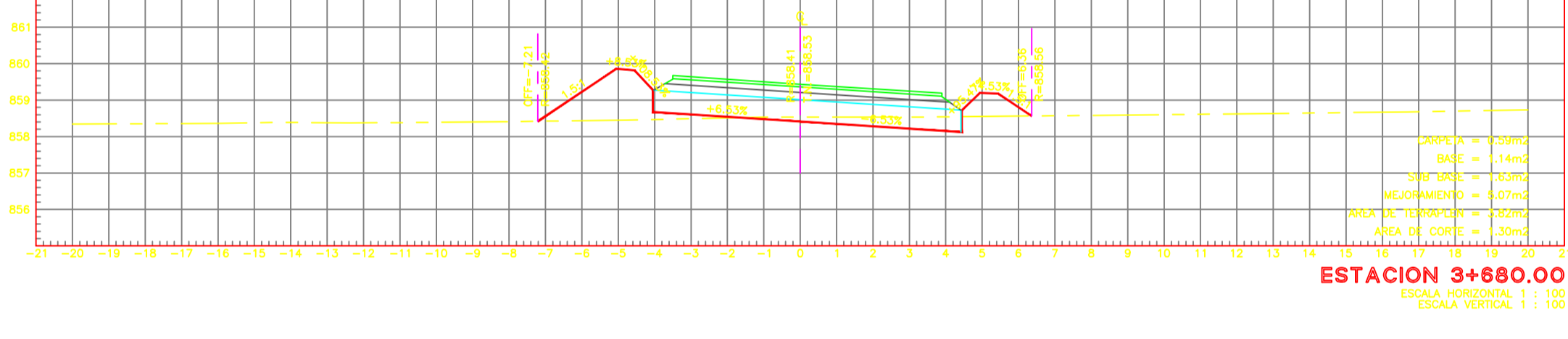
**ESTACION 3+740.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



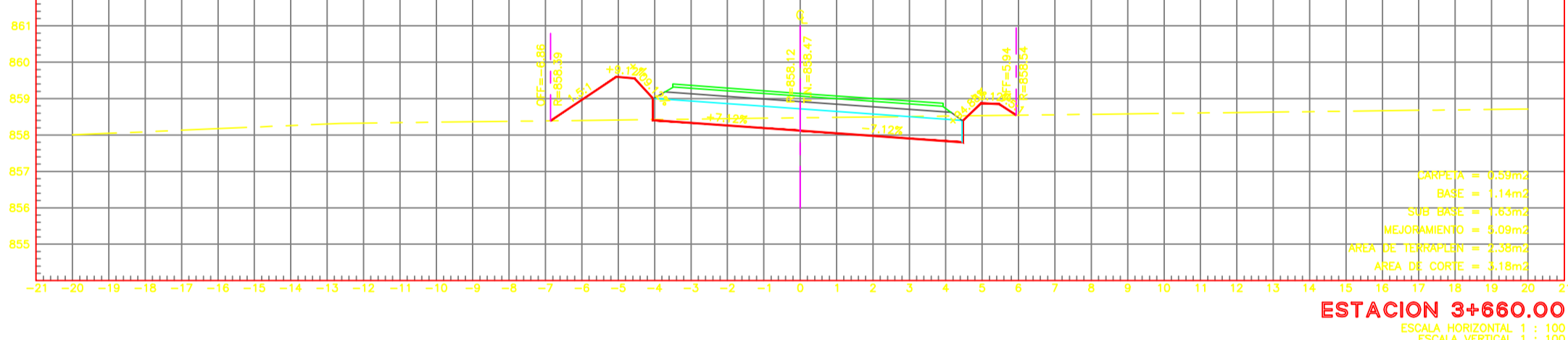
**ESTACION 3+720.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



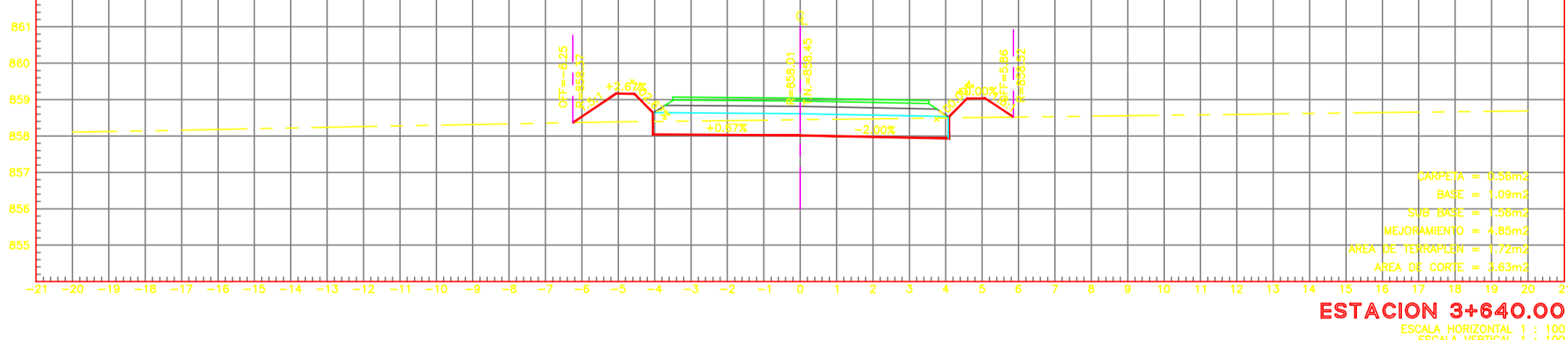
**ESTACION 3+700.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



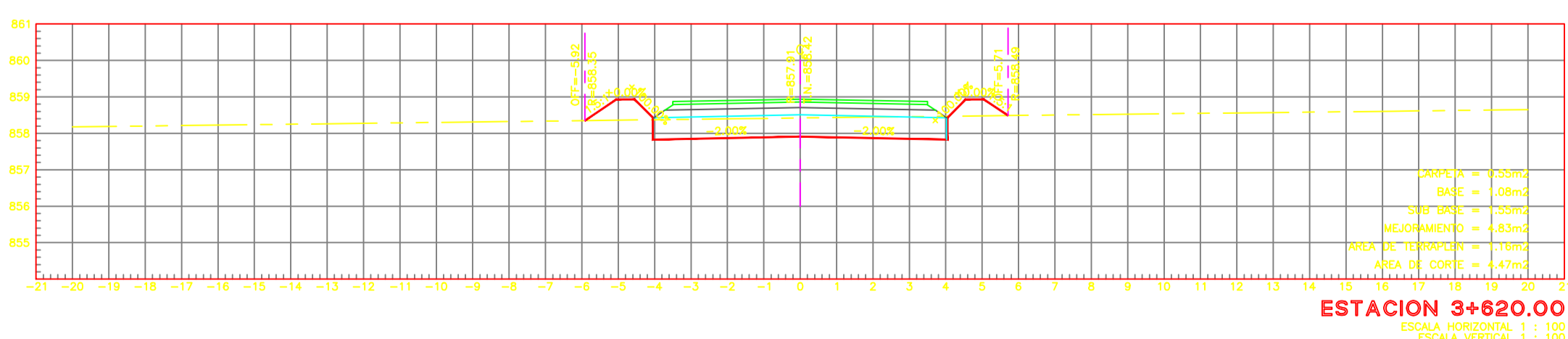
**ESTACION 3+880.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



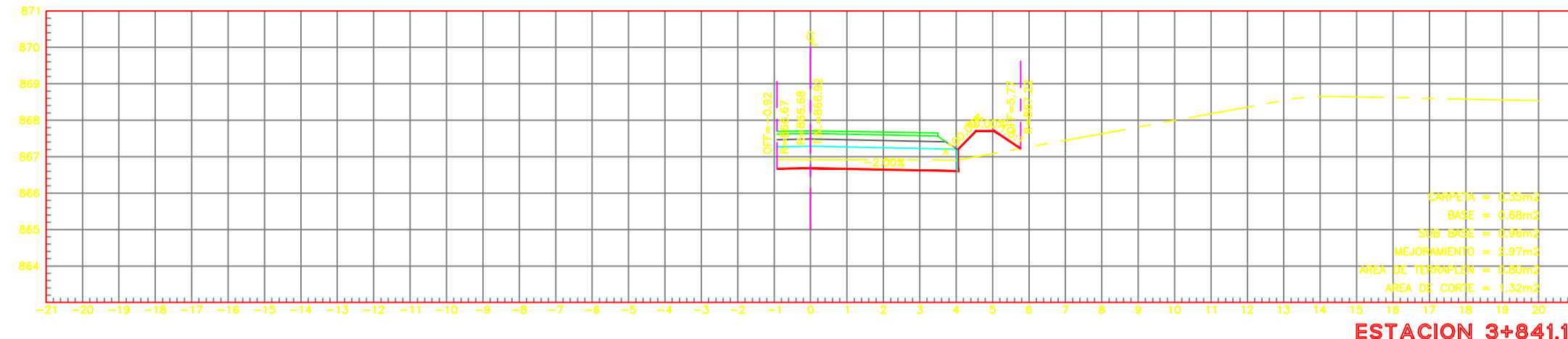
**ESTACION 3+860.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



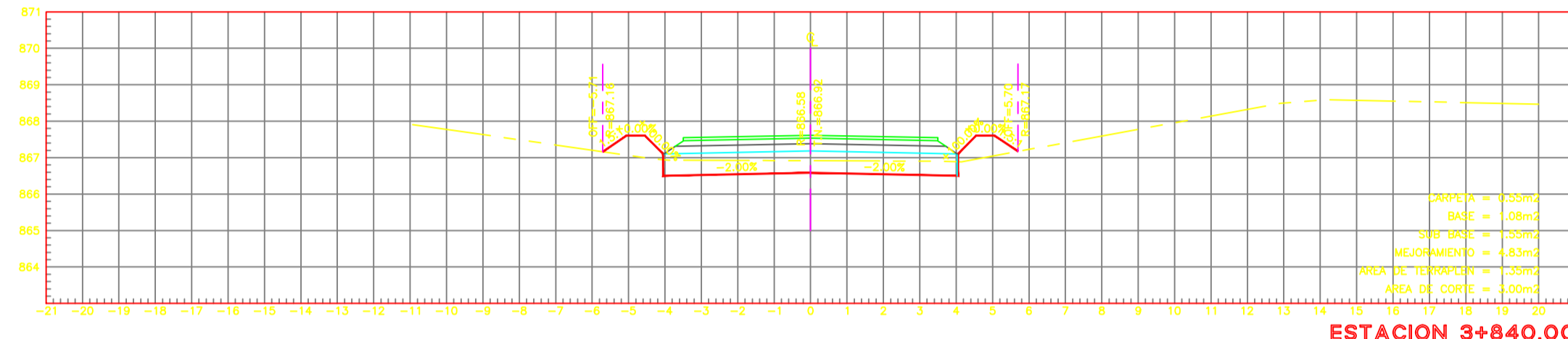
**ESTACION 3+840.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



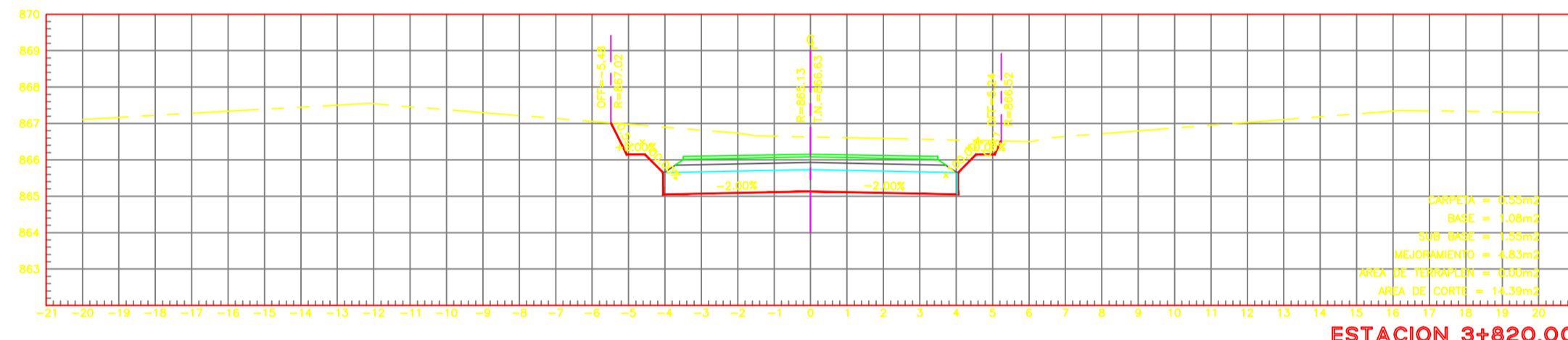
**ESTACION 3+820.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



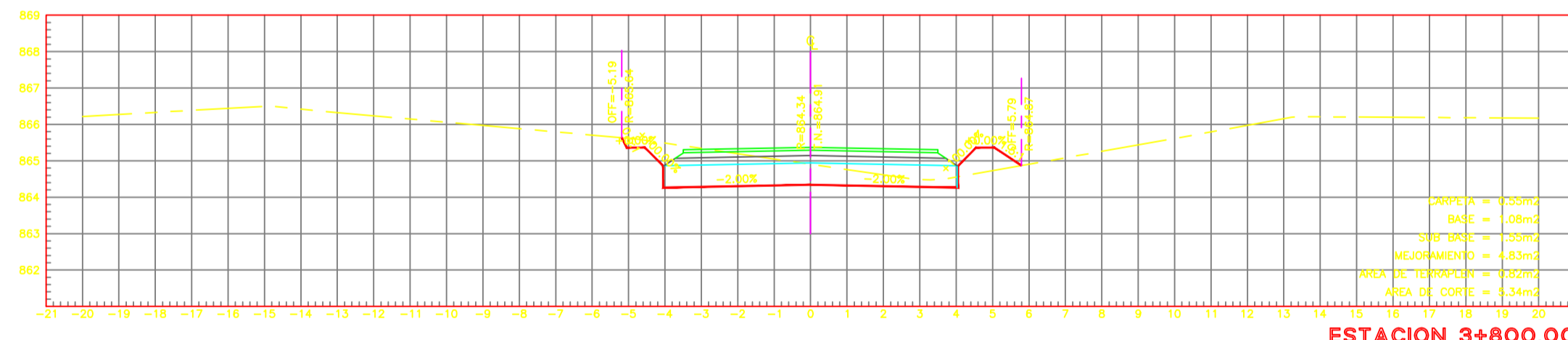
**ESTACION 3+841.11**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



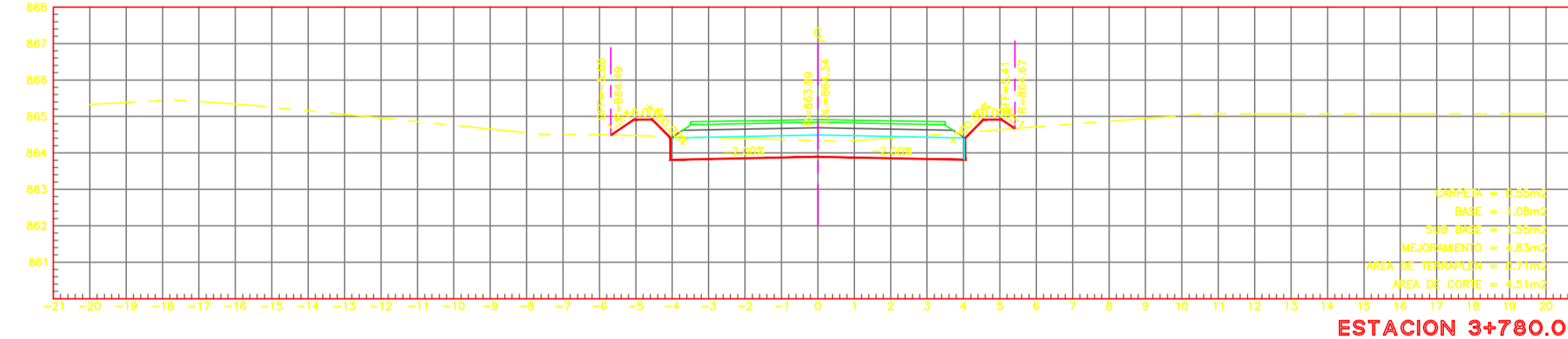
**ESTACION 3+840.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



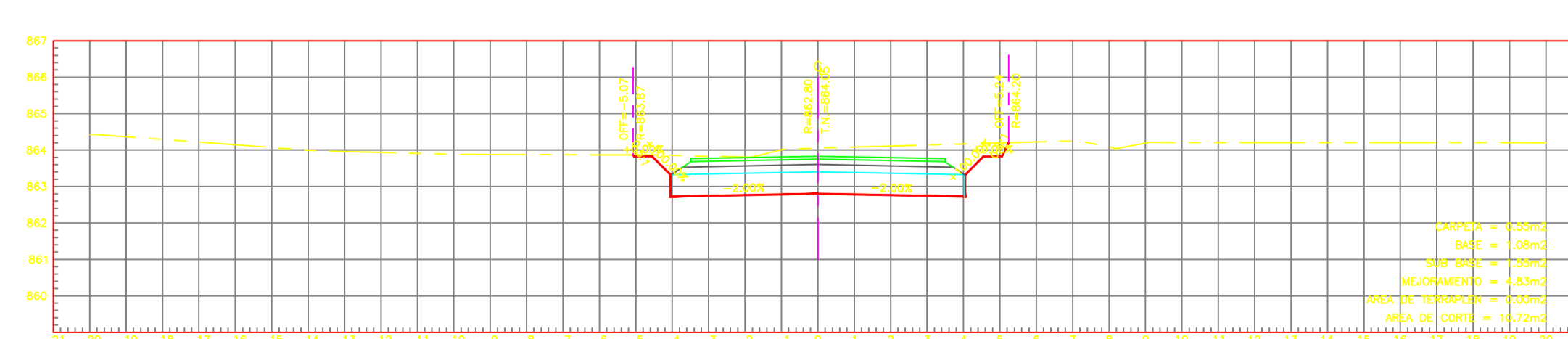
**ESTACION 3+820.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+800.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+780.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100



**ESTACION 3+760.00**  
ESCALA HORIZONTAL 1 : 100  
ESCALA VERTICAL 1 : 100

**PROYECTO:**  
 Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.

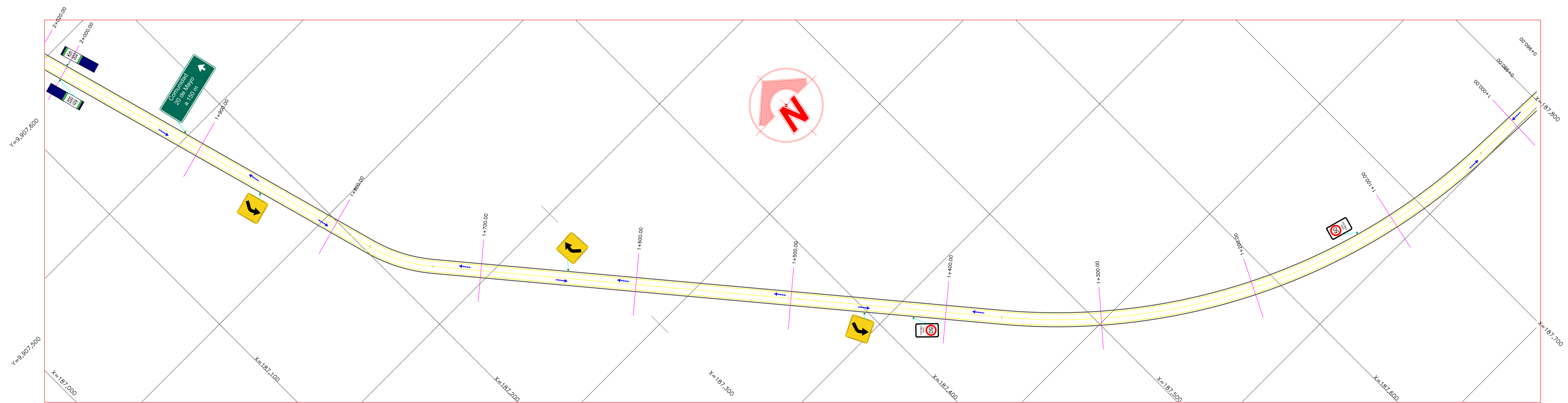
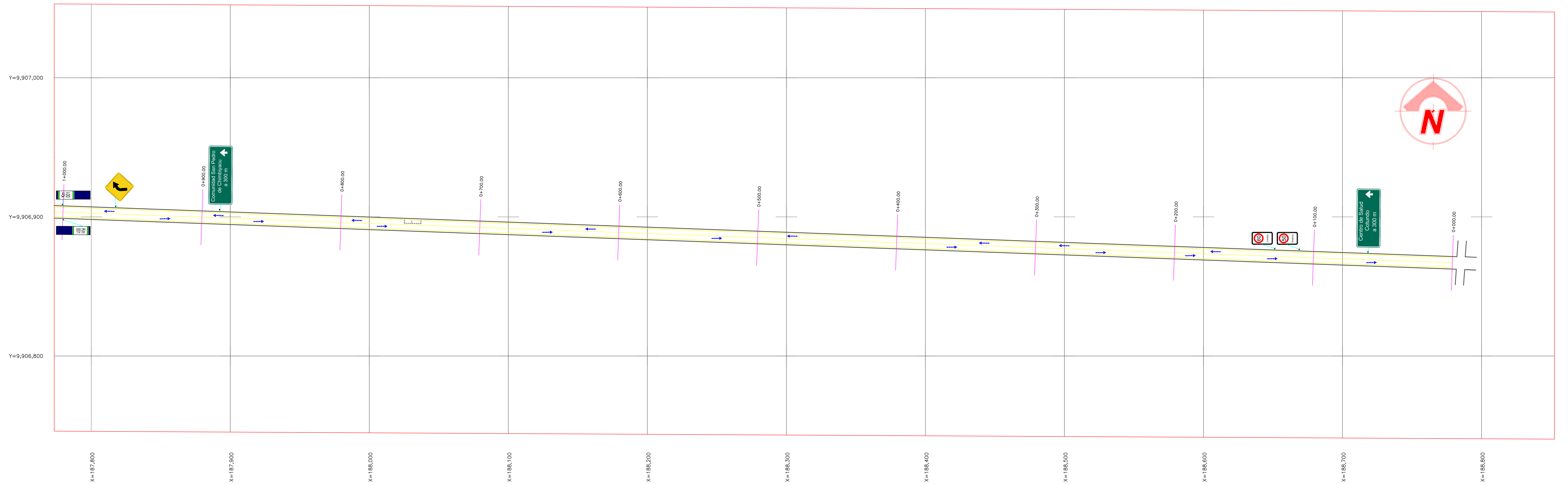
**CONTIENE:**  
 Secciones Transversales

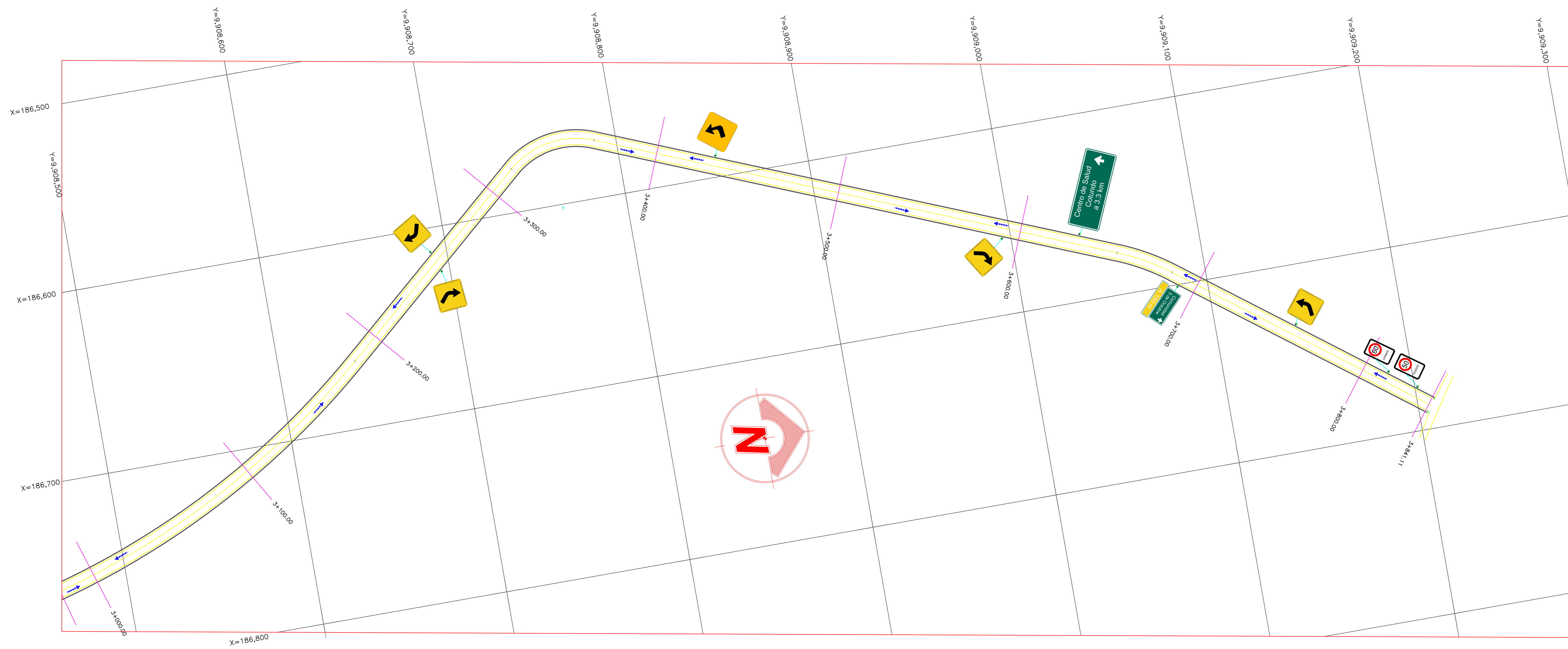
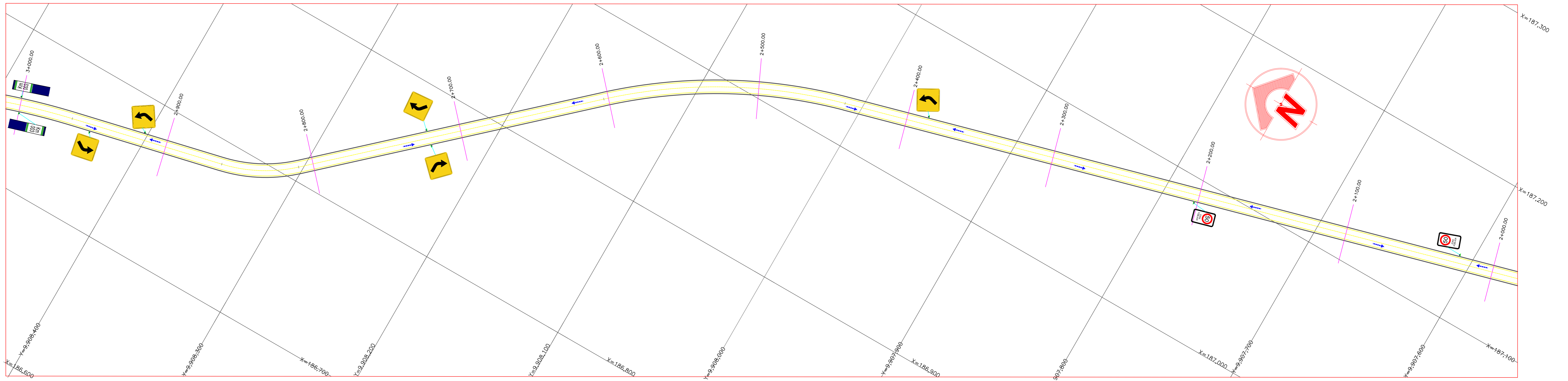
**FECHA:**  
 05 de Julio de 2017

**ESCALA:**  
 H: 1:100  
 V: 1:100

**REALIZADO POR:**  
 Ego. Pablo Guerrero

**TUTOR:**  
 Ing. M.Sc. Dilon Moya





<b>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO</b> FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
<b>PROYECTO:</b> Mejoramiento de la vía Cotundo-Comunidad 5 de Octubre de la parroquia Cotundo, cantón Archidona, provincia de Napo, con la implementación de sistemas alternativos de drenaje.	
<b>CONTIENE:</b> Señalización Vial	
<b>FECHA:</b> 05 de Julio de 2017	
<b>ESCALA:</b> H: 1:1000 V: 1:100	
<b>REALIZADO POR:</b> Ego. Pablo Guerrero	
<b>TUTOR:</b> Ing. M.Sc. Dilon Moya	
<b>NÚMERO DE HOJA:</b> 25	