



UNIVERSIDAD TÉCNICA AMBATO

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

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

TEMA:

**“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO –
PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL
CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Autor: Leonardo David Manosalvas Paredes

Tutor: Ing. Mg. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño

AMBATO – ECUADOR

Marzo – 2021

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por el Sr. Leonardo David Manosalvas Paredes, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1805137856, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, Marzo 2021

Ing. Mg. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Leonardo David Manosalvas Paredes** con C.I. 1805137856 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Marzo 2021



Leonardo David Manosalvas Paredes

C.I: 1805137856

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

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

Ambato, Marzo 2021



Leonardo David Manosalvas Paredes

C.I. 1805137856

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Leonardo David Manosalvas Paredes, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**.

Ambato, marzo 2021

Para constancia firman:

Ing. Mg. Ruth Lorena Pérez Maldonado

Miembro Calificador

Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

Miembro Calificador

DEDICATORIA

El presente Trabajo Técnico de Graduación va dedicado en primer lugar a Dios por darme la vida, guiarme siempre en todo lo que hago y darme la fuerza necesaria para jamás rendirme.

A mi madre Laura el componente principal en mi vida que siempre me brindó su apoyo en todo ámbito, nunca dejó que me diera por vencido, gracias a ella hoy puedo conseguir este logro.

A mi esposa Erika que llegó para convertirse en mi otra mitad y ser el complemento necesario para continuar luchando, gracias preciosa por tu amor, cariño, apoyo y ser un soporte en mi vida, este logro es de los dos.

A mis hijos Aylin y Maximiliano por ser la fuerza para continuar, ellos son los seres por los que he luchado y lucharé siempre hasta convertirlos en personas de bien.

A mis tías/os por cobijarme en sus hogares durante este largo trayecto, gracias a sus consejos y cariño logré alcanzar este sueño, sin su apoyo no habría sido posible, gracias.

A mis primos por su compañía, las alegrías, las travesuras y ser un ejemplo a seguir para mí.

A mis suegros, cuñados/as que llegaron a formar parte de mi vida y convertirse en el apoyo extra que uno necesita.

Culminar con este largo proceso me ha costado lágrimas, pero lo logré, gracias a todas las personas que han sido parte de mi vida.

David Manosalvas

AGRADECIMIENTO

Agradezco en primer lugar a Dios por ser mi guía, cuidarme siempre en cada paso de mi vida, por todas sus bendiciones y brindarme la sabiduría suficiente para culminar con este documento de la mejor manera.

A toda mi familia que siempre me ha brindado su motivación, apoyo, cariño, confianza y palabras de aliento para jamás desmayar y lograr este objetivo.

Al Ingeniero Fricson Moreira por su guía tanto como docente y también como tutor, por impartir sus conocimientos conmigo y permitir que se culmine este proyecto satisfactoriamente.

A los docentes, compañeros y demás personal universitario que han estado presentes en este largo recorrido con quienes he compartido inolvidables experiencias, gracias por su apoyo y enseñanza.

Gracias a todas las personas que fueron parte de este proceso de estudio, sea directa o indirectamente, gracias a todos por su apoyo, fue muy importante.

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xiv
ÍNDICE DE ANEXOS	xvi
RESUMEN.....	xix
ABSTRACT	xx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO	1
1. Tema	1
1.1 Antecedentes del proyecto técnico	1
1.1.1 Antecedentes.....	1
1.1.2 Justificación	3
1.1.3 Fundamentación teórica	4
1.2 Objetivos.....	62
1.2.1 Objetivo general.....	62
1.2.2 Objetivos específicos	62

CAPÍTULO II.....	63
METODOLOGÍA	63
2.1 Materiales y equipos.....	63
2.1.1 Materiales.....	63
2.1.2 Equipos	64
2.2 Métodos	65
2.2.1 Ubicación y datos informativos del proyecto	66
2.2.2 Plan de recolección de datos.....	70
2.2.3 Plan de procesamiento y análisis de información.....	71
CAPÍTULO III.....	73
RESULTADOS Y DISCUSIÓN	73
3.1 Análisis y discusión de resultados	73
3.1.1 Levantamiento topográfico.....	73
3.1.2 Conteo vehicular.....	73
3.1.3 Estudio de suelos	80
3.1.4 Diseño geométrico de la vía.....	84
3.1.5 Diseño del pavimento flexible	94
3.1.6 Presupuesto referencial.....	115
3.1.6.1 Análisis de precios unitarios	115
3.1.6.2 Rubros.....	115

CAPÍTULO IV	126
CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	126
4.1 Conclusiones.....	126
4.2 Recomendaciones	127
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	128
ANEXOS	131

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado	6
Tabla 2. Relación Función, Clase MOP y Tráfico	7
Tabla 3. Clasificación por condiciones orográficas	8
Tabla 4. Velocidad de diseño en km/h	17
Tabla 5. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño.....	18
Tabla 6. Longitudes de tramos en tangente.....	19
Tabla 7. Radios mínimos de curva de acuerdo al coeficiente (f) de fricción lateral y el peralte (e).	21
Tabla 8. Valores mínimos recomendables de la longitud de la espiral.	28
Tabla 9. Valores máximos permisibles del coeficiente de fricción lateral “f”.....	29
Tabla 10. Coeficiente de fricción lateral “f” en base a la velocidad de diseño.	30
Tabla 11. Peraltes máximos permitidos	30
Tabla 12. Distancia de parada en pavimento mojado y a nivel.....	36
Tabla 13. Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento.....	38
Tabla 14. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas	40
Tabla 15. Gradientes y longitudes máximas	40
Tabla 16. Curvas verticales convexas mínimas	43
Tabla 17. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas	44
Tabla 18. Curvas verticales cóncavas mínimas.....	45
Tabla 19. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas	45
Tabla 20. Anchos de la calzada.....	48
Tabla 21. Valores de diseño para el ancho de espaldones (metros).....	49
Tabla 22. Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos	50
Tabla 23. Clasificación de superficies de rodadura.....	50
Tabla 24. Granulometría para sub-bases.....	58
Tabla 25. Especificaciones generales para sub-bases	58
Tabla 26. Granulometría para bases.....	59

Tabla 27. Especificaciones generales para bases	59
Tabla 28. Granulometría para mezcla asfáltica	60
Tabla 29. Especificaciones para mezcla asfáltica	61
Tabla 30. Ubicación Geográfica del Proyecto	69
Tabla 31. Conteo Vehicular diario	73
Tabla 32. Volumen de vehículos en la hora pico	74
Tabla 33. Tránsito Actual.....	78
Tabla 34. Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico	79
Tabla 35. Tráfico futuro del proyecto	80
Tabla 36. Localización pozos a cielo abierto	81
Tabla 37. Granulometría	82
Tabla 38. Límites de Atterberg	82
Tabla 39. Próctor modificado.....	82
Tabla 40. CBR puntual.....	83
Tabla 41. Valor percentil de diseño	83
Tabla 42. Velocidad de Diseño en Km/h	85
Tabla 43. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño.....	86
Tabla 44. Radios mínimos de curva de acuerdo al coeficiente (f) de fricción lateral y el peralte (e)	87
Tabla 45. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas de parada de un vehículo (Metros).....	88
Tabla 46. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo (Metros).....	89
Tabla 47. Periodo de análisis según el tipo de carretera	95
Tabla 48. Factor de daño según el tipo de vehículo	96
Tabla 49. Factor de distribución por dirección (Dd).....	97
Tabla 50. Factor de distribución por carril (Dc).....	97
Tabla 51. Cálculo de ejes equivalentes a 8.2 toneladas	98
Tabla 52. Niveles recomendados de confiabilidad.....	99
Tabla 53. Desviación estándar normal Z_r	100
Tabla 54. Valores mínimos de espesores en función de los ejes equivalentes.....	102

Tabla 55. Coeficiente estructural a1.....	104
Tabla 56. Coeficiente estructural a2.....	105
Tabla 57. Coeficiente estructural a3.....	107
Tabla 58. Calidad del drenaje.....	107
Tabla 59. Valores de m2 y m3	108
Tabla 60. Datos de resultados obtenidos.....	109

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Curvas de nivel.....	5
Figura 2. Gráfica para el volumen horario de diseño (VHD)	12
Figura 3. Elementos de la curva circular simple.....	21
Figura 4. Curva compuesta de dos radios	24
Figura 5. Curva compuesta de dos radios	25
Figura 6. Curva de transición.....	26
Figura 7. Estabilidad de un vehículo en curva	29
Figura 8. Métodos para desarrollar el peralte	31
Figura 9. Desarrollo del peralte.....	32
Figura 10. Sobreancho en las curvas.....	33
Figura 11. Distancia de visibilidad de parada	35
Figura 12. Distancia de visibilidad de adelantamiento	36
Figura 13. Elementos del alineamiento vertical.....	39
Figura 14. La tangente vertical	39
Figura 15. Elementos curva vertical	41
Figura 16. Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas	42
Figura 17. Curva vertical simétrica.....	46
Figura 18. Curva vertical asimétrica	47
Figura 19. Sección transversal típica de dos carriles	47

Figura 20. Formas de cunetas usuales.....	52
Figura 21. Elementos que conforman una alcantarilla.....	53
Figura 22. Ubicación macro del proyecto.....	66
Figura 23. Ubicación meso del proyecto	67
Figura 24. Ubicación micro del proyecto.....	68
Figura 25. Camino existente Romerillo-Pinllopata Km 8+000 – 12+000.....	68
Figura 26. Contenido de humedad natural	81
Figura 27. CBR de diseño	84
Figura 28. Sección típica.....	94
Figura 29. Espesores de las capas del pavimento	102
Figura 30. Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a1.....	103
Figura 31. Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a2.....	105
Figura 32. Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a3.....	106
Figura 33. Cálculo del número estructural SN.....	109
Figura 34. Cálculo de la estructura del pavimento.....	110
Figura 35. Programa de la ecuación AASHTO 93 (con mejoramiento).....	113
Figura 36. Espesores de la capa asfáltica del km 11+000 - 12+000 (con mejoramiento)	114

ÍNDICE DE ANEXOS

ANEXO A.- MATERIALES Y EQUIPOS	131
Anexo A-1. Estacas de madera.....	132
Anexo A-2. Cal.....	132
Anexo A-3. Cuaderno de apuntes.....	132
Anexo A-4. Sacos de yute	132
Anexo A-5. Pintura.....	132
Anexo A-6. Sistema de posicionamiento global (GPS)	133
Anexo A-7. Drone	133
Anexo A-8. Equipo trimble GNSS R10 (RTK).....	133
Anexo A-9. Equipo de telefonía celular	133
Anexo A-10. Herramienta menor	134
Anexo A-11. Equipo de seguridad	134
Anexo A-12. Computadora	134
Anexo A-13. Cinta métrica.....	134
Anexo A-14. Flexómetro.....	134
ANEXO B.- LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	135
Anexo B-1. Reconocimiento del punto inicial de la ruta del proyecto.	136
Anexo B-2. Recorrido de la ruta existente.	136
Anexo B-3. Observación de la topografía del terreno.	136

Anexo B-4. Explicación de posibles rutas.....	136
Anexo B-5. Recepción de puntos a través del GPS.....	137
Anexo B-6. Control de mando del dron.....	137
Anexo B-7. Georreferenciación de puntos con el equipo RTK.....	137
Anexo B-8. Toma de ortofotos con el dron.....	137
Anexo B-9. Ortofotos tomadas con el dron.....	138
ANEXO C.- CONTEO VEHICULAR	139
Anexo C-1. Conteo vehicular lunes 02 de diciembre de 2019.....	140
Anexo C-2. Conteo vehicular martes 03 de diciembre de 2019.....	141
Anexo C-3. Conteo vehicular miércoles 04 de diciembre de 2019.....	142
Anexo C-4. Conteo vehicular jueves 05 de diciembre de 2019.....	143
Anexo C-5. Conteo vehicular viernes 06 de diciembre de 2019.....	144
Anexo C-6. Conteo vehicular sábado 07 de diciembre de 2019.....	145
Anexo C-7. Conteo vehicular domingo 08 de diciembre de 2019.....	146
Anexo C-8. Tabla demostrativa de tipos de vehículos motorizados remolques y semirremolques.....	147
ANEXO D.- VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO	149
ANEXO E.- ESTUDIO DE SUELOS	155
Anexo E-1. Ensayo próctor.....	156
Anexo E-2. Ensayo con cuchara de casa grande.....	156

Anexo E-3. Ensayo de granulometría.....	156
Anexo E-4. Preparación del suelo a ensayarse	156
Anexo E-5. Granulometría	157
Anexo E-6. Límites	162
Anexo E-7. Compactación.....	167
Anexo E-8. Compactación C.B.R.....	172
Anexo E-9. Ensayo de penetración C.B.R	177
ANEXO F.- PRECIOS UNITARIOS	182
Anexo F-1. Análisis de precios unitarios Rubro 1	183
Anexo F-2. Análisis de precios unitarios Rubro 2	184
Anexo F-3. Análisis de precios unitarios Rubro 3	185
Anexo F-4. Análisis de precios unitarios Rubro 4	186
Anexo F-5. Análisis de precios unitarios Rubro 5	187
Anexo F-6. Análisis de precios unitarios Rubro 6	188
Anexo F-7. Análisis de precios unitarios Rubro 7	189
Anexo F-8. Análisis de precios unitarios Rubro 8	190
Anexo F-9. Análisis de precios unitarios Rubro 9	191
Anexo F-10. Análisis de precios unitarios Rubro 10	192
ANEXO G .- PLANOS DE DISEÑO.....	193

RESUMEN

El presente proyecto técnico se desarrolló en la provincia de Cotopaxi, iniciando con una caminata de reconocimiento del lugar con la finalidad de observar las características del terreno previo a la realización del levantamiento topográfico y los equipos que serán necesarios utilizar para este fin. Se optó utilizar un drone para el levantamiento topográfico debido a las características del terreno que cuenta con pendientes pronunciadas.

Se realizó el conteo vehicular por 7 días seguidos con un tiempo de 12 horas diarias y periodos de 15 minutos, este dato obtenido se usó para desarrollar el proyecto y determinar en base al conteo la velocidad de diseño y circulación y de acuerdo a éste el tipo de vía existente (Clase V). También se recolectó muestras de suelo para determinar las propiedades físicas y mecánicas a través de los ensayos y determinar el tipo de suelo para obtener los espesores que llevará la vía.

Este proyecto está realizado siguiendo la norma del Ministerio de Obras Públicas (MOP-2003), que rige en nuestro país como Ministerio de Transporte y Obras Públicas, cumpliendo esta norma se realizó el diseño horizontal, vertical y transversal, adaptando las características del terreno, velocidad adoptada y demás restricciones que nos dicta la norma.

A través de los diseños se determinó las cuantificaciones de los volúmenes de corte y relleno, también un presupuesto referencial del proyecto completo el cual puede estar sujeto a cambios debido a la variación de los índices de mano de obra y de los precios unitarios.

ABSTRACT

This technical project was developed in the province of Cotopaxi, beginning with a walk to recognize the place to observe the characteristics of the terrain prior to carrying out the topographic survey and the equipment that will be necessary to use for this purpose. It was decided to use a drone for the topographic survey due to the characteristics of the terrain that has steep slopes.

The vehicle count was carried out for 7 days in a row with a time of 12 hours a day and periods of 15 minutes, this data obtained was used to develop the project and determine based on the count the design and circulation speed and according to this the type of existing track (Class V). Soil samples were also collected to determine the physical and mechanical properties through the tests and determine the type of soil to obtain the thickness that the road will carry.

This project is carried out following the norm of the Ministry of Public Works (MOP-2003), which governs in our country as the Ministry of Transportation and Public Works, complying with this norm, the horizontal, vertical, and cross-sectional design was carried out, adapting the characteristics of the land, adopted speed and other restrictions that the norm dictates.

Through the designs, the quantifications of the cut and fill volumes were determined, as well as a referential budget of the complete project which may be subject to changes due to the variation of labor indexes and unit prices.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1. Tema

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

1.1 Antecedentes del proyecto técnico

1.1.1 Antecedentes

En la actualidad se observa un gran crecimiento poblacional el cual va de la mano con el crecimiento vehicular, por lo cual es necesario construir, desarrollar, mejorar y rehabilitar las vías existentes, las cuales deben cumplir varios factores para su correcta operabilidad, debe brindar protección, seguridad y comodidad al usuario.

Las vías secundarias y terciarias siempre han jugado un papel importante para unir las zonas aisladas y remotas de los países, ya que han facilitado el acceso de bienes y servicios a estas zonas, así como ayudan al transporte y comercialización de sus productos agrícolas a las principales ciudades de consumo.

Una mejor accesibilidad requiere de un mejoramiento total mas no solo el mejoramiento de vías individuales por lo que se considera importante realizar planeamiento vial para poder observar los grandes corredores que permitan la comunicación entre pueblos, ciudades y regiones. [1]

El mejoramiento y creación de nuevas vías generan ventajas de movilidad ya que influyen directamente en la disminución de costos de movilidad de los productos y mercancías por ende el Banco Interamericano de Desarrollo considera importante el mejoramiento de la infraestructura vial determinando que los países con mejor desarrollo vial obtienen una alta capacidad productora lo que fortalece sus ventajas de competencias con respecto a los demás países del mundo.

Es importante resaltar el estudio realizado sobre la relación existente entre la inversión en infraestructura vial y el crecimiento económico, ya que se observa que genera mayor rentabilidad para los productores y reduce significativamente los costos de producción. Por lo tanto, si aumenta la rentabilidad genera mayor inversión y por ende aumenta la producción y eleva la competitividad para enfrentarse a los grandes mercados a nivel mundial, y genera mayor confianza hacia los productores para intercambiar sus productos facilitando los tiempos y minimizando los costos de transporte de personas y productos.

[2]

Para que las vías sean adecuadas para el tránsito se espera que las carreteras garanticen la comodidad y seguridad de los usuarios, permitan una operación eficiente del tráfico y al mismo tiempo atraigan el menor costo posible en construcción y mantenimiento. También se espera que las carreteras causen daños mínimos al medio ambiente y sean estéticamente agradables en su forma final.

El diseño geométrico es el medio a través del cual se satisfacen estas demandas. Como dice el Manual de Carreteras del Ministerio Federal de Obras de Nigeria (FMW), “el diseño geométrico se enfoca en las medidas específicas que proporcionan una operación eficiente y apropiada de la carretera, así como también brindan todos los detalles específicos que hacen que las carreteras sean seguras y compatible con las circunstancias sociales y ambientales que rodean el camino”.

El diseño geométrico de las carreteras se puede subdividir en tres partes principales: alineación horizontal, alineación vertical y sección transversal, que cuando se combinan proporcionan un diseño tridimensional para una carretera.

La alineación horizontal de una carretera define su ubicación y orientación en vista en planta. Comprende tres elementos geométricos, que incluyen tangentes (secciones rectas), curvas circulares y espirales de transición entre tangentes y curvas, la alineación vertical (o perfil de la carretera) es la sección longitudinal de la carretera, que comprende tales elementos geométricos como crestas y curvas de hundimiento, y los gradientes (líneas rectas) que los conectan.

La sección transversal de la carretera debe mostrar la posición y el número de carriles y aceras para vehículos y bicicletas junto con sus pendientes transversales; hombreras, zanjas de drenaje, etc.

Los elementos de geometría de la carretera se seleccionan, dimensionan y colocan de manera que satisfagan criterios de diseño tales como distancia visual, estabilidad del vehículo, comodidad del conductor, drenaje, economía y estética. El proceso de diseño implica un poco de redacción y una serie de análisis y cálculos.

Las tareas que realizará el ingeniero de diseño incluyen: crear la alineación del camino y trazar el perfil del camino usando coordenadas (o rumbos), estaciones y elevaciones; cálculo de distancias visuales, radios de curvas horizontales y longitudes de curvas verticales; cálculo de cantidades de movimiento de tierras y numerosos otros análisis y cálculos destinados a encontrar la alineación óptima mientras se satisfacen las normas y limitaciones de diseño. [3]

1.1.2 Justificación

Las vías terciarias y secundarias durante toda la historia han sido de gran importancia para el desarrollo de los pueblos, brindándoles la oportunidad de negociar o incluso intercambiar productos con otras regiones. Sin embargo, existe una problemática mayor, que durante todo el tiempo transcurrido y el avance tecnológico en auge se ha observado una incapacidad técnica de los organismos a cargo del estudio de las redes viales, así como la dificultad para soportar técnicamente la gestión de proyectos viales en los ámbitos legales, financieros, ambientales y propios de la ingeniería los cuales han disminuido el progreso del país. [4]

Para muestra de resultados se debe incorporar criterios económicos, sociales y ambientales como prioridad para obtener resultados en el trabajo de una red vial. [5] El Ministerio de Transporte y Obras Públicas es el encargado de la red vial del Ecuador, el cual administra y proviene de recursos para mejoramiento de este. Por tanto, este organismo recibe propuestas planteadas por los gobiernos cantonales o parroquiales y realiza un estudio mediante el cual de ser el caso designa presupuestos ya sea para apertura o mejoramiento de una red vial con la finalidad de ayudar a una mejor comunicación del país. [1]

La realización o mejoramiento de una vía incide positivamente en el progreso del sector donde se realiza la vía actuando directamente en la población residente de los sectores y beneficiando en varios aspectos como el comercio, infraestructura, tiempo de traslado, comunicación entre pueblos que se encuentran alejados, contribuyendo así al avance de los sectores y la calidad de vida de la población generando una rehabilitación social y económica. [6]

Es muy importante mejorar las características y calidad de las vías terciarias de un país ya que es un impulso para el desarrollo socioeconómico de las zonas más pobres o rurales las cuales se encuentran alejadas de las grandes ciudades. Para que esto surta efecto es primordial realizar buenos diseños geométricos y de pavimentos, así como con tecnologías apropiadas las cuales benefician simultáneamente a todo un país siguiendo estándares de calidad mundial y local. [7]

Con la adecuación de la vía propuesta se beneficiará la provincia y el país en muchos aspectos, ya que generaría una mejor comunicación entre sectores e incluso regiones permitiendo el crecimiento de los beneficiarios por lo que es de vital importancia que se realice un estudio técnico el cual brinde la seguridad necesaria basándose en los manuales de Diseño Geométrico de Carreteras e identificar los tramos que puedan tener conflictos. [2]

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 Topografía

La topografía es aquella que permite representar en un plano las extensiones de la tierra por medio de puntos obteniendo todas sus formas físicas y accidentes a través de un levantamiento topográfico que conlleva el uso de direcciones, distancias, ángulos y elevaciones. [8]

Levantamiento topográfico

Proceso a través del cual se fija posiciones de los puntos terrestres a través de operaciones que se realizan en el campo y abarca una extensión reducida (menor de 30 Km) en donde se obtiene la representación en un plano. Y si se opta por un proyecto más grande superior a 30 Km debe realizarse un levantamiento geodésico [9]

Levantamientos topográficos fotogramétricos

Es el método mediante el cual se utilizan fotografías aéreas para realizar elaboración de planos y mediciones. [9] Estos levantamientos pueden hacerse a través de aviones que tiene cámaras especiales, drones, o desde estaciones de la tierra. [10]

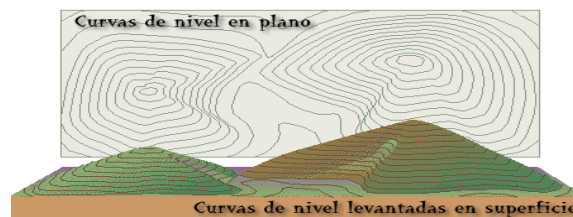
Levantamiento fotogramétrico con drones

Los drones o vehículos aéreos no tripulados son excelentes herramientas para levantamientos topográficos debido a su gran precisión y confiabilidad, trae muchos beneficios al crear imágenes aéreas en tiempo real a partir de puntos y mallas obtenidas en las imágenes, las cuales posteriormente son procesadas por un software especializado el cual procesa los puntos georreferenciados de la superficie del suelo sobrevolado. [11]

Curvas de nivel

Son líneas que unen puntos que se encuentran en la misma altura o elevación que generalmente coinciden con la línea del nivel del mar cuyo objetivo es transportar la forma tridimensional que tiene la superficie terrestre en un mapa bidimensional. Estas líneas tienen intervalos verticales entre ellas y si se disminuyen estos valores las curvas aumentan. Los intervalos dependen el propósito del levantamiento. [12]

Figura 1. Curvas de nivel



Fuente: S. Navarro [12]

1.1.3.2 Sistema de conexión vial

Sistema que enlazan las diferentes vías de comunicación que conectan comunidades, pueblos, y/o ciudades con la finalidad de desarrollar la economía de un país.

1.1.3.2.1 Carreteras

Una carretera es una infraestructura de transporte a través del cual se permite el paso de vehículos de forma continua en el espacio y el tiempo, la cual requiere un nivel de seguridad adecuado en rapidez y comodidad. [13] Esta puede variar en sus características dependiendo la clasificación de carretera en la cual se encuentra. [14]

1.1.3.2.1.1 Clasificación de carreteras

a. Clasificación por capacidad (función del TPDA)

Es importante considerar que para un diseño vial en el país el tráfico a tomar en cuenta es para un periodo de 15 o 20 años.

Tabla 1. Clasificación de carreteras en función del tráfico proyectado

Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003[15]

b. Clasificación por jerarquía en la red vial

Las carreteras deberán diseñarse tomando en cuenta las características geométricas según su clase y deberán realizarse por etapas dependiendo el incremento del tráfico.

Tabla 2. Relación Función, Clase MOP y Tráfico

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA (según MOP)	TPDA (1) (AÑO FINAL DE DISEÑO)
CORREDOR ARTERIAL	RI – RII (2)	>8000
	I	3000 - 8000
COLECTORA	II	1000 - 3000
	III	300 – 1000
VECINAL	IV	100 – 300
	V	<100

Fuente: “Norma de Diseño Geométrico de Carreteras”, MTOP 2003[15]

Corredores arteriales

Los corredores arteriales son la mayoría de las carreteras existentes en el país y se encuentran en la (Clase I y II), pueden ser de calzadas separadas y de calzada única con una sola superficie en buen estado además de espaldones adecuados a cada lado.

Vías colectoras

Son aquellas que reciben el tráfico de los caminos vecinales, son carreteras de clase I, II, III y IV. Son utilizadas por poblaciones que no se encuentran conectadas a través de la arteria nacional.

Caminos vecinales

Encierra los caminos rurales del país que pertenecen a la clase IV y V los cuales se encuentran fuera de menciones anteriores.

c. Clasificación por condiciones orográficas

Tabla 3. Clasificación por condiciones orográficas

Tipo de terreno	Inclinación Transversal	Pendiente Longitudinal
Plano	$\leq 10\%$	$\leq 3\%$
Ondulado	10% - 50%	3% - 6%
Accidentado	50% - 100%	6% - 8%
Escarpado	$> 100\%$	$> 8\%$

Fuente: “Análisis del Diseño Geométrico de Carreteras”, Borja (2017) [16]

d. Clasificación según su jurisdicción

Red nacional

Se encuentran administradas por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas y engloba la red primaria de carreteras.

Red provincial

Son aquellas que pertenecen a los gobiernos provinciales y abarca a las vías secundarias.

Red cantonal

A cargo de los GADS y se encuentran las vías urbanas, suburbanas y rurales dentro de esta red. [13]

e. Clasificación según el número de calzadas

Carreteras de calzadas separadas

Son aquellas que poseen calzadas separadas para cada sentido de circulación y tienen una separación física entre ellas. Puede haber incluso varias calzadas para cada sentido de circulación.

Carreteras de calzada única

Es aquella que posee una sola calzada para los dos sentidos de circulación independiente del número de carriles existentes y no hay una separación física en ella. [17]

f. Clasificación de acuerdo a la superficie de rodamiento

Pavimentos flexibles: son aquellos que están conformados por una mezcla bituminosa de asfalto correctamente elaborada para resistir las cargas del tránsito.

Pavimentos rígidos: son aquellos cuya capa de rodadura está compuesta por una losa con o sin acero de refuerzo la cual está elaborada con cemento hidráulico y va apoyada sobre la subrasante de material granular.

Afirmados: son aquellos cuya capa de rodadura está compuesta por material granular con un tamaño máximo de dos pulgadas y media y con la unión de finos correctamente compactados.

Superficie natural: la superficie de rodadura se encuentra sobre el suelo natural correctamente conformado. [17]

1.1.3.3 Tráfico

El diseño de una carretera se encuentra bajo el factor del tráfico ya que de él depende las características geométricas con lo que se diseñará la vía. Este factor indica el volumen máximo de vehículos que pueden circular por la vía, la información se obtiene desde el tráfico actual que conlleva los volúmenes y tipos de vehículos. [15]

Los volúmenes

El volumen de tráfico es aquel que se determina al pasar un vehículo por un punto definido de una vía en un tiempo determinado entre 1 y 365 días el cual se divide por el número de días en el periodo obteniendo así un volumen total de vehículos.

La composición del tráfico

La variedad existente de vehículos interactúa directamente con la operación de una vía debido a la diferencia de características y velocidades que posee cada uno de éstos, por esto se agrupan en dos categorías dependiendo la forma de afectar en la operación de las vías.

Las dos categorías son las siguientes:

Vehículos livianos. - llamados así a aquellos automóviles o camperos que transportan pocas personas o mercancías livianas. Entran en este grupo los vehículos con peso bruto de hasta cuatro toneladas.

Vehículos pesados. - son aquellos que tienen un peso bruto mayor a 4 toneladas, los cuales tienen características diferentes entre sí, identificando los principales cambios en la relación peso/potencia en donde se observa considerables efectos en las corrientes de tráfico en las carreteras. En esta categoría se aprecia tres grupos de vehículos, que son:

- **Buses y camiones**, aquellos destinados al transporte masivo de carga y pasajeros y tienen de dos o tres ejes.
- **Camión – tractor y semi remolque**, poseen únicamente un eje vertical de giro y son utilizados para transportar carga.
- **Camión y remolque**, para transportar carga y cuentan con uno o dos ejes verticales de giro. [18]

1.1.3.3.1 Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Consiste en determinar el tránsito que circula por una carretera durante un año dividiéndolo para 365 obteniendo el volumen promedio de tránsito por día. Este valor es muy importante para determinar la importancia de una vía, además cabe recalcar que si es una vía con dos sentidos de circulación este conteo se realizara en los dos sentidos, es preferible realizarlo con una estación de conteo continua y el mayor tiempo posible para obtener resultados más pegados a la realidad.[19]

- **Tipos de conteo**
 - **Manuales:** son importantes en aquellas vías porque gracias a este tipo de conteo se obtiene información en especial en donde existen muchas intersecciones.
 - **Automáticos:** se determina el volumen total del tráfico, pero es necesario que vaya acompañado del conteo manual para obtener la composición del tráfico. [15]

1.1.3.3.2 Volúmenes de tránsito horarios (VH)

A. Volumen horario máximo anual (VHMA)

Denominado así al volumen máximo horario que pasa por un determinado punto durante un año; tomando 1 de 8760 horas en donde se observa el mayor volumen de tráfico. [20]

B. Volumen horario de máxima demanda (VHMD)

Es el número máximo de vehículos que transitan por un determinado punto de una vía durante 60 minutos consecutivos; es el periodo de máxima demanda de un día. [20]

C. Factor horario de máxima demanda (FHMD)

Es aquel que relaciona el volumen horario de máxima demanda con el flujo máximo, obteniendo lo siguiente:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{m\acute{a}x})} \quad Ec. 1$$

Donde:

FHMD = Factor Horario de Máxima Demanda

VHMD = Volumen Horario de Máxima Demanda

N = Número de periodos en la hora de mayor demanda

q_{max} = Flujo máximo

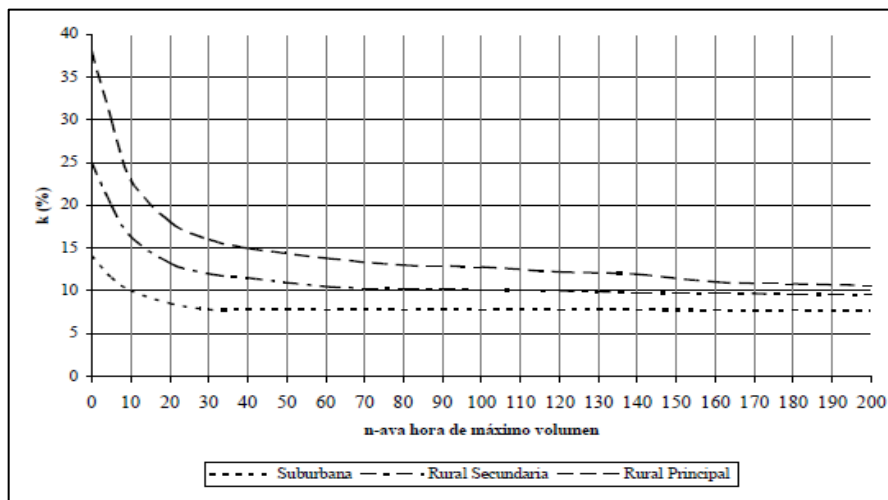
Esta fórmula varía dependiendo los periodos que pueden ser de 5, 10, 15 minutos en la hora de máxima demanda.

Es importante recalcar que el valor máximo del FMHD es 1, en donde se puede deducir que existe una distribución adecuada de flujos durante la hora y si este valor es muy bajo acercándose a cero quiere decir que existe mayor conglomeración de flujos máximos en cortos periodos durante la hora. [20]

D. Volumen horario de proyecto

También conocido como horario de diseño (VHD) es aquel que se utiliza para diseñar, aquel que está comparado para ser utilizado en el volumen de la vía en estudio. Sin embargo, para diseñar no se utiliza el valor máximo de volumen, ya que por experiencia en otros países se ha podido constatar que es demasiado por ende se opta por utilizar el volumen horario trigésimo anual para el diseño. Es por esto que se utiliza la siguiente curva para escoger de mejor manera el tránsito de diseño la cual se encuentra ordenada en forma descendente y se representa el volumen horario en porcentajes. [21]

Figura 2. Gráfica para el volumen horario de diseño (VHD)



Fuente: Texto Guía Ingeniería de Tráfico, Tapia, Veizaga (2006)[20]

Tomando en cuenta el gráfico se obtiene un factor k el cual se utiliza en la siguiente fórmula el cual corresponde a la 30ava hora de máximo volumen:

$$\text{VHD} = k \times (\text{TPDA}) \quad \text{Ec. 2}$$

Donde:

VHD= Volumen Horario de Diseño (30VH)

TPDA= Tránsito Promedio Diario Anual

K= Valor esperado de la relación entre el VH y el TPDA

Se recomienda tener en cuenta los siguientes valores de “k”:

Accesos Rurales Principales: $k = 0.16$

Accesos Rurales Secundarios: $k = 0.12$

Accesos suburbanos: $k = 0.08$

1.1.3.3.3 Tránsito normal o actual

Es el número de vehículos que circulan por una carretera existente o el número de vehículos que circularían por una carretera mejorada. [18]

Por ende, si la vía no tiene apertura aún el tráfico actual será:

$$TA = Te + Tat \quad \text{Ec. 3}$$

Donde:

TA = tránsito actual

TE = tránsito existente

Tat = tránsito atraído

a. Tránsito Existente (Te)

Es el que se está utilizando en una carretera antes de ser mejorada. Si es una vía nueva este valor no existe o es cero. [18]

b. Tránsito atraído (Tat)

Es aquel que proviene desde otras vías una vez culminadas las mejoras de la nueva vía, obteniendo así un sin número de ventajas como el ahorro de tiempo al transitar por otras vías existentes más largas. [18]

$$Tat = n\% * TPDA_2 \quad \text{Ec. 4}$$

Donde:

Tat = Tránsito atraído o desviado.

n% = Porcentaje probable proveniente de vías cercanas

TPDA2 = Tránsito Promedio Diario Anual actual de la vía más cercana al proyecto

1.1.3.3.4 Incremento del tránsito (IT)

Es el tránsito probable que tendrá la nueva vía en ese año, una vez que se tiene el tránsito actual se debe agregar el crecimiento normal de tránsito, el tránsito generado y el tránsito por desarrollo del lugar obteniendo lo siguiente: [18]

$$IT = CNT + TG + TD \qquad \text{Ec. 5}$$

Donde:

IT = Incremento del tránsito

CNT = Crecimiento normal del tránsito

TG = Tránsito generado

TD = Tránsito desarrollado

a. Crecimiento normal del tránsito (CNT)

Toma en cuenta el posible crecimiento poblacional del sector cercano a la vía en cuestión además del aumento de vehículos transitando y también el tipo de vehículos. Un año tras otro aumentará el paso de vehículos por la vía hasta que algún día en el futuro dejará de crecer. [18]

b. Tránsito generado (TG)

Trata sobre los viajes que se realizarían luego de las mejoras de la vía, por vehículos automotores diferentes a los de transporte público. Obteniendo las siguientes consideraciones:

- Los viajes que jamás se hubieran hecho por ningún medio.
- Los viajes realizados a través de transporte público, y
- Los viajes que se hacían por otras vías y que ahora se hacen por la atención que genera la nueva vía.

Se determinó que esto se produce en los dos primeros años de uso de la vía y representa el 5% o un poco más con relación al tránsito normal.

c. Tránsito desarrollado (TD)

Es aquel que se presenta al observar mejoras en las zonas aledañas a la vía y el cambio del uso de los suelos que no se habrían hecho si no se hubiera realizado la vía. Estos cambios pueden apreciarse en mapas y a diferencia con el tránsito generado que se da solo en los primeros años, éste se puede dar de manera constante en el futuro. [22]

1.1.3.3.5 Tránsito futuro

Para diseñar es importante tomar en cuenta varios aspectos ya observados del tránsito, así como la predicción del tráfico en unos 15 a 20 años. Estas predicciones se realizan con el objetivo de obtener datos para el diseño geométrico del proyecto aparte de servir para la clasificación de las carreteras, además se utilizan para indicar cuando una carretera necesita mejorar su superficie de rodadura o aumentar su capacidad.[15]

Si es una carretera nueva es posible obtener el tránsito futuro a partir de otros métodos como: la tasa de crecimiento poblacional, relación del tráfico vehicular con la producción y la relación del tráfico vehicular con la población. A continuación, se observa las fórmulas para obtener el tránsito futuro a partir del tránsito actual y el incremento de tránsito y también a partir de la tasa de crecimiento poblacional.

$$TF = TA + IT \quad \text{Ec. 6}$$

$$TF = TA(1 + i)^n \quad \text{Ec. 7}$$

Donde:

TF = Tránsito Futuro o proyectado.

TA = Tránsito Actual.

IT = Incremento de Tránsito.

i = Tasa de crecimiento del tránsito (Si no existen datos tomar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles).

n = Número de años en proyección.

1.1.3.4. Diseño geométrico

Es la encargada de obtener las características geométricas de una vía tomando en cuenta varios factores como la velocidad, topografía, tránsito con el objetivo de lograr una carretera cómoda y segura.

El diseño geométrico reúne tres elementos bidimensionales que se requieren unos de otros para trabajar conjuntamente formando un elemento tridimensional que es la vía propiamente, estos elementos son: alineamiento horizontal, alineamiento vertical y diseño transversal. [18]

1.1.3.4.1 Velocidad de diseño

La velocidad representa un elemento básico en el diseño geométrico de vías a partir del cual se calculan los diversos componentes del proyecto como el alineamiento horizontal y vertical. [13]

Se trata entonces de la máxima velocidad a la cual se puede circular de una manera cómoda y segura, teniendo en cuenta varios factores como las características de la carretera, las condiciones del tiempo, la presencia de otros vehículos en la vía y las limitaciones legales y de control. A continuación, en el siguiente cuadro se observa las velocidades recomendadas a utilizar en el diseño de vías en el Ecuador. [15]

Tabla 4. Velocidad de diseño en km/h

Categoría de la vía	Velocidad de Diseño Km/h											
	Básica				Permisible en tramos difíciles							
	(Relieve llano)				(Relieve ondulado)				(Relieve montañoso)			
	Para calcular los elementos del trazado longitudinal.		Para calcular los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para calcular los elementos del trazado longitudinal.		Para calcular los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para calcular los elementos del trazado longitudinal.		Para calcular los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.	
	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs
R-I o R-II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	50	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Velocidad de circulación

Conocida también como velocidad de recorrido o de operación es la velocidad que tarda un vehículo en un tramo con una longitud determinada y se obtiene su valor a partir de la siguiente formula:

$$V_c = \frac{\text{longitud tramo de carretera}}{\text{tiempo en el cual se traslada el vehículo}} \quad \text{Ec. 8}$$

Esta velocidad determina el servicio que presta la carretera y también ayuda a evaluar cuánto costará y en cuánto beneficiará a los usuarios el pasar por la misma. [22]

Donde:

V_c = Velocidad de Circulación, Km/h

La presente tabla indica las velocidades que se utilizan para distancias de visibilidad las de volumen de tránsito bajo y para distancia de visibilidad de rebasamiento las de tránsito intermedio. [15]

Tabla 5. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

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

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

1.1.3.4.2. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal es la proyección sobre un plano horizontal del eje real del camino el cual contiene una serie de tramos rectos conocidos como tangentes, unidos entre sí por curvas. [13]

A. Tangentes

Las tangentes son las rectas que unen las curvas entre sí, la distancia entre curvas se conoce como tangente intermedia. La intersección entre dos tangentes se denomina PI y el ángulo formado por el alargamiento de una tangente y la consecutiva se llama alfa(α). Existe una limitación en la longitud máxima de una tangente por seguridad. [15]

El Manual de Carreteras[21] presenta la siguiente tabla con longitudes mínimas y máximas necesarias de los tramos de tangente en función de la velocidad de diseño.

Tabla 6. Longitudes de tramos en tangente

V (km/h)	L min.s (m)	L mín.o (m)	L máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Manual de Carreteras, Dirección General de caminos y ferrocarriles (2018)[21]

Donde:

L min.s: Longitud mínima para trazados en “s”

L mín.o: Longitud mínima para el resto de casos

L máx.: Máxima longitud permisible.

V: velocidad de diseño

B. Curvas circulares

Son arcos de circunferencia que enlazan dos tangentes continuas obteniendo así la proyección horizontal de las curvas reales, pueden ser simples o compuestas. [21]

B.1. Grado de curvatura: Es el valor máximo que permite recorrer sin problema la curva con el peralte máximo dependiendo la velocidad de diseño este grado de curvatura es el ángulo formado por un arco de 20 metros. Se representa con la letra Gc y la MTOP [15] usa la siguiente fórmula:

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec. 9}$$

B.2. Radio de curvatura: Es representado por la letra R y representa al radio de la curvatura circular y según a MTOP [15] su fórmula es:

$$R = \frac{1145.92}{Gc} \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

R = Radio de la curva circular.

Gc = Grado de curvatura.

Radio mínimo de curvatura

Son los valores más bajos de la curvatura aplicada por la velocidad de diseño para obtener seguridad en el tránsito utilizando como dato el máximo peralte (e) obtenido y el coeficiente (f) de fricción lateral que corresponde. Para obtención de este radio la MTOP [15] utiliza la siguiente fórmula:

$$R = \frac{v^2}{127(e+f)} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

R: Radio mínimo de la curva, m.

V: Velocidad de diseño, Km/h.

f: Coeficiente de fricción lateral.

e: Peralte de la curva, m/m.

La siguiente tabla presenta los valores mínimos recomendables para el radio de curvatura horizontal:

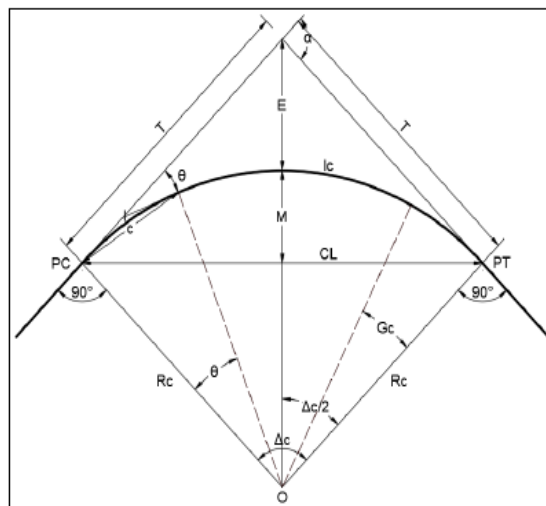
Tabla 7. Radios mínimos de curva de acuerdo al coeficiente (f) de fricción lateral y el peralte (e).

Velocidad de diseño (Km/h)	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87	20	25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7	30	30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82	55	58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59	70	75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Elementos de la curva circular simple

Figura 3. Elementos de la curva circular simple.



Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Donde:

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

PC = Punto donde inicia la curva simple.

PT = Punto final de la curva simple.

α = Ángulo de deflexión de las tangentes.

Δc = Ángulo central de la curva circular.

θ = 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.

lc = Longitud de la curva circular.

- **Longitud de la curva (lc):** corresponde a la longitud del arco entre el punto inicial PC y el punto final PT y se calcula con la siguiente fórmula:

$$lc = \frac{\pi R \alpha}{180} \quad \text{Ec. 12}$$

- **Tangente de curva o subtangente (T):** corresponde a la distancia entre el punto de intersección PI y el punto inicial PC o entre el PI y el PT punto final de la curva medida sobre la prolongación de las tangentes y se calcula:

$$T = R * \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right) \quad \text{Ec. 13}$$

- **External (E):** distancia mínima entre el punto de intersección PI y la curva.

$$E = R \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad \text{Ec. 14}$$

- **Ordenada media (M):** designado a la longitud de la flecha en la mitad de la curva.

$$M = R - R \cos \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec. 15}$$

- **Ángulo de deflexión de la curva (Θ):** corresponde a la prolongación de la recta en el punto inicial PC y la recta en el punto considerado.

$$\theta = \frac{Gc * l}{20} \quad \text{Ec. 16}$$

- **Cuerda (C):** corresponde a la recta ubicada entre dos puntos de la curva.

$$C = 2 * R * \sen \frac{\theta}{2} \quad \text{Ec. 17}$$

- **Cuerda larga (CL):** cuando el PC y el PT son los puntos de la curva.

$$CL = 2 * R * \sen \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec. 18}$$

Para el ángulo de la cuerda larga: $\emptyset = \frac{Gc * lc}{40} \quad \text{Ec. 19}$

- **Ángulo de la cuerda (\emptyset):** corresponde al ángulo entre la extensión de la tangente de la carretera y la curva. Se calcula con las siguientes fórmulas:

$$\emptyset = \frac{\theta}{2} \quad \text{Ec. 20}$$

$$\emptyset = \frac{Gc * l}{40} \quad \text{Ec. 21}$$

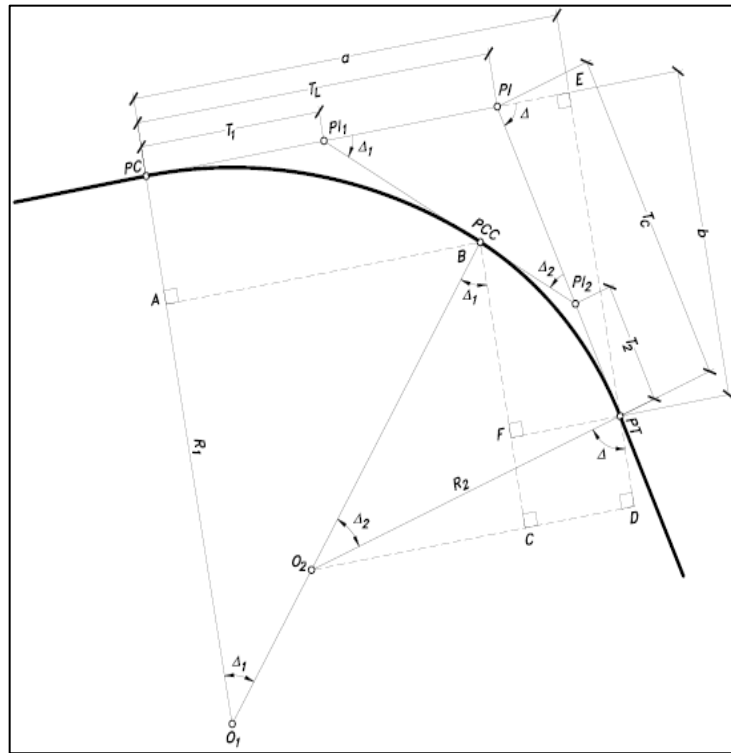
Curvas circulares compuestas

Son aquellas que están formadas por dos o más de dos radios, es decir por dos o más de dos curvas circulares simples. [18] No son muy utilizadas, pero en muchos casos son

necesarias debido a la difícil topografía del terreno, generalmente se usan en terrenos montañosos. [22]

Elementos de una curva circular compuesta

Figura 4. Curva compuesta de dos radios



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas (2013)[13]

Donde:

PI: Punto de intersección de las tangentes.

PC: Punto de inicio de la curva compuesta.

PT: Fin de la curva compuesta o punto de inicio de tangente.

PCC: Punto común de curvas o de curvatura compuesta, es aquel punto donde finaliza la primera curva circular simple e inicia la segunda curva circular simple.

R1: Radio de la curva de menor curvatura o mayor radio.

R2: Radio de la curva de mayor curvatura o menor radio.

$\Delta 1$: Ángulo de deflexión principal de la curva de mayor radio.

$\Delta 2$: Ángulo de deflexión principal de la curva de menor radio.

T1: Tangente de la curva de mayor radio.

T2: Tangente de menor radio de la curva.

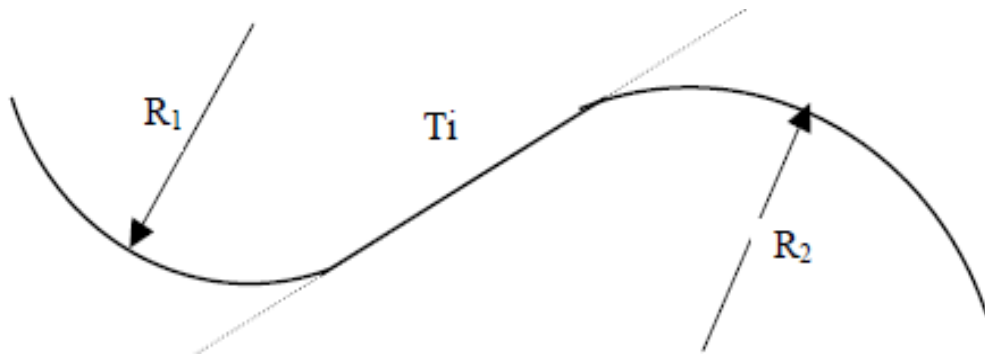
TL: Tangente larga de la curva circular compuesta.

TC: Tangente corta de la curva circular compuesta.

Curva reversa o de inflexión

Consiste en una curva en “S” que une dos puntos que posee curvatura opuesta, tienen una tangente en común, pero en algunos casos no cuenta con tangente intermedia. Generalmente este tipo de curvas están prohibidas en todo tipo de especificaciones debido a que no permiten manejar correctamente el peralte cercano al punto de tangencia. [15]

Figura 5. Curva compuesta de dos radios



Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)

Donde:

R1: Radio de la curva 1.

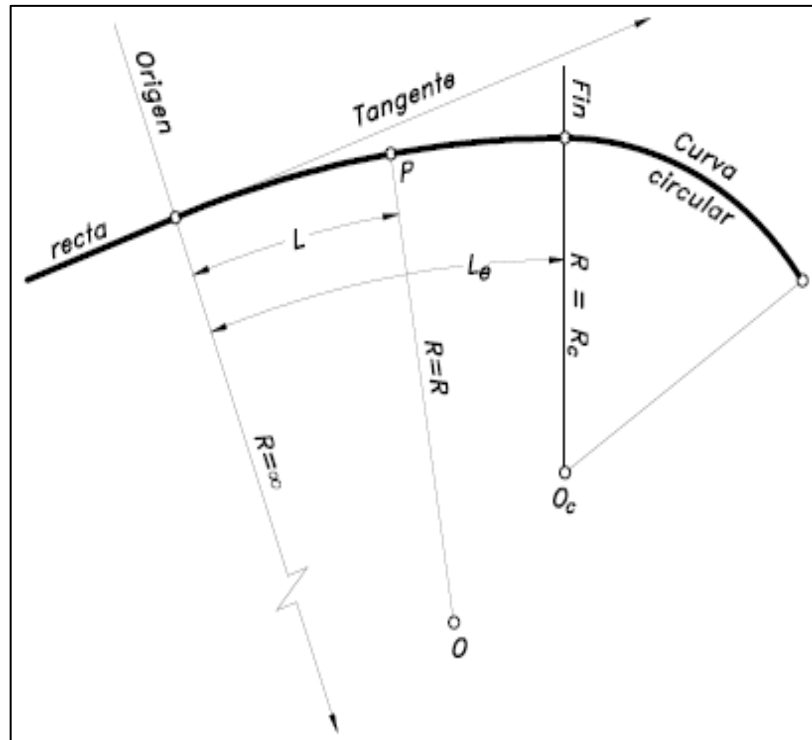
R2: Radio de la curva 2.

Ti: Tangente de la curva circular reversa.

C. Curvas de transición

Son utilizadas en el uso del peralte y sobre ancho al unir los tramos de tangente con la curva circular en forma gradual con el objetivo de aumentar la seguridad al momento de ingresar a la curva y para que permanezcan los vehículos en su propio carril. [15]

Figura 6. Curva de transición



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas (2013)[13]

Donde:

LE: Longitud Total de la espiral.

Oc: Centro de la curva circular sin transiciones.

O: Centro de la curva circular con transiciones.

Rc: Radio de la curva circular.

R: Radio.

Existen varias curvas de transición, pero al ser la más utilizada la espiral de Euler o Clotoide se verá más a fondo sus características.

C.1. Clotoide o espiral de Euler

Consiste en una curva plana que va en base a un punto desde el cual va dando vueltas, alejándose cada vez más de él y disminuyendo su radio. [18] Por lo que hace que sea la curva más apropiada para hacer transiciones desde radios infinitos en la tangente y radios finitos en la curva circular. [13]

C.1.1 Elementos característicos principales

- **Longitud de la espiral:** Corresponde a la longitud medida arriba de la curva entre el punto de cambio de tangente a espiral y el punto de cambio del arco espiral a círculo, o a su vez del CE al ET. Para la longitud mínima la MTOP plantea la siguiente fórmula:

$$Le = 0.072 \frac{V^3}{RC} \quad Ec. 22$$

Donde:

Le = Longitud mínima de la espiral, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

R = Radio de la curva circular, m.

C = Coeficiente de comodidad y seguridad. Se encuentra entre 1 y 3. (1 indica mayor seguridad y confort)

- **Longitud mínima absoluta de transición:** De acuerdo con la velocidad de diseño la longitud mínima está en base a la siguiente fórmula:

$$Le = 0.56V \quad Ec. 23$$

Donde:

V = Velocidad de diseño en Km/h.

En el siguiente cuadro se muestra las longitudes de las espirales de acuerdo con la velocidad de diseño, dependiendo de la curva circular y el coeficiente C=2.

Tabla 8. Valores mínimos recomendables de la longitud de la espiral.

Valores Mínimos Recomendables de la Longitud de la Espiral														
Vd (Km/h)	20	25	30	35	40	45	50	60	70	80	90	100	110	120
R min (m)	18	20	25	30	42	56	75	110	160	210	275	350	430	520
Le min (m)	30	30	40	52	55	59	60	70	80	90	95	100	110	120

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

- **Longitud total de la curva:** corresponde al producto de la longitud de la curva circular más las dos longitudes de las dos espirales de transición. Por ende, para curvas simétricas se obtiene:

$$LT = 2Le + Lc \qquad \text{Ec. 24}$$

Donde:

LT = Longitud total de la curva.

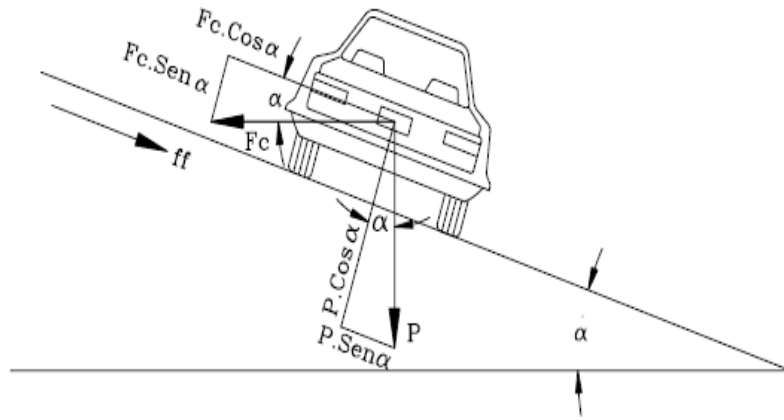
Le = Longitud de la espiral de transición.

Lc = Longitud de la curva circular.

D. Peralte

Es la inclinación que corresponde al perfil transversal de una vía en donde existe curvas, con la finalidad de equilibrar el efecto de la fuerza centrífuga que afecta al vehículo en movimiento. Para contrarrestar este efecto se crea el aumento del borde exterior del peralte con respecto al interior por lo cual actúa el peso del vehículo que se descompone en una componente normal al suelo y otra paralela a este además de la fricción producida por los neumáticos al estar en contacto con la superficie de rodadura por lo cual se evita el desplazamiento hacia la parte exterior de la curva. [23]

Figura 7. Estabilidad de un vehículo en curva



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo (2012)[18]

Entonces el MTOP plantea la siguiente fórmula para calcular el peralte:

$$e = \frac{v^2}{127R} - 1 \quad \text{Ec. 25}$$

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. Tomar los datos de la tabla 9.

Tabla 9. Valores máximos permisibles del coeficiente de fricción lateral “f”.

REQUERIMIENTOS	Valores límites permisibles de "f" según el pavimento		
	Seco	Humedo	Mojado
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 vías, MTOP (2003)[15]

Agudelo también plantea una tabla de datos para obtener el coeficiente de fricción lateral en base a la velocidad de diseño de la siguiente manera:

Tabla 10. Coeficiente de fricción lateral “f” en base a la velocidad de diseño.

Velocidad de diseño (Km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Coeficiente de fricción lateral	0.18	0.172	0.164	0.157	0.149	0.141	0.133	0.126	0.118	0.11	0.10

Fuente: Diseño geométrico de vías, Agudelo (2012)[18]

D.1 Magnitud del peralte

Es importante realizar una compensación entre el peralte y la fricción para contrarrestar la fuerza centrífuga en curvas pronunciadas ya que no es conveniente realizar un peralte excediendo sus valores máximos debido a que si un vehículo circula en bajas velocidades podría ser llevado hacia el interior de la curva.

Es por esto que en investigaciones se ha llegado a optar por el criterio de asumir con el peralte el 55% de la fuerza centrífuga y el sobrante 45% absorberlo con la fricción lateral. [15]

Por ende, se recomienda utilizar los siguientes porcentajes para peraltes en vías de dos carriles tomando en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 11. Peraltes máximos permitidos

Peralte maximo	Velocidad (Km/h)	Tipo de vía	Capa de rodadura
10%	> 50	Carreteras y caminos	Asfalto, concreto o empedrado
8%	≤ 50	Caminos vecinales (Tipo 4,5 y 6)	Capa granular

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

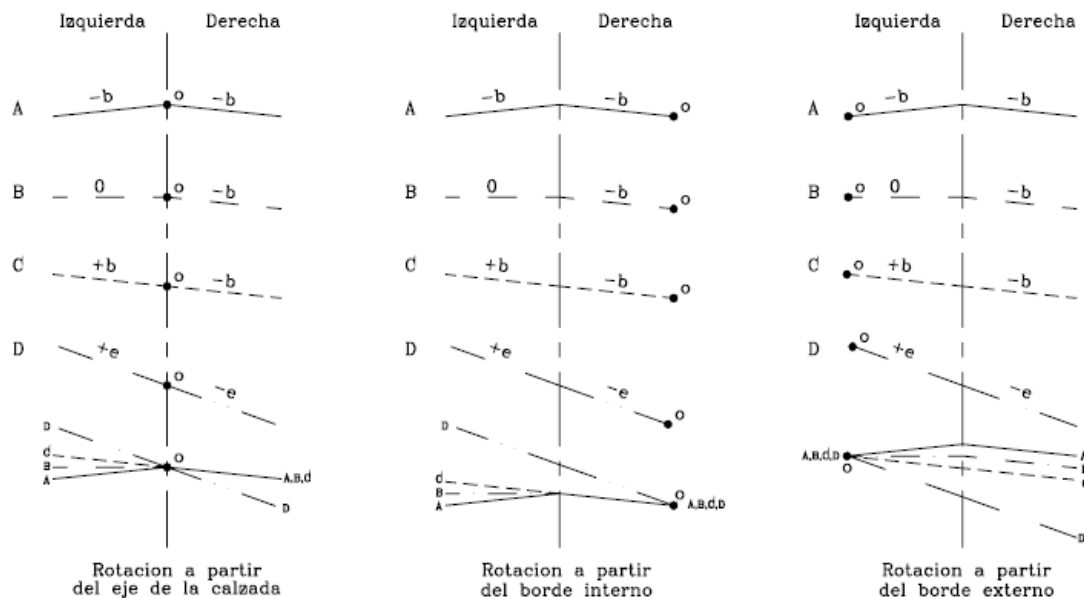
D.2. Desarrollo del peralte

Se efectúa cada vez que hay un cambio de una alineación recta a una curva en donde es necesario realizar una conversión de una sección transversal, desde una sección normal a una peraltada o al revés, en donde se requiere una longitud adecuada para realizar el desarrollo del peralte.

Este desarrollo se puede realizar a través de una curva de enlace que permita ajustar la trayectoria del vehículo mientras recorre la transición o también se puede realizar sin curva de enlace observando el radio de la curva que se peralta y la comodidad del vehículo para transitar. Para obtener este dato existen tres métodos los cuales dependen de la topografía del terreno:

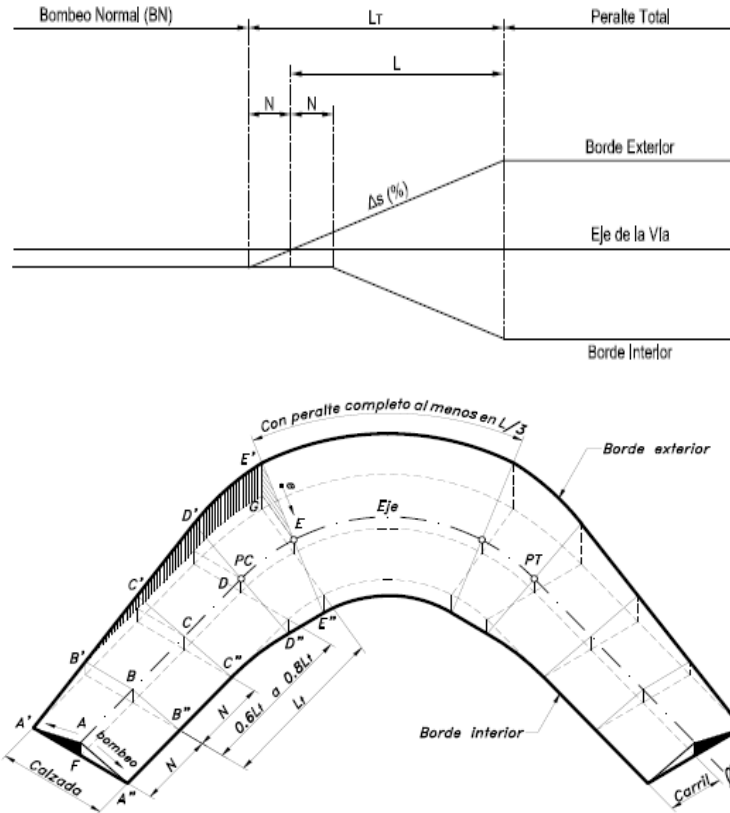
- Haciendo rotar la calzada en torno a su eje (terrenos montañosos).
- Haciendo rotar la calzada en torno de su borde interior (terrenos en el llano).
- Haciendo rotar la calzada en torno de su borde exterior.

Figura 8. Métodos para desarrollar el peralte



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo (2012)[18]

Figura 9. Desarrollo del peralte



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas (2013)[13]

D.3. Longitud de transición

Sirven para realizar la transición de las pendientes transversales que se pueden efectuar alrededor del eje de la vía o alguno de sus bordes y se dan entre una sección normal y otra peraltada. [15]

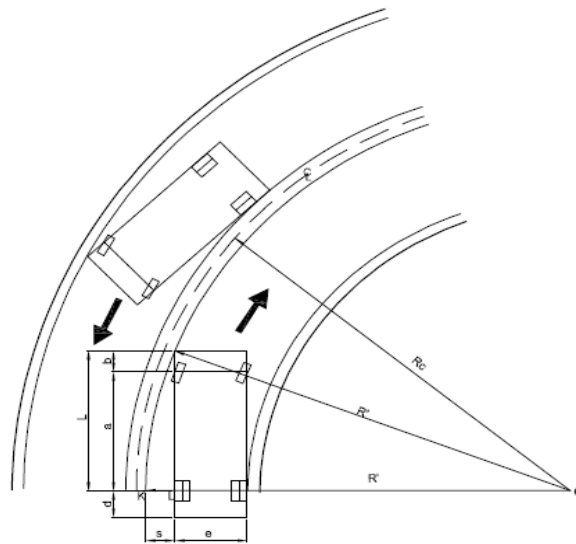
D.4. Longitud tangencial

Es la longitud requerida para empezar alzar el peralte es decir inclinar transversalmente la calzada, esto difiere dependiendo el tipo de curvatura, en una espiral se lo realiza en punto antes del TE y en el caso de la curva circular se lo realiza desde un punto antes del inicio de la transición con el objetivo de que la faja exterior de la calzada pase de la posición inclinada a horizontal en el punto de la transición.[15]

E. El sobreencho en las curvas

Se realiza siempre en las curvas horizontales con radios reducidos que además poseen carriles angostos con la finalidad de brindar seguridad, eficiencia y confort, se ensanchan la calzada para asegurar espacios libres entre los vehículos especialmente comerciales al momento de realizar el giro. [24]

Figura 10. Sobreencho en las curvas



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Instituto Nacional de Vías (2008)[23]

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

S = Valor de sobreencho, m.

n = Número de carriles de la calzada.

R = Radio de la curva circular, m.

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

V = Velocidad de diseño, Km/hora.

E.1. Valores de diseño

Los valores para tomar en cuenta se encuentran establecidos en base a la velocidad, radio y vehículo de diseño en donde se opta minimizar costos seleccionando valores de 30 cm en velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm en velocidades mayores tomando en cuenta la visibilidad y la estabilidad para que el vehículo continúe en su propio carril. [15]

Distancia de visibilidad

Es aquella que permite al conductor ver hacia adelante en longitud continua de carretera. Esta distancia de visibilidad debe tener la suficiente longitud para desarrollar la velocidad de diseño y a su vez controlar el vehículo en caso de presentarse un obstáculo (visibilidad de parada) o para adelantar a un vehículo muy lento (visibilidad de adelantamiento). [13]

Distancia de visibilidad de parada (Dp)

Se le conoce como distancia de visibilidad de parada aquella requerida por un conductor para detener el vehículo inmediatamente ante la presencia de un obstáculo, o cualquier situación de peligro que se presente en su recorrido. [24] Dentro de esta distancia entran varios aspectos durante la parada como la percepción y reacción del conductor y el frenado hasta que se detenga completamente el vehículo, de estos factores depende el cálculo de la distancia de visibilidad de parada, a continuación se muestra un gráfico y la fórmula que representa la distancia de parada.[22]

$$d = d1 + d2 \quad \text{Ec. 27}$$

$$d1 = 0.694Vd \quad \text{Ec. 28}$$

$$d2 = \frac{vd^2}{254(f \pm P)} \quad \text{Ec. 29}$$

$$Dp = 0.694Vd + \frac{vd^2}{(f \pm P)} \quad \text{Ec. 30}$$

Donde:

d_1 = Distancia recorrida durante el tiempo de percepción – reacción.

d_2 = Distancia recorrida durante el tiempo de frenado.

D_p = Distancia de Visibilidad de Parada, metros.

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

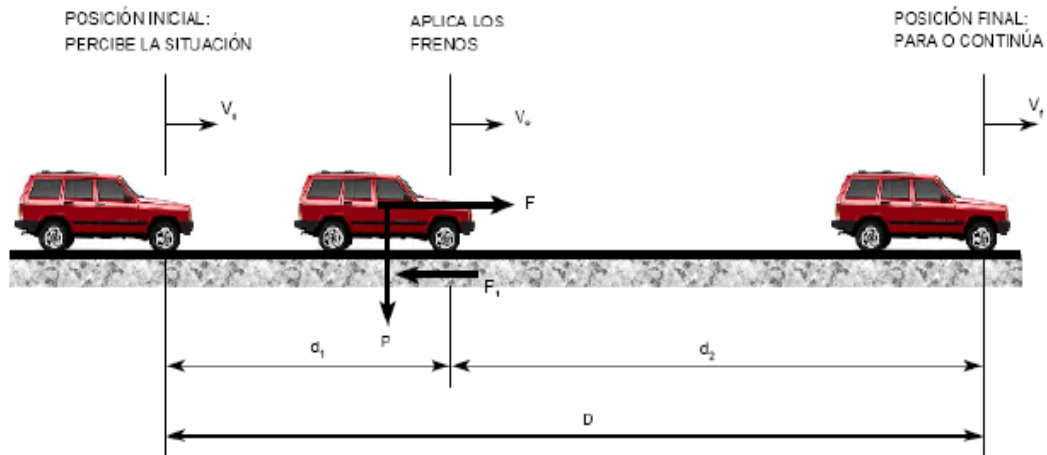
f = Factor de fricción con la capa de rodadura.

P = pendiente de la rampa.

+ p = pendientes ascendentes.

- p = pendientes descendentes.

Figura 11. Distancia de visibilidad de parada



Fuente: Manual de Carreteras del Paraguay, MOPC (2011)[24]

A continuación J. Tapia y R. Veizaga presentan una tabla para obtener valores para reemplazar en las fórmulas:

Tabla 12. Distancia de parada en pavimento mojado y a nivel

Velocidad de Diseño (Km/h)	Velocidad de marcha (Km/h)	Percepción - Reacción		Coeficiente de fricción longitudinal f	Distancia de frenado d2 (m)	Distancia de parada Dp (m)	
		Tiempo (seg)	Distancia d1 (m)			Calculada	Proyecto
30	28	2.5	19.43	0.400	7.72	27.15	25
40	37	2.5	25.68	0.380	14.18	39.86	40
50	46	2.5	31.92	0.360	23.14	55.06	55
60	55	2.5	38.17	0.340	35.03	73.2	75
70	63	2.5	43.72	0.325	48.08	91.8	90
80	71	2.5	49.27	0.310	64.02	113.29	115
90	79	2.5	54.83	0.305	80.56	135.39	135
100	86	2.5	59.68	0.300	97.06	156.74	155

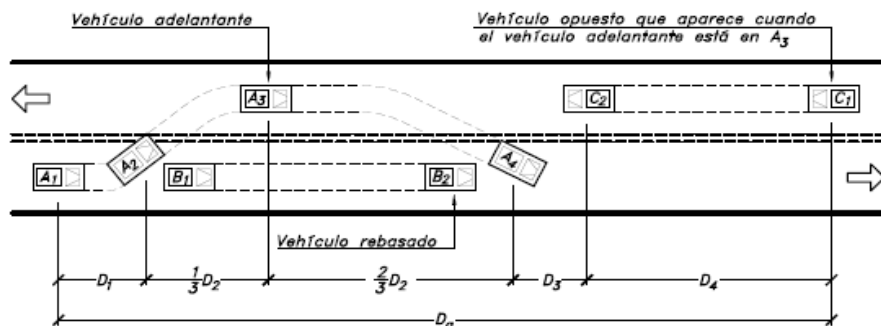
Fuente: Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico, J. Tapia y R. Veizaga (2006)[20]

Distancia de visibilidad de adelantamiento (Da)

La distancia de visibilidad de adelantamiento es considerada únicamente en las vías de dos carriles con tránsito en los dos sentidos y el rebasamiento sucede en el carril del sentido contrario.

El adelantamiento se lo realiza cuando haya las condiciones de seguridad necesarias para que el conductor de un automotor adelante a otro que circula en el mismo carril, pero con velocidad más baja sin poner en peligro a un tercer vehículo que venga en el carril opuesto y debe ser visible para aquél al iniciarse el rebasamiento.[23]

Figura 12. Distancia de visibilidad de adelantamiento



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Grisales (2013)

Esta distancia de visibilidad de acuerdo con la figura 11 se lo realiza sumando cuatro distancias de la siguiente manera:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \quad \text{Ec. 31}$$

D1 = Distancia que se recorrió al momento de la percepción – reacción del conductor que va a rebasar.

$$D_1 = 0.287t_1 \left(V - m + \frac{at_1}{2} \right) \quad \text{Ec. 32}$$

D2 = Distancia que recorre el vehículo adelante en el tiempo desde que invade el carril opuesto hasta regresar a su carril.

$$D_2 = 0.278Vt_2 \quad \text{Ec. 33}$$

D3 = Distancia apropiada o segura, cuando el vehículo regresa a su carril luego de realizar el adelanto, el tiempo de despeje.

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

D4 = Distancia que recorre el vehículo que viene en sentido contrario, aproximadamente 2/3 de D2.

$$D_4 = \frac{2}{3} D_2 \quad \text{Ec. 34}$$

Donde:

t1 = Tiempo de la maniobra inicial, (segundos).

a = Promedio necesario de aceleración para adelantar (Km/h/s).

V = Velocidad del vehículo que rebasa (Km/h).

m = Diferencia de velocidades entre el vehículo que rebasa y el que es rebasado, igual a 15 Km/h en todos los procesos.

t2 = Tiempo utilizado por el vehículo rebasante desde que irrumpe el carril del sentido contrario hasta que vuelve a su carril, (segundos). Este tiempo varía entre 9.3 y 10.4 segundos. [13]

A continuación, la AASHTO presenta una tabla con valores mínimos de distancia de visibilidad de adelantamiento de acuerdo a la velocidad de diseño:

Tabla 13. Distancia mínima de visibilidad de adelantamiento

Velocidad de diseño (Km/h)	Velocidad del vehículo adelantado (Km/h)	Velocidad del vehículo que adelanta V (Km/h)	Disitancia minima de adelantamiento Da (m)	
			Calculada	Redondeada
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, AASHTO (2011) [25]

1.1.3.4.3 Alineamiento vertical

El alineamiento en perfil es la proyección real de la carretera sobre una superficie vertical paralela al mismo, por lo tanto, en donde se muestra la longitud real de la vía, conocida como rasante.

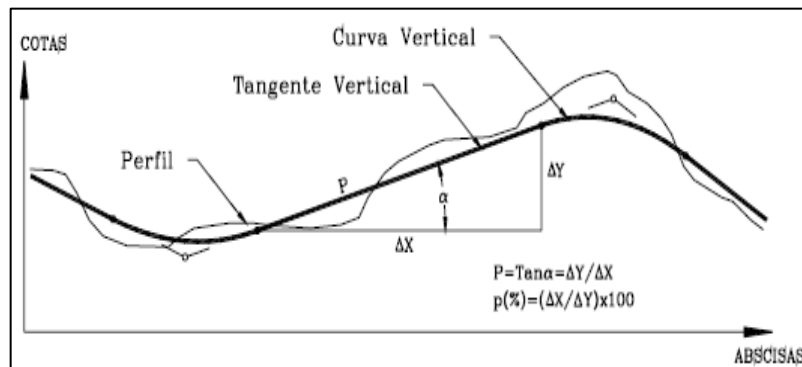
Tanto el alineamiento horizontal como el vertical deben estar compensados y balanceados por tanto deben coincidir la velocidad de diseño para la misma.[13]

Depende de la topografía del terreno para que el alineamiento coincida con el terreno y hacer lo más económico posible tanto en su operación como su construcción. [23]

Elementos

Está formado por varios tramos rectos denominados tangentes verticales, unidos entre sí por curvas verticales.

Figura 13. Elementos del alineamiento vertical

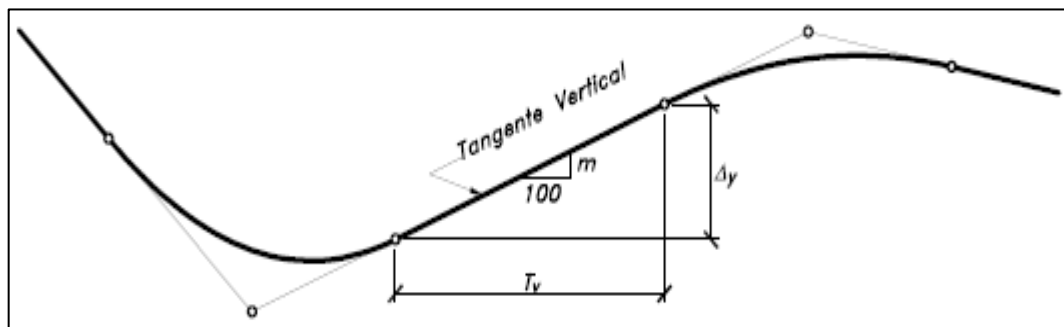


Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo (2012)[18]

Tangentes verticales

Es la distancia horizontal medida desde el fin de la curva anterior y el inicio de la curva siguiente, poseen longitud y pendiente y están condicionadas por dos curvas repetidas y se determina con la fórmula siguiente:

Figura 14. La tangente vertical



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas (2013)[13]

$$m = \frac{\Delta y}{T_x}$$

Ec. 35

Donde:

M = Pendiente de la tangente vertical.

Δy = Diferencia de elevación de un tramo de vía, m.

T_x = Diferencia de abscisas del eje de la vía, m

Gradientes

Gradientes máximas

Se consideran en base a la velocidad de diseño y la topografía del terreno, a continuación, se muestra una tabla con las gradientes máximas que se puede adoptar:

Tabla 14. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas

Clase de Carretera (TPDA)	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8.000	2	3	4	3	4	6
I 3.000 a 8.000	3	4	6	3	5	7
II 1.000 a 3.000	3	4	7	4	6	8
III 300 a 1.000	4	6	7	6	7	9
IV 100 a 300	5	6	8	6	8	12
V Menos de 100	5	6	8	6	8	14

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

La longitud máxima y los porcentajes de gradiente pueden acoplarse a los valores siguientes:

Tabla 15. Gradientes y longitudes máximas

Gradientes %	Longitud máxima (m)
8 - 10	1000
10 - 12	500
12 - 14	250

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

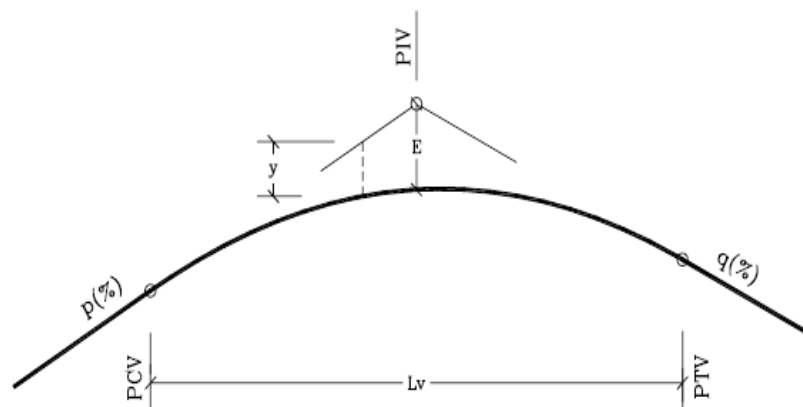
Gradientes mínimas

La gradiente mínima habitual es de 0.5%. Se puede optar por una gradiente de 0% siempre y cuando exista un relleno superior a 1 metro de altura y cuando el pavimento posea una gradiente transversal apropiada para poder drenar el agua de la lluvia. [15]

Curvas verticales

Las curvas verticales son aquellas que unen dos tangentes verticales consecutivas para que brinden una operación vehicular segura y confiable que además tenga una apariencia agradable y ofrezca un drenaje adecuado. Según Cárdenas Grisales la curva que más se acopla a estas circunstancias es la parábola de eje vertical. [13]

Figura 15. Elementos curva vertical



Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Cárdenas (2013)[13]

Donde:

PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.

PCV: Punto de inicio de la curva vertical.

PTV: Punto de inicio de tangente vertical. Fin de la curva vertical.

E: External, es la distancia vertical entre el PIV y la curva.

L_v : Longitud de la curva vertical.

p : Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje.

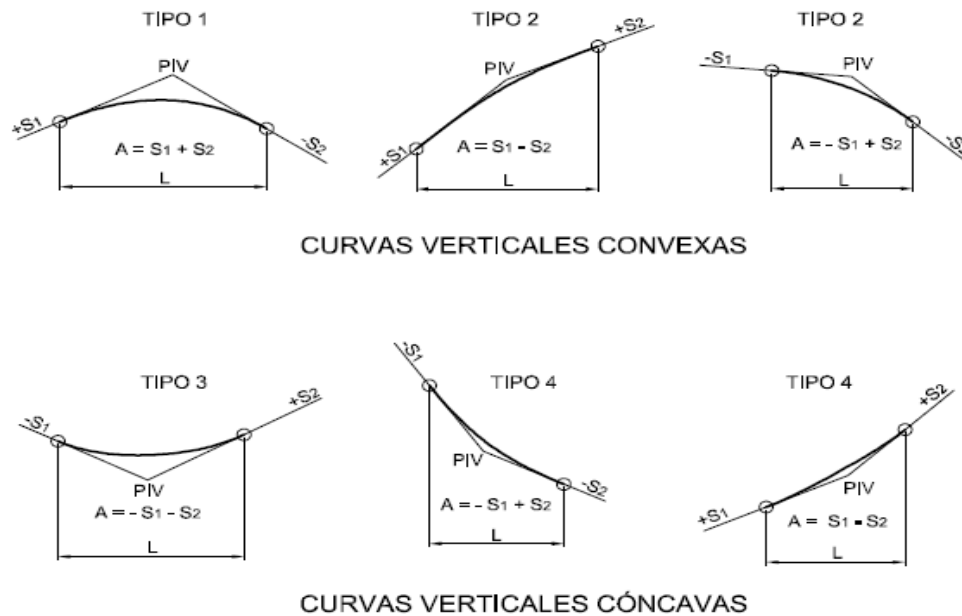
q: Pendiente final o de salida expresada en porcentaje.

y: Corrección vertical

Tipos de curvas verticales

Se clasifican por la proporción entre sus ramas que las forman en simétricas y asimétricas y por su forma en convexas y cóncavas.

Figura 16. Tipos de curvas verticales cóncavas y convexas



Fuente: Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Instituto Nacional de Vías (2008)[23]

Donde:

S_1 = Pendiente de entrada

S_2 = Pendiente de salida

A = Diferencia de pendientes

L = Longitud de la curva

K = Variación por unidad de pendiente: $K=L/A$

Curvas verticales convexas

Se calcula de acuerdo a los requerimientos de la distancia de visibilidad de parada de un vehículo, tomando en consideración la altura del ojo del conductor en 1.5 metros y el objeto encima de la vía a 0,15 metros. Esta longitud se obtiene aplicando la siguiente fórmula:[15]

$$L = K * A \quad \text{Ec. 36}$$

Donde:

L = Longitud de la curva vertical

k = Coeficientes para curvas convexas

A = Diferencia entre gradientes

En las tablas 16 y 17 se presentan los valores de K dependiendo la velocidad de diseño o las clases de carreteras:

Tabla 16. Curvas verticales convexas mínimas

Velocidad de diseño	Distancia de visibilidad para parada	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Recomendado
Km/h	m		
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	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	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 vías, MTOP (2003) [15]

Tabla 17. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas

Clase de Carretera (TPDA)	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8.000	115	80	43	80	43	28
I 3.000 a 8.000	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000	43	58	12	25	12	4
IV 100 a 300	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

Para longitud mínima (m) absoluta de las curvas verticales convexas se aplica la siguiente fórmula, utilizando la velocidad de diseño en Km/h:

$$L_{min} = 0.60V \quad \text{Ec. 37}$$

Curvas verticales cóncavas

Es importante que estas curvas sean lo más largas posibles con la finalidad de minimizar el impacto por los rayos de luz de los faros de un vehículo por lo que se aproxima que debe ser igual a la distancia de visibilidad de parada. Esta longitud se obtiene aplicando la siguiente formula:[15]

$$L = K * A \quad \text{Ec. 38}$$

Donde:

L = Longitud de la curva vertical

k = Coeficientes para curvas convexas

A = Diferencia entre gradientes

En las tablas 18 y 19 se presentan los valores de K dependiendo la velocidad de diseño o las clases de carreteras:

Tabla 18. Curvas verticales cóncavas mínimas

Velocidad de diseño	Distancia de visibilidad para parada	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Km/h	m
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

Tabla 19. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas

Clase de Carretera (TPDA)	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8.000	115	80	43	80	43	28
I 3.000 a 8.000	80	60	28	60	28	12
II 1.000 a 3.000	60	43	19	43	28	7
III 300 a 1.000	43	58	12	25	12	4
IV 100 a 300	28	12	7	12	3	2
V Menos de 100	12	7	4	7	3	2

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

Para longitud mínima (m) absoluta de las curvas verticales convexas se aplica la siguiente fórmula, utilizando la velocidad de diseño en Km/h:

$$L_{min} = 0.60V$$

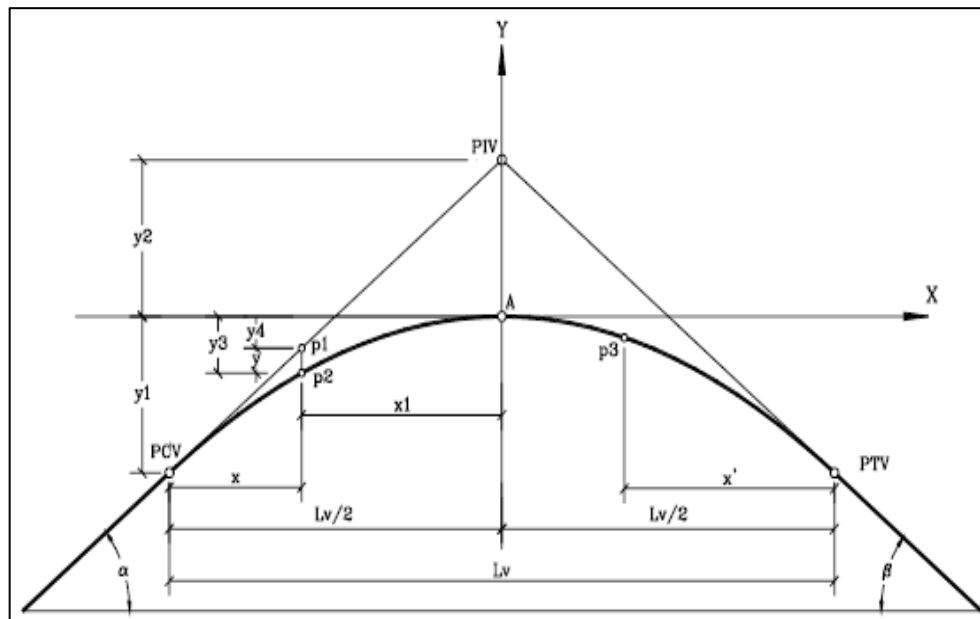
Ec. 37

Descripción y cálculo de los elementos geométricos

Curvas verticales simétricas

Dícese a la proyección horizontal de la distancia PCV – PIV que es la misma de la proyección horizontal de la distancia PIV – PTV.[18]

Figura 17. Curva vertical simétrica

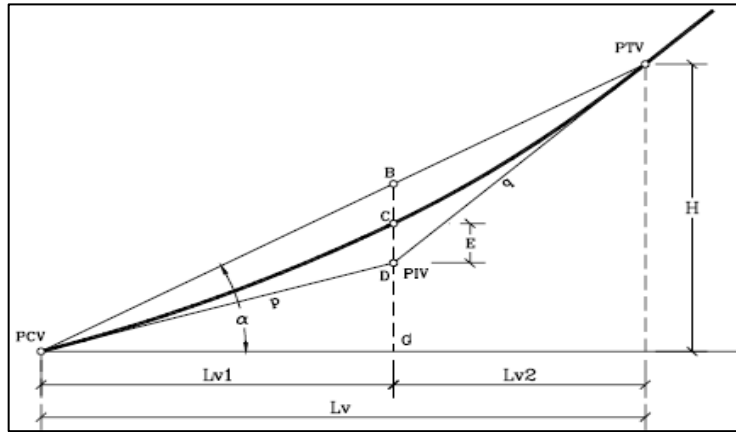


Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo (2012)[18]

Curvas verticales asimétricas

Cuando tiene diferente longitud las proyecciones horizontales de sus tangentes. Para entenderlo de mejor manera se representa las distancias PCV –PIV y PIV – PTV en la gráfica las cuales son totalmente diferentes. Esto se presenta cuando la longitud de alguna de las ramas está restringida por alguna razón.[18]

Figura 18. Curva vertical asimétrica



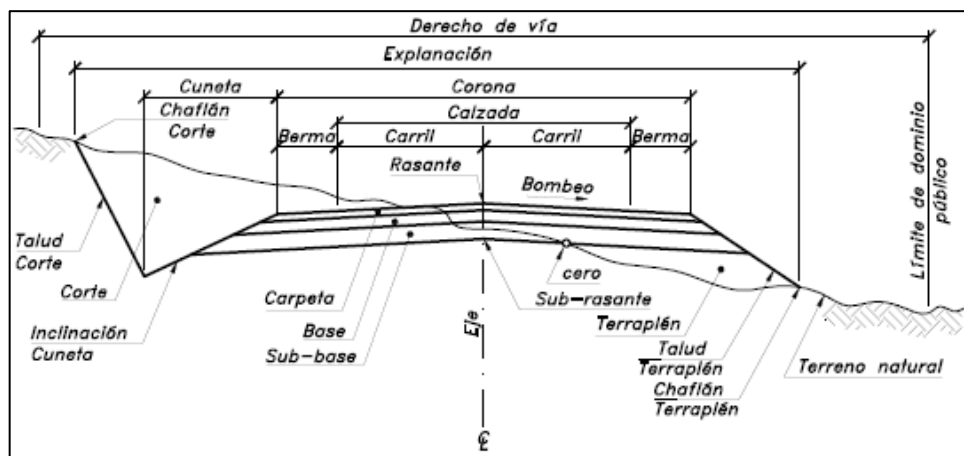
Fuente: Diseño Geométrico de Vías, Agudelo (2012)[18]

1.1.3.4.4 Sección transversal

El diseño geométrico transversal de una vía radica en las dimensiones y la ubicación de los elementos que tendrá la carretera y su concordancia con el terreno natural, así se fijará los anchos de la calzada y la rasante para poder estimar las áreas y volúmenes de excavación. [13]

Aquella sección transversal variará en los distintos puntos de la vía dependiendo las características topográficas del terreno y los alineamientos antes vistos.[24]

Figura 19. Sección transversal típica de dos carriles



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, Cárdenas (2013)[13]

A. Ancho de calzada

Está conformada por el pavimento, espaldones, taludes interiores y cunetas y se extiende hasta el final de los taludes exteriores. [17] Es la parte destinada a la circulación de los vehículos y puede tener uno o más carriles para cualquier número de sentidos.[13] El ancho del pavimento se estipula de acuerdo al volumen y composición del tráfico y las características del terreno, en la siguiente tabla se aprecian los valores para ancho de calzada utilizadas en el Ecuador.[15]

Tabla 20. Anchos de la calzada

Clase de Carretera (TPDA)	Ancho de la calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-I o R-II > 8.000	7.30	7.30
I 3.000 a 8.000	7.30	7.30
II 1.000 a 3.000	7.30	6.50
III 300 a 1.000	6.70	6.00
IV 100 a 300	6.00	6.00
V Menos de 100	4.00	4.00

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

B. Espaldones o bermas

Son las partes de la carretera aledañas a la calzada las cuales sirven para la detención de los vehículos en caso de emergencias, además brindan mayor visibilidad en curvas laterales y generan mayor amplitud en la visión para mayor confianza del conductor, también ayudan a escurrir el agua proveniente de la calzada, mejoran la apariencia de la vía y dan espacio en caso de trabajos de mantenimiento. [15] De acuerdo a los señalamientos se presenta la siguiente tabla para el diseño del ancho de espaldones en base al tipo de carretera en Ecuador:

Tabla 21. Valores de diseño para el ancho de espaldones (metros)

Clase de Carretera (TPDA)	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L (1.2)	O (1.2)	M (1.2)	L (1.2)	O (1.2)	M (1.2)
R-I o R-II > 8.000	3.0 *	3.0 *	2.5 *	3.0	3.0 *	2.0 *
I 3.000 a 8.000	2.5 *	2.5 *	2.0 *	2.5 **	2.0 **	1.5 **
II 1.000 a 3.000	2.5 *	2.5 *	1.5 *	2.5	2.0	1.5
III 300 a 1.000	2.0 **	1.5 *	1.0 *	1.5	1.0	0.5
IV 100 a 300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V Menos de 100	No se considera espaldon					
* El valor entre parentesis es el para el espaldon interior y el otro para el espaldon exterior.						
** El espaldon debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura.						

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

Para la pendiente transversal de los espaldones se considera un 4 por ciento como norma general.

C. Taludes

Son importantes para la seguridad y la apariencia de una vía, además influyen en el costo final y de mantenimiento. Su geometría depende de los suelos y la geometría de la vía por ende se debe realizar con la menor pendiente posible por su economía. Se toma especial consideración en los taludes en corte en curvas horizontales cuando el terreno es ondulado o montañoso para brindar mayor distancia de visibilidad a un bajo costo. Para terrenos planos se pone en consideración los siguientes taludes para corte y relleno: [15]

Tabla 22. Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos

Clase de Carretera (TPDA)	Talud	
	Corte	Relleno
R-I o R-II > 8.000	3:1	4:1
I 3.000 a 8.000	3:1	4:1
II 1.000 a 3.000	2:1	3:1
III 300 a 1.000	2:1	2:1
IV 100 a 300	1.8-1:1	1.5-2:1
V Menos de 100	1.8-1:1	1.5-2:1

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

D. Tipos de superficie de rodadura

El estudio de la relación existente entre la geometría del diseño y la capa de rodadura es muy importante para la indeformabilidad de la superficie y el escurrimiento del agua que esta brinde, además de influir en la operación de los vehículos. Las gradientes transversales dependen del tipo de pavimento, si el pavimento es de grado alto la gradiente y la fricción es mínima y si es bajo la gradiente es más pronunciada. Las superficies de rodadura se clasifican dependiendo el tipo estructural guiándose en las clases de carretera, tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 23. Clasificación de superficies de rodadura

Clase de Carretera (TPDA)	Tipo de superficie	Gradiente Transversal (porcentajes)
R-I o R-II > 8.000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5-2
I 3.000 a 8.000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5-2
II 1.000 a 3.000	Grado estructural intermedio	2
III 300 a 1.000	Bajo grado estructural: Doble tratamiento Superficial Bituminoso D.T.S.B.	2
IV 100 a 300	Grava o D.T.S.B.	2.5-4
V Menos de 100	Grava, Empedrado, Tierra	4

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003) [15]

1.1.3.4.5 Drenaje vial

El drenaje vial juega un papel muy importante en el funcionamiento y operación de una vía en donde debe cumplir las siguientes funciones:

- Retirar inmediatamente el agua de lluvia que cae encima de la calzada;
- Vigilar el nivel freático;
- Delimitar el agua que escurre hacia la carretera sea esta superficial o subterránea.
- Transportar el agua que cruza la carretera de manera controlada.

Estas funciones las cumplen drenajes longitudinales como las cunetas y transversales como alcantarillas, las más comunes.[15]

A. Drenaje longitudinal

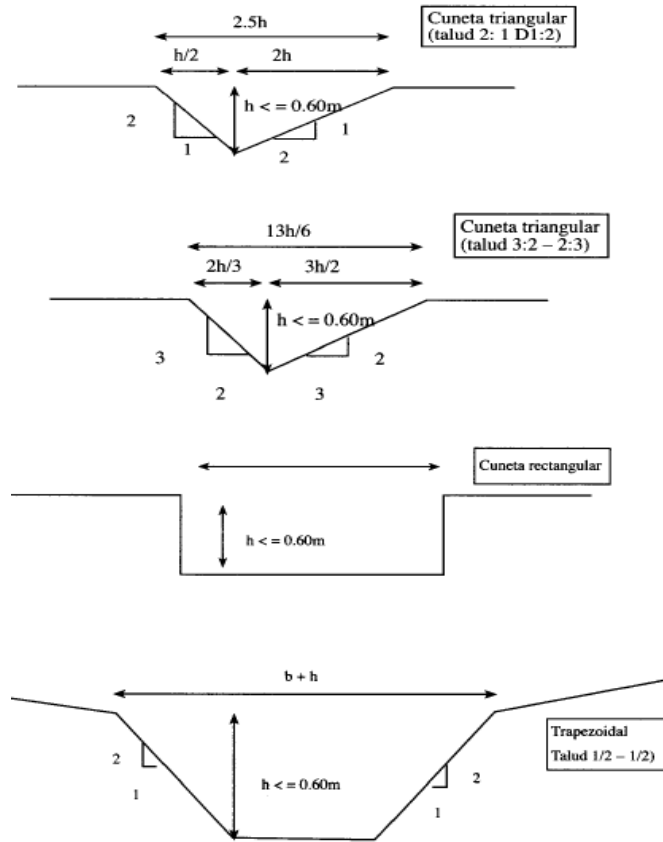
Son aquellas obras que se construyen longitudinalmente a la carretera cuyo objetivo es recoger, transportar y echar las aguas que caen en la vía y antes que caigan sobre ella. [26]

A.1 Cunetas

Son canales que pueden ser de diferente forma cuya función es desalojar el agua de lluvia que escurre por la corona de la carretera, desde los taludes o áreas adyacentes, hacia un drenaje natural o artificial con el objetivo de alejarla rápidamente de la zona de la carretera.

Se encuentran localizadas entre el espaldón de la vía y el talud de corte. Su pendiente mínima es igual a la del perfil longitudinal 0.50% y la máxima pendiente de acuerdo a la velocidad del agua la cual designara si es o no necesario revestimiento. Pueden tener forma triangular, rectangular o trapezoidal.[15]

Figura 20. Formas de cunetas usuales



Fuente: Ingeniería vial I: para estudiantes de grado de ingeniería civil, Morales (2006)

[26]

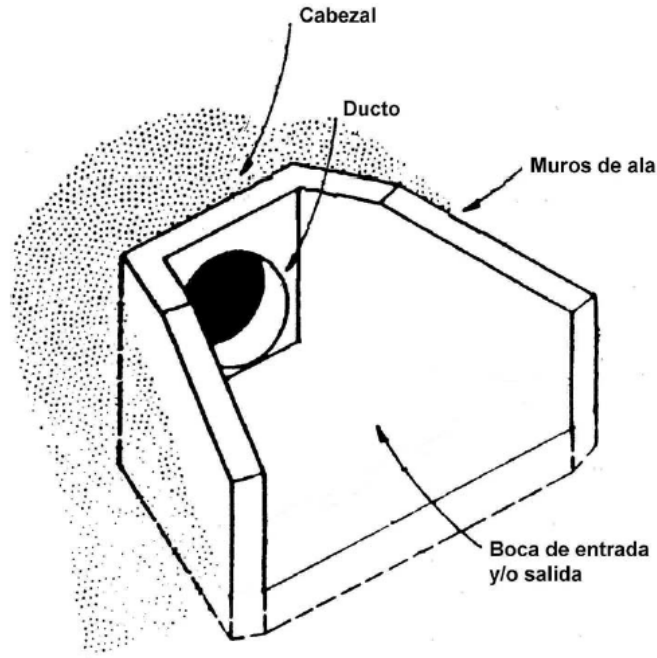
B. Drenaje transversal

Son aquellas que cruzan la carretera.

B.1 Alcantarillas

Son ductos cerrados que pueden ser de diferente forma como circulares o de cajón, son ubicadas debajo de la subrasante de la vía y sobre ellas se coloca un relleno de 0.60 metros cuyo objetivo es cruzar las aguas de un lado al otro de la carretera, aquellas provenientes de las cunetas, canales de riego, escurrimiento superficial de la carretera, pequeñas cuencas hidrográficas, etc. La pendiente mínima es de 0.50% y están formadas por las partes que se muestran en la figura 19. [26]

Figura 21. Elementos que conforman una alcantarilla



Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

1.1.3.6 Estudio de suelos

El estudio de suelos es una parte importante en cualquier proyecto vial ya que será el soporte, por ende, se debe realizar los ensayos necesarios para determinar sus características ya que también servirán para determinar el espesor del pavimento.

Dependiendo la calidad se considera el espesor del pavimento lo que ayudaría a la economía de un proyecto.

El estudio de suelos además ayuda a determinar la estabilidad que van a tener los taludes presentes en el trayecto de la vía.

Para obtener las características del suelo se deben hacer los siguientes ensayos:

a. Contenido de humedad

Es la relación entre el peso del agua en estado natural y el peso luego de secarlo en el horno, el cual se expresa en porcentaje y puede variar de 0 a 100%. Este ensayo determina

si es un suelo saturado o netamente seco por ende permite intuir el comportamiento mecánico del suelo. [27] Se utiliza la siguiente formula:

$$w\% = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad \text{Ec. 39}$$

Donde:

$w\%$ = Contenido de humedad natural.

W_s = Peso del suelo seco.

W_w = Peso del agua.

b. Límites de atterberg

Establecen el comportamiento de los suelos finos en relación al contenido de humedad, y su comportamiento cambia con el pasar del tiempo. Atterberg establece varios límites a medida que aumenta la humedad y llevan este nombre los puntos que suceden en cada transición de humedad entre un estado y el otro. [27]

b.2 Límite plástico

Cuando pasa de un estado semisólido a un estado plástico, significa que si se utiliza la mínima cantidad de agua aún el suelo pertenecerá plástico. Este ensayo se realiza con 200 gramos que pasen por el tamiz #40 realizando rollos de 3mm de diámetro y si se desmoronan significa que no alcanzo el límite plástico por lo tanto se considerará que un suelo NP (No Plástico). [27]

b.2 Límite líquido

Cuando pasa de un estado líquido a un estado plástico, este ensayo se realiza con un instrumento llamado copa de Casagrande, se utiliza 100 g de muestra que pasó por el tamiz # 40 y consiste en agregar la cantidad mínima de agua que puede contener el suelo en unos rangos de golpes antes de que el suelo se una y se determina a través de la interpolación de una curva.

c. Granulometría

Se lo realiza a través del sistema unificado de los suelos (SUCS), y sirve para determinar qué tipo de material que se tiene. Consiste en la distribución de los tamaños de la muestra a través del tamizado, es decir esta clasificación está en base a la función del tamaño del agregado. Para la ingeniería se considera más favorable los suelos de partículas grandes.

d. Compactación de suelos

Ensayo de próctor modificado

Determina el peso volumétrico seco y la humedad de compactación a la que se debería compactar el suelo, también estipula las características mecánicas y propiedades índice de un suelo, además indica si es necesaria la intervención con maquinaria para mejorar sustancialmente la resistencia, capacidad de carga, indeformabilidad e impermeabilidad del suelo.

Existen dos tipos de ensayo Próctor, el estándar y el modificado los cuales se diferencian en las características del suelo a usar por lo cual se selecciona el método el cual varía por el peso del martillo, número de capas y la altura de caída.

e. Ensayo CBR

El método de CBR (Valor soporte california) determina que mientras más bajo es su valor mayor será el espesor del pavimento para que logre soportar de mejor manera las cargas de tránsito.

En este ensayo se determina la oposición que tiene un suelo a la penetración de un pistón, la definición de CBR es la siguiente:

$$CBR = \frac{\text{Fuerza necesaria para producir una penetración de 2.5 mm en un suelo}}{\text{Fuerza necesaria para producir una penetración de 2.5 mm en la muestra patrón}} \times 100 \quad \text{Ec. 40}$$

1.1.3.7 Pavimentos

Es aquella estructura que descansa sobre el terreno firme de fundación o subrasante con la finalidad de soportar las cargas que transmiten los vehículos que transportan carga o personas.

Tipos de pavimento

a. Pavimentos flexibles

Se determinan así cuando el pavimento se adhiere a las deformaciones del suelo sin que muestren tensiones adicionales.

b. Pavimentos semi rígidos

Es parecida al pavimento flexible con la diferencia que este cuenta con una capa que será reforzada con un aditivo que puede ser asfalto, emulsión, cemento cal y químicos.

c. Pavimentos rígidos

Es aquel que está constituido por hormigón de cemento portland el cual debido a sus características no se adhiere al suelo porque muestra poca resistencia a las tensiones por tracción.

d. Pavimentos articulados

Son aquellos que llevan bloques de concreto prefabricado como los adoquines o empedrado los cuales son utilizados como capa de rodadura.

Capas que conforman la estructura de un pavimento

a. La subrasante

Esta capa es considerada como la cimentación del pavimento por medio de las características que ésta posee se determina el espesor del pavimento y cumple la función de soportar las cargas que el pavimento transmite.

b. Sub-base

Es colocada sobre la subrasante la cual sirve como drenaje para el pavimento además controla la capilaridad del agua que proviene de niveles freáticos cercanos a la vía. Otro objetivo es controlar o en lo posible eliminar los cambios que puede presentar el suelo como volumen, elasticidad o plasticidad que perjudican a la subrasante.

c. Base

Es la capa encargada de la absorción de esfuerzos que transmiten las cargas de los vehículos los cuales deben ser distribuidos uniformemente a las capas de sub-base y el terreno de fundación.

d. Capa de rodadura

Tiene como función principal proteger la capa base ante posibles filtraciones de agua, también ayuda a evitar el desgaste debido al paso de vehículos y en muchos casos aumenta la capacidad de soporte.

e. Rasante

Aquella que indica la línea de gradiente a nivel la cual corresponde a la superficie de rodadura.

Características de los materiales de afirmado

Clases de sub-bases

Sub-bases clase 1

Agregado que procede de la trituración en donde al menos el 30% debe ser triturado, la granulometría corresponde a la clase 1 de la tabla 24.

Sub-bases clase 2

Se obtiene a través del cribado o trituración desde yacimientos de piedras rotas naturalmente, son los más utilizados en el diseño de vías.

Sub-bases clase 3

Pueden estar formadas por elementos naturales o procesados y deberán cumplir la granulometría de la tabla 24.

Tabla 24. Granulometría para sub-bases

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada.		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	-	-	100
2" (50.4 mm)	-	100	-
1 1/2" (38.1 mm)	100	70 – 100	-
Nº 4 (4.75 mm)	30 - 70	30 – 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm)	10 - 35	15 – 40	-
Nº 200 (0.075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MTOP (2002)[28]

Tabla 25. Especificaciones generales para sub-bases

Clases de sub-bases	Límite Líquido	Índice plástico	Desgaste a la abrasión	CBR
Clase 1	≤ 25	≤ 6	≤ 50%	≥ 30%
Clase 2				
Clase 3				

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MTOP (2002)[28]

Clases de Bases

Base clase 1

Está compuesta por material grueso y fino triturados en un 100% cumpliendo la granulometría de la tabla 26, los tamaños especificados serán obtenidos directamente en la planta de trituración.

Base clase 2

Por lo menos el 50% del peso deberá proceder de la trituración y cumplirá la granulometría de la tabla 26.

Base clase 3

El 25% en peso corresponde a la fracción gruesa triturada y deberá hallarse graduada de acuerdo a la tabla 26.

Base clase 4

Puede ser el 100% cribado y deberá cumplir con la granulometría especificada en la siguiente tabla.

Tabla 26. Granulometría para bases

Tamiz	Base clase 1		Base clase 2	Base clase 3	Base clase 4
	A	B			
	2" MAX	1 1/2" MAX			
2"	100				100
1 1/2"	70-100	100			
1"	55-85	70-100	100		60-90
3/4"	50-80	60-90	70-100	100	
3/8"	35-60	45-75	50-80		
# 4	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
# 10	20-40	20-50	25-50	30-60	
# 40	10-25	10-25	15-30	20-35	
# 200	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MTOP (2002)[28]

Tabla 27. Especificaciones generales para bases

Clases de sub-bases	Límite Líquido	Índice plástico	Desgaste a la abrasión	CBR
Clase 1	≤ 25	≤ 6	≤ 40%	≥ 80%
Clase 2				
Clase 3				

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MTOP (2002)[28]

Todas estas clases de bases deberán estar limpios, exentos de impurezas, material vegetal o granos de arcilla, y deberán ser resistentes y durables. Tendrán que cumplir las exigencias granulométricas presentadas en el cuadro.

Carpeta asfáltica

El asfalto es un material aglomerante que se identifica con el color negro o pardo oscuro, compuesto por betunes provenientes de la destilación del petróleo o se encuentra también en la naturaleza.

Para los contenidos de la carpeta asfáltica se utiliza el método Marshall para determinar las cantidades adecuadas que conforman la mezcla asfáltica la cual debe cumplir con las exigencias de servicio.

Los agregados deben cumplir las siguientes exigencias y si no es el caso se debe realizar la combinación de materiales disponibles hasta cumplir lo especificado.

Tabla 28. Granulometría para mezcla asfáltica

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4 "	1/2"	3/8"	N° 4
1 " (25.4 mm)	100	-	-	-
3/4 " (19.0 mm)	90-100	100	-	-
1/2" (38.2 mm)	-	90-100	100	-
3/8" (9.5 mm)	56-80	-	90-100	100
N° 4 (4.76 mm)	35-65	44-74	55-85	80-100
N° 8 (2.36 mm)	23-49	28-58	32-67	65-100
N° 16 (1.18 mm)	-	-	-	40-80
N° 30 (0.60 mm)	-	-	-	25-65
N° 50 (0.30 mm)	5-19	5-21	7-23	7-40
N° 100 (0.15 mm)	-	-	-	3-20
N° 200 (0.075 mm)	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MTOP (2002)[28]

Además, se deben cumplir los siguientes requerimientos:

Tabla 29. Especificaciones para mezcla asfáltica

Ensayo	Especificaciones
Resistencia al desgaste por abrasión	$\leq 40\%$ INEN 860
Resistencia a la acción de los sulfatos	$< 12\%$ INEN 863
Recubrimiento y peladura	Adherencia 95% Peladura 5% AASHTO T182
Índice plástico (Pasa #40)	< 4
Hinchamiento	1.50%

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MTOP (2002)[28]

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo general

- Realizar el diseño geométrico y del pavimento de la vía Silipo - Pinllopata en el tramo Km 8+000 – 12+000, perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

1.2.2 Objetivos específicos

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

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

2.1 Materiales y equipos

Para llevar a cabo este proyecto técnico fue necesario la utilización de los siguientes materiales y equipos:

2.1.1 Materiales

- Estacas de madera

Se utilizó estacas de eucalipto de 5x5x60 cm, para referenciar cada uno de los kilómetros y como guía para la utilización del dron.

- Cal

Para marcar el lugar donde deberían ir las estacas y el GPS para toma de puntos de referencia.

- Cuaderno de apuntes

Esencial para llevar anotaciones importantes las cuales deben ser claras y ordenadas para que puedan ser leídas por cualquier persona, se anotan: lugares, geografía, puntos, bosquejo del levantamiento topográfico, etc.

- Sacos de Yute

Fueron utilizados para la recolección y transporte de las muestras de suelo por cada kilómetro de vía.

- Pintura

Con la finalidad de marcar puntos estratégicos a lo largo del recorrido y también hacer más visible cada uno de los puntos y se mantenga a pesar de la inclemencia y paso del tiempo.

2.1.2 Equipos

- Sistema de posicionamiento global (GPS)

Instrumento electrónico utilizado para determinar la ubicación exacta de puntos obteniendo datos como longitud, latitud y elevación con respecto al nivel del mar. Muy utilizado en la ingeniería civil para determinar la ubicación exacta gracias a sus 24 satélites los cuales permiten obtener la ubicación en cualquier parte de la superficie terrestre. La referenciación de estos puntos se da por medio de coordenadas geográficas.

- Drone

Vehículo no tripulado que tiene como objetivo realizar grandes levantamientos topográficos en especial en lugares de difícil acceso y clima complicado. Este aparato trabaja a través de fotografías de gran resolución las cuales permiten en un post proceso obtener puntos y curvas de nivel con gran precisión.

Se utilizó este medio de levantamiento topográfico debido a la dificultad de acceso del terreno del proyecto obteniendo excelentes resultados en los datos arrojados por el mismo.

- Equipo trimble GNSS R10 (RTK)

Este equipo cuenta con una estación fija o base y una o dos móviles a través de la cual se utiliza señales GPS, Galileo y Glonass las cuales permiten corregir las posiciones que vaya tomando la estación móvil y de esta manera georreferenciar los bancos de nivel (BM) y las marcaciones o estacas colocadas en la vía o área de estudio con el objetivo de georreferenciar las orto fotografías captadas por el drone, obteniendo así precisiones milimétricas en los levantamientos topográficos de estos dos elementos combinados.

Este equipo permite interactuar en tiempo real manteniendo una mejor comunicación entre el campo y la oficina obteniendo resultados más precisos y confiables.

- Equipo de telefonía celular

De vital importancia para este tipo de trabajos debido a la longitud del tramo de vía, para coordinar movimientos y acciones entre las personas que realizan el levantamiento topográfico.

- **Herramienta menor**

Equipo necesario para la colocación de las estacas de referencia y para realizar los pozos de extracción de muestras para los ensayos de suelo, se utilizó: palas, picos, excavadoras manuales, azadones, combos y machetes.

- **Equipo de seguridad**

Para el trabajo en campo es primordial utilizar equipo de protección con la finalidad de evitar contra tiempos y brindar seguridad al equipo de trabajo, utilizando así cascos, chalecos reflectivos, ponchos de aguas y botas de caucho.

- **Computadora**

Necesaria para el procesamiento de información obtenida en el levantamiento topográfico, realizar documentos de trámite, consultar información investigativa y diseñar la vía por medio del programa computacional Civil 3D, la computadora debe contar con características buenas para facilitar el procesamiento de la información y obtener mejores resultados.

- **Cinta métrica**

Útiles para medir extensiones de entre 30-100 metros como anchos de carriles, en este caso puede ser utilizada para medir el ancho de la faja topográfica y la ubicación del eje de la vía.

- **Flexómetro**

Para calcular pequeñas mediciones como en el caso de este estudio se utilizó para medir la distancia entre la estaca al punto de referencia del RTK.

2.2 Métodos

Análisis de campo

Se realizó varias visitas previas por los lugares y el camino existente por donde podría ir la posible vía, además se pudo dialogar con las autoridades de la parroquia con la finalidad

de dar a conocer el trabajo a realizar y a su vez recibir ciertas pautas o consejos antes de empezar a realizar el levantamiento topográfico.

Fue de gran importancia las visitas previas realizadas porque se pudo apreciar la topografía del terreno y los equipos que se utilizarán para el levantamiento, aparte de posibles problemas que pueden presentarse para realizar la topografía y posteriormente la vía.

Investigación bibliográfica

Se utilizó bibliografía existente en todo el mundo relacionada al diseño de vías o carreteras, éstas pudieron extraerse a través del internet por medio de las bibliotecas virtuales mundiales o las existentes en la página de la Universidad Técnica de Ambato además de utilizar textos físicos de la biblioteca de la Facultad de Ingeniería Civil Y Mecánica.

2.2.1 Ubicación y datos informativos del proyecto

Ubicación macro del proyecto

Ecuador se encuentra en la costa noroccidental de América del Sur, limita al norte con Colombia, al oeste con el océano pacífico, al sur y al este con Perú. Se ubica por donde atraviesa la línea ecuatorial. Ecuador cuenta con 24 provincias repartidas en sus regiones, teniendo 6 en la región amazónica, 6 en la región costa, 11 en la región sierra y 1 en la región insular las cuales conforman un área de 256.370 Km² de tierra.[29]

Figura 22. Ubicación macro del proyecto



Fuente: espanol.mapsofworld.com (2020)

Ubicación meso del proyecto

La provincia de Cotopaxi cuenta con una extensión de 6.109 Km² la cual está conformada por 7 cantones, Latacunga, La Maná, Pangua, Pujilí, Salcedo, Saquisilí y Sigchos. Limita al sur con las provincias de Tungurahua y Bolívar, al norte con las provincias de Pichincha y Santo Domingo de los Tsáchilas, al este con la provincia de Napo y al oeste con la provincia de Los Ríos. [30]

Figura 23. Ubicación meso del proyecto



Fuente: División Política del Ecuador (2017)

Ubicación micro del proyecto

El Cantón Pangua se encuentra ubicado al sur occidente de la provincia, tiene 4 parroquias: El Corazón, Moraspungo, Ramón Campaña y Pinllopata. Se encuentra a una altura de 3600 m.s.n.m y tiene una extensión territorial de 714.9 km². Posee una población de 22.289 habitantes. [30]

El proyecto se encuentra en la parroquia Pinllopata perteneciente al canto Pangua, Provincia de Cotopaxi, que se encuentra a una altura de entre 1480 y 3560 m.s.n.m.

Limita al norte y al oeste con la parroquia Angamarca, al sur Romerillos y al este con la parroquia El Corazón formando una superficie total de 31.5 Km². Esta parroquia la conforman 7 comunidades rurales con una población de 1030 habitantes: Pinllopata, La Merced, Langalo, Siguidaza, Veracruz, Ventanas de Amimín y Chisla. [31]

Figura 24. Ubicación micro del proyecto



Fuente: es.wikipedia.org (2010)

Figura 25. Camino existente Romerillo-Pinllopata Km 8+000 – 12+000



Fuente: Google Earth Pro (2019)

Localización geográfica del proyecto

Este proyecto corresponde a las abscisas 8+000 - 12+000 en el tramo comprendido entre Romerillo y Pinllopata que arrojan los siguientes datos geográficos:

Tabla 30. Ubicación Geográfica del Proyecto

ABSCISA (Km)	COTA (m.s.n.m)	Coordenadas UTM WGS-84 (Zona 17S)	
		LONGITUD	LATITUD
8+000	3247	724995.00 m	9871019.00 m
12+000	2765	721950.00 m	9872220.00 m

Fuente: David Manosalvas Paredes

Vivienda

La mayoría de las viviendas del sector son de construcción mixta (madera-hormigón-zinc) las cuales tienen acceso a los servicios básicos principales como agua potable, alcantarillado en la zona urbana de la parroquia, luz eléctrica y manejo de desechos sólidos. [31]

Relieve

La topografía de la parroquia Pinllopata posee muchas pendientes que tienden a ser de moderadas a agudas con 70% de pendiente y/o superiores cuya altitud con respecto al nivel del mar está entre 1200 y 3560 m.s.n.m. Todas estas pendientes escarpadas tienden hacia los ríos aledaños al sector. [31]

Clima

El clima que predomina en el lugar es templado frío con un rango de precipitación superior en los meses de enero-abril 1600 a 1800 mm por año considerado como invierno y de menor precipitación en mayo-agosto 100 mm/ mes considerado como verano. [31]

Economía del sector

La economía de la parroquia rige en la mayor parte en la agricultura y ganadería, aunque en un poco porcentaje también se realiza turismo para obtener ingresos.

Agricultura

Gracias al clima existente en la zona es propicio para el cultivo de una variedad de productos como: fréjol, maíz, chochos, papas, mora entre otros siendo predominante el cultivo de varios tipos de fréjol y en un alto porcentaje también la mora. Estos productos son comercializados en la parroquia de El Corazón. [31]

Ganadería

La mayor parte de habitantes del lugar se dedican a la crianza de animales y por ende su comercialización, se dividen en ganado vacuno, ovino, porcino, caballar y mular y también aves de campo las cuales son comercializadas en un pequeño porcentaje en el lugar y la mayor parte son llevadas a El Corazón y Moraspungo para su venta. [31]

Turismo

El turismo representa un porcentaje muy bajo en la economía del lugar presentando como atractivos la pesca de truchas, y cascadas existen por el sector. [31]

2.2.2 Plan de recolección de datos

La finalidad de este proyecto es obtener una vía de circulación segura y cómoda mediante la aplicación de la normativa vigente en el país, poniendo énfasis en el diseño correcto de los principales parámetros para una vía como son: alineamiento vertical, horizontal y transversal. Tomando en cuenta todos los factores extras que puedan dificultar que estos parámetros sean elaborados correctamente.

Por ende, se ha planificado adecuadamente la recolección de todos los datos necesarios para que este proyecto se lleve a cabo de la manera más propicia posible garantizando que el proceso sea el correcto y no tener ningún tipo de problema en el futuro.

Levantamiento topográfico

- Marcar el punto de partida con una estaca y un clavo para georreferenciar con el R10 enlazando la señal con el dron a través de los bancos de nivel.
- En cada punto marcado señalar de manera clara realizando una cruz con cal para que pueda ser apreciada por el dron.
- Referenciar puntos cada kilómetro hasta el final con el objetivo de referenciar los lugares que sean necesarios.
- El dron volará por tramos debido a la duración de la batería y la complejidad del lugar.
- El levantamiento topográfico se realizará sobre el camino existente tomado como referencia y se capturará una faja topográfica aproximada de 70 metros por la complejidad del lugar.
- Importar y procesar las fotografías realizadas por el dron en un computador para obtener las curvas de nivel.

Conteo vehicular (TPDA)

La vía existente contempla un tramo que aún no tiene acceso vehicular, no existe tránsito por esta vía, por ende, se trata de una vía nueva, entonces se adoptará el valor de cero para el TPDA.

2.2.3 Plan de procesamiento y análisis de información

2.2.3.1 Plan de procesamiento

A través de la recolección de datos se procede a coordinar los trabajos de escritorio para ejecutar el diseño geométrico realizando las siguientes actividades:

- Análisis y revisión de la topografía realizada.
- Dibujar la faja topográfica.
- Diseño geométrico completo de la vía: alineamiento horizontal, vertical y transversal.
- Cálculo de volúmenes de movimientos de tierra.
- Elaboración del presupuesto referencial.

2.2.3.2 Análisis de información

La recolección de datos obtenidos en campo será procesada posteriormente por medio de programas computacionales siguiendo guías de normativa de diseño geométrico de vías, las cuales permitirán concluir el trabajo, logrando alcanzar los objetivos planteados en este proyecto y generando conclusiones que permitan validar el trabajo.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados

3.1.1 Levantamiento topográfico

Se realizó a través de un dron luego de haber realizado la marcación de puntos con dianas por cada kilómetro para que pueda ser visualizado por el dron, fue realizado por medio de un equipo de posicionamiento cinético en tiempo real (RTK).

Se realizó un levantamiento minucioso por cada kilómetro optimizando las características del terreno, relieve, quebradas, viviendas, etc., con la finalidad de obtener datos más exactos para un mejor procesamiento.

3.1.2 Conteo vehicular

Siguiendo la normativa vial para obtener el TPDA se determinó a Pinllopata como estación de conteo y la vía que pasa por el lugar es la más cercana a la vía a realizarse, siguiendo la norma se realizó el conteo vehicular por 7 días seguidos comprendidos entre las fechas 2 al 8 de diciembre del año 2019, el conteo se realizó por doce horas seguidas las cuales se dividieron en periodos de 15 minutos.

El conteo se realizó en ambos sentidos de la vía arrojando los datos que se presentan en el Anexo B y resumiendo la tabla de la siguiente manera:

Tabla 31. Conteo Vehicular diario

RESUMEN SEMANAL DE VEHICULOS CONTADOS						
FECHA:	2 AL 8 DE DICIEMBRE DE 2019					
LUGAR:	PINLLOPATA					
# DE CARRILES:	2					
LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO
34	23	30	35	45	58	46

Fuente: David Manosalvas

En base a la tabla 31 se observa que el día con mayor afluencia vehicular es el sábado debido a la feria que se realiza en el cantón Pangua, por ende, se presenta la siguiente tabla representativa de los datos obtenidos el día con mayor tránsito.

Tabla 32. Volumen de vehículos en la hora pico

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL/15 MIN
			2D	2DA	
8h00 - 8h15	1	0	0	0	1
8h15 - 8h30	1	0	1	0	2
8h30 - 8h45	0	0	0	1	1
8h45 - 9h00	1	1	1	0	3
TOTAL TIPO VEHICULOS	3	1	2	1	7
TPDA	20	6	14	6	46

Fuente: David Manosalvas

De acuerdo a la tabla 32 se deduce que la hora con más carga vehicular se encuentra comprendida entre las 8 y 9 de la mañana. Una vez obtenido el valor, que es 7, se procede a calcular el factor horario de máxima demanda aplicando la siguiente fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N * Q_{max}} \quad Ec. 1$$

$$FHMD = \frac{7}{4 * 3}$$

$$FHMD = 0.58$$

Donde:

FHMD: Factor horario de máxima demanda.

VHMD: Volumen horario de máxima demanda.

Q_{máx}: Flujo vehicular máximo registrado en periodos de 15 minutos.

N: Número de periodos en el transcurso de la hora de máxima demanda (4 de 15 minutos).

Una vez obtenido el factor horario de máxima demanda se procede a calcular el factor horario del proyecto (FHP) por medio del método de la 30va hora, utilizar $k=0.15$ para zonas rurales. Al ser inferior a 1 el factor horario de máxima demanda se asumirá este valor. Calcular a través de la siguiente fórmula:

$$VHP * FHP = k * TPDA$$

$$TPDA = \frac{VHP * FHP}{k} \quad \text{Ec. 41}$$

$$TPDA = \frac{3 * 1}{0.15}$$

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

$$TPDA = \frac{1 * 1}{0.15}$$

$$TPDA = 5.67 \approx 6 \text{ buses/día}$$

$$TPDA = \frac{2 * 1}{0.15}$$

$$TPDA = 14 \text{ camiones(2D)/día}$$

$$TPDA = \frac{1 * 1}{0.15}$$

$$TPDA = 5.67 \approx 6 \text{ camiones(2DA)/día}$$

Determinación del tránsito actual (Ta)

El tránsito actual está conformado por el TPDA, tránsito atraído, tránsito generado y tránsito desarrollado.

Tránsito atraído (Tat)

De acuerdo a la norma se utilizará el 10% del TPDA

Livianos

$$Tat = 10\% * TPDA \quad \text{Ec. 4}$$

$$Tat = 10\% * 20$$

$$Tat = 2 \text{ vehiculos livianos}$$

Buses

$$Tat = 10\% * 6$$

$$Tat = 0.6 \approx 1 \text{ bus}$$

Pesados

$$Tat = 10\% * 1.4$$

$$Tat = 1.4 \approx 1 \text{ camiones}(2D)$$

$$Tat = 10\% * 6$$

$$Tat = 0.6 \approx 1 \text{ camiones}(2DA)$$

Tránsito generado (TG)

De acuerdo a la norma MTOP se utiliza el 20% del TPDA como dato de los primeros años:

Livianos

$$TG = 20\% * TPDA$$

Ec. 42

$$TG = 20\% * 20$$

$$TG = 4 \text{ vehiculos livianos}$$

Buses

$$TG = 20\% * 6$$

$$TG = 1.2 \approx 1 \text{ bus}$$

Pesados

$$TG = 20\% * 1.4$$

$$TG = 2.8 \approx 3 \text{ camiones}(2D)$$

$$TG = 20\% * 6$$

$$TG = 1.2 \approx 1 \text{ camiones}(2DA)$$

Tránsito desarrollado (TD)

Se utiliza el 5% del TPDA de acuerdo a lo que dicta la norma:

Livianos

$$TD = 5\% * TPDA$$

Ec. 43

$$TD = 5\% * 20$$

$$TD = 1 \text{ vehiculos livianos}$$

Buses

$$TD = 5\% * 6$$

$$TD = 0.30 \approx 0 \text{ bus}$$

Pesados

$$TD = 5\% * 14$$

$$TD = 0.07 \approx 1 \text{ camiónes}(2D)$$

$$TD = 5\% * 6$$

$$TD = 0.3 \approx 0 \text{ camiónes}(2DA)$$

Una vez encontrados estos valores se calcula el tránsito actual con la siguiente fórmula:

Livianos

$$Ta = TPDA + Tat + TG + TD$$

Ec. 44

$$Ta = 20 + 2 + 4 + 1$$

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

Buses

$$Ta = 6 + 1 + 1 + 0$$

$$Ta = 8 \text{ buses/día}$$

Pesados

$$Ta = 14 + 1 + 3 + 1$$

$$Ta = 19 \text{ camiones(2D)/día}$$

$$Ta = 6 + 1 + 1 + 0$$

$$Ta = 8 \text{ camiones(2DA)/día}$$

A continuación, se presenta una tabla resumen del tránsito actual:

Tabla 33. Tránsito Actual

TRÁNSITO ACTUAL					
LUGAR: PINLLOPATA					
N° DE CARRILES: 2			ANCHO EFECTIVO: 6m		
	TIPO DE VEHÍCULO				TOTAL VEHICULO/DÍA
	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	PESADOS		
			2D	2DA	
TPDA	20	6	14	6	46
TRÁNSITO ATRAIDO (Tat)	2	1	1	1	
TRÁNSITO GENERADO (TG)	4	1	3	1	
TRÁNSITO DESARROLLADO (TD)	1	0	1	0	
TRÁNSITO ACTUAL (Ta)	27	8	19	8	62

Fuente: David Manosalvas

Determinación del tráfico futuro (TF)

Primero determinar el índice de crecimiento anual de tráfico para los tres tipos de vehículos según dicta la norma en la siguiente tabla:

Tabla 34. Tasa de Crecimiento Anual de Tráfico

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

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MTOP 2003[15]

Para calcular el tráfico futuro se utiliza la siguiente fórmula:

$$TF = Ta(1 + i)^n \quad \text{Ec. 7}$$

Obteniendo para el año 2020 los siguientes datos:

Livianos

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

$$TF = 27.96 \approx 28 \text{ veh\u00edculos livianos/d\u00eda}$$

Buses

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

$$TF = 8.04 \approx 8 \text{ buses/d\u00eda}$$

Pesados

$$TF = 19(1 + 1.74\%)^1$$

$$TF = 19.33 \approx 19 \text{ camiones(2D)/d\u00eda}$$

$$TF = 8(1 + 1.74\%)^1$$

$$TF = 8.14 \approx 8 \text{ camiones(2DA)/d\u00eda}$$

$$TF_{\text{a\u00f1o2020}} = 64 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Tabla 35. Tráfico futuro del proyecto

TRÁFICO FUTURO									
LUGAR: PINLLOPATA									
N° CARRILES: 2				ANCHO EFECTIVO: 6m					
AÑO	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL					
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TPDA TOTAL
						2D	2DA	TOTAL	
2019	3.97%	1.97%	1.94%	27	8	19	8	27	62
2020	3.57%	1.78%	1.74%	28	8	19	8	27	64
2021	3.57%	1.78%	1.74%	29	8	20	8	28	65
2022	3.57%	1.78%	1.74%	30	8	20	8	28	67
2023	3.57%	1.78%	1.74%	31	9	20	9	29	69
2024	3.57%	1.78%	1.74%	32	9	21	9	29	70
2025	3.25%	1.62%	1.58%	33	9	21	9	30	71
2026	3.25%	1.62%	1.58%	34	9	21	9	30	73
2027	3.25%	1.62%	1.58%	35	9	22	9	31	75
2028	3.25%	1.62%	1.58%	36	9	22	9	31	76
2029	3.25%	1.62%	1.58%	37	9	22	9	32	78
2030	3.25%	1.62%	1.58%	38	10	23	10	32	80
2031	3.25%	1.62%	1.58%	40	10	23	10	33	82
2032	3.25%	1.62%	1.58%	41	10	23	10	33	84
2033	3.25%	1.62%	1.58%	42	10	24	10	34	86
2034	3.25%	1.62%	1.58%	44	10	24	10	34	88
2035	3.25%	1.62%	1.58%	45	10	24	10	35	90
2036	3.25%	1.62%	1.58%	47	11	25	10	35	92
2037	3.25%	1.62%	1.58%	48	11	25	11	36	95
2038	3.25%	1.62%	1.58%	50	11	26	11	36	97
2039	3.25%	1.62%	1.58%	51	11	26	11	37	99

Fuente: David Manosalvas

Se determina que el tráfico proyectado para un periodo de 20 años es de 99 vehículos/día, por consiguiente, se adoptará una vía clase V de acuerdo a la clasificación de carreteras según el tráfico proyectado de la MTOP.

3.1.3 Estudio de suelos

El estudio de suelos es fundamental para la ejecución del proyecto, por tanto, se tomó muestras a cada kilómetro a través de pozos a cielo abierto.

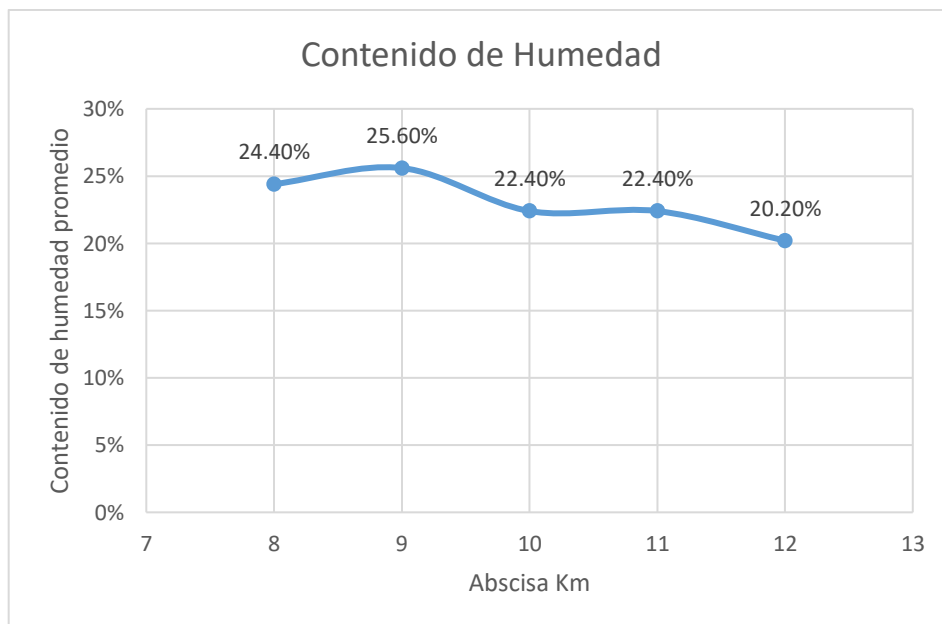
Tabla 36. Localización pozos a cielo abierto

Abscisa	Pozo N°
8+000	P1
9+000	P2
10+0000	P3
11+000	P4
12+000	P5

Fuente: David Manosalvas

Contenido de humedad

Figura 26. Contenido de humedad natural



Fuente: David Manosalvas

Granulometría

Para este ensayo se utilizó el Sistema Unificado para Clasificación de los Suelos SUCS.

Tabla 37. Granulometría

N° Ensayo	1	2	3	4	5
Abscisa	8+000	9+000	10+000	11+000	12+000
Clasificación	ML limo de baja de plasticidad	ML limo de baja plasticidad	ML-CL Limo arcilloso de media a baja plasticidad	ML limo de baja plasticidad	ML limo de baja plasticidad

Fuente: David Manosalvas

Límites de Atterberg

Tabla 38. Límites de Atterberg

Límites de consistencia	Km 8+000	Km 9+000	Km 10+000	Km 11+000	Km 12+000
Límite Líquido %=	31.44	30.66	31.55	38.41	41.7
Límite Plástico %=	25.44	25.63	23.83	30.7	32.64
Índice Plástico LL%-LP%=	6.00	5.04	7.72	7.71	9.06

Fuente: David Manosalvas

Próctor

Se realizó este ensayo utilizando el Proctor modificado método “B”.

Tabla 39. Próctor modificado

Muestra	Humedad Óptima W%	Densidad Seca gr/cm ³
Km 8+000	24.40	1.517
Km 9+000	25.60	1.537
Km 10+000	22.40	1.442
Km 11+000	22.40	1.570
Km 12+000	20.20	1.556

Fuente: David Manosalvas

Capacidad de soporte CBR

Tabla 40. CBR puntual

Abscisa	CBR Puntual %
Km 8+000	7.1
Km 9+000	7.3
Km 10+000	6
Km 11+000	5.2
Km 12+000	2.7

Fuente: David Manosalvas

Interpretación de datos de suelo

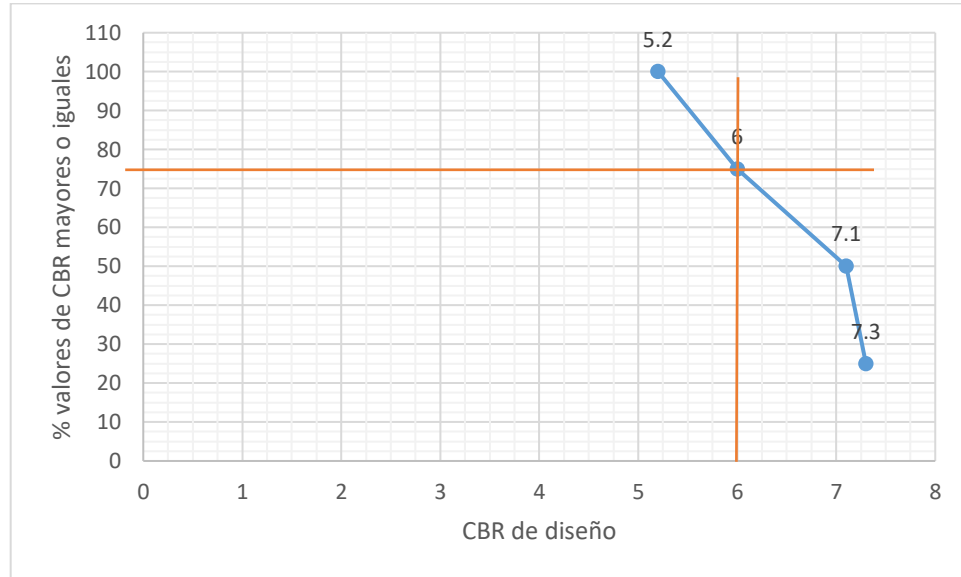
A partir de la obtención del CBR puntual se ordena los valores y se grafica para obtener el CBR de diseño. Tomando en cuenta el W18 obtenido de 99318.05 vehículos se lo clasifica de acuerdo a la siguiente tabla para obtener el valor percentil para el diseño de la subrasante:

Tabla 41. Valor percentil de diseño

Número de ejes en el carril de diseño	Valor percentil para diseño de la subrasante
< de 10,000	60%
10,000 a 1,000,000	75%
> de 1,000,000	87.50%

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras (MTOPI 2003)[15]

Figura 27. CBR de diseño



Fuente: David Manosalvas

El CBR de diseño del proyecto de acuerdo con la figura 27 en el tramo de la abscisa 8+000 hasta la abscisa 11+000 es de 6.00% y el porcentaje de diseño 75%, de acuerdo a la clasificación general de los suelos en base al CBR se determina un suelo de pobre a regular. En la abscisa restante Km 11+000 - 12+000 al tener un CBR muy bajo y diferente a los presentados en la figura 27 se opta por realizar mejoramiento de suelos tomando un CBR para diseño del 20% en base a la norma.

3.1.4 Diseño geométrico de la vía

Velocidad de diseño

De acuerdo con el TPDA obtenido en el proyecto pertenece a una vía tipo V y por las características topográficas del lugar es un sector montañoso, por ende, de acuerdo a la siguiente tabla se obtiene una velocidad de diseño de 40 Km/h.

Tabla 42. Velocidad de Diseño en Km/h

Categoría de la vía	Velocidad de Diseño Km/h											
	Básica				Permisible en tramos difíciles							
	(Relieve llano)				(Relieve ondulado)				(Relieve montañoso)			
	Para calcular los elementos del trazado longitudinal.		Para calcular los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para calcular los elementos del trazado longitudinal.		Para calcular los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para calcular los elementos del trazado longitudinal.		Para calcular los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.	
	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs	Recom	Abs
R-I o R-II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	60	50	50	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Velocidad de circulación

$$V_c = 0.80 * V_d + 6.5 \qquad \text{Ec. 45}$$

$$V_c = 0.80 * \frac{40Km}{h} + 6.5$$

$$V_c = 38.5 Km/h$$

En base a la velocidad de diseño obtenida y tomando en cuenta que el volumen de tránsito de la vía es bajo se obtiene una velocidad de circulación de 37 Km/h de acuerdo con la presente tabla de la MTOP 2003 además es la que más se acerca de acuerdo a la fórmula propuesta por la AASHTO.

Tabla 43. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño

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

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

3.1.4.1 Diseño horizontal

Radio mínimo de curvatura

De acuerdo a la tabla 31 y la velocidad de diseño se obtiene los valores que se reemplazaran en la siguiente fórmula para su cálculo:

$$R_{min} = \frac{vd^2}{127(e+f)} \quad Ec. 11$$

$$R_{min} = \frac{40^2}{127(0.08 + 0.221)}$$

$$R_{min} = 41.86 \approx 42m$$

Tabla 44. Radios mínimos de curva de acuerdo al coeficiente (f) de fricción lateral y el peralte (e)

Velocidad de diseño (Km/h)	"f" máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04	e=0.10	e=0.08	e=0.06	e=0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08	15	18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86	15	20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87	20	25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7	30	30	35	36
40	0.221		41.86	44.83	48.27	40	42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82	55	58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59	70	75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Distancia de visibilidad de parada

Siguiendo los lineamientos de la norma MTOP 2003 se calcula el coeficiente de fricción longitudinal (f).

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} \quad \text{Ec. 46}$$

$$f = \frac{1.15}{37^{0.3}}$$

$$f = 0.3893$$

Procediendo a reemplazar en la siguiente fórmula:

$$Dvp = 0.7 * V_c + \frac{V_c^2}{254+f} \quad \text{Ec. 29}$$

$$Dvp = 0.7 * 37 + \frac{37^2}{254 + 0.3893}$$

$$Dvp = 31.38m \approx 32m$$

Este valor se encuentra debajo del rango que presenta la Norma MTOP 2003 en vías clase V con terreno montañoso que es de 40 metros de acuerdo con la presente tabla, por ende, se asume este valor.

Tabla 45. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas de parada de un vehículo (Metros)

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-1 o R-II > 8.000 TPDA	220	180	135	180	135	110
I 3.000 a 8.000	180	160	110	160	110	70
II 1.000 a 3.000	160	135	90	135	110	55
III 300 a 1.000	135	110	70	110	70	40
IV 100 a 300	110	70	55	70	35	25
V Menos de 100	70	55	40	55	35	25

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Distancia de visibilidad para rebasamiento

Tomando en cuenta la velocidad del proyecto se procede a calcular con la siguiente fórmula:

Siempre y cuando la velocidad se encuentre dentro de este rango: $(30 < V < 100)$

$$Dr = 9.54 * V - 218 \quad \text{Ec. 47}$$

$$Dr = 9.54 * 37 - 218$$

$$Dr = 134.98 \text{ m}$$

Se asumirá el valor mínimo 150 m presentado por la siguiente tabla:

Tabla 46. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para el rebasamiento de un vehículo (Metros)

Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3.000 a 8.000	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 Menos de 100	290	210	150	210	150	110

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

Magnitud del peralte

De acuerdo con la Tabla 9, la MTOP 2003, presenta dos alternativas de acuerdo a la velocidad del proyecto y la clase de vía, por ende, se toma un peralte de 8% el cual va acorde a las características del proyecto.

Sobreechancho

En base a la norma se asume 30 cm de sobreechancho debido a que la velocidad del proyecto es inferior a los 50 Km/h caso contrario se asumiría un sobreechancho de 40 cm.

Elementos de las curvas circulares

Para los cálculos típicos de los elementos que componen una curva se tomó como referencia la curva 35 para obtener los datos.

Grado de curvatura

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R}$$

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec. 9}$$

$$Gc = \frac{1145.92}{27.56}$$

$$Gc = 41.5804^\circ$$

Radio de curvatura

$$R = \frac{1145.92}{Gc} \quad \text{Ec. 10}$$

$$R = \frac{1145.92}{41.5804}$$

$$R = 27.56 \text{ m}$$

Ángulo central “Δ”

En la curva N° 35 el ángulo central es: $\Delta=\alpha=43.9297^\circ$

Longitud de la curva “Lc”

$$\frac{Lc}{2\pi R} = \frac{\alpha}{360}$$

$$Lc = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ} \quad \text{Ec. 12}$$

$$Lc = \frac{\pi * 42 * 43.9297}{180^\circ}$$

$$Lc = 32.20 \text{ m}$$

Tangente de curva o subtangente “T”

$$T = R * \tan \left(\frac{\alpha}{2} \right) \quad \text{Ec. 13}$$

$$T = 42 * \tan \left(\frac{43.9297}{2} \right)$$

$$T = 16.939 \text{ m}$$

External “E”

$$E = R * \left(\sec \frac{\alpha}{2} - 1 \right) \quad \text{Ec. 14}$$

$$E = 42 * \left(\sec \frac{43.9297}{2} - 1 \right)$$

$$E = 3.287 \text{ m}$$

Ordenada media

$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec. 15}$$

$$M = 42 - 42 * \cos \frac{43.9297}{2}$$

$$M = 3.049 \text{ m}$$

Ángulo de deflexión “θ”

$$\theta = \frac{Gc*1}{20} \quad \text{Ec. 16}$$

$$\theta = \frac{41.5804^\circ * 1}{20}$$

$$\theta = 2.079^\circ$$

Cuerda “C”

$$C = 2 * R * \sen \frac{\theta}{2} \quad \text{Ec. 17}$$

$$C = 2 * 42 * \sen \frac{2.079}{2}$$

$$C = 1.524 \text{ m}$$

Cuerda larga “Cl”

$$Cl = 2 * R * \sen \frac{\alpha}{2} \quad \text{Ec. 18}$$

$$Cl = 2 * 42 * \sen \frac{43.9297}{2}$$

$$Cl = 31.419 \text{ m}$$

Angulo de la cuerda “ \emptyset ”

$$\emptyset = \frac{\theta}{2} \quad \text{Ec. 20}$$

$$\emptyset = \frac{2.079}{2}$$

$$\emptyset = 1.040^\circ$$

3.1.4.2 Diseño vertical

Gradientes

De acuerdo con la Tabla 14 en la MTOP 2003 subraya que las gradientes van acorde a la velocidad y clase de vía del proyecto por lo cual arroja una gradiente máxima del 8% para esta vía, además la MTOP indica que la gradiente mínima es de un 0.5%.

Curvas cóncavas y convexas

Estos dos tipos de curvas verticales se calculan con la misma fórmula de acuerdo a la MTOP 2003 y tomando los datos de las Tablas 16 y 17 se obtiene el factor “K” que con los datos da un valor de 4 por ser una vía clase V, entonces se utiliza la siguiente formula:

$$L_{min} = 0.6 * V \quad \text{Ec. 37}$$

$$L_{min} = 0.6 * 40$$

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

3.1.4.3 Sección transversal

Calzada

El proyecto se encuentra en la categoría de vía clase V a través de la cual la norma MTOP 2003 recomienda como ancho de calzada de vía 4 metros por lo que se asumirá este valor.

Espaldones

Para considerar estas medidas también se toma en cuenta la clasificación de la vía por lo que la norma menciona que para vías de clase V no se consideran espaldones como tal, pero una parte del soporte lateral se lleva incorporado en la superficie de la vía.

Cunetas

Siguiendo las recomendaciones de la MTOP 2003 se asumirá las cunetas previstas para terrenos montañosos como el caso de este proyecto en donde se colocará la cuneta a 30 cm de profundidad con respecto a la rasante y necesariamente deberá ser revestida para proteger el pavimento de la vía, por ende, se tomará en cuenta la sección típica presentada por la norma.

Bombeo

EL bombeo acorde a lo que dicta la norma MTOP 2003 será del 4% que es para vías de clase V.

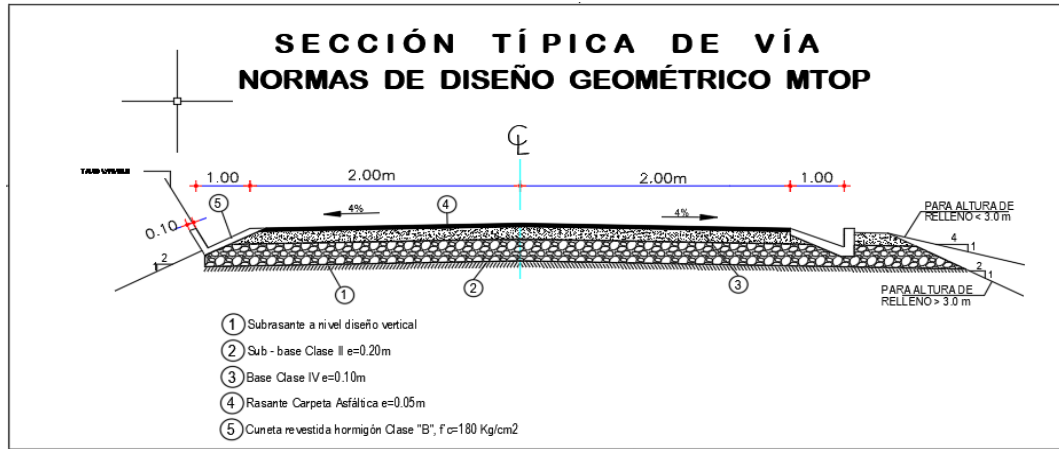
Taludes

Con la finalidad de mejorar las condiciones económicas se aconseja utilizar pendientes mínimas, para terrenos montañosos utilizar taludes de 45° (1:1) en terrenos favorables y de 75° (4:1) en terreno escarpado.

Sección típica

De acuerdo con los datos presentados en el diseño del proyecto y en base a la norma MTOP se determina la siguiente sección transversal para el proyecto de la vía Silipo – Pinllopata.

Figura 28. Sección típica



Fuente: David Manosalvas

3.1.5 Diseño del pavimento flexible

Contando con un sin número de métodos existentes para el diseño de pavimentos se optará diseñar a través del método AASHTO-93 el cual consiste en determinar un número estructural “SN” a través del cual se podrá obtener los diferentes espesores para cada una de las capas que conforman el pavimento.

La fórmula propuesta para diseñar este tipo de pavimentos es la siguiente:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1.094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07 \quad \text{Ec. 48}$$

Donde:

SN: Número estructural, capacidad que obtiene la estructura para soportar las cargas de diseño.

W18: número de ejes equivalentes de 8.2 ton que se aplican al acumular durante el periodo de diseño.

ZR: es el valor bajo la curva que corresponde a la curva estandarizada, depende del factor R.

S0= desviación estándar y sus posibles variaciones en el comportamiento del pavimento durante su vida útil.

Δ PSI: pérdida de servicio del pavimento de acuerdo al diseño.

MR: Módulo de resiliencia correspondiente a la subrasante.

3.1.4.1 Periodo de diseño

Es el tiempo estimado para que la estructura de pavimento funcione adecuadamente, sin necesidad de rehabilitación. Por lo cual se contempla los ejes equivalentes sencillos de 8,2 ton que se acumulan a lo largo del periodo de diseño. La presente tabla presenta un periodo de diseño estimado de acuerdo con el tipo de carretera que está por construirse.

Tabla 47. Periodo de análisis según el tipo de carretera

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

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

De acuerdo a la vía prevista como tratada superficialmente de bajo volumen con un periodo de 10 a 20 años se tomará un periodo de diseño de 20 años.

Factor de daño “FD”

Es necesario conocer los factores de daño de acuerdo con los tipos de vehículos y sus pesos que transitarán la vía y el efecto que producirá en el pavimento tomando los factores de daño que presenta la siguiente tabla:

Tabla 48. Factor de daño según el tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	PESO BRUTO MÁXIMO	CARGA POR EJE (Ton)		FACTOR DAÑO		TOTAL FACTOR
		DELANTERO	TRASERO 1	DELANTERO	TRASERO	
BUS	12	4	8	0.135	0.906	1.041
2D	7	3	0	0.043	0.000	0.178
		4	0	0.135	0.000	
2DA	10	3	0	0.043	0.000	1.308
		7	0	1.265	0.000	
2DB	18	7	11	1.265	3.238	4.504

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Para este diseño se utilizará el factor de daño de 1.041 para buses, de 0.178 correspondiente a camiones (D2) y de 1.308 para camiones (D2A) de acuerdo con el levantamiento vehicular realizado en la vía. Para obtener el valor correspondiente al número de ejes equivalentes igual a 8,2 toneladas se utilizará la siguiente fórmula:

$$W_{18} = ((TPDA_{BUSES} * FD_{BUSES}) + (TPDA_{2D} * FD_{2D})) + (TPDA_{2DA} * FD_{2DA}) * 365$$

Ec. 49

$$W18_{2019} = ((8 * 1.041) + (19 * 0.178) + (8 * 1.308)) * 365$$

$$W18_{2019} = 8093.51$$

$$W18_{2020} = ((8 * 1.041) + (19 * 0.178) + (8 * 1.308)) * 365$$

$$W18_{2020} = 8093.51$$

$$W18_{ACUMULADO} = 8093.51 + 8093.51$$

$$W18_{ACUMULADO} = 16187.02$$

Utilizando esta metodología se realiza hasta cumplir los 20 años del periodo de diseño, obteniendo un:

$$W18_{ACUMULADO} = 198636.10$$

A partir de este W18 acumulado se calcula el W18 para carril de diseño, tomando en cuenta los siguientes factores:

Factor de distribución por dirección “Dd”

Esta vía tendrá dos carriles, uno por cada dirección por ende se toma el 50% de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 49. Factor de distribución por dirección (Dd)

Número de carriles en ambas direcciones	Porcentaje del W_{18} en el carril de diseño (Dd)
2	50%
4	45%
6 o más	40%

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

$$W18_{DIRECCIÓN} = W18_{ACUMULADO} * Dd \quad \text{Ec. 50}$$

$$W18_{DIRECCIÓN} = 8093.51 * 0.5$$

$$W18_{DIRECCIÓN} = 4046.76$$

Factor de distribución por carril “Dc”

En este proyecto se tendrá un carril por dirección por ende se obtiene el valor de 100% de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 50. Factor de distribución por carril (Dc)

Número de carriles en una dirección	Porcentaje del W_{18} en el carril de diseño (Dc)
1	100
2	80 a 100
3	60 a 80
4	50 a 75

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

$$W18_{CARRIL} = W18_{ACUMULADO} * Dc \quad \text{Ec. 51}$$

$$W18_{CARRIL} = 8093.51 * 1$$

$$W18_{DIRECCIÓN} = 8093.51$$

Tabla 51. Cálculo de ejes equivalentes a 8.2 toneladas

AÑO	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁNSITO PROMEDIO DIARIO ANUAL						W18 DISEÑO	W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO
	LIVIANOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	PESADOS			TPDA TOTAL			
						2D	2DA	TOTAL				
2019	3.97%	1.97%	1.94%	27	8	19	8	27	62	8090.59	8090.59	4045.30
2020	3.57%	1.78%	1.74%	28	8	19	8	27	63	8090.59	16181.18	8090.59
2021	3.57%	1.78%	1.74%	29	8	20	8	28	65	8309.45	24490.63	12245.32
2022	3.57%	1.78%	1.74%	30	8	20	8	28	67	8455.29	32945.92	16472.96
2023	3.57%	1.78%	1.74%	31	9	20	8	29	68	8603.70	41549.62	20774.81
2024	3.57%	1.78%	1.74%	32	9	21	9	29	70	8754.70	50304.33	25152.16
2025	3.25%	1.62%	1.58%	33	9	21	9	30	71	8831.14	59135.47	29567.73
2026	3.25%	1.62%	1.58%	34	9	21	9	30	73	8972.01	68107.48	34053.74
2027	3.25%	1.62%	1.58%	35	9	22	9	30	74	9115.13	77222.61	38611.31
2028	3.25%	1.62%	1.58%	36	9	22	9	31	76	9260.53	86483.15	43241.57
2029	3.25%	1.62%	1.58%	37	9	22	9	31	78	9408.25	95891.40	47945.70
2030	3.25%	1.62%	1.58%	35	10	23	9	32	76	9558.33	105449.73	52724.86
2031	3.25%	1.62%	1.58%	40	10	23	10	32	82	9710.80	115160.52	57580.26
2032	3.25%	1.62%	1.58%	41	10	23	10	33	84	9865.70	125026.23	62513.11
2033	3.25%	1.62%	1.58%	42	10	24	10	33	86	10023.08	135049.31	67524.65
2034	3.25%	1.62%	1.58%	44	10	24	10	34	88	10182.96	145232.27	72616.14
2035	3.25%	1.62%	1.58%	45	10	24	10	35	90	10345.40	155577.67	77788.84
2036	3.25%	1.62%	1.58%	47	11	25	10	35	92	10510.43	166088.10	83044.05
2037	3.25%	1.62%	1.58%	48	11	25	10	36	94	10678.09	176766.19	88383.09
2038	3.25%	1.62%	1.58%	50	11	26	11	36	97	10848.43	187614.62	93807.31
2039	3.25%	1.62%	1.58%	51	11	26	11	37	99	11021.48	198636.10	99318.05

Fuente: David Manosalvas

Parámetro para el diseño del pavimento

Confiabilidad “R”

Corresponde a la probabilidad de que el comportamiento del pavimento sea lo más real posible de acuerdo con lo previsto en su vida útil.

Cada valor de confiabilidad se asocia estadísticamente a un coeficiente Z_r (desviación estándar normal). Y Z_r se asocia al factor S_o (desviación estándar global).

La tabla N° 52 presenta valores de confiabilidad en base a la clasificación del funcionamiento de la vía.

Tabla 52. Niveles recomendados de confiabilidad

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R, recomendado	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 90	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 -80	50 - 80

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Este proyecto se encuentra ubicado en un sector rural y siendo una vía local se toma los valores del 50 – 80% considerando un valor promedio de 70% para los cálculos.

En base a los niveles de confiabilidad R se presentan los valores de desviación estándar normal Z_r en la siguiente tabla:

Tabla 53. Desviación estándar normal Zr

Confiabilidad, R%	Desviación estándar normal, Zr
50	0
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.34
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.09
99.99	-3.75

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Desviación estándar global “So”

Para pavimentos flexibles los valores están en el siguiente rango: $0.40 < So < 0.50$ y por recomendación se utilizará **0.45**.

Módulo de resiliencia “Mr”

De acuerdo con las características de la subrasante y contando con el valor del CBR de diseño, se utilizará las siguientes correlaciones para conocer el módulo de resiliencia de la subrasante.

$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR$ para $CBR < 10\%$ (sugerida por AASHTO)

$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0.65}$ para CBR de 7.2% a 20% (ecuación desarrollada en Sudáfrica)

$Mr \text{ (psi)} = 4326 * \ln CBR + 241$ (utilizada para suelos granulares por la propia guía AASHTO)

El CBR de diseño es de 6.50% para la abscisa 8+000 – 11+000 por ende se aplica la siguiente fórmula:

$$Mr \text{ (psi)} = 1500 * CBR \quad \text{Ec. 52}$$

$$Mr \text{ (psi)} = 1500 * 6.50$$

$$Mr \text{ (psi)} = 9750$$

$$Mr \text{ (psi)} = 9.75 \text{ Ksi}$$

Índice de serviciabilidad “PSI”

Corresponde al estado del pavimento y su estado confortable, seguro y adecuado para los usuarios en un determinado momento.

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final} \quad \text{Ec. 53}$$

Donde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de serviciabilidad inicial y final.

PSI inicial = Índice de servicio inicial (4.2 para pavimentos flexibles)

PSI final = Índice de servicio final (2.0 para caminos secundarios)

$$\Delta PSI = PSI \text{ inicial} - PSI \text{ final} \quad \text{Ec. 53}$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Índice de serviciabilidad determinado para esta vía es de 2.20.

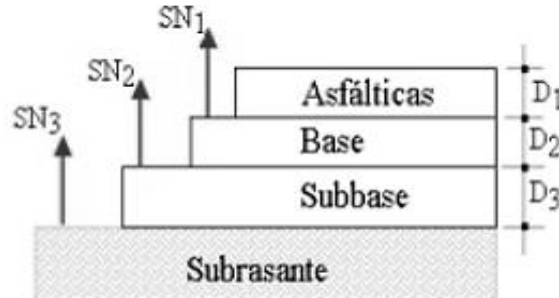
Determinación de espesores por capa

Se utiliza la siguiente ecuación con la finalidad de obtener los diferentes espesores de carpeta asfáltica, capa base y capa subbase.

$$SN = a_1D_1 + a_2D_2m_2 + a_3D_3m_3$$

Ec. 54

Figura 29. Espesores de las capas del pavimento



Fuente: David Manosalvas

Donde:

$a_1a_2a_3$ = coeficientes estructurales de la subbase, base y carpeta asfáltica.

$D_1D_2D_3$ = Espesor de la subbase, base y carpeta asfáltica.

m_2 y m_3 = coeficientes de drenaje para subbase y base

De acuerdo a los ejes equivalentes sencillos acumulados se obtiene los espesores D_1 y D_2 (en pulgadas), el método sugiere respetar los valores mínimos de la siguiente tabla:

Tabla 54. Valores mínimos de espesores en función de los ejes equivalentes

Tráfico, W18	Concreto asfáltico, D1	Capa base, D2
< 50,000	1.0 (o tratam superficial)	4
50,001 a 150,000	2.0	4
150,001 a 500,000	2.5	4
500,001 a 2,000,000	3.0	6
2,000,001 a 7,000,000	3.5	6
> 7,000,000	4.0	6

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Entonces:

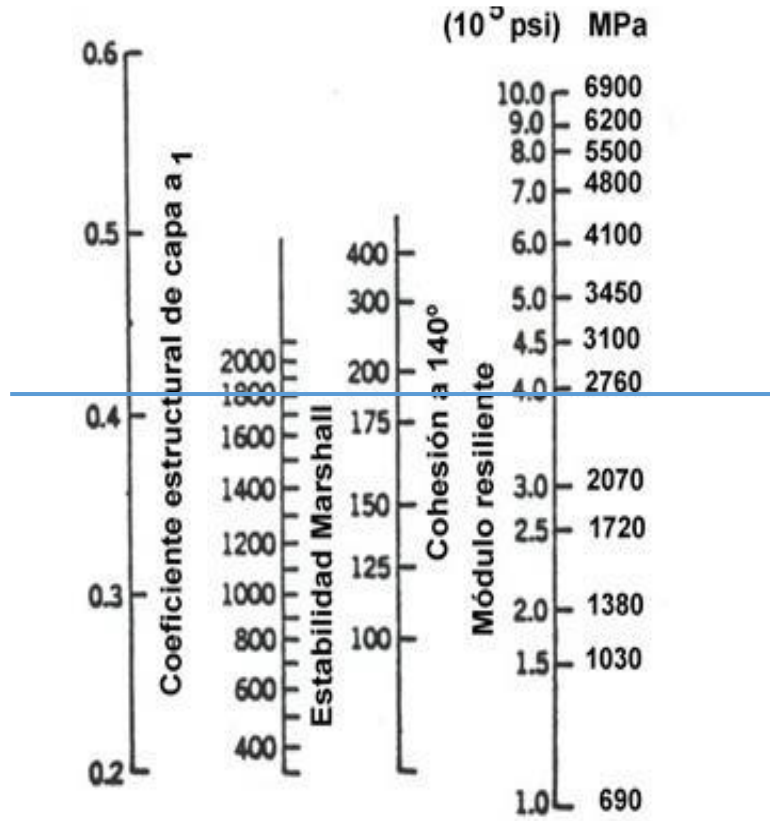
El espesor de la carpeta asfáltica es 2 plg que es igual a 5.08 cm y,

El espesor de la capa base es 4.0 plg que es igual a 10.16 cm.

Coeficientes estructurales (a1, a2, a3)

Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica “a1”

Figura 30. Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a1



Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

De acuerdo a lo establecido se opta utilizar una estabilidad Marshall mínima de 1800 lb para tráfico pesado, a partir de este valor se traza una línea recta y se observa el valor que interseca para obtener el coeficiente estructural a1. Con la finalidad de obtener valores más exactos se presenta la siguiente tabla de datos:

Tabla 55. Coeficiente estructural a1

Módulos elásticos		Valores a1
psi	Mpa	
125000	875	0,220
150000	1050	0,250
175000	1225	0,280
200000	1400	0,295
225000	1575	0,320
250000	1750	0,330
275000	1925	0,350
300000	2100	0,360
325000	2275	0,375
350000	2450	0,850
375000	2625	0,405
400000	2800	0,420
425000	2975	0,435
450000	3150	0,440

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Interpolar los valores existentes

$$\text{Modulo elástico: } 400000 - 375000 = 25000$$

$$\text{Valores de a1: } 0.405 - 0.420 = 0.015$$

Entonces:

$$x = \frac{12500 * 0.015}{25000} = 0.0075$$

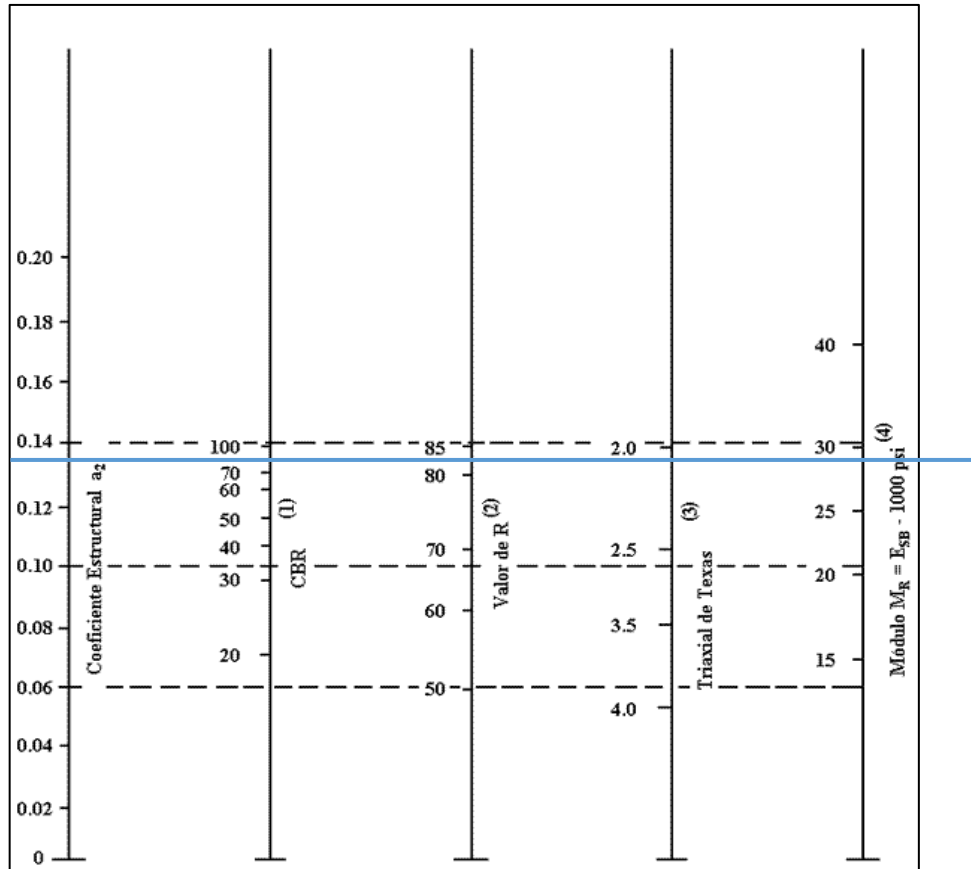
$$a1=0.420-0.0075$$

$$a1=0.413$$

Coeficiente estructural de la base “a2”

De acuerdo a la norma MTOP se considera un CBR de 80% para capa base, por ende, se tomará este valor como punto de referencia para trazar la línea recta y obtener el valor del coeficiente a2.

Figura 31. Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a_2



Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Para este coeficiente también se presenta una tabla con valores más exactos que en el ábaco.

Tabla 56. Coeficiente estructural a_2

Base de agregados	
CBR	a_2
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

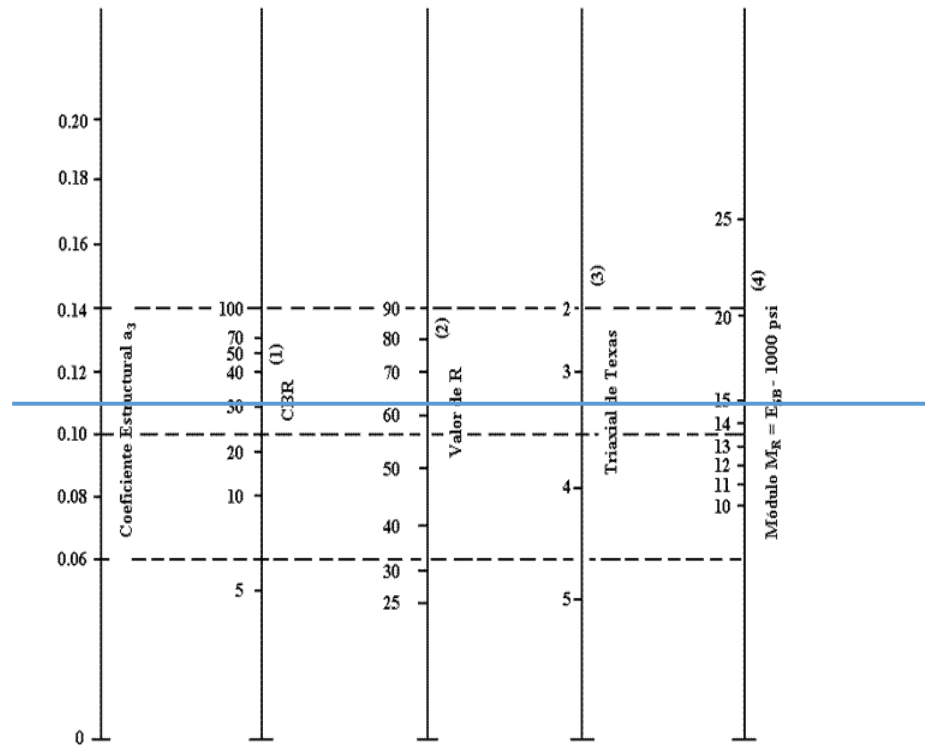
Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Entonces se dictamina un valor de 0.133 para a_2 y un valor de 28.5 ksi para el módulo de elasticidad correspondiente a la capa base.

Coefficiente estructural de la subbase granular “ a_3 ”

Para este coeficiente según la MTOP se indica un CBR=30% por esta razón se realiza el mismo procedimiento realizado en el anterior ábaco.

Figura 32. Ábaco para la estimación del coeficiente estructural a_3



Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Al igual que el coeficiente anterior se seleccionará el valor a_3 de acuerdo a la siguiente tabla:

Tabla 57. Coeficiente estructural a3

Subbase granular	
CBR	a2
10	0,080
15	0,090
20	0,093
25	0,102
30	0,108
35	0,115
40	0,120
45	0,125
50	0,128
55	0,130
60	0,135
65	0,138
70	0,140

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Entonces de acuerdo con la tabla a3=0.108 y el módulo de la capa subbase=14.95 ksi.

Coefficientes de drenaje (m2, m3)

Se puede definir la calidad del drenaje de acuerdo con el tiempo en que el agua tarda para ser eliminada por completo de las capas de base y subbase.

Tabla 58. Calidad del drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada en
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Una vez determinada la calidad del drenaje guiarse en la siguiente tabla para obtener m_2 y m_3 comparando con el porcentaje del tiempo en la estructura está expuesta a la humedad cercana a la saturación.

Tabla 59. Valores de m_2 y m_3

Calidad del drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad			
	Menos de 1%	1 - 5%	5 - 25%	Más del 25%
Excelente	1,4 - 1,35	1,35 - 1,30	1,30 - 1,20	1,2
Buena	1,35 - 1,25	1,25 - 1,15	1,15 - 1,00	1,0
Regular	1,25 - 1,15	1,15 - 1,05	1,00 - 0,80	0,8
Pobre	1,15 - 1,05	1,05 - 0,80	0,80 - 0,60	0,6
Deficiente	1,05 - 0,95	0,98 - 0,75	0,75 - 0,40	0,4

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Entonces los valores de coeficiente de drenaje son: m_2 y $m_3 = 0,80$

Determinación del número estructural SN

Para obtener este valor se utilizará el software “Ecuación AASHTO 93” a partir de los siguientes datos:

Tabla 60. Datos de resultados obtenidos

Datos para determinar SN	
Tipo de pavimento	Flexible
Periodo de diseño	20 años
Ejes equivalentes W18	99318.05
Clasificación de la vía	V orden
PSI inicial	4.2
PSI final	2.0
Confiabilidad R	70%
Desviación estandar normal Zr	-0.524
Desviación estandar So	0.45
Coefficiente carpeta asfáltica a1	0.413
Coefficiente capa base a2	0.133
Coefficiente capa subbase a3	0.108
Coefficiente de drenaje m2 y m3	0.8
Módulo de resiliencia de la subrasante	9.75 Ksi

Fuente: David Manosalvas

Figura 33. Cálculo del número estructural SN

The screenshot shows the 'Ecuación AASHTO 93' software interface. The window title is 'Ecuación AASHTO 93'. The interface is divided into several sections:

- Tipo de Pavimento:** Radio buttons for 'Pavimento flexible' (selected) and 'Pavimento rígido'.
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** A dropdown menu shows '70 % Zr=-0.524' and a text box shows 'So' as '0.45'.
- Serviciabilidad inicial y final:** Text boxes for 'PSI inicial' (4.2) and 'PSI final' (2).
- Módulo resiliente de la subrasante:** A text box for 'Mr' (9750 psi).
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty text boxes for 'Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)', 'Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)', 'Coeficiente de transmisión de carga - (J)', and 'Coeficiente de drenaje - (Cd)'.
- Tipo de Análisis:** Radio buttons for 'Calcular SN' (selected) and 'Calcular W18'.
- W18 =** A text box containing '99318.05'.
- Número Estructural:** A large text box showing 'SN = 1.86'.
- Buttons:** 'Calcular' and 'Salir' buttons at the bottom.

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Figura 34. Cálculo de la estructura del pavimento

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO : 1--3		
SECCION : km 8+000 a km 11+000	FECHA : 23 de diciembre de 2020		
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.95
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			99,318
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			9.75
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.413
Base granular (a2)			0.133
Subbase (a3)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			0.800
Subbase (m3)			0.800
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1.86		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.19		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{CG})	0.38		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.30		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.3 cm	5.0 cm	0.81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9.1 cm	10.0 cm	0.42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	8.7 cm	20.0 cm	0.68
ESPESOR TOTAL (cm)		35.0 cm	1.91
DISEÑADO POR :	<i>David Mancosalvas</i>		<i>fm</i>

Fuente: Diseño de pavimentos, AASHTO (1993)[25]

Características de los materiales

Sub-base

Espesor granular = 20,0 cm → 8 pulg

Se utilizará las sub base clase 2 que deberá cumplir con las características detalladas en las tablas 24 y 25.

Base

Espesor granular = 10,0 cm → 4 pulg

Se empleará una base clase 4 cuyos detalles se encuentran dispuestos en las tablas 26 y 27 y deberán cumplirse a cabalidad.

Carpeta asfáltica

Espesor = 5,0 cm → 2 pulg

Utilizar las especificaciones de las tablas 28 y 29 para satisfacer los requerimientos de la norma, el cemento asfáltico que se utilizará es el AC-10 el cual es producido en la refinería de esmeraldas y se utiliza comúnmente en Ecuador.

Mejoramiento de la subrasante

Al tener un CBR de diseño bajo y con valores distantes entre cada tramo se opta por mejorar la subrasante del tramo con el valor más bajo, ubicado entre la abscisa 11+000 – 12+000, el mejoramiento se lo hará con suelo seleccionado.

La MTOP, brinda las características que debe poseer el nuevo suelo seleccionado el cual deberá cumplir con lo siguiente: el suelo deberá ser granular o rocoso o una combinación de ambos y no debe contener material orgánico o escombros, para la granulometría todas sus partículas deben pasar el tamiz #4 (100 mm) y no más del 20% debe pasar el tamiz N°200 (0.075 mm).

El material restante que pase el tamiz N°40 (0.425 mm) tendrá un límite líquido hasta 35% y el índice de plasticidad no mayor a 9, siempre que el CBR sea mayor a 20%, entonces, el CBR de diseño a utilizar para el mejoramiento es de 20%.

Altura de mejoramiento

De acuerdo al Manual para el Diseño de Caminos de Bajo Volumen de Tránsito se determina la altura de mejoramiento con la siguiente fórmula:

$$D_4 = \frac{SN_f - SN_0}{a_4 * m_4} \quad \text{Ec. 55}$$

Donde:

D_4 = Altura efectiva de mejoramiento de la subrasante

SN_f = Número estructural del pavimento con la subrasante pobre a muy pobre

SN_0 = Número estructural del pavimento con la subrasante regular a buena

a_4 = Coeficiente estructural de la capa de la subrasante mejorada

m_4 = Coeficiente de drenaje

Se reemplazará una subrasante pobre muy a pobre a una subrasante regular a buena con un (CBR > 20%), entonces, el valor a usar es de $a_4 = 0.037$ cm.

El Coeficiente por usarse de drenaje es de $m_4 = 1.0$

$$D_4 = \frac{(1.98 - 1.36)}{0.037 \text{ cm} * 1}$$

$$D_4 = \frac{0.44}{0.037}$$

$$D_4 = 16.76 \text{ cm}$$

$$D_4 = 20 \text{ cm}$$

Este valor es referencial en base al manual utilizado, pero tomando en cuenta el tipo de suelo del lugar se opta por colocar un espesor de suelo de mejoramiento de 50 cm.

Tabla 61. Datos necesarios para el cálculo del SN del km 12+000 (con mejoramiento)

Datos obtenidos para el cálculo de SN	
Tipo de pavimento	Flexible
Período de diseño	20 años
Ejes equivalentes W18	99318.05
Clasificación de la vía	Orden V
Serviciabilidad inicial	4,2
Serviciabilidad final	2,0
Confiabilidad R	70
Desviación estándar normal Zr	-0,524
Desviación estandar So	0,45
CBR de subrasante	20%
Módulo de resiliencia de la subrasante	21027.65
Coficiente a1	0,413
Coficiente a2	0,133
Coficiente a3	0,093
Coficiente m2 y m3	0.8

Fuente: Autor.

Figura 35. Programa de la ecuación AASHTO 93 (con mejoramiento)

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento: Pavimento flexible Pavimento rígido

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

Serviciabilidad inicial y final: PSI inicial 4.2 PSI final 2

Módulo resiliente de la subrasante: Mr 21027.65 psi

Información adicional para pavimentos rígidos:

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

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

Tipo de Análisis: Calcular SN Calcular W18

W18 = 99318.05

Número Estructural: SN = 1.36

Calcular Salir

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

Figura 36. Espesores de la capa asfáltica del km 11+000 - 12+000 (con mejoramiento)

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO : DISEÑO DE PAVIMENTO	TRAMO : CUATRO		
SECCION : km 11+000 a km 12+000	FECHA : 23 de diciembre de 2020		
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			395.00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			14.95
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			99,318
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0.524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			21.03
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0.413
Base granular (a2)			0.133
Subbase (a3)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			0.800
Subbase (m3)			0.800
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1.36		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.19		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BC})	0.38		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0.21		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	7.3 cm	5.0 cm	0.81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9.1 cm	10.0 cm	0.42
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-6.2 cm	15.0 cm	0.51
ESPESOR TOTAL (cm)		30.0 cm	1.74
DISEÑADO POR :	<i>David Mancsalvas</i>		<i>fm</i>

Fuente: AASHTO, Guide for design pavement structures 1993.

3.1.6 Presupuesto referencial

Para calcular el costo de la ejecución de este proyecto se toman los valores de la cámara de construcción del año en curso, tomando en cuenta mano de obra, materiales, equipos y transporte. Este presupuesto referencial es para un periodo de diseño de 20 años desde su construcción.

3.1.6.1 Análisis de precios unitarios

Es la remuneración o pago total que ha de recibir el contratista por unidad de trabajo terminado, que vaya de acuerdo con el proyecto cumpliendo normativas y especificaciones de construcción. Los precios unitarios están compuestos por los costos directos, indirectos, financiamiento y gastos adicionales al concepto de trabajo.

Costos directos

Son aquellos que se utilizan directamente en la obra como: materiales, mano de obra y maquinaria utilizada en la construcción también son conocidos como gastos variables.

Costos indirectos

Estos son los gastos de administración, dirección técnica, organización, utilidades e impuestos. Los cuales no aplican directamente en unidades concretas de la obra si no a la totalidad de esta. [32]

3.1.6.2 Rubros

Rubro 1.- Desbroce, desbosque y limpieza

Descripción. - Consiste en retirar toda la vegetación existente en un ancho determinado para todo el tramo de vía a realizarse, con la finalidad de cumplir las especificaciones y planos de construcción.

Procedimiento de trabajo. - éste rubro se lo puede realizar manualmente o con la ayuda de equipos mecánicos con los cuales se podrá retirar, quemar, cortar y desenraizar cualquier tipo de vegetación comprendida dentro del área de construcción.

Todos los desechos producto del desbroce deberá ser depositado en un lugar ajeno a la zona de construcción en donde indique el fiscalizador.

El desbroce se lo realizará en una franja que estipule los planos de construcción y teniendo una extensión de hasta 10 metros del límite de construcción.

Los daños y perjuicios que se realicen en propiedades privadas debido al trabajo por desbroce mal efectuados dentro de las zonas de construcción serán puestas a cargo del constructor.

Los trabajos de desbroce se realizarán previo a los demás trabajos de construcción por ende no se podrá iniciar el movimiento de tierras mientras no se concluya con este rubro.

Medición. - La unidad de medida es en hectáreas (Ha) medida en la obra, horizontalmente realizada siendo adecuada y aceptablemente ejecutada por parte del constructor. No se medirá el desbroce realizado fuera de las zonas estipuladas en los planos.

Pago. - El pago se realizará de acuerdo a la cantidad mencionada en el párrafo anterior, este precio y pago cubrirá el total del trabajo en donde contempla la eliminación, retiro desecho y transporte de todos los materiales que salgan del desbroce, desbosque y limpieza. También se incluyen los materiales, equipos, manos de obra y herramientas necesarias para ejecutar los trabajos que se describen en este rubro.

Rubro	Unidad de medición
Desbroce, desbosque y limpieza.....	Hectárea (Ha)

Rubro 2.- Replanteo y nivelación

Descripción. - Consiste en la ubicación de los puntos de referencia en el diseño definitivo del terreno además de colocar chaflanes en las áreas de corte y relleno como indican en los planos.

Procedimiento de trabajo. - Se realizará utilizando aparatos y equipos de alta precisión a cargo de profesionales competentes en la rama como Ingenieros Civiles o Topógrafos, los cuales colocarán estacas y mojones de hormigón debidamente identificados en las

abscisas que indiquen los planos de ejecución. Estos elementos no se retirarán durante el proceso de construcción ya que serán utilizados como referencia para los trabajos.

Si se observan que es necesario realizar cambios en el terreno ante situaciones reales observadas. Estos se llevarán a cabo previa consulta con el fiscalizador.

Materiales y equipos. -

Equipo topográfico

Estacas de madera de 30 cm

Clavos de 2" a 2 ½"

Mojones

Pintura de esmalte

Herramienta menor

Mano de obra mínima calificada. - Topógrafo, Cadenero

Medición. - Se lo medirá a través de kilómetros (Km) en base a los kilómetros replanteados y nivelados en el proyecto.

Pago. - Se pagará de acuerdo a la cantidad que dicta el inciso anterior una vez que se observe el trabajo real realizado en el terreno y que sea aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Rubro

Unidad de medición

Replanteo y Nivelación.....Kilómetro (Km)

Rubro 3.- Excavación sin clasificar, incluye desalojo

Descripción. - Consiste en realizar la remoción de tierras y posterior desalojo en las zonas predestinadas para relleno. Las cuales son necesarias para obtener el diseño presentado en los planos.

Procedimiento de trabajo. - La remoción de tierras se lo realizará hasta obtener la subrasante de la vía presentada por los planos, tomando en cuenta los niveles de diseño. El contratista deberá tomar todas las precauciones necesarias con la finalidad de no afectar a las propiedades colindantes al proyecto, en el caso de afectar algún tipo de servicio a través de una tubería, esta deberá ser reparada a cargo del contratista.

Este rubro es considerado el más importante del proyecto debido a su importancia y magnitud en la ejecución del proyecto ya que se lo realiza hasta obtener los anchos necesarios para la ejecución del proyecto.

El contratista deberá desalojar el material producto de las excavaciones a la par de la ejecución del proyecto evitando así acumulaciones injustificadas.

Medición. - Los volúmenes de excavación será medido en metros cúbicos (m³) y será realizada con maquina debido al tamaño de remociones.

Pago.- El pago se realizará acorde dicta el numeral anterior una vez realizada la remoción, esparcimiento y desalojo del material, así como la mano de obra, materiales, equipos y herramientas y operaciones necesarias descritas en este rubro.[33]

Rubro	Unidad de medición
Excavación sin clasificar, incluye desalojo.....	Metro cúbico (m ³)

Rubro 4.- Relleno compactado con material del sitio

Descripción. - Es el conjunto de trabajos para la construcción de rellenos con el material propio excavado del proyecto con la finalidad de obtener las cotas determinadas en los planos.

Procedimiento de trabajo. - No se deberá utilizar al rellenar, tierras que contengan limos o arcillas o materia orgánica en gran cantidad. El material sobrante luego de rellenar será desalojado inmediatamente y colocado en los lugares predestinados donde no cause molestias.

Para el relleno de zanjas donde se colocarán tuberías, el suelo deberá ser seleccionado, fino y compactable proveniente de la misma excavación o de un préstamo. Los espacios

entre el tubo y la zanja se llenarán a mano, con tierra humedecida y fina, la cual no contenga piedras ni terrones superiores a 5 cm. La compactación se lo realizará en capas no mayores a 15 cm de espesor para lograr un mayor asentamiento de la tubería, la tierra deberá estar humedecida para alcanzar el contenido de humedad óptimo y posteriormente compactarse con una compactadora mecánica o aplanadora.

El relleno a mano se lo realizará hasta una altura de 50 cm sobre el tubo y el relleno faltante se lo podrá realizar con procedimientos mecánicos.

De acuerdo con el ensayo AASTM D1557 el grado de compactación deberá ser del 98% del máximo del procedimiento dicho ensayo. No se realizará ninguna medición real en campo sobre los anchos de zanja, tampoco se pagará si se realiza excavaciones que no consten en los planos.

Medición. - La cantidad de suelo utilizado para relleno será medido en metros cúbicos (m^3)

Pago. - El pago se realizará de acuerdo a la cantidad descrita en el inciso anterior una vez que se haya realizado el relleno y la compactación. [34]

Rubro	Unidad de medición
Relleno compactado con material del sitio.....	Metro cúbico (m^3)

Rubro 5.- Excavación para cunetas y encauzamiento inc. desalojo

Descripción. - Consiste en la realización de la excavación para cunetas y encauzamiento en base a la alineación, pendiente y sección transversal indicados en los planos o mencionados por el fiscalizador.

Procedimiento de trabajo. - La construcción de cunetas o encauzamiento puede realizarse de forma manual o con maquinaria apropiada, o a su vez combinado las dos operaciones. Una vez realizadas las excavaciones no podrán ser obstaculizadas con ningún tipo de elemento y estará a cargo del contratista mantenerlas limpias hasta la recepción provisional, sin valor adicional.

Medición. - Los volúmenes de excavación será medido en metros cúbicos (m^3)

Pago.- El pago se realizará acorde dicta el numeral anterior una vez realizada la remoción, esparcimiento y desalojo del material, así como la mano de obra, materiales, equipos y herramientas y operaciones necesarias descritas en este rubro.[33]

Rubro	Unidad de medición
Excavación si clasificar, incluye desalojo.....	Metro cúbico (m^3)

Rubro 6.- Cunetas de hormigón simple $f'c=180Kg/cm^2$

Descripción. - Este rubro consiste en el suministro, puesta en obra, terminado y curado del hormigón utilizado para la construcción de cunetas las mismas que seguirán en concordancia con los documentos contractuales o las instrucciones del fiscalizador, el encofrado requerido son parte del rubro.

Procedimiento de trabajo. - Siguiendo las medidas presentadas por los planos se encofra de acuerdo con las dimensiones propuestas para posterior colocación del hormigón dejando juntas de dilatación cada 2.5 metros con madera adecuada, el espesor de hormigón se indica en los planos.

Medición. - Las cantidades a pagarse en este rubro será en metros lineales.

Pago. - El pago se realizará acorde dicta el numeral anterior una vez realizada la colocación de encofrado, vertido del hormigón y posterior desencofrado, así como la mano de obra, materiales, equipos y herramientas y operaciones necesarias descritas en este rubro.

Rubro	Unidad de medición
Cunetas de hormigón simple $f'c=180Kg/cm^2$	Metro lineal (ml)

Rubro 7.- Sub-base clase 2 tendido y compactado (inc. transporte)

Descripción del trabajo

Preparación de la subrasante. - Antes de la colocación de agregados de sub-base la subrasante deberá estar correctamente compactada, alineada, con sus pendientes y

superficies debidamente presentadas de acuerdo a las especificaciones contractuales, además la subrasante deberá estar libre de cualquier impureza o material extraño.

Selección y mezclado. - Los agregados de esta sub-base deberá cumplir con las especificaciones granulométricas presentadas en las tablas 24 y 25.

Tendido y conformación. - El material deberá ser esparcido en franjas de espesor uniforme a través de distribuidoras apropiadas en un ancho determinado en la sección transversal. Inmediatamente se procederá a la hidratación especificada, tendido conformación y emparejamiento hasta que avance a una distancia adecuada de distribución.

Compactación. - Luego del tendido y conformación, la subbase deberá compactarse con rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, o a su vez rodillos vibratorios u otro tipo de compactadores con igual fuerza de compactación.

Medición. - Este rubro se pagará por metro cubico utilizado.

Pago. - El pago se realizará acorde dicta el numeral anterior una vez realizado el tendido, conformación y compactación de la subbase utilizada, así como la mano de obra, materiales, equipos y herramientas y operaciones necesarias descritas en este rubro.

Rubro	Unidad de medición
--------------	---------------------------

Sub-base clase 2 tendido y compactado	Metro cúbico (m^3)
---	------------------------

Rubro 8.- Base clase 4 tendido y compactado (inc. transporte)

Descripción del trabajo

Preparación de la subrasante. - Previo a la colocación de agregados de base la sub-base deberá estar correctamente compactada, de acuerdo a las especificaciones contractuales, además, deberá estar libre de cualquier impureza o material extraño.

Selección y mezclado. - Los agregados de esta base deberá cumplir con las especificaciones granulométricas presentadas en las tablas 26 y 27.

Tendido y conformación. - El material deberá ser esparcido en franjas de espesor uniforme a través de distribuidoras apropiadas en un ancho determinado en la sección transversal. Inmediatamente se procederá a la hidratación especificada, tendido conformación y emparejamiento hasta que avance a una distancia adecuada de distribución.

Compactación. - Luego del tendido y conformación, la base deberá compactarse con rodillos lisos mínimo de 8 toneladas, o a su vez rodillos vibratorios u otro tipo de compactadores con igual fuerza de compactación.

Medición. - Este rubro se pagará por metro cúbico empleado.

Pago. - El pago se realizará acorde dicta el numeral anterior una vez realizado el tendido, conformación y compactación de la base empleada, así como la mano de obra, materiales, equipos y herramientas y operaciones necesarias descritas en este rubro.

Rubro	Unidad de medición
Base clase 4 tendido y compactado	Metro cúbico (m^3)

Rubro 9.- Capa de rodadura de C. Asfáltico mezclado en planta e=8 cm (Incluye transporte e imprimación)

Descripción. - El trabajo de este rubro consiste en la construcción de capas de hormigón asfáltico compuesto por agregados con granulometría ya especificada, este material bituminoso será colocado sobre una base previamente elaborada. Además, el riego de imprimación está contemplado dentro de este rubro.

Materiales. - El material bituminoso a utilizarse es el AC-10 debido a la temperatura diaria promedio del lugar que oscila entre 10 y 20°C. La calidad deberá cumplir las especificaciones de la tabla 29 de acuerdo con el MOP. Si durante la aplicación se determina que es necesario algún cambio, este deberá ser mínimo y no variar el precio unitario, además de ser aprobado por el fiscalizador.

Agregados. - Los agregados que se utilizarán en la realización del cemento asfáltico deberán cumplir las especificaciones de la tabla 28 el cual deberá estar limpio, libre de materia vegetal y/o cualquier impureza.

Equipo. - El contratista deberá contar con el equipo necesario para el cumplimiento de este rubro, y este deberá ser verificado por el fiscalizador. El equipo mínimo necesario es un distribuidor de asfalto a presión o autopropulsado, una barredora mecánica, un soplador incorporado o por separado.

Procedimiento de trabajo. - Antes de la aplicación del material bituminoso se comprobará que la superficie se encuentre totalmente seca por lo que se hará un barrido para limpiar cuidadosamente y eliminar todo material extraño y restos de polvo.

Distribución. - La distribución del cemento asfáltico será uniforme sobre la superficie(base) ya preparada, debe cumplir con los requerimientos contractuales y órdenes del fiscalizador.

Medición. - La cantidad de este rubro se pagará por metro cuadrado de superficie cubierta y cumpliendo con el espesor compactado especificado en el contrato. La medición se realizará en base a una proyección en un plano horizontal del área pavimentada y verificada por el fiscalizador.

Pago. - El pago se realizará acorde dicta el numeral anterior una vez realizada la colocación y compactación del cemento asfáltico, así como la mano de obra, materiales, equipos y herramientas y operaciones necesarias descritas en este rubro.

Rubro

Unidad de medición

Capa de rodadura de C. Asfáltico mezclado en planta e=8 cm (Incluye transporte e imprimación) Metro cuadrado (m^2)

Rubro 10.- Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado (minada, cargada, regada)

Descripción. - El suelo seleccionado para ser utilizado en la plataforma del camino hasta el nivel de subrasante, ya sea por corte o terraplén, deberá ser de excavación, o excavación

de préstamo o cualquier tipo de excavación previamente autorizada y aprobada por el fiscalizador.

Deberá cumplir con lo siguiente: el suelo debe ser granular o rocoso o una combinación de ambos y no debe contener material orgánico o escombros, para la granulometría todas sus partículas deben pasar el tamiz #4 (100 mm) y no más del 20% debe pasar el tamiz N°200 (0.075 mm).

El material restante que pase el tamiz N°40 (0.425 mm) tendrá un límite líquido hasta 35% y el índice de plasticidad no mayor a 9, siempre que el CBR sea mayor a 20%, entonces, el CBR de diseño a utilizar para el mejoramiento es de 20%.



Medición. - La cantidad de suelo utilizado para mejoramiento será medido en metros cúbicos (m^3)

Pago. - El pago se realizará de acuerdo a la cantidad descrita en el inciso anterior una vez que se haya realizado la colocación del material para mejoramiento.

Rubro	Unidad de medición
Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado (minada, cargada, regada)	Metro cúbico (m^3)

Presupuesto Referencial

Tabla 61. Presupuesto referencial del proyecto

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
N°	RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	8.00	392.16	\$3,137.30
2	Replanteo y nivelación	Km	4.00	645.39	\$2,581.56
3	Excavación sin clasificar, incluye desalojo	m3	532,308.85	2.57	\$1,368,990.20
4	Relleno compactado con material del sitio	m3	168.09	3.62	\$608.54
5	Excavación para cunetas y encauzamiento inc. desalojo	m3	2400	18.07	\$43,378.55
6	Cunetas de hormigón simple f'c=180Kg/cm2	ml	4000	14.37	\$57,485.76
7	Sub-base clase 2 tendido y compactado (inc. Transporte)	m3	2400	15.76	\$37,827.36
8	Base clase 4 tendido y compactado (inc. Transporte)	m3	1920	21.01	\$40,335.52
9	Capa de rodadura de C. asfáltico mezclado en planta e=8cm (Incluye transporte e imprimación)	m2	16000	8.54	\$136,689.89
10	Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado (minada, cargada, regada)	m3	3000	24.88	\$74,640.00
				TOTAL	\$1,765,674.67
SON: UN MILLÓN SETECIENTOS SESENTA Y CINCO MIL SEICIENTOS SETENTA Y CUATRO CON, 67/100 DÓLARES AMERICANOS					

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- El lugar del proyecto es de difícil acceso y vegetación espesa por lo cual se optó realizar el levantamiento topográfico con drone obteniendo mejores resultados del relieve del terreno, determinando que es un lugar montañoso con pendientes pronunciadas.
- De acuerdo con el conteo realizado durante siete días consecutivos según lo estipulado, se determinó un TPD actual de 62 vehículos al día, utilizando la treintava hora para un periodo de diseño de 20 años se obtuvo el valor de 99 vehículos al día, adoptando un diseño de una vía vecinal clase V.
- Para el diseño geométrico la velocidad del proyecto según el tipo de vía es de 40 Km/h, en base a esta velocidad según la MTOP se adopta radios mínimos en curvas horizontales de 42m, y un peralte máximo de 8%. En el diseño vertical se tomó una gradiente longitudinal máxima del 14% en sentido con la norma. La sección transversal es de 4m, la cuneta de 1m de ancho con una relación 2 a 1 y un bombeo transversal del 4%. Los taludes tienen una relación 4 a 1.
- En el estudio de suelos de acuerdo a la granulometría se determinó que existe en su gran mayoría limo de baja plasticidad (ML) y en la abscisa 10+000 un limo arcilloso baja plasticidad (ML-CL), el CBR de diseño es de 5.50% determinando un suelo de pobre a regular, y al contar con CBRs variantes se realiza mejoramiento de suelos.
- En base al método AASHTO se diseñó un pavimento flexible con un espesor de la carpeta asfáltica de 8 cm, una base con espesor de 10 cm y una sub-base de 15cm de espesor.
- Se determinó un presupuesto referencial de \$1,765,674.67 dólares americanos para un trazado de 4+000 metros, donde el rubro de excavación sin clasificar es el más elevado debido a los grandes volúmenes de corte que hay en el proyecto.

4.2 Recomendaciones

- Revisar los meses de menor precipitación pluvial para la etapa de construcción con la finalidad de evitar derrumbes en la realización de cortes.
- Socializar sobre la construcción de esta vía con los habitantes del sector para evitar inconvenientes al momento de intervenir los terrenos.
- Controlar que la vía se construya de acuerdo con los planos y documentos presentados ya que están basados en normativa vigente.
- Realizar un estudio de impacto ambiental para no afectar la flora y fauna existente en el lugar.
- Verificar que los materiales a utilizarse sean de buena calidad y cumplan con la normativa y requerimientos vigentes.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] G. Ospina, “El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia,” *Rev. Ing.*, no. 44, pp. 20–27, 2016.
- [2] S. Saldarriaga and D. Alvarez, “IMPORTANCIA DE LAS VÍAS DE CUARTA GENERACIÓN EN EL DESEMPEÑO DEL COMERCIO EXTERIOR EN COLOMBIA EN EL PERIODO 2008-2017,” *Tecnológico de Antioquia*, pp. 1–31, 2017.
- [3] S. A. Raji, A. Zava, K. Jirgba, and A. B. Osunkunle, “Geometric Design of a Highway Using Autocad Civil 3d,” *Geom. Des. a Highw. Using Autocad Civ. 3d*, vol. 4, no. 6, pp. 2458–9403, 2017, [Online]. Available: www.jmest.org.
- [4] D. Zaninovich, “Vías regionales y la necesidad de una gestión compartida Regional roads and the need for shared management,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 72–79, 2017.
- [5] R. Arias García and J. D. Rodríguez Morera, “Criterios ambientales y socioeconómicos para priorizar inversiones en la red vial de Costa Rica,” *Infraestruct. Vial*, vol. 20, no. 35, pp. 12–19, 2018.
- [6] L. García, A. Mungaray-Moctezuma, J. Calderón, A. Sánchez-Atondo, and J. Gutiérrez-Moreno, “Impacto de la accesibilidad carretera en la calidad de vida de las localidades urbanas y suburbanas de Baja California, México,” *Eure*, vol. 45, no. 134, pp. 99–122, 2019.
- [7] S. Caro and B. Caicedo, “Tecnologías para Vías Terciarias: Perspectivas y Experiencias desde la Academia,” *Rev. Ing.*, no. 45, pp. 12–21, 2017.
- [8] W. Gámez, *Texto Básico Autoformativo de Topografía General*, 1a ed. Managua: UNA, 2015.
- [9] M. Medina, *APUNTES DE TOPOGRAFÍA*. México, 2012.
- [10] S. Navarro, “Manual de Topografía - Planimetría,” 2008, pp. 1–130.

- [11] M. Tkáč and P. Mésároš, “Utilizing drone technology in the civil engineering,” *Sel. Sci. Pap. - J. Civ. Eng.*, vol. 14, no. 1, pp. 27–37, 2020.
- [12] S. Navarro, “Curvas de Nivel,” in *Topografía II*, 2008, pp. 1–104.
- [13] J. Cárdenas Grisales, *Diseño Geométrico de Carreteras, 2da Edición*. 2013.
- [14] J. Masoud, “Diseño Geométrico de una Carretera,” vol. 13, no. 3, pp. 1576–1580, 2017.
- [15] MTOP, *Normas de Diseño Geometrico de Carreteras*, vol. 2. 2003.
- [16] M. Borja, “Análisis del diseño geométrico de carreteras.” p. 46, 2017.
- [17] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, *Norma Para Estudios y Diseños Viales*, vol. 2a. Quito, 2013.
- [18] J. Agudelo, *Diseño Geométrico de Vías*. Medellín, 2012.
- [19] Dirección General de Servicios Técnicos, *Manual De Proyecto Geométrico De Carreteras 2018*, Segunda. México, 2018.
- [20] J. G. Tapia Arandia and R. D. Veizaga Balta, “Apoyo didáctico para la enseñanza y aprendizaje de la asignatura de ingeniería de tráfico,” p. 449, 2006.
- [21] Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO DG - 2018*, vol. 5, no. 9. Lima, 2018.
- [22] P. A. Chocontá Rojas, *Diseño Geométrico de Vías*, 2da ed. Colombia: Editorial escuela Colombiana de Ingeniería, 2006.
- [23] Instituto Nacional de Vías, *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. Cali, 2008.
- [24] Ministerio de Obras Publicas y Comunicaciones, *Manual de Carreteras del Paraguay - Normas para la Evaluacion de Proyectos y Geometria Vial*, 1ra ed. Paraguay, 2011.
- [25] AASHTO, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*. 2011.

- [26] H. A. Morales Sosa, *Ingeniería vial I: para estudiantes de grado de ingeniería civil*. República Dominicana, 2006.
- [27] E. Juárez Badillo and A. Rico Rodríguez, *Mecánica de SUELOS*, Segunda., vol. 1. México, 1973.
- [28] Ministerio de Obras Públicas y Comunicaciones, *Especificaciones Generales para la construcción de caminos y puentes.*, vol. 1. República del Ecuador, 2002, p. 772.
- [29] Ministerio de Turismo del Ecuador, “Bienvenidos al Ecuador-Geografía.” <https://www.cancilleria.gob.ec/bienvenidos-geografia-del-ecuador/>.
- [30] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, *Plan de Desarrollo y Ordenamiento Territorial Cotopaxi 2025*. 2015, p. 241.
- [31] Secretaría Nacional de Planificación y Desarrollo, *PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DE LA PARROQUIA RURAL PINLLOPATA*. 2015, p. 136.
- [32] V. Fernando, *Mediciones y PRESUPUESTOS*. Barcelona: Reverté, 2007.
- [33] Contraloría General del Estado del Ecuador, *Reajuste de precios salarios mínimos por ley*. 2020, p. 2.

ANEXOS

ANEXO A.- MATERIALES Y EQUIPOS

MATERIALES

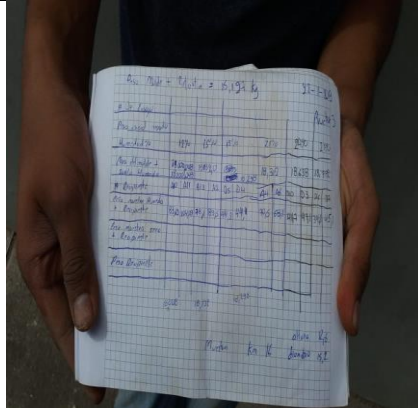
Anexo A-1. Estacas de madera



Anexo A-2. Cal



Anexo A-3. Cuaderno de apuntes



Anexo A-4. Sacos de yute



Anexo A-5. Pintura



EQUIPOS

Anexo A-6. Sistema de posicionamiento global (GPS)



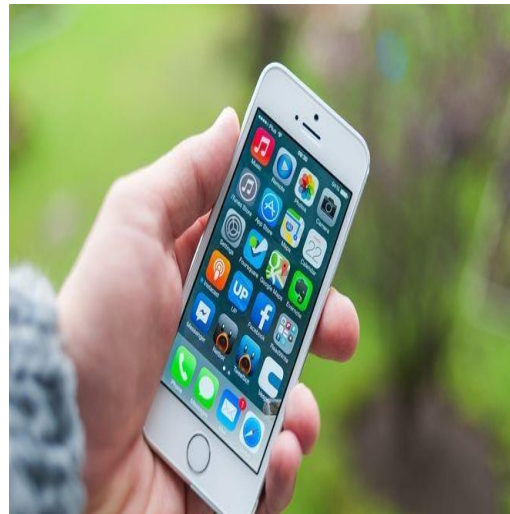
Anexo A-7. Drone



Anexo A-8. Equipo trimble GNSS R10 (RTK)



Anexo A-9. Equipo de telefonía celular



<p>Anexo A-10. Herramienta menor</p>	<p>Anexo A-11. Equipo de seguridad</p>
	
<p>Anexo A-12. Computadora</p>	<p>Anexo A-13. Cinta métrica</p>
	
<p>Anexo A-14. Flexómetro</p>	
	

ANEXO B.-
LEVANTAMIENTO
TOPOGRÁFICO

Levantamiento Topográfico

Anexo B-1. Reconocimiento del punto inicial de la ruta del proyecto.



Anexo B-2. Recorrido de la ruta existente.



Anexo B-3. Observación de la topografía del terreno.



Anexo B-4. Explicación de posibles rutas.



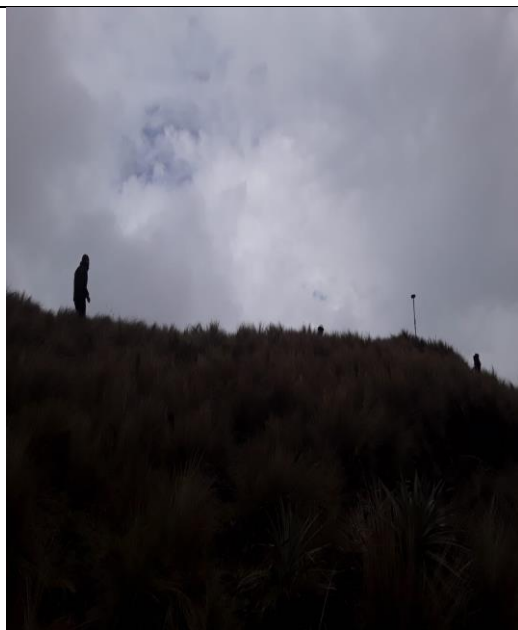
Anexo B-5. Recepción de puntos a través del GPS.



Anexo B-6. Control de mando del dron.



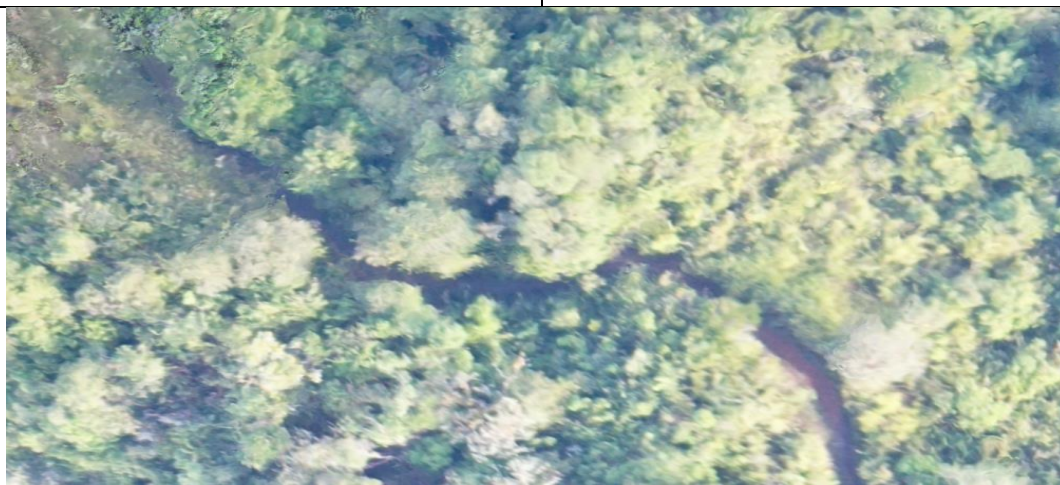
Anexo B-7. Georreferenciación de puntos con el equipo RTK.



Anexo B-8. Toma de ortofotos con el dron.



Anexo B-9. Ortofotos tomadas con el dron.



ANEXO C.- CONTEO

VEHICULAR

Anexo C-1. Conteo vehicular lunes 02 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00					0	
6:15:00	6:30:00	1				1	
6:30:00	6:45:00	2				2	
6:45:00	7:00:00	1				1	4
7:00:00	7:15:00			1		1	5
7:15:00	7:30:00					0	4
7:30:00	7:45:00					0	2
7:45:00	8:00:00	1				1	2
8:00:00	8:15:00			1		1	2
8:15:00	8:30:00	1				1	3
8:30:00	8:45:00	1	1			2	5
8:45:00	9:00:00					0	4
9:00:00	9:15:00					0	3
9:15:00	9:30:00	1				1	3
9:30:00	9:45:00			1		1	2
9:45:00	10:00:00					0	2
10:00:00	10:15:00					0	2
10:15:00	10:30:00				1	1	2
10:30:00	10:45:00					0	1
10:45:00	11:00:00	1				1	2
11:00:00	11:15:00					0	2
11:15:00	11:30:00	1				1	2
11:30:00	11:45:00		1			1	3
11:45:00	12:00:00	1				1	3
12:00:00	12:15:00					0	3
12:15:00	12:30:00	1				1	3
12:30:00	12:45:00			1		1	3
12:45:00	13:00:00					0	2
13:00:00	13:15:00					0	2
13:15:00	13:30:00		1		1	2	3
13:30:00	13:45:00		1			1	3
13:45:00	14:00:00				1	1	4
14:00:00	14:15:00					0	4
14:15:00	14:30:00					0	2
14:30:00	14:45:00					0	1
14:45:00	15:00:00		1	1		2	2
15:00:00	15:15:00	1				1	3
15:15:00	15:30:00					0	3
15:30:00	15:45:00					0	3
15:45:00	16:00:00	2				2	3
16:00:00	16:15:00					0	2
16:15:00	16:30:00			1		1	3
16:30:00	16:45:00	1				1	4
16:45:00	17:00:00		1			1	3
17:00:00	17:15:00					0	3
17:15:00	17:30:00	1				1	3
17:30:00	17:45:00	1				1	3
17:45:00	18:00:00	1				1	3
TOTAL						34	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-2. Conteo vehicular martes 03 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00					0	
6:15:00	6:30:00	1				1	
6:30:00	6:45:00	1				1	
6:45:00	7:00:00	1				1	3
7:00:00	7:15:00					0	3
7:15:00	7:30:00					0	2
7:30:00	7:45:00					0	1
7:45:00	8:00:00	1				1	1
8:00:00	8:15:00					0	1
8:15:00	8:30:00			1		1	2
8:30:00	8:45:00		1			1	3
8:45:00	9:00:00					0	2
9:00:00	9:15:00					0	2
9:15:00	9:30:00					0	1
9:30:00	9:45:00			1		1	1
9:45:00	10:00:00					0	1
10:00:00	10:15:00					0	1
10:15:00	10:30:00		1			1	2
10:30:00	10:45:00					0	1
10:45:00	11:00:00					0	1
11:00:00	11:15:00	1				1	2
11:15:00	11:30:00					0	1
11:30:00	11:45:00					0	1
11:45:00	12:00:00					0	1
12:00:00	12:15:00	1				1	1
12:15:00	12:30:00					0	1
12:30:00	12:45:00	1				1	2
12:45:00	13:00:00		1			1	3
13:00:00	13:15:00					0	2
13:15:00	13:30:00			1		1	3
13:30:00	13:45:00	1				1	3
13:45:00	14:00:00					0	2
14:00:00	14:15:00					0	2
14:15:00	14:30:00	1	1			2	3
14:30:00	14:45:00					0	2
14:45:00	15:00:00			1		1	3
15:00:00	15:15:00	1				1	4
15:15:00	15:30:00					0	2
15:30:00	15:45:00					0	2
15:45:00	16:00:00	1				1	2
16:00:00	16:15:00					0	1
16:15:00	16:30:00			1		1	2
16:30:00	16:45:00					0	2
16:45:00	17:00:00					0	1
17:00:00	17:15:00					0	1
17:15:00	17:30:00	1				1	1
17:30:00	17:45:00	1				1	2
17:45:00	18:00:00	1				1	3
TOTAL						23	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-3. Conteo vehicular miércoles 04 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00					0	
6:15:00	6:30:00	1				1	
6:30:00	6:45:00	1				1	
6:45:00	7:00:00	1				1	3
7:00:00	7:15:00			1		1	4
7:15:00	7:30:00					0	3
7:30:00	7:45:00	1				1	3
7:45:00	8:00:00				1	1	3
8:00:00	8:15:00					0	2
8:15:00	8:30:00					0	2
8:30:00	8:45:00	1				1	2
8:45:00	9:00:00					0	1
9:00:00	9:15:00	1				1	2
9:15:00	9:30:00					0	2
9:30:00	9:45:00	1	1	1		3	4
9:45:00	10:00:00					0	4
10:00:00	10:15:00	1	1			2	5
10:15:00	10:30:00					0	5
10:30:00	10:45:00	1				1	3
10:45:00	11:00:00	1				1	4
11:00:00	11:15:00					0	2
11:15:00	11:30:00	1				1	3
11:30:00	11:45:00			1		1	3
11:45:00	12:00:00	1				1	3
12:00:00	12:15:00					0	3
12:15:00	12:30:00	1				1	3
12:30:00	12:45:00		1			1	3
12:45:00	13:00:00	1				1	3
13:00:00	13:15:00			1		1	4
13:15:00	13:30:00					0	3
13:30:00	13:45:00	1				1	3
13:45:00	14:00:00					0	2
14:00:00	14:15:00	1				1	2
14:15:00	14:30:00					0	2
14:30:00	14:45:00				1	1	2
14:45:00	15:00:00					0	2
15:00:00	15:15:00		1			1	2
15:15:00	15:30:00					0	2
15:30:00	15:45:00					0	1
15:45:00	16:00:00			1		1	2
16:00:00	16:15:00					0	1
16:15:00	16:30:00					0	1
16:30:00	16:45:00	1				1	2
16:45:00	17:00:00					0	1
17:00:00	17:15:00	1				1	2
17:15:00	17:30:00					0	2
17:30:00	17:45:00					0	1
17:45:00	18:00:00	1				1	2
TOTAL						30	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-4. Conteo vehicular jueves 05 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00					0	
6:15:00	6:30:00	2				2	
6:30:00	6:45:00					0	
6:45:00	7:00:00					0	2
7:00:00	7:15:00	1		1		2	4
7:15:00	7:30:00					0	2
7:30:00	7:45:00	1				1	3
7:45:00	8:00:00	1				1	4
8:00:00	8:15:00				1	1	3
8:15:00	8:30:00					0	3
8:30:00	8:45:00	1				1	3
8:45:00	9:00:00					0	2
9:00:00	9:15:00	1				1	2
9:15:00	9:30:00					0	2
9:30:00	9:45:00	1	1			2	3
9:45:00	10:00:00					0	3
10:00:00	10:15:00	1				1	3
10:15:00	10:30:00					0	3
10:30:00	10:45:00	2				2	3
10:45:00	11:00:00	1				1	4
11:00:00	11:15:00	1		1		2	5
11:15:00	11:30:00	1				1	6
11:30:00	11:45:00	1				1	5
11:45:00	12:00:00					0	4
12:00:00	12:15:00				1	1	3
12:15:00	12:30:00					0	2
12:30:00	12:45:00		1	1		2	3
12:45:00	13:00:00	1				1	4
13:00:00	13:15:00					0	3
13:15:00	13:30:00	1				1	4
13:30:00	13:45:00					0	2
13:45:00	14:00:00	1				1	2
14:00:00	14:15:00					0	2
14:15:00	14:30:00	1				1	2
14:30:00	14:45:00					0	2
14:45:00	15:00:00					0	1
15:00:00	15:15:00	1	1			2	3
15:15:00	15:30:00					0	2
15:30:00	15:45:00	1				1	3
15:45:00	16:00:00					0	3
16:00:00	16:15:00			1		1	2
16:15:00	16:30:00			1		1	3
16:30:00	16:45:00					0	2
16:45:00	17:00:00					0	2
17:00:00	17:15:00	1			1	2	3
17:15:00	17:30:00	1				1	3
17:30:00	17:45:00					0	3
17:45:00	18:00:00	1				1	4
TOTAL						35	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-5. Conteo vehicular viernes 06 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00					0	
6:15:00	6:30:00	2				2	
6:30:00	6:45:00					0	
6:45:00	7:00:00	1		1		2	4
7:00:00	7:15:00	2				2	6
7:15:00	7:30:00				1	1	5
7:30:00	7:45:00	1				1	6
7:45:00	8:00:00		1			1	5
8:00:00	8:15:00	2				2	5
8:15:00	8:30:00	1				1	5
8:30:00	8:45:00					0	4
8:45:00	9:00:00					0	3
9:00:00	9:15:00	1				1	2
9:15:00	9:30:00	1	1			2	3
9:30:00	9:45:00					0	3
9:45:00	10:00:00			1		1	4
10:00:00	10:15:00					0	3
10:15:00	10:30:00			1		1	2
10:30:00	10:45:00				1	1	3
10:45:00	11:00:00				1	1	3
11:00:00	11:15:00					0	3
11:15:00	11:30:00					0	2
11:30:00	11:45:00	2				2	3
11:45:00	12:00:00					0	2
12:00:00	12:15:00	1				1	3
12:15:00	12:30:00	1				1	4
12:30:00	12:45:00		1			1	3
12:45:00	13:00:00					0	3
13:00:00	13:15:00	1				1	3
13:15:00	13:30:00	1				1	3
13:30:00	13:45:00	1				1	3
13:45:00	14:00:00					0	3
14:00:00	14:15:00	1				1	3
14:15:00	14:30:00					0	2
14:30:00	14:45:00			1		1	2
14:45:00	15:00:00					0	2
15:00:00	15:15:00	1				1	2
15:15:00	15:30:00	1				1	3
15:30:00	15:45:00		1	1		2	4
15:45:00	16:00:00			1		1	5
16:00:00	16:15:00	1				1	5
16:15:00	16:30:00	1				1	5
16:30:00	16:45:00	1		1		2	5
16:45:00	17:00:00	1				1	5
17:00:00	17:15:00	1		1	1	3	7
17:15:00	17:30:00	1				1	7
17:30:00	17:45:00	1				1	6
17:45:00	18:00:00	1				1	6
TOTAL						45	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-6. Conteo vehicular sábado 07 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00	3				3	
6:15:00	6:30:00					0	
6:30:00	6:45:00	1		1		2	
6:45:00	7:00:00				1	1	6
7:00:00	7:15:00	1				1	4
7:15:00	7:30:00	1	1			2	6
7:30:00	7:45:00	1				1	5
7:45:00	8:00:00					0	4
8:00:00	8:15:00	1				1	4
8:15:00	8:30:00	1		1		2	4
8:30:00	8:45:00				1	1	4
8:45:00	9:00:00	1	1	1		3	7
9:00:00	9:15:00	1				1	7
9:15:00	9:30:00					0	5
9:30:00	9:45:00	1				1	5
9:45:00	10:00:00					0	2
10:00:00	10:15:00	1		1		2	3
10:15:00	10:30:00	1		1		2	5
10:30:00	10:45:00					0	4
10:45:00	11:00:00	1			1	2	6
11:00:00	11:15:00					0	4
11:15:00	11:30:00	2				2	4
11:30:00	11:45:00					0	4
11:45:00	12:00:00	1			1	2	4
12:00:00	12:15:00					0	4
12:15:00	12:30:00	1				1	3
12:30:00	12:45:00		1			1	4
12:45:00	13:00:00	1				1	3
13:00:00	13:15:00	1		1		2	5
13:15:00	13:30:00					0	4
13:30:00	13:45:00				1	1	4
13:45:00	14:00:00	1				1	4
14:00:00	14:15:00					0	2
14:15:00	14:30:00	1	1			2	4
14:30:00	14:45:00	1				1	4
14:45:00	15:00:00					0	3
15:00:00	15:15:00			1		1	4
15:15:00	15:30:00	1				1	3
15:30:00	15:45:00	1			1	2	4
15:45:00	16:00:00	1				1	5
16:00:00	16:15:00	1				1	5
16:15:00	16:30:00	2				2	6
16:30:00	16:45:00	1			1	2	6
16:45:00	17:00:00			1		1	6
17:00:00	17:15:00	1				1	6
17:15:00	17:30:00	1		1		2	6
17:30:00	17:45:00	2				2	6
17:45:00	18:00:00	1			1	2	7
TOTAL						57	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-7. Cuento vehicular domingo 08 de diciembre de 2019

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO VEHICULAR DIARIO							
HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL	TOTAL ACUMULADO
				2D	2DA		
6:00:00	6:15:00					0	
6:15:00	6:30:00	1				1	
6:30:00	6:45:00	1				1	
6:45:00	7:00:00	1				1	3
7:00:00	7:15:00			1		1	4
7:15:00	7:30:00				1	1	4
7:30:00	7:45:00					0	3
7:45:00	8:00:00	2				2	4
8:00:00	8:15:00	1				1	4
8:15:00	8:30:00					0	3
8:30:00	8:45:00					0	3
8:45:00	9:00:00			1	1	2	3
9:00:00	9:15:00					0	2
9:15:00	9:30:00					0	2
9:30:00	9:45:00	1	1			2	4
9:45:00	10:00:00					0	2
10:00:00	10:15:00	2				2	4
10:15:00	10:30:00					0	4
10:30:00	10:45:00	1		2		3	5
10:45:00	11:00:00				1	1	6
11:00:00	11:15:00	1				1	5
11:15:00	11:30:00					0	5
11:30:00	11:45:00				1	1	3
11:45:00	12:00:00					0	2
12:00:00	12:15:00	2				2	3
12:15:00	12:30:00			1		1	4
12:30:00	12:45:00		1			1	4
12:45:00	13:00:00			1		1	5
13:00:00	13:15:00	1				1	4
13:15:00	13:30:00	1				1	4
13:30:00	13:45:00	1				1	4
13:45:00	14:00:00	1				1	4
14:00:00	14:15:00			1		1	4
14:15:00	14:30:00					0	3
14:30:00	14:45:00	1				1	3
14:45:00	15:00:00					0	2
15:00:00	15:15:00	1	1			2	3
15:15:00	15:30:00					0	3
15:30:00	15:45:00			1		1	3
15:45:00	16:00:00					0	3
16:00:00	16:15:00			1		1	2
16:15:00	16:30:00	1				1	3
16:30:00	16:45:00			2		2	4
16:45:00	17:00:00	1				1	5
17:00:00	17:15:00	1		1		2	6
17:15:00	17:30:00	1				1	6
17:30:00	17:45:00	1		1		2	6
17:45:00	18:00:00		1		1	2	7
TOTAL						46	

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo C-8. Tabla demostrativa de tipos de vehículos motorizados remolques y semirremolques.

CUADRO DEMOSTRATIVO DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)			
				Largo	Ancho	Altos	
2D			7	5,00	2,60	3,00	
2DA			10	7,50	2,60	3,50	
2DB			18	12,20	2,60	4,10	
3A			27	12,20	2,60	4,10	
4C			31	12,20	2,60	4,10	
4-0			32	12,20	2,60	4,10	
V2DB			18	12,20	2,60	4,10	
V3A			27	12,20	2,60	4,10	
VZS			27	12,20	2,60	4,10	
T2			18	8,50	2,60	4,10	
T3			27	8,50	2,60	4,10	
S3			24	13,00	3,00	4,30	
S2			20	13,00	3,00	4,30	
S1			11	13,00	3,00	4,30	
R2			22	10,00	3,00	4,30	
R3			31	10,00	3,00	4,30	
B1			11	10,00	3,00	4,30	
B2			20	10,00	3,00	4,30	
B3			24	10,00	3,00	4,30	

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO BRUTO VEHICULAR MÁXIMO PERMITIDO (toneladas)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				Largo	Ancho	Alto
2S1			29	20,50	2,60	4,30
2S2			38	20,50	2,60	4,30
2S3			42	20,50	2,60	4,30
3S1			38	20,50	2,60	4,30
3S2			47	20,50	2,60	4,30
3S3			48	20,50	2,60	4,30
2R2			40	20,50	2,60	4,30
2R3			48	20,50	2,60	4,30
3R2			48	20,50	2,60	4,30
3R3			48	20,50	2,60	4,30
2B1			29	20,50	2,60	4,30
2B2			38	20,50	2,60	4,30
2B3			42	20,50	2,60	4,30
3B1			38	20,50	2,60	4,30
3B2			47	20,50	2,60	4,30
3B3			48	>20,50	3,00	4,30

Fuente: Normas de diseño geométrico de vías, MTOP (2003)[15]

ANEXO D.- VOLUMEN DE CORTE Y RELLENO

ABSCISA	VOL_PARCIALES (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)		VOL_ACUMULADO (m3)
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	NETO
8+000.00	0.00	0	0.00	0	0.00
8+020.00	9,943.25	0	9,943.25	0	9,943.25
8+040.00	9,896.33	0	19,839.58	0	19,839.58
8+060.00	9,177.98	0	29,017.56	0	29,017.56
8+080.00	8,945.80	0	37,963.36	0	37,963.36
8+100.00	9,442.60	0	47,405.96	0	47,405.96
8+120.00	9,478.01	0	56,883.97	0	56,883.97
8+140.00	9,319.43	0	66,203.40	0	66,203.40
8+160.00	9,470.77	0	75,674.17	0	75,674.17
8+180.00	9,684.55	0	85,358.72	0	85,358.72
8+200.00	9,771.02	0	95,129.74	0	95,129.74
8+220.00	9,553.72	0	104,683.46	0	104,683.46
8+240.00	9,008.34	0	113,691.80	0	113,691.80
8+260.00	8,601.43	0	122,293.23	0	122,293.23
8+280.00	8,156.39	0	130,449.62	0	130,449.62
8+300.00	8,128.72	0	138,578.34	0	138,578.34
8+320.00	8,173.38	0	146,751.72	0	146,751.72
8+340.00	7,628.41	0	154,380.13	0	154,380.13
8+360.00	7,341.58	0	161,721.71	0	161,721.71
8+380.00	7,355.22	0	169,076.93	0	169,076.93
8+400.00	7,285.07	0	176,362.00	0	176,362.00
8+420.00	6,938.59	0	183,300.59	0	183,300.59
8+440.00	6,333.02	0	189,633.61	0	189,633.61
8+460.00	5,916.61	0	195,550.22	0	195,550.22
8+480.00	5,857.80	0	201,408.02	0	201,408.02
8+500.00	6,067.88	0	207,475.90	0	207,475.90
8+520.00	5,800.82	0	213,276.72	0	213,276.72
8+540.00	4,771.57	0	218,048.29	0	218,048.29
8+560.00	4,026.05	0	222,074.34	0	222,074.34
8+580.00	3,994.98	0	226,069.32	0	226,069.32
8+600.00	4,301.94	0	230,371.26	0	230,371.26
8+620.00	4,716.54	0	235,087.80	0	235,087.80
8+640.00	4,595.66	0	239,683.46	0	239,683.46
8+660.00	4,404.13	0	244,087.59	0	244,087.59
8+680.00	4,580.31	0	248,667.90	0	248,667.90
8+700.00	4,826.48	0	253,494.38	0	253,494.38
8+720.00	4,699.88	0	258,194.26	0	258,194.26
8+740.00	4,143.43	0	262,337.69	0	262,337.69
8+760.00	4,079.82	0	266,417.51	0	266,417.51

8+780.00	4,531.25	0	270,948.76	0	270,948.76
8+800.00	5,062.47	0	276,011.23	0	276,011.23
8+820.00	5,293.82	0	281,305.05	0	281,305.05
8+840.00	5,335.74	0	286,640.79	0	286,640.79
8+860.00	5,540.19	0	292,180.98	0	292,180.98
8+880.00	5,564.05	0	297,745.03	0	297,745.03
8+900.00	5,142.86	0	302,887.89	0	302,887.89
8+920.00	4,822.60	0	307,710.49	0	307,710.49
8+940.00	5,006.02	0	312,716.51	0	312,716.51
8+960.00	5,113.45	0	317,829.96	0	317,829.96
8+980.00	4,645.39	0	322,475.35	0	322,475.35
9+000.00	4,305.94	0	326,781.29	0	326,781.29
9+020.00	4,295.56	0	331,076.85	0	331,076.85
9+040.00	3,974.48	0	335,051.33	0	335,051.33
9+060.00	3,695.22	0	338,746.55	0	338,746.55
9+080.00	3,359.18	0	342,105.73	0	342,105.73
9+100.00	2,447.11	0	344,552.84	0	344,552.84
9+120.00	2,239.89	0	346,792.73	0	346,792.73
9+140.00	2,924.76	0	349,717.49	0	349,717.49
9+160.00	3,735.76	0	353,453.25	0	353,453.25
9+180.00	3,809.79	0	357,263.04	0	357,263.04
9+200.00	2,962.89	0	360,225.93	0	360,225.93
9+220.00	2,298.42	0	362,524.35	0	362,524.35
9+240.00	1,868.57	0	364,392.92	0	364,392.92
9+260.00	1,553.65	0	365,946.57	0	365,946.57
9+280.00	1,373.38	0	367,319.95	0	367,319.95
9+300.00	987.64	0	368,307.59	0	368,307.59
9+320.00	388.93	0.64	368,696.52	0.64	368,695.88
9+340.00	260.69	0.56	368,957.21	1.2	368,956.01
9+360.00	664.73	0	369,621.94	1.2	369,620.74
9+380.00	1,185.10	0	370,807.04	1.2	370,805.84
9+400.00	1,152.63	0	371,959.67	1.2	371,958.47
9+420.00	580.28	0	372,539.95	1.2	372,538.75
9+440.00	174.62	5.29	372,714.57	6.49	372,708.08
9+460.00	115.15	5.27	372,829.72	11.76	372,817.96
9+480.00	345.14	0	373,174.86	11.76	373,163.10
9+500.00	376.94	0	373,551.80	11.76	373,540.04
9+520.00	222.15	0	373,773.95	11.76	373,762.19
9+540.00	501.36	0	374,275.31	11.76	374,263.55
9+560.00	547.61	0	374,822.92	11.76	374,811.16
9+580.00	356.49	0	375,179.41	11.76	375,167.65
9+600.00	528.63	0	375,708.04	11.76	375,696.28

9+620.00	509.43	0	376,217.47	11.76	376,205.71
9+640.00	314.05	0	376,531.52	11.76	376,519.76
9+660.00	175.8	0.75	376,707.32	12.51	376,694.81
9+680.00	266.69	0.75	376,974.01	13.26	376,960.75
9+700.00	584.91	0	377,558.92	13.26	377,545.66
9+720.00	784.86	0	378,343.78	13.26	378,330.52
9+740.00	744.81	0	379,088.59	13.26	379,075.33
9+760.00	766.08	0	379,854.67	13.26	379,841.41
9+780.00	1,046.00	0	380,900.67	13.26	380,887.41
9+800.00	1,096.49	0	381,997.16	13.26	381,983.90
9+820.00	811.22	0	382,808.38	13.26	382,795.12
9+840.00	659.65	0	383,468.03	13.26	383,454.77
9+860.00	540	0	384,008.03	13.26	383,994.77
9+880.00	394.47	0	384,402.50	13.26	384,389.24
9+900.00	333.68	0	384,736.18	13.26	384,722.92
9+920.00	166.06	13.01	384,902.24	26.27	384,875.97
9+940.00	173.14	13.01	385,075.38	39.28	385,036.10
9+960.00	459.12	0	385,534.50	39.28	385,495.22
9+980.00	504.2	0	386,038.70	39.28	385,999.42
10+000.00	407.22	0	386,445.92	39.28	386,406.64
10+020.00	568.2	0	387,014.12	39.28	386,974.84
10+040.00	535.71	0	387,549.83	39.28	387,510.55
10+060.00	240.53	0	387,790.36	39.28	387,751.08
10+080.00	140.33	0	387,930.69	39.28	387,891.41
10+100.00	229.09	0	388,159.78	39.28	388,120.50
10+120.00	175.81	0	388,335.59	39.28	388,296.31
10+140.00	104.45	0	388,440.04	39.28	388,400.76
10+160.00	278.32	0	388,718.36	39.28	388,679.08
10+180.00	565.36	0	389,283.72	39.28	389,244.44
10+200.00	751.89	0	390,035.61	39.28	389,996.33
10+220.00	730.36	0	390,765.97	39.28	390,726.69
10+240.00	633.59	0	391,399.56	39.28	391,360.28
10+260.00	496.68	0	391,896.24	39.28	391,856.96
10+280.00	340.51	0	392,236.75	39.28	392,197.47
10+300.00	165.75	0	392,402.50	39.28	392,363.22
10+320.00	162.91	0	392,565.41	39.28	392,526.13
10+340.00	200.86	0	392,766.27	39.28	392,726.99
10+360.00	236.16	0	393,002.43	39.28	392,963.15
10+380.00	358.99	0	393,361.42	39.28	393,322.14
10+400.00	467.29	0	393,828.71	39.28	393,789.43
10+420.00	444.71	0	394,273.42	39.28	394,234.14
10+440.00	442.59	0	394,716.01	39.28	394,676.73

10+460.00	460.38	0	395,176.39	39.28	395,137.11
10+480.00	209.03	0.76	395,385.42	40.04	395,345.38
10+500.00	20.46	0.75	395,405.88	40.79	395,365.09
10+520.00	132.07	0	395,537.95	40.79	395,497.16
10+540.00	193.5	0	395,731.45	40.79	395,690.66
10+560.00	70.5	24.97	395,801.95	65.76	395,736.19
10+580.00	27.54	25.4	395,829.49	91.16	395,738.33
10+600.00	130.64	0.41	395,960.13	91.57	395,868.56
10+620.00	288.73	0	396,248.86	91.57	396,157.29
10+640.00	534.43	0	396,783.29	91.57	396,691.72
10+660.00	737.22	0	397,520.51	91.57	397,428.94
10+680.00	746.43	0	398,266.94	91.57	398,175.37
10+700.00	744.18	0	399,011.12	91.57	398,919.55
10+720.00	769.14	0	399,780.26	91.57	399,688.69
10+740.00	745.69	0	400,525.95	91.57	400,434.38
10+760.00	547.83	0	401,073.78	91.57	400,982.21
10+780.00	293.56	0	401,367.34	91.57	401,275.77
10+800.00	475.14	0	401,842.48	91.57	401,750.91
10+820.00	813.31	0	402,655.79	91.57	402,564.22
10+840.00	715.88	0	403,371.67	91.57	403,280.10
10+860.00	448.56	0	403,820.23	91.57	403,728.66
10+880.00	202.84	0	404,023.07	91.57	403,931.50
10+900.00	30.05	0	404,053.12	91.57	403,961.55
10+920.00	103.1	0	404,156.22	91.57	404,064.65
10+940.00	174.06	0	404,330.28	91.57	404,238.71
10+960.00	146.2	0	404,476.48	91.57	404,384.91
10+980.00	171.01	0	404,647.49	91.57	404,555.92
11+000.00	299.43	0	404,946.92	91.57	404,855.35
11+020.00	473.49	0	405,420.41	91.57	405,328.84
11+040.00	646.17	0	406,066.58	91.57	405,975.01
11+060.00	678.95	0	406,745.53	91.57	406,653.96
11+080.00	543.66	0	407,289.19	91.57	407,197.62
11+100.00	325.79	0	407,614.98	91.57	407,523.41
11+120.00	123.82	0	407,738.80	91.57	407,647.23
11+140.00	32.21	11.86	407,771.01	103.43	407,667.58
11+160.00	45.87	11.86	407,816.88	115.29	407,701.59
11+180.00	58.64	0	407,875.52	115.29	407,760.23
11+200.00	12.77	26.4	407,888.29	141.69	407,746.60
11+220.00	7.27	26.4	407,895.56	168.09	407,727.47
11+240.00	75.08	0	407,970.64	168.09	407,802.55
11+260.00	141.76	0	408,112.40	168.09	407,944.31
11+280.00	214.98	0	408,327.38	168.09	408,159.29

11+300.00	347.19	0	408,674.57	168.09	408,506.48
11+320.00	505.66	0	409,180.23	168.09	409,012.14
11+340.00	650.91	0	409,831.14	168.09	409,663.05
11+360.00	682.45	0	410,513.59	168.09	410,345.50
11+380.00	659.64	0	411,173.23	168.09	411,005.14
11+400.00	737.89	0	411,911.12	168.09	411,743.03
11+420.00	980.03	0	412,891.15	168.09	412,723.06
11+440.00	1,308.44	0	414,199.59	168.09	414,031.50
11+460.00	1,670.69	0	415,870.28	168.09	415,702.19
11+480.00	2,008.96	0	417,879.24	168.09	417,711.15
11+500.00	2,274.46	0	420,153.70	168.09	419,985.61
11+520.00	2,523.23	0	422,676.93	168.09	422,508.84
11+540.00	2,676.86	0	425,353.79	168.09	425,185.70
11+560.00	2,922.46	0	428,276.25	168.09	428,108.16
11+580.00	3,147.29	0	431,423.54	168.09	431,255.45
11+600.00	3,104.01	0	434,527.55	168.09	434,359.46
11+620.00	3,030.38	0	437,557.93	168.09	437,389.84
11+640.00	3,084.43	0	440,642.36	168.09	440,474.27
11+660.00	3,362.23	0	444,004.59	168.09	443,836.50
11+680.00	3,902.16	0	447,906.75	168.09	447,738.66
11+700.00	4,583.20	0	452,489.95	168.09	452,321.86
11+720.00	5,000.54	0	457,490.49	168.09	457,322.40
11+740.00	5,062.49	0	462,552.98	168.09	462,384.89
11+760.00	5,387.72	0	467,940.70	168.09	467,772.61
11+780.00	5,858.51	0	473,799.21	168.09	473,631.12
11+800.00	5,821.39	0	479,620.60	168.09	479,452.51
11+820.00	5,395.76	0	485,016.36	168.09	484,848.27
11+840.00	5,110.92	0	490,127.28	168.09	489,959.19
11+860.00	5,260.75	0	495,388.03	168.09	495,219.94
11+880.00	5,554.86	0	500,942.89	168.09	500,774.80
11+900.00	5,804.89	0	506,747.78	168.09	506,579.69
11+920.00	5,543.91	0	512,291.69	168.09	512,123.60
11+940.00	4,917.06	0	517,208.75	168.09	517,040.66
11+960.00	4,636.42	0	521,845.17	168.09	521,677.08
11+980.00	4,958.68	0	526,803.85	168.09	526,635.76
12+000.00	5,505.00	0	532,308.85	168.09	532,140.76

Fuente: David Manosalvas

ANEXO E.- ESTUDIO DE SUELOS

Ensayos de suelos

Anexo E-1. Ensayo próctor



Anexo E-2. Ensayo con cuchara de casa grande.



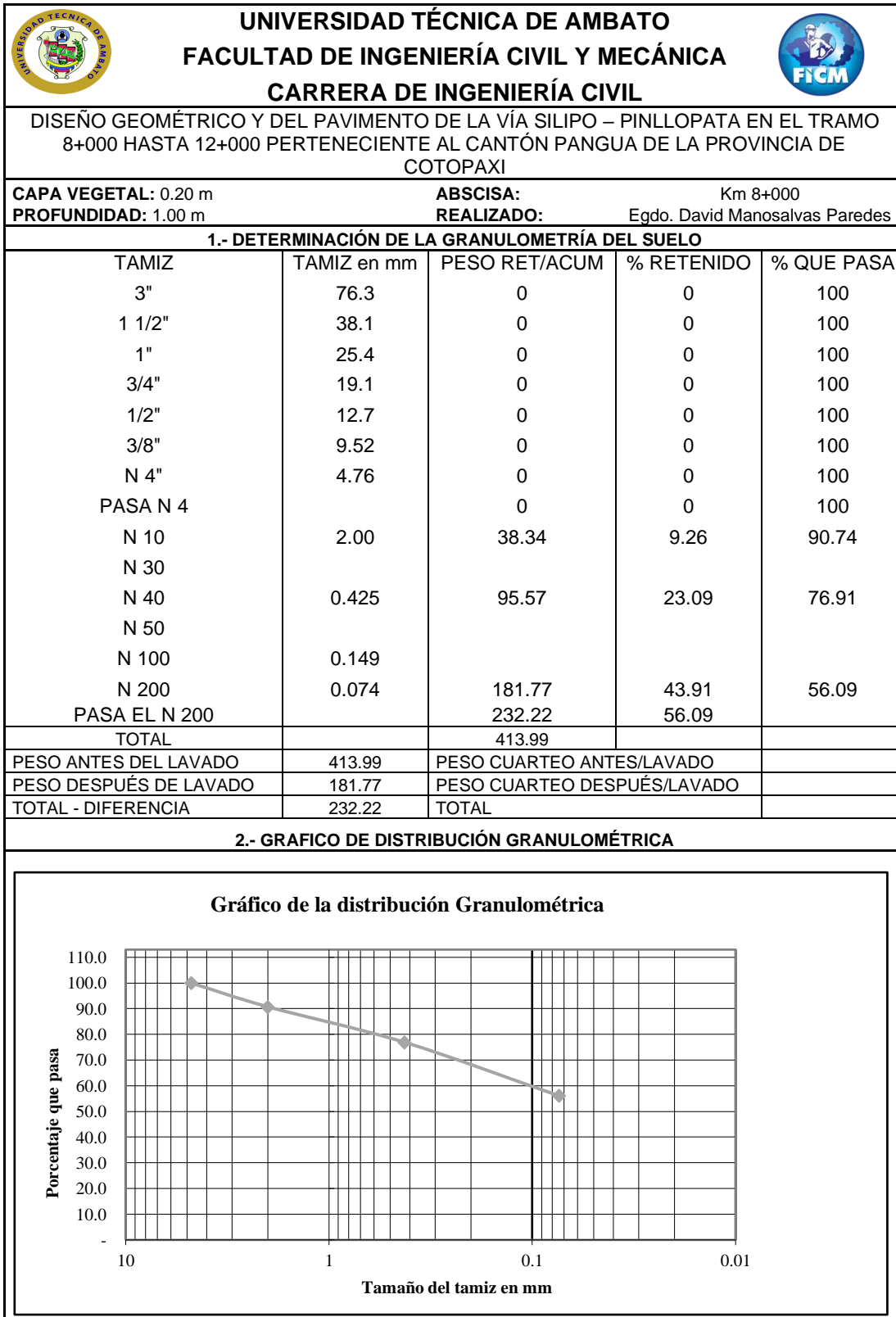
Anexo E-3. Ensayo de granulometría



Anexo E-4. Preparación del suelo a ensayarse



Anexo E-5. Granulometría





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



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO
 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CAPA VEGETAL: 0.20 m

ABSCISA: Km 9+000

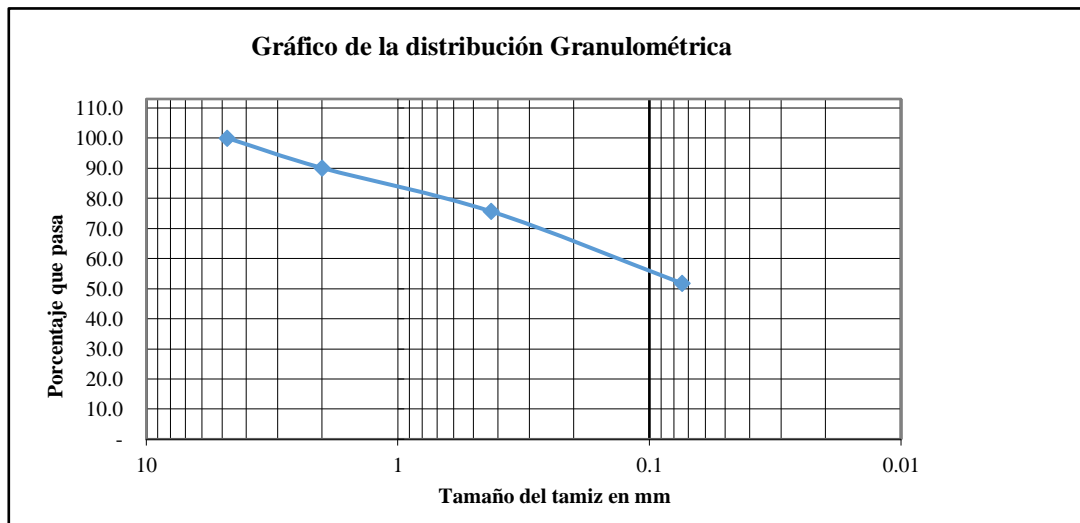
PROFUNDIDAD: 1.00 m

REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

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	41.25	9.92	90.08
N 30				
N 40	0.425	101.37	24.37	75.63
N 50				
N 100	0.149			
N 200	0.074	200.73	48.27	51.73
PASA EL N 200		215.16	51.73	
TOTAL		415.89		
PESO ANTES DEL LAVADO	415.89	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	200.73	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	215.16	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





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



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO
 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CAPA VEGETAL: 0.20 m

ABSCISA:

Km 10+000

PROFUNDIDAD: 1.00 m

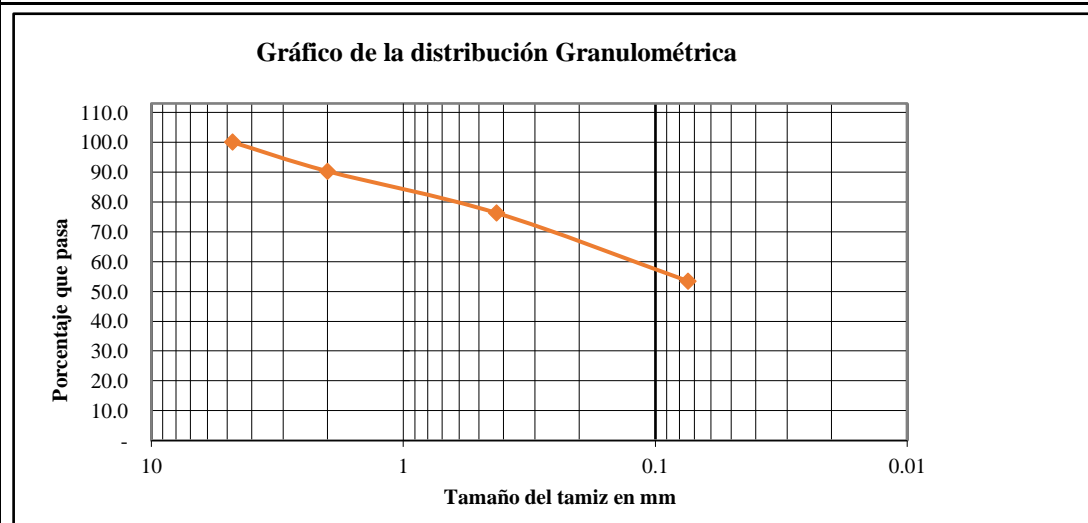
REALIZADO:

Egdo. David Manosalvas Paredes

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	40.60	9.72	90.28
N 30				
N 40	0.425	99.22	23.76	76.24
N 50				
N 100	0.149			
N 200	0.074	194.48	46.57	53.43
PASA EL N 200		223.09	53.43	
TOTAL		417.57		
PESO ANTES DEL LAVADO	417.57	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	194.48	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	223.09	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA





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



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO
 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE
 COTOPAXI

CAPA VEGETAL: 0.20 m
PROFUNDIDAD: 1.00 m

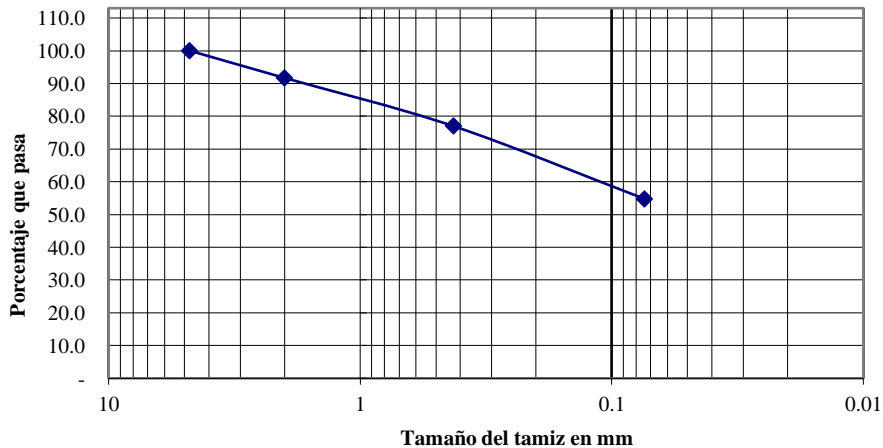
ABSCISA: Km 11+000
REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

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	32.21	8.30	91.70
N 30				
N 40	0.425	89.44	23.03	76.97
N 50				
N 100	0.149			
N 200	0.074	175.64	45.23	54.77
PASA EL N 200		212.66	54.77	
TOTAL		388.30		
PESO ANTES DEL LAVADO	388.30	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	175.64	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	212.66	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA

Gráfico de la distribución Granulométrica





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



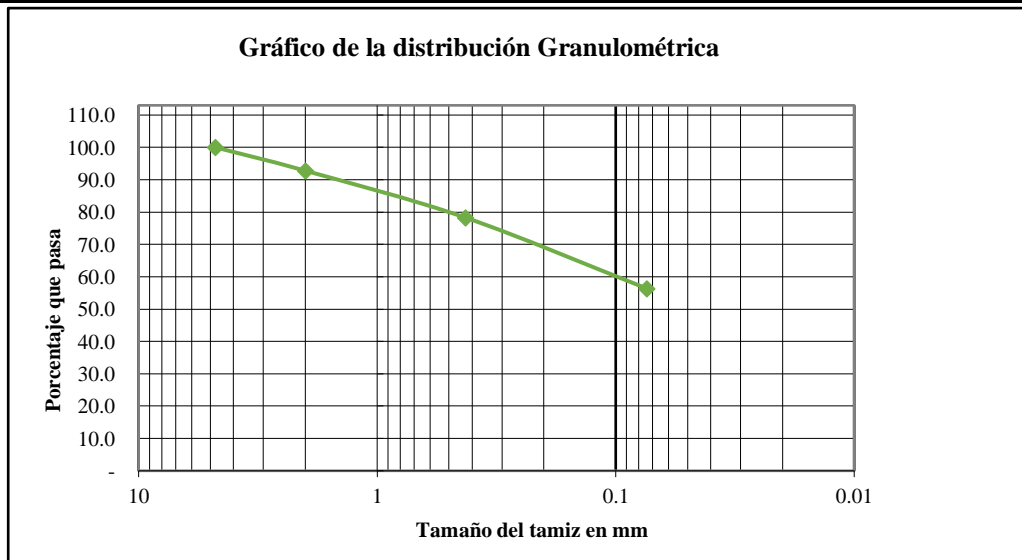
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO
 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE
 COTOPAXI

CAPA VEGETAL: 0.20 m **ABSCISA:** Km 12+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m **REALIZADO:** Egdo. David Manosalvas Paredes


1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

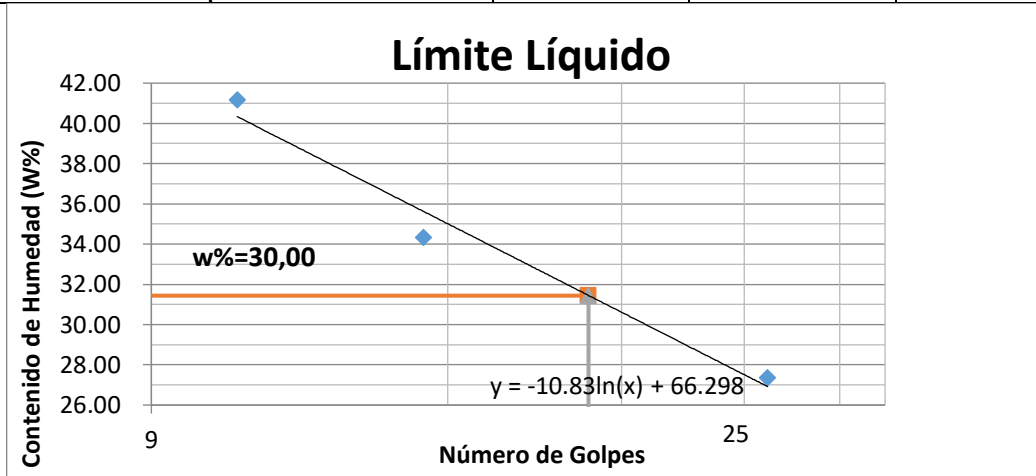
TAMIZ	TAMIZ en mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
3"	76.3	0	0	100
1 1/2"	38.1	0	0	100
1"	25.4	0	0	100
3/4"	19.1	0	0	100
1/2"	12.7	0	0	100
3/8"	9.52	0	0	100
N 4"	4.76	0	0	100
PASA N 4		0	0	100
N 10	2.00	28.43	7.22	92.78
N 30				
N 40	0.425	85.66	21.75	78.25
N 50				
N 100	0.149			
N 200	0.074	171.86	43.64	56.36
PASA EL N 200		221.93	56.36	
TOTAL		393.79		
PESO ANTES DEL LAVADO	393.79	PESO CUARTEO ANTES/LAVADO		
PESO DESPUÉS DE LAVADO	171.86	PESO CUARTEO DESPUÉS/LAVADO		
TOTAL - DIFERENCIA	221.93	TOTAL		

2.- GRAFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



Anexo E-6. Límites

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI					
CAPA VEGETAL:	0.20 m	ABSCISA:	Km 8+000		
PROFUNDIDAD:	1.00 m	REALIZADO:	Egdo. David Manosalvas Paredes		
1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO					
Número de golpes	38		17		11
Recipiente Número	2-A	4-A	5	P-6	67 A-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	31.34	29.34	31.24	26.11	39.09 27.23
Peso seco + recipiente Ws + rec	27.01	25.50	26.19	22.42	31.30 22.40
Peso recipiente rec	11.24	11.43	11.61	11.57	11.64 11.10
peso del agua Ww	4.33	3.84	5.05	3.69	7.79 4.83
Peso de los sólidos WS	15.77	14.07	14.58	10.85	19.66 11.30
Contenido de humedad w%	27.46	27.29	34.64	34.01	39.62 42.74
Contenido de humedad prom. w%	27.37		34.32		41.18



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO					
Recipiente Número	D-5	A-7	E-1	P-5	A-3
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	4.98	5.17	5.64	5.18	5.24
Peso seco + recipiente Ws + rec	4.84	5.01	5.36	4.99	5.06
Peso recipiente rec	4.30	4.33	4.28	4.29	4.33
peso del agua Ww	0.14	0.16	0.28	0.19	0.18
Peso de los sólidos WS	0.54	0.68	1.08	0.70	0.73
Contenido de humedad w%	25.93	23.53	25.93	27.14	24.66
Contenido de humedad prom. w%	25.44				
Límite líquido =	31.44				
Límite plástico % =	25.44				
Índice Plástico LL%-LP% =	6.00				



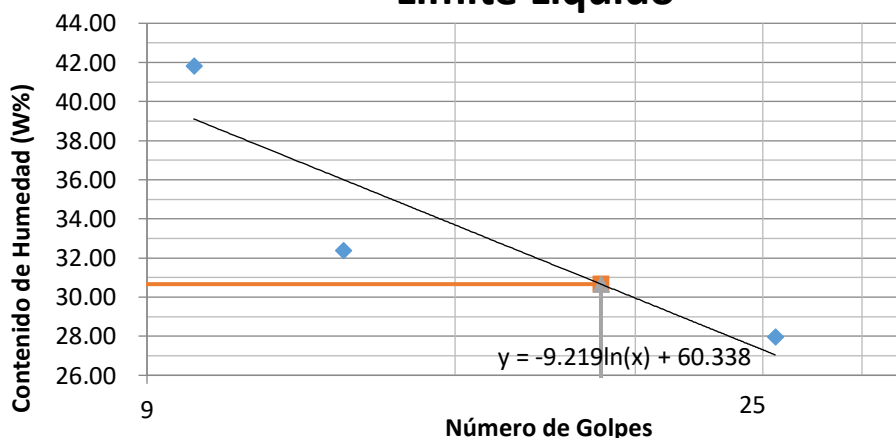
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CAPA VEGETAL:	0.20 m	ABSCISA:	Km 9+000			
PROFUNDIDAD:	1.00 m	REALIZADO:	Egdo. David Manosalvas Paredes			
1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
Número de golpes	37		14		10	
Recipiente Número	12-F	5-A	13-F	P-7	14-F	12-F
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	32.15	30.12	32.03	26.89	39.89	27.66
Peso seco + recipiente Ws + rec	27.56	26.05	26.93	23.23	31.56	22.79
Peso recipiente rec	11.25	11.42	11.63	11.58	11.62	11.15
peso del agua Ww	4.59	4.07	5.10	3.66	8.33	4.87
Peso de los sólidos WS	16.31	14.63	15.3	11.65	19.94	11.64
Contenido de humedad w%	28.14	27.82	33.33	31.42	41.78	41.84
Contenido de humedad prom. w%	27.98		32.37		41.81	

Límite Líquido



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO					
Recipiente Número	D-6	A-8	E-2	P-6	A-4
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.02	5.28	5.78	5.38	5.42
Peso seco + recipiente Ws + rec	4.98	5.21	5.39	5.05	5.13
Peso recipiente rec	4.32	4.33	4.29	4.28	4.32
peso del agua Ww	0.04	0.07	0.39	0.33	0.29
Peso de los sólidos WS	0.66	0.88	1.10	0.77	0.81
Contenido de humedad w%	6.06	7.95	35.45	42.86	35.80
Contenido de humedad prom. w%	25.63				
Límite líquido =	30.66				
Límite plástico % =	25.63				
Índice Plástico LL%-LP% =	5.04				



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

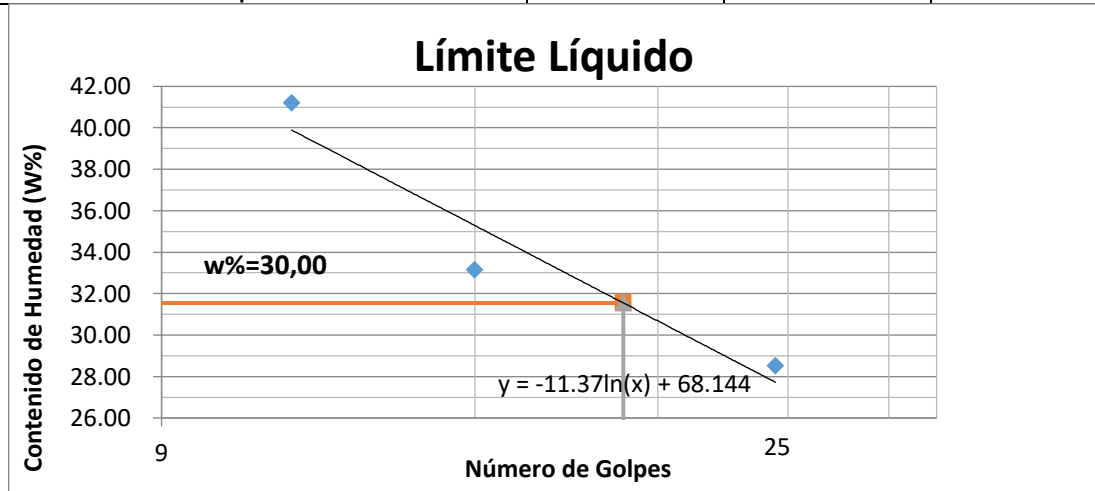


DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CAPA VEGETAL:	0.20 m	ABSCISA:	Km 10+000
PROFUNDIDAD:	1.00 m	REALIZADO:	Egdo. David Manosalvas Paredes

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	35		18		12	
	2-A	6-A	3-A	4-A	5	67
Recipiente Número						
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	31.85	29.83	31.56	26.53	39.45	27.42
Peso seco + recipiente Ws + rec	27.23	25.79	26.63	22.78	31.46	22.59
Peso recipiente rec	11.25	11.44	11.62	11.57	11.63	11.13
peso del agua Ww	4.62	4.04	4.93	3.75	7.99	4.83
Peso de los sólidos WS	15.98	14.35	15.01	11.21	19.83	11.46
Contenido de humedad w%	28.91	28.15	32.84	33.45	40.29	42.15
Contenido de humedad prom. w%	28.53		33.15		41.22	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO					
Recipiente Número	P-9	P-8	1	5	A-1
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	5.03	5.27	5.75	5.43	5.15
Peso seco + recipiente Ws + rec	4.86	5.15	5.41	5.13	5.09
Peso recipiente rec	4.31	4.32	4.27	4.30	4.32
peso del agua Ww	0.17	0.12	0.34	0.30	0.06
Peso de los sólidos WS	0.55	0.83	1.14	0.83	0.77
Contenido de humedad w%	30.91	14.46	29.82	36.14	7.79
Contenido de humedad prom. w%	23.83				
Límite líquido =	31.55				
Límite plástico % =	23.83				
Índice Plástico LL%-LP% =	7.72				



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



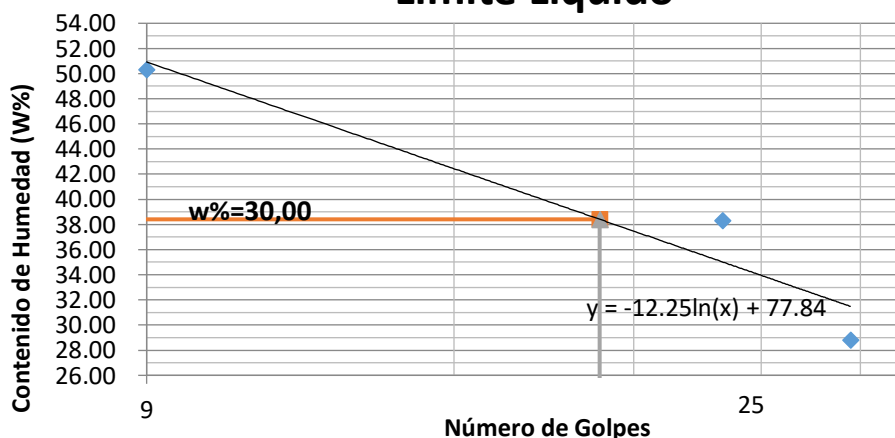
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

CAPA VEGETAL: 0.20 m	ABSCISA: Km 11+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m	REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Número de golpes	44		33		9	
Recipiente Número	6-A	4-P	2-A	P-6	13	41
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	30.12	30.31	30.86	26.61	39.09	29.45
Peso seco + recipiente Ws + rec	26.54	25.50	25.47	22.49	30.14	23.15
Peso recipiente rec	11.24	11.43	11.61	11.57	11.64	11.10
peso del agua Ww	3.58	4.81	5.39	4.12	8.95	6.30
Peso de los sólidos WS	15.30	14.07	13.86	10.92	18.50	12.05
Contenido de humedad w%	23.40	34.19	38.89	37.73	48.38	52.28
Contenido de humedad prom. w%	28.79		38.31		50.33	

Límite Líquido



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número	5	67	P-6	A-4	1A
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.42	6.91	6.78	6.11	5.57
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.96	6.33	6.18	5.67	5.26
Peso recipiente rec	4.30	4.33	4.28	4.29	4.33
peso del agua Ww	0.46	0.58	0.60	0.44	0.31
Peso de los sólidos WS	1.66	2.00	1.90	1.38	0.93
Contenido de humedad w%	27.71	29.00	31.58	31.88	33.33
Contenido de humedad prom. w%	30.70				
Límite líquido =	38.41				
Límite plástico % =	30.70				
Índice Plástico LL%-LP% =	7.71				

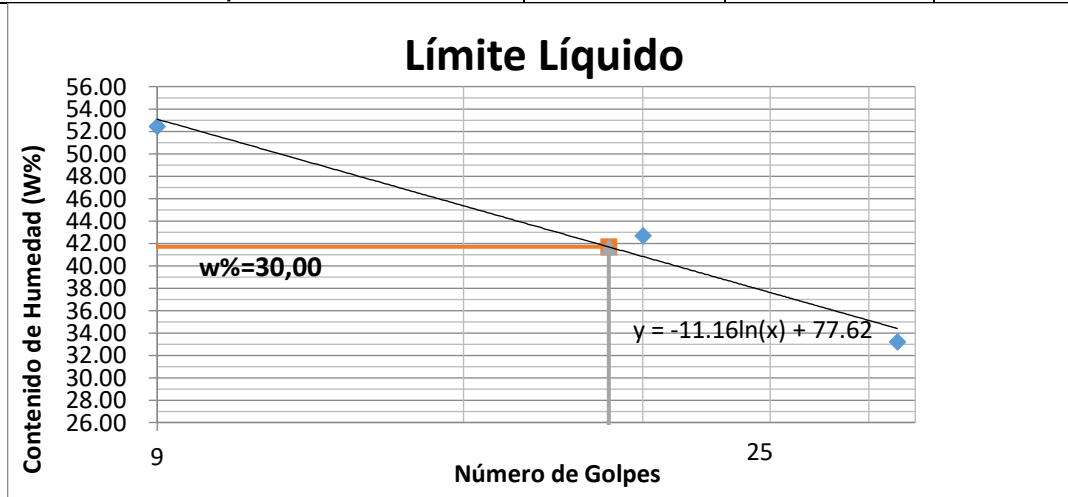


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL





DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

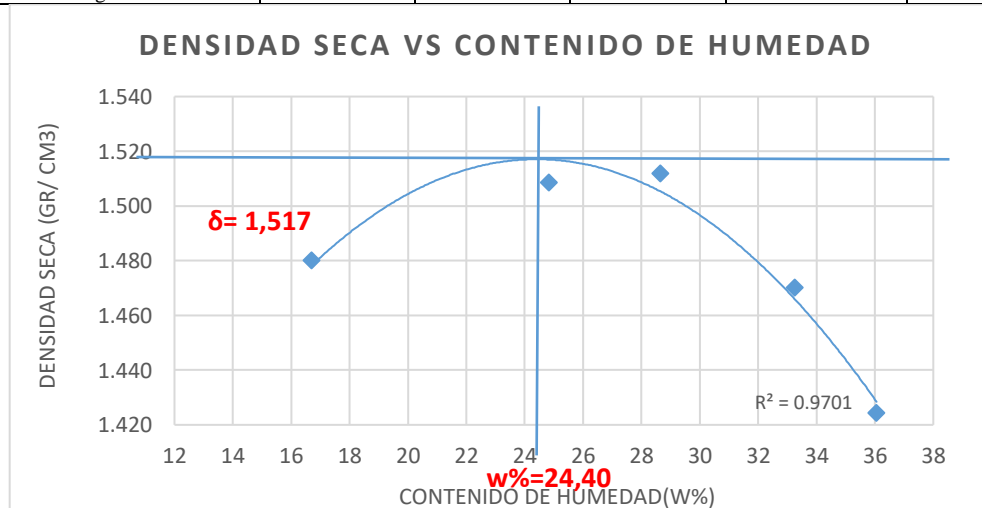
CAPA VEGETAL:	0.20 m	ABSCISA:	Km 12+000			
PROFUNDIDAD:	1.00 m	REALIZADO:	Egdo. David Manosalvas Paredes			
1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
Número de golpes	48		27		9	
Recipiente Número	12-F	4-A	11-F	P-6	13-F	6-T
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	29.47	29.34	29.58	27.32	39.09	31.08
Peso seco + recipiente Ws + rec	25.01	24.80	24.19	22.52	29.83	24.24
Peso recipiente rec	11.24	11.43	11.22	11.57	11.64	11.57
peso del agua Ww	4.46	4.54	5.39	4.80	9.26	6.84
Peso de los sólidos WS	13.77	13.37	12.97	10.95	18.19	12.67
Contenido de humedad w%	32.39	33.96	41.56	43.84	50.91	53.99
Contenido de humedad prom. w%	33.17		42.70		52.45	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO					
Recipiente Número	A-8	E-2	R-5	P-5	A-3
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	6.30	6.82	6.65	5.98	5.43
Peso seco + recipiente Ws + rec	5.84	6.21	6.06	5.54	5.16
Peso recipiente rec	4.30	4.33	4.28	4.29	4.33
peso del agua Ww	0.46	0.61	0.59	0.44	0.27
Peso de los sólidos WS	1.54	1.88	1.78	1.25	0.83
Contenido de humedad w%	29.87	32.45	33.15	35.20	32.53
Contenido de humedad prom. w%	32.64				
Límite líquido =	41.70				
Límite plástico % =	32.64				
Índice Plástico LL%-LP% =	9.06				

Anexo E-7. Compactación

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA								
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL										
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI										
NORMA: AASHTO T-180			ABSCISA: Km 8+000							
PROFUNDIDAD: 1.00 m			REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes							
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO										
NUMERO DE GOLPES :	56	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 lb					
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr:	16385	VOLUMEN MOLDE cc :	2317.85					
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO										
Muestra	1	2	3	4	5					
Humedad inicial añadida en %	0	5	10	15	20					
Humedad inicial añadida en (cc)	0	100	200	300	400					
P molde + suelo húmedo (gr)	20388.38	20749.74	20892.96	20925.98	20876.77					
Peso suelo húmedo	4003.38	4364.74	4507.96	4540.98	4491.77					
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.727	1.883	1.945	1.959	1.938					
2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD										
Recipiente #	F-3	8-B	C-7	R-4	M-3	R-5	N-2	D-7	3-F	C-5
Peso húmedo + recipiente W _m + rec	180.60	179.32	145.20	162.30	215.00	167.32	198.32	175.00	158.60	154.68
Peso seco + recipiente W _s + rec	162.41	160.56	124.72	138.5	188.08	139.60	159.34	142.80	128.10	126.14
Peso del recipiente rec	54.40	47.26	41.80	42.88	93.80	43.18	41.40	46.60	43.40	47.09
Peso del agua W _w	18.19	18.76	20.48	23.85	26.92	27.72	38.98	32.20	30.50	28.54
Peso suelo seco W _s	108.01	113.30	82.92	95.57	94.28	96.42	117.94	96.20	84.70	79.05
Contenido humedad w%	16.84	16.56	24.70	25.0	28.55	28.75	33.05	33.47	36.01	36.10
Contenido humedad promedio w%	16.70		24.83		28.65		33.26		36.06	
Densidad Seca gd	1.480		1.509		1.512		1.470		1.424	





CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180	ABSCISA: Km 9+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m	REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	56	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr:	16337	VOLUMEN MOLDE cc :	2286.38

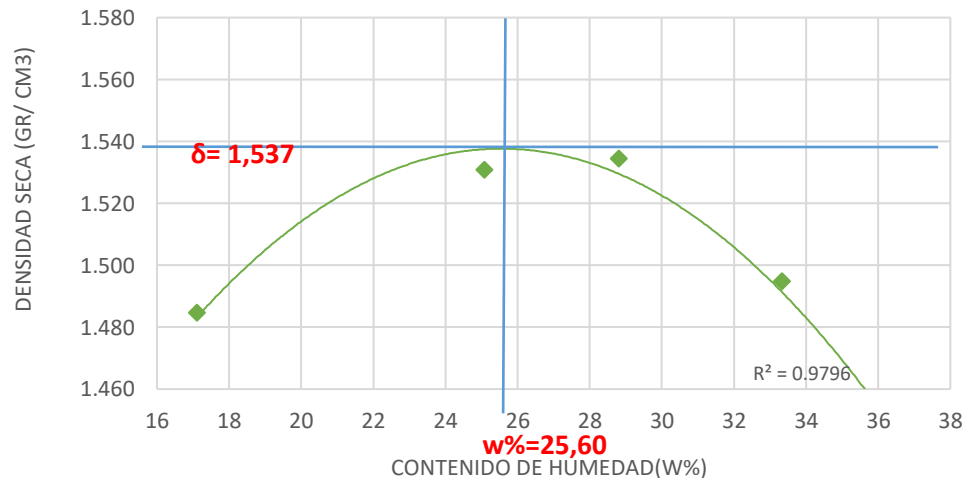
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12	15
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720	900
P molde + suelo húmedo (gr)	20312.41	20715.24	20856.44	20894.36	20849.21
Peso suelo húmedo	3975.41	4378.24	4519.44	4557.36	4512.21
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.739	1.915	1.977	1.993	1.974

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	A11	A12	A7	A8	A4	A3	62	5	7	15
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	181.30	180.20	145.60	163.10	215.30	167.80	199.10	175.23	158.90	155.10
Peso seco + recipiente Ws+ rec	162.66	160.86	124.93	138.86	188.34	139.69	159.65	143.10	128.45	126.53
Peso del recipiente rec	54.20	47.35	41.90	42.95	93.70	43.25	41.30	46.72	43.25	47.35
Peso del agua Ww	18.64	19.34	20.67	24.24	26.96	28.11	39.45	32.13	30.45	28.57
Peso suelo seco Ws	108.46	113.51	83.03	95.91	94.64	96.44	118.35	96.38	85.20	79.18
Contenido humedad w%	17.19	17.04	24.89	25.27	28.49	29.15	33.33	33.34	35.74	36.08
Contenido humedad promedio w%	17.11		25.08		28.82		33.34		35.91	
Densidad Seca gd	1.485		1.531		1.534		1.495		1.452	

DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD





CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180

ABSCISA: Km 10+0 00

PROFUNDIDAD: 1.00 m

REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	56	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr:	16385	VOLUMEN MOLDE cc :	2317.85

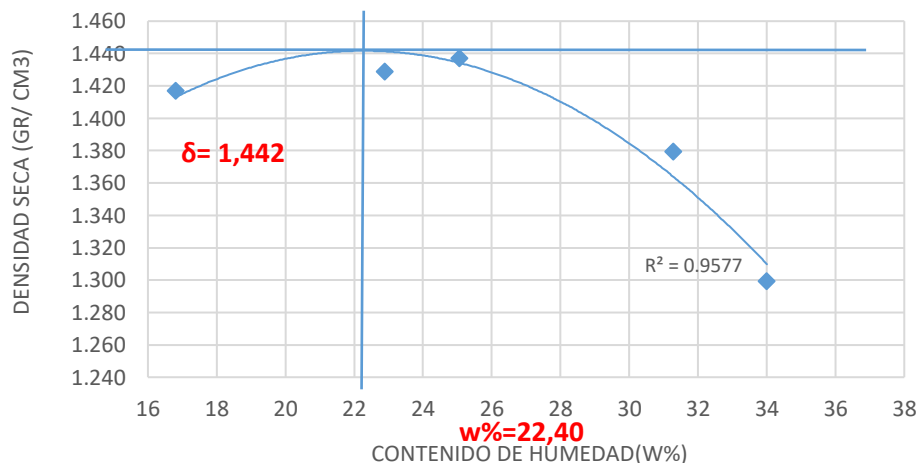
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	12	15	18	21	24
Humedad inicial añadida en (cc)	720	900	1080	1260	1440
P molde + suelo húmedo (gr)	20221.54	20454.78	20551.31	20583.29	20421.11
Peso suelo húmedo	3836.54	4069.78	4166.31	4198.29	4036.11
Densidad Húmeda en gr/cm3	1.655	1.756	1.797	1.811	1.741

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	71	65	86	D6	D2	D12	D8	D10	P6	P3
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	180.50	179.10	143.50	160.20	212.40	164.10	195.80	174.30	157.10	153.30
Peso seco + recipiente Ws+ rec	162.10	160.40	124.30	138.65	188.60	139.90	159.70	143.30	128.30	126.30
Peso del recipiente rec	54.40	47.26	41.80	42.88	93.80	43.18	41.40	46.60	43.40	47.09
Peso del agua Ww	18.40	18.70	19.20	21.55	23.80	24.20	36.10	31.00	28.80	27.00
Peso suelo seco Ws	107.70	113.14	82.50	95.77	94.80	96.72	118.30	96.70	84.90	79.21
Contenido humedad w%	17.08	16.53	23.27	22.50	25.11	25.02	30.52	32.06	33.92	34.09
Contenido humedad promedio w%	16.81		22.89		25.06		31.29		34.00	
Densidad Seca gd	1.417		1.429		1.437		1.380		1.299	

DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180	ABSCISA: Km 11+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m	REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

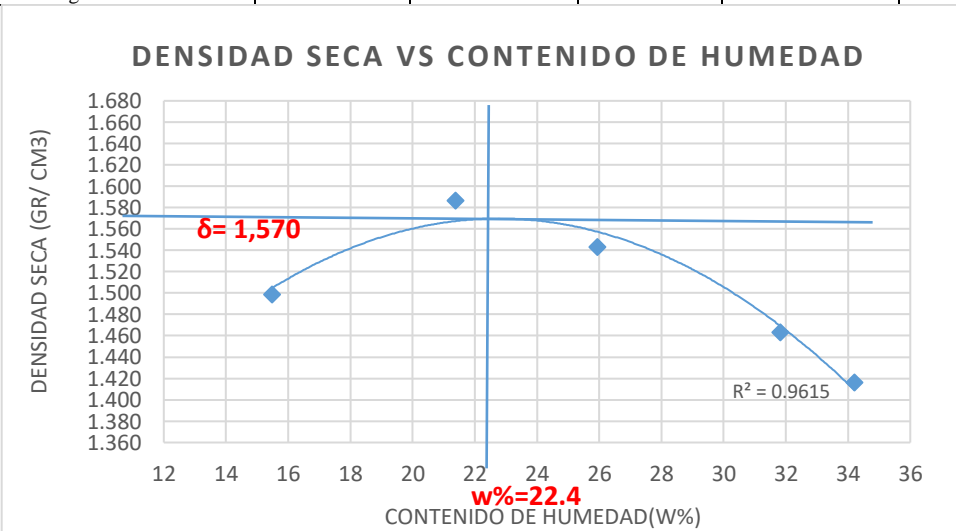
NUMERO DE GOLPES :	56	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr:	1639 8	VOLUMEN MOLDE cc :	2286.38

1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	0	180	360	540	720
P molde + suelo húmedo (gr)	20355.36	20801.12	20841.87	20808.45	20743.58
Peso suelo húmedo	3957.36	4403.12	4443.87	4410.45	4345.58
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.731	1.926	1.944	1.929	1.901

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	A-1	P-6	5	67	A-4	A-3	A-6	13	21	P-2
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	179.30	181.20	143.90	158.80	209.15	169.70	198.80	174.65	158.10	153.50
Peso seco + recipiente Ws+ rec	158.62	167.58	125.50	138.8	188.70	140.20	161.10	143.30	128.60	126.70
Peso del recipiente rec	53.30	47.54	42.10	42.12	93.20	43.35	41.90	45.40	44.10	46.70
Peso del agua Ww	20.68	13.62	18.40	20.02	20.45	29.5	37.70	31.35	29.50	26.80
Peso suelo seco Ws	105.32	120.04	83.40	96.66	95.50	96.85	119.20	97.90	84.50	80.00
Contenido humedad w%	19.64	11.35	22.06	20.71	21.41	30.46	31.63	32.02	34.91	33.50
Contenido humedad promedio w%	15.49		21.39		25.94		31.82		34.21	
Densidad Seca gd	1.499		1.586		1.543		1.463		1.416	





CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180	ABSCISA: Km 12+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m	REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES :	56	NÚMERO DE CAPAS :	5	PESO MARTILLO :	10 lb
ALTURA DE CAÍDA :	18"	PESO MOLDE gr:	16733	VOLUMEN MOLDE cc :	2346.94

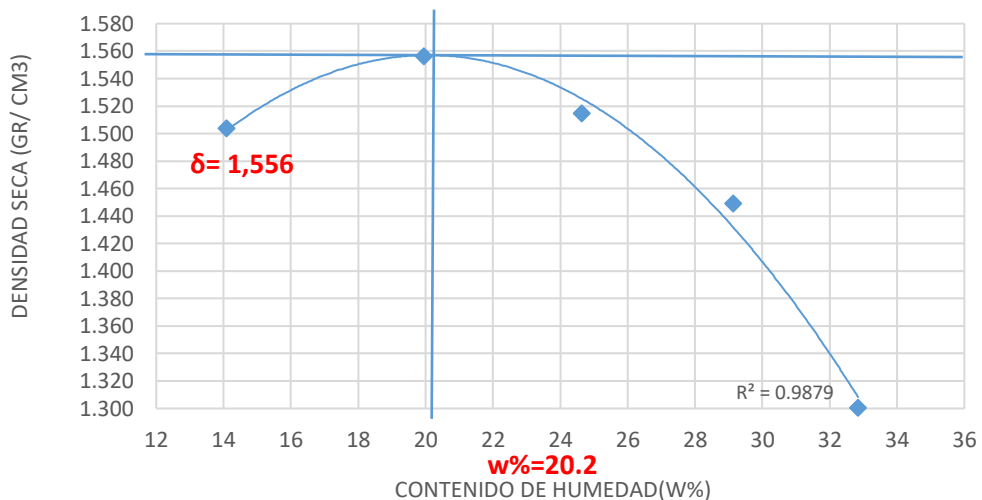
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra	1	2	3	4	5
Humedad inicial añadida en %	0	3	6	9	12
Humedad inicial añadida en (cc)	0	180	360	540	720
P molde + suelo húmedo (gr)	20760.62	21114.51	21163.79	21125.05	20787.56
Peso suelo húmedo	4027.62	4381.51	4430.79	4392.05	4054.56
Densidad Húmeda en gr/cm ³	1.716	1.867	1.888	1.871	1.728



2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente #	D-1	8-B	2-F	R-4	C-3	R-5	M-2	D-7	2-R	C-5
Peso húmedo + recipiente Wm+ rec	165.20	179.23	151.00	180.23	155.20	172.23	206.80	145.20	147.20	159.32
Peso seco + recipiente Ws+ rec	150.87	162.25	133.81	157.24	133.75	146.41	181.84	123.28	121.55	131.46
Peso del recipiente rec	44.20	47.26	47.00	42.88	45.40	43.18	97.80	46.60	43.00	47.09
Peso del agua Ww	14.33	16.98	17.19	22.99	21.45	25.82	24.96	21.92	25.65	27.86
Peso suelo seco Ws	106.67	114.99	86.81	114.36	88.35	103.23	84.04	76.68	78.55	84.37
Contenido humedad w%	13.43	14.77	19.80	20.10	24.28	25.01	29.70	28.58	32.66	33.03
Contenido humedad promedio w%	14.10		19.95		24.64		29.14		32.84	
Densidad Seca gd	1.504		1.556		1.515		1.449		1.301	

DENSIDAD SECA VS CONTENIDO DE HUMEDAD



Anexo E-8. Compactación C.B.R

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI						
NORMA: AASHTO T-180			ABSCISA: Km 8+000			
PROFUNDIDAD: 1.00 m			REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
NUMERO DE GOLPES : 56			PESO MARTILLO : 10 Lb			
ALTURA DE CAÍDA : 18"			TIPO: PROCTOR MODIFICADO			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
MOLDE #	7		8		9	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10594.78	10669.36	10492.25	10576.80	10544.36	10592.60
PESO MOLDE (gr)	6352.40	6352.40	6383.20	6383.20	6360.80	6360.80
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4242.38	4316.96	4109.05	4193.6	4183.56	4231.8
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.844	1.876	1.786	1.823	1.818	1.839
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.509	1.407	1.492	1.397	1.528	1.298
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.458		1.445		1.413	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	F-3	1-T	F-4	6-T	N-1	8-B
Wm +TARRO (gr)	208.65	153.28	197.09	164.27	128.18	163.64
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	180.73	122.59	170.15	133.67	114.60	124.96
PESO AGUA (gr)	27.92	30.69	26.94	30.60	13.58	38.68
PESO TARRO (gr)	54.90	30.51	33.06	33.17	43.01	32.2
PESO MUESTRA SECA (gr)	125.83	92.08	137.09	100.50	71.59	92.76
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.19	33.33	19.65	30.45	18.97	41.70
AGUA ABSORBIDA %	11.14		10.80		22.73	



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



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180	ABSCISA: Km 9+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m	REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES : 56	PESO MARTILLO : 10 Lb
ALTURA DE CAÍDA : 18"	TIPO: PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE #	68		27		11	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10682.36	10707.85	10565.47	10623.08	10475.94	10492.26
PESO MOLDE (gr)	6355.24	6355.24	6383.80	6383.80	6361.40	6361.40
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4327.12	4352.61	4181.67	4239.28	4114.54	4130.86
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2302.00	2302.00	2302.00	2302.00	2302.00	2302.00
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.880	1.891	1.817	1.842	1.787	1.794
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.540	1.414	1.518	1.409	1.494	1.265
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.477		1.463		1.379	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	F-4	2-T	F-5	7-T	N-2	9-B
Wm +TARRO (gr)	208.83	153.78	197.57	164.76	128.74	164.02
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	181.05	122.79	170.56	133.92	114.67	125.12
PESO AGUA (gr)	27.78	30.99	27.01	30.84	14.07	38.90
PESO TARRO (gr)	55.20	30.78	33.36	33.43	43.14	32.28
PESO MUESTRA SECA (gr)	125.85	92.01	137.20	100.49	71.53	92.84
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.07	33.68	19.69	30.69	19.67	41.90
AGUA ABSORBIDA %	11.61		11.00		22.23	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI						
NORMA: AASHTO T-180				ABSCISA: Km 10+000		
PROFUNDIDAD: 1.00 m				REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes		
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
NUMERO DE GOLPES : 56				PESO MARTILLO : 10 Lb		
ALTURA DE CAÍDA : 18"				TIPO: PROCTOR MODIFICADO		
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
MOLDE #	4		5		6	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10493.30	10530.50	10412.32	10441.32	10398.76	10480.74
PESO MOLDE (gr)	6360.80	6360.80	6383.60	6383.60	6361.20	6361.20
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4132.50	4169.70	4028.72	4057.72	4037.56	4119.54
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2303.00	2303.00	2303.00	2303.00	2303.00	2303.00
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.794	1.811	1.749	1.762	1.753	1.789
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.461	1.333	1.467	1.311	1.464	1.255
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.397		1.389		1.360	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	P4	D6	D2	A1	A3	7
Wm +TARRO (gr)	208.76	153.59	197.63	165.01	129.46	165.14
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	180.26	121.17	171.09	131.26	115.23	125.69
PESO AGUA (gr)	28.50	32.42	26.54	33.75	14.23	39.45
PESO TARRO (gr)	55.30	30.66	33.22	33.05	43.08	33.02
PESO MUESTRA SECA (gr)	124.96	90.51	137.87	98.21	72.15	92.67
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.81	35.82	19.25	34.37	19.72	42.57
AGUA ABSORBIDA %	13.01		15.12		22.85	

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO						
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA						
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL						
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI						
NORMA: AASHTO T-180			ABSCISA: Km 11+000			
PROFUNDIDAD: 1.00 m			REALIZADO: Egd. David Manosalvas Paredes			
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO						
NUMERO DE GOLPES : 56			PESO MARTILLO : 10 Lb			
ALTURA DE CAÍDA : 18"			TIPO: PROCTOR MODIFICADO			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR						
MOLDE #	1		2		3	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10574.23	10534.12	10395.87	10442.54	10341.61	10447.91
PESO MOLDE (gr)	6359.70	6359.70	6382.80	6382.80	6360.10	6360.10
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4214.53	4174.42	4013.07	4059.74	3981.51	4087.81
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm3)	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm3)	1.83	1.81	1.74	1.76	1.73	1.78
DENSIDAD SECA (gr/cm3)	1.52	1.42	1.47	1.39	1.38	1.33
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm3)	1.469		1.430		1.358	
CONTENIDO DE HUMEDAD						
TARRO #	P2	A1	5	67	A6	P-4
Wm +TARRO (gr)	250.31	195.13	249.69	145.36	191.67	161.36
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	214.36	164.63	215.54	119.54	161.32	131.24
PESO AGUA (gr)	35.95	30.50	34.15	25.82	30.35	30.12
PESO TARRO (gr)	40.36	54.90	36.12	22.15	40.25	41.12
PESO MUESTRA SECA (gr)	174.00	109.73	179.42	97.39	121.07	90.12
CONTENIDO DE HUMEDAD %	20.66	27.80	19.03	26.51	25.07	33.42
AGUA ABSORBIDA %	7.13		7.48		8.35	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180	ABSCISA: Km 12+000
PROFUNDIDAD: 1.00 m	REALIZADO: Egd. David Manosalvas Paredes

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NUMERO DE GOLPES : 56	PESO MARTILLO : 10 Lb
ALTURA DE CAÍDA : 18"	TIPO: PROCTOR MODIFICADO

ENSAYO DE COMPACTACIÓN CBR

MOLDE #	9		8		7	
# DE CAPAS	5		5		5	
# DE GOLPES POR CAPA	56		27		11	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
Wm+MOLDE (gr)	10642.00	10562.60	10372.80	10394.60	10300.40	10426.60
PESO MOLDE (gr)	6360.40	6360.40	6383.20	6383.20	6360.80	6360.80
PESO MUESTRA HÚMEDA (gr)	4281.60	4202.20	3989.60	4011.40	3939.60	4065.80
VOLUMEN DE LA MUESTRA (cm ³)	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00	2301.00
DENSIDAD HÚMEDA (gr/cm ³)	1.86	1.83	1.73	1.74	1.71	1.77
DENSIDAD SECA (gr/cm ³)	1.53	1.43	1.44	1.40	1.42	1.40
DENSIDAD SECA PROMEDIO (gr/cm ³)	1.481		1.419		1.407	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO #	F-5	D-1	11-B	P-4	4-B	B-8
Wm +TARRO (gr)	182.06	248.37	126.59	248.19	149.18	185.59
PESO MUESTRA SECA+TARRO (gr)	159.19	204.71	108.70	208.72	129.05	155.45
PESO AGUA (gr)	22.87	43.66	17.89	39.47	20.13	30.14
PESO TARRO (gr)	54.56	44.97	20.89	49.59	32.13	42.19
PESO MUESTRA SECA (gr)	104.63	159.74	87.81	159.13	96.92	113.26
CONTENIDO DE HUMEDAD %	21.86	27.33	20.37	24.80	20.77	26.61
AGUA ABSORBIDA %	5.47		4.43		5.84	

Anexo E-9. Ensayo de penetración C.B.R

MOLDE NUMERO		7					8					9					
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO		LEC T DIAL Plgs.	h	ESPONJ			LEC T DIAL Plgs.	h	ESPONJ			LEC T DIAL Plgs.	h	ESPONJ		
	HOR A	DÍAS			Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%			Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%			Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%
21-sep-20	18:10	0	0.06			0.00	0.00	0.09			0.00	0.00	0.20			0.00	0.00
22-sep-20	18:08	1	0.06	5.00		0.87	0.17	0.11	5.00		2.00	0.40	0.20	5.00		0.24	0.05
23-sep-20	18:10	2	0.08			1.10	0.22	0.20			8.32	1.66	0.28			8.00	1.60

MOLDE NUMERO		7					8					9				
TIEMPO MIN SEG	PENET " 10-3	Q LEC T DIAL	PRESIONES		CBR	Q LEC T DIAL	PRESIONES		CBR	Q LEC T DIAL	PRESIONES		CBR			
			LEÍD A	CORG			LEÍD A	CORG			LEÍD A	CORG				
		lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%				
0	30	27.75	25.4	18.7		22.3	16.4			30.2	22.2					
1	0	55.5	56.2	41.3		52.3	38.4			48.4	35.6					
1	30	83.25	87.4	64.2		58.3	42.8			54.3	39.9					
2	0	111	132.2	97.1	97.1	9.71	100.9	74.1	74.1	7.41	71.3	52.4	5.24			
3	0	151.5	251.0	184.4		187.6	137.8			123.2	90.5					
4	0	220	328.1	241.0		232.9	171.1			161.3	118.5					
5	0	277.5	413.2	303.6		255.3	187.6			204.2	150.0					
6	0	333	482.1	354.2		299.8	220.3			253.1	185.9					
8	0	444	563.2	413.8		341.3	250.7			314.1	230.8					
10	0	555	658.2	483.6		461.3	338.9			403.3	296.3					
CBR corregido						9.71				7.41			5.24			

**GRAFICO
PRESION - PENETRACION**

Cbr vs densidades

Densidades		Resistencias		Densidad Máx= 1.517 gr/cm ³	
1.458	gr/cm ³	9.71	%	95% de DM= 1.441 gr/cm ³	
1.445	gr/cm ³	7.41	%	CBR PUNTUAL 7.10 %	
1.413	gr/cm ³	5.24	%		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE PENETRACIÓN CBR.



DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180

ABSCISA: Km 9+000

PROFUNDIDAD: 1.00 m

REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

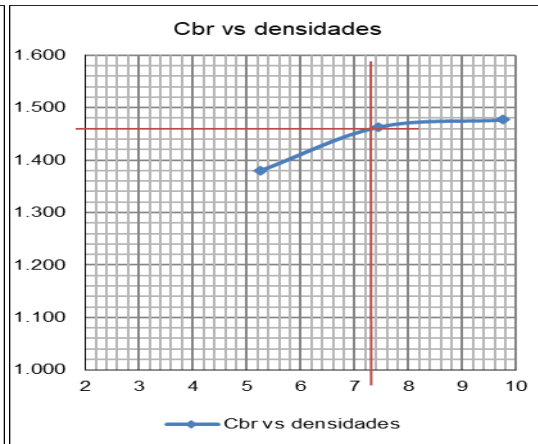
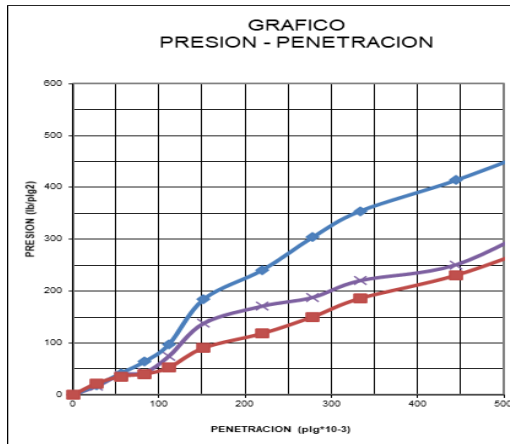
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NUMERO			68				27				11			
FECHA DIA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL Plgs.	ESPONJ			LEC T DIAL Plgs.	ESPONJ			LECT DIAL Plgs.	ESPONJ		
	HOR A	DÍAS		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%		Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%
24-sep-20	15:10	0	0.06		0.00	0.00	0.09		0.00	0.00	0.20		0.00	0.00
25-sep-20	15:08	1	0.07	5.00	1.34	0.27	0.12	5.00	2.20	0.44	0.21	5.00	0.92	0.18
28-sep-20	15:10	2	0.08		0.67	0.13	0.20		8.28	1.66	0.30		8.40	1.68

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2.204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NUMERO			68				27				11			
TIEMPO		PENET " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CB R	Q LEC T DIAL	PRESIONES		CB R	Q LEC T DIAL	PRESIONES		CB R
MIN	SEG			LEÍDA	COR G			LEÍDA	COR G			LEÍDA	COR G	
			lb/plg2	%			lb/plg2			lb/plg2		%		
		0	0.0				0.0				0.0			
0	30	27.75	25.7	18.9			22.7	16.7			30.6	22.5		
1	0	55.5	56.7	41.7			52.6	38.6			48.5	35.6		
1	30	83.25	87.6	64.4			58.5	43.0			54.6	40.1		
2	0	111	132.6	97.4	97.4	9.74	101.3	74.4	74.4	7.44	71.6	52.6	52.6	5.26
3	0	151.5	251.3	184.6			187.9	138.0			123.5	90.7		
4	0	220	328.3	241.2			233.1	171.3			161.6	118.7		
5	0	277.5	413.5	303.8			255.5	187.7			204.6	150.3		
6	0	333	482.6	354.6			300.0	220.4			253.5	186.2		
8	0	444	563.6	414.1			341.6	251.0			314.3	230.9		
10	0	555	658.7	483.9			461.7	339.2			403.8	296.7		
CBR corregido						9.74				7.44				5.26



Densidades	Resistencias	Densidad Máx = 1.53 gr/cm³
1.477 gr/cm³	9.74 %	95% de DM = 1.46 gr/cm³
1.463 gr/cm³	7.44 %	
1.379 gr/cm³	5.26 %	CBR PUNTUAL 7.30 %



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
ENSAYO DE PENETRACIÓN CBR.

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180

ABSCISA: Km 10+000

PROFUNDIDAD: 1.00 m

REALIZADO: Egdo. David Manosalvas Paredes

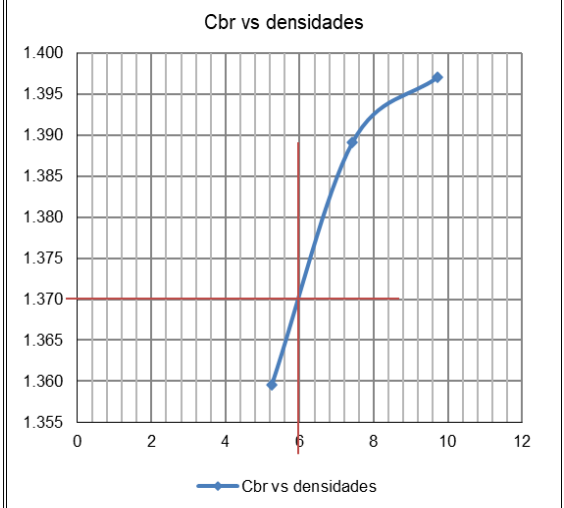
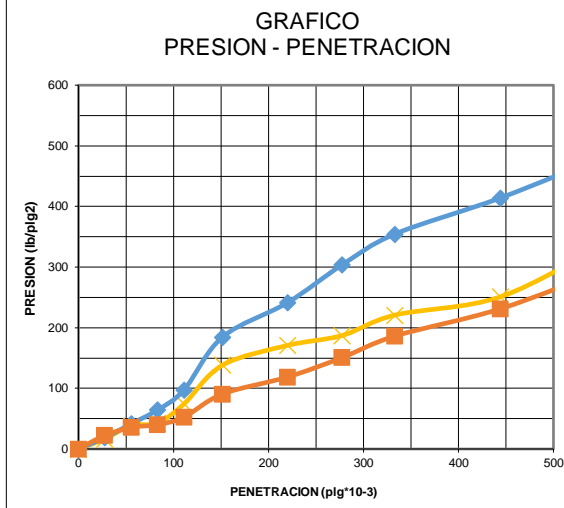
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NUMERO			4				5				6							
FECHA		TIEMPO		LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ		LECT	h		ESPONJ	
DIA Y MES	HORA	DÍAS	DIAL	Mues	Plgs.	*10-2	%	DIAL	Mues	Plgs.	*10-2	%	DIAL	Mues	Plgs.	*10-2	%	
			Plgs.					Plgs.										
29-sep-20	10:05	0	0.06	5.00	0.00	0.00		0.10	5.00	0.00	0.00		0.20	5.00	0.00	0.00		0.00
30-sep-20	10:10	1	0.07		0.87	0.17		0.11		1.88	0.38		0.21		0.40	0.08		
1-oct-20	10:08	2	0.08		1.10	0.22		0.20		8.40	1.68		0.29		8.24	1.65		

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2.204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2

MOLDE NUMERO			4				5				6			
TIEMPO		PENET.	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG	" 10-3		LEÍDA	CORG			LEÍDA	CORG			LEÍDA	CORG	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.0	0			0.0	0		
0	30	27.75	25.6	18.8			22.5	16.5			30.5	22.4		
1	0	55.5	56.5	41.5			52.5	38.6			48.6	35.7		
1	30	83.25	87.6	64.4			58.3	42.8			54.5	40.0		
2	0	111	132.4	97.3	97.3	9.73	101.1	74.3	74.3	7.43	71.5	52.5	52.5	5.25
3	0	151.5	251.2	184.5			188.1	138.2			123.4	90.7		
4	0	220	328.4	241.3			232.5	170.8			161.5	118.6		
5	0	277.5	413.4	303.7			254.8	187.2			205.1	150.7		
6	0	333	482.5	354.5			300.6	220.8			253.4	186.2		
8	0	444	563.5	414.0			341.4	250.8			314.6	231.1		
10	0	555	658.6	483.9			461.5	339.0			402.9	296.0		
CBR corregido							9.73				7.43			5.25



Densidades	Resistencias	Densidad Máx = 1.442 gr/cm ³
1.397 gr/cm ³	9.73 %	95% de DM = 1.370 gr/cm ³
1.389 gr/cm ³	7.43 %	
1.360 gr/cm ³	5.25 %	CBR PUNTUAL 6.00 %



CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

ENSAYO DE PENETRACIÓN CBR.

DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI

NORMA: AASHTO T-180
PROFUNDIDAD: 1.00 m

ABSCISA: Km 12+000
REALIZADO: Egd. David Manosalvas Paredes

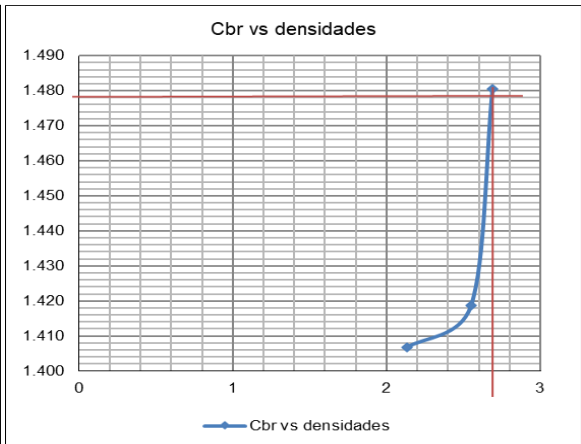
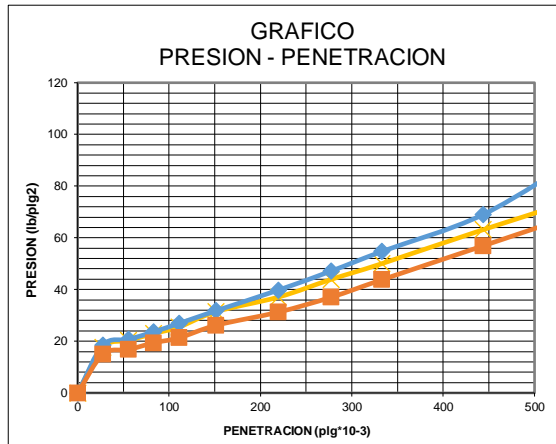
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

MOLDE NUMERO			7				8				9						
FECHA DIA Y MES	TIEMPO HORA DÍAS		LECT DIAL Plgs.	h		ESPONJ		LECT DIAL Plgs.	h		ESPONJ		LECT DIAL Plgs.	h		ESPONJ	
				Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.		Plgs. *10-2	%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2		%	Mues Plgs.	Plgs. *10-2	%
21-sep-20	18:10	0	0.03			0.00	0.00	0.08			0.00	0.00	0.24			0.00	0.00
22-sep-20	18:08	1	0.04	5.00		0.98	0.20	0.09	5.00		0.80	0.16	0.28	5.00		4.24	0.85
23-sep-20	18:10	2	0.06			2.01	0.40	0.12			2.52	0.50	0.40			12.00	2.40

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2,204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3pl2



MOLDE NUMERO			7				8				9			
TIEMPO		PENET. " 10-3	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR	Q LECT DIAL	PRESIONES		CBR
MIN	SEG			LEÍDA	CORG			LEÍDA	CORG			LEÍDA	CORG	
				lb/plg2		%		lb/plg2		%		lb/plg2		%
		0	0.0	0			0.00	0			0.00	0		
0	30	27.75	25.20	18.5			24.10	17.7			20.40	15.0		
1	0	55.50	28.20	20.7			27.60	20.3			22.80	16.8		
1	30	83.25	32.20	23.7			31.30	23.0			26.40	19.4		
2	0	111.00	36.60	26.9	26.9	2.69	34.70	25.5	25.5	2.55	29.00	21.3	21.3	2.13
3	0	151.50	43.30	31.8			42.80	31.4			35.60	26.2		
4	0	220.00	54.20	39.8			50.50	37.1			42.60	31.3		
5	0	277.50	64.20	47.2			59.80	43.9			50.40	37.0		
6	0	333.00	74.50	54.7			68.10	50.0			59.60	43.8		
8	0	444.00	94.00	69.1			86.00	63.2			77.50	56.9		
10	0	555.00	126.10	92.6			103.00	75.7			95.40	70.1		
CBR corregido						2.69				2.55				2.13



Densidades	Resistencias	Densidad Máx = 1.556 gr/cm ³
1.481 gr/cm ³	2.69 %	95% de DM = 1.478 gr/cm ³
1.419 gr/cm ³	2.55 %	CBR PUNTUAL 2.70 %
1.407 gr/cm ³	2.13 %	



ANEXO F.- PRECIOS UNITARIOS

Anexo F-1. Análisis de precios unitarios Rubro 1

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 1 DETALLE: Desbroce, desbosque y limpieza				UNIDAD: Ha HOJA: 1 DE 10		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					5.56	
Retroexcavadora	1	25	25	6	150	
Motosierra	2	5	10	6	60	
SUBTOTAL M					215.56	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Peon EO E2	2	3.6	7.2	6	43.20	
Operador de equipo liviano EO D2	2	3.65	7.3	6	43.80	
Operador de retroexcavadoraEO C1	1	4.04	4.04	6	24.24	
SUBTOTAL N					111.24	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
SUBTOTAL O						
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P						
					TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	
					326.80	
					INDIRECTOS (%)	
					20.00%	
					UTILIDAD (%)	
					0.00%	
					COSTO TOTAL DEL RUBRO	
					392.16	
					VALOR UNITARIO	
					392.16	
SON: TRECIENTOS NOVENTA Y DOS, 16/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-2. Análisis de precios unitarios Rubro 2

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 2				UNIDAD: Km		
DETALLE: Replanteo y nivelación				HOJA: 2 DE 10		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					10.85	
Equipo topográfico	1	20	20	14.2	284	
SUBTOTAL M					294.85	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Peon EO E2	2	3.6	7.2	14.2	102.24	
Topógrafo EO C1	2	4.04	8.08	14.2	114.74	
Cadenero	2	3.65	7.3	14.2	103.66	
SUBTOTAL N					216.98	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
Pintura esmalte		gl	1	17	17.00	
Clavos de 2"		Kg	1	1.5	1.500	
Estacas de madera de 30 cm		u	10	0.75	7.500	
SUBTOTAL O					26.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					537.8248	
INDIRECTOS (%) 20.00%					107.56	
UTILIDAD (%) 0.00%						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					645.39	
VALOR UNITARIO					645.39	
SON: SEICIENTOS CUARENTA Y CINCO, 39/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-3. Análisis de precios unitarios Rubro 3

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 3			UNIDAD: m ³			
DETALLE: Excavación sin clasificar, incluye desalojo			HOJA: 3 DE 10			
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.008	
Excavadora oruga	1	35	35	0.021	0.735	
Cargadora frontal	1	30	30	0.021	0.630	
Volqueta (8m ³)	3	25	75	0.008	0.600	
SUBTOTAL M					1.97	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de excavadora EO C1	1	4.04	4.04	0.021	0.08	
Operador de cargadora frontal EO C1	1	4.04	4.04	0.021	0.08	
Chofer volquetas EO C1	3	5.29	15.87	0.008	0.13	
SUBTOTAL N					0.17	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
				0.000		
SUBTOTAL O					0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					2.143164	
INDIRECTOS (%)					20.00%	
UTILIDAD (%)					0.00%	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2.57	
VALOR UNITARIO					2.57	
SON: DOS, 57/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-4. Análisis de precios unitarios Rubro 4

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 4		UNIDAD: m ³				
DETALLE: Relleno compactado con material del sitio		HOJA: 4 DE 10				
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.03	
Rodillo vibrador 8 Ton	1	30	30	0.021	0.63	
Cargadora frontal	1	25	25	0.021	0.53	
Tanquero de agua	1	20	20	0.021	0.42	
Motoniveladora	1	35	35	0.021	0.74	
SUBTOTAL M					2.34	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de motoniveladora EO C1	1	4.04	4.04	0.021	0.08	
Operador de cargadora frontal EO C1	1	4.04	4.04	0.021	0.08	
Operador de rodillo EO C1	1	3.85	3.85	0.021	0.08	
Chofer tanqueros EO C1	1	5.29	5.29	0.021	0.11	
Maestro mayor	1	4.04	4.04	0.021	0.08	
Peón	3	3.6	10.8	0.021	0.23	
SUBTOTAL N					0.67	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
					0.000	
SUBTOTAL O					0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					3.02	
INDIRECTOS (%) 20.00%					0.60	
UTILIDAD (%) 0.00%					0.00	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					3.62	
VALOR UNITARIO					3.62	
SON: TRES, 62/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-5. Análisis de precios unitarios Rubro 5

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 5			UNIDAD: m ³			
DETALLE: Excavación para cunetas y encauzamiento inc. desalojo			HOJA: 5 DE 10			
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.160	
Retroexcavadora	1	35	35	0.13	4.550	
Cargadora frontal	1	30	30	0.13	3.900	
Volqueta (8m ³)	1	25	25	0.13	3.250	
SUBTOTAL M					11.86	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de retroexcavadora EO C1	1	4.04	4.04	0.13	0.53	
Operador de cargadora frontal EO C1	1	4.04	4.04	0.13	0.53	
Chofer volquetas EO C1	1	5.29	5.29	0.13	0.69	
Peón	2	3.6	7.2	0.13	0.94	
Residente de obra	1	4.06	4.06	0.13	0.53	
SUBTOTAL N					3.20	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
					0.000	
SUBTOTAL O					0.00	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO	
			A	B	C=AxB	
SUBTOTAL P						
			TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		15.06	
			INDIRECTOS (%) 20.00%		3.01	
			UTILIDAD (%) 0.00%		0.00	
			COSTO TOTAL DEL RUBRO		18.07	
			VALOR UNITARIO		18.07	
SON: DIECIOCHO, 07/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-6. Análisis de precios unitarios Rubro 6

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 6				UNIDAD: ml		
DETALLE: Cunetas de hormigón simple $f'c=180\text{Kg}/\text{cm}^2$				HOJA: 6 DE 10		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	$C=A \times B$	R	$D=C \times R$	
Herramienta menor 5% de M.O					0.165	
Concreteira	1	7	7	0.1	0.700	
SUBTOTAL M					0.86	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	$C=A \times B$	R	$D=C \times R$	
Maestro de obra	1	4.04	4.04	0.1	0.40	
Albañil	2	3.65	7.3	0.1	0.73	
Peón	6	3.6	21.6	0.1	2.16	
SUBTOTAL N					3.29	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	$C=A \times B$		
Cemento	saco	0.60	8.20	4.920		
Arena	m ³	0.06	13.00	0.780		
Ripio	m ³	0.09	15.00	1.350		
Agua	m ³	0.02	1.50	0.030		
Tabla de encofrado	u	0.12	2.50	0.300		
Calvos de 2" a 4"	Kg	0.25	1.75	0.438		
SUBTOTAL O					7.82	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	$C=A \times B$		
SUBTOTAL P						
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		11.98
				INDIRECTOS (%)		20.00%
				UTILIDAD (%)		0.00%
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		14.37
				VALOR UNITARIO		14.37
SON: CATORCE, 37/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-7. Análisis de precios unitarios Rubro 7

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 7				UNIDAD: m ³		
DETALLE: Sub-base clase 2 tendido y compactado (inc. transporte)				HOJA: 7 DE 10		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.025	
Motoniveladora	1	40	40	0.014	0.560	
Rodillo vibrador	1	35	35	0.014	0.490	
Volqueta (8m ³)	2	25	50	0.014	0.700	
Tanquero	1	30	30	0.014	0.420	
SUBTOTAL M					2.19	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de motoniveladora EO C1	1	4.04	4.04	0.014	0.06	
Operador de rodillo EO C1	1	3.85	3.85	0.014	0.05	
Chofer volquetas EO C1	2	5.29	10.58	0.014	0.15	
Chofer tanqueros EO C1	1	5.29	5.29	0.014	0.07	
Maestro mayor	1	4.04	4.04	0.014	0.06	
Peón	2	3.6	7.2	0.014	0.10	
SUBTOTAL N					0.49	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
Sub-base clase 2	m ³	1.2	8.5	10.20		
Agua	m ³	0.1	2.5	0.25		
SUBTOTAL O					10.45	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)				13.13		
INDIRECTOS (%)				20.00%		2.63
UTILIDAD (%)				0.00%		
COSTO TOTAL DEL RUBRO				15.76		
VALOR UNITARIO				15.76		
SON: QUINCE, 76/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-8. Análisis de precios unitarios Rubro 8

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
TEMA: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA SILIPO – PINLLOPATA EN EL TRAMO 8+000 HASTA 12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 8				UNIDAD: m ³		
DETALLE: Base clase 4 tendido y compactado (inc. transporte)				HOJA: 8 DE 10		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.021	
Motoniveladora	1	40	40	0.014	0.560	
Rodillo vibrador	1	35	35	0.014	0.490	
Volqueta (8m ³)	2	25	50	0.014	0.700	
Tanquero	1	30	30	0.014	0.420	
SUBTOTAL M					2.19	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de motoniveladora EO C1	1	4.04	4.04	0.014	0.06	
Operador de rodillo EO C1	1	3.85	3.85	0.014	0.05	
Chofer volquetas EO C1	1	5.29	5.29	0.014	0.07	
Chofer tanqueros EO C1	1	5.29	5.29	0.014	0.07	
Maestro mayor	1	4.04	4.04	0.014	0.06	
Peón	2	3.6	7.2	0.014	0.10	
SUBTOTAL N					0.42	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
Base clase 4	m ³	1.2	12	14.400		
Agua	m ³	0.2	2.5	0.500		
SUBTOTAL O					14.90	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
SUBTOTAL P						
				TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		17.506737
				INDIRECTOS (%)		20.00%
				UTILIDAD (%)		0.00%
				COSTO TOTAL DEL RUBRO		21.01
				VALOR UNITARIO		21.01
SON: VEINTIUNO, 01/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						



Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-9. Análisis de precios unitarios Rubro 9

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI						
UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLOPATA						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 9				UNIDAD: m ²		
DETALLE: Capa de rodadura de C. asfáltico mezclado en planta e=8cm (Incluye transporte e imprimación)				HOJA: 9 DE 10		
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.02	
Planta asfáltica	1	160	160	0.005	0.80	
Cargadora frontal	1	35	35	0.005	0.18	
Volqueta (8m ³)	1	25	25	0.005	0.13	
Escoba mecánica	1	25	25	0.005	0.13	
Rodillo neumático	1	25	25	0.005	0.13	
Rodillo compactador	1	25	25	0.005	0.13	
Distribuidor de asfalto	1	55	55	0.005	0.28	
Acabadora de asfalto	1	65	65	0.005	0.33	
SUBTOTAL M					2.09	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de planta asfáltica EO C1	1	4.04	4.04	0.005	0.02	
Operador de cargadora frontal EO C1	1	4.04	4.04	0.005	0.02	
Chofer volquetas EO C1	1	5.29	5.29	0.005	0.03	
Operador distribuidor de asfalto EO C2	1	3.85	3.85	0.005	0.02	
Operador de acabadora de pavimento asfáltico	1	3.85	3.85	0.005	0.02	
Operador de barredora autopropulsada EO C2	1	3.85	3.85	0.005	0.02	
Operador de rodillo EO C2	2	3.85	7.7	0.005	0.04	
Maestro mayor	1	4.04	4.04	0.005	0.02	
Peón	12	3.6	43.2	0.005	0.22	
SUBTOTAL N					0.40	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
Asfalto AC 10	gl	1.85	2.5	4.63		
Arena	m ³	0.045	13	0.59		
Ripio	m ³	0.045	15	0.68		
Diésel	gl	0.3	1.04	0.31		
SUBTOTAL O					4.63	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					7.12	
INDIRECTOS (%) 20.00%					1.42	
UTILIDAD (%) 0.00%						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					8.54	
VALOR UNITARIO					8.54	
SON: OCHO, 54/100 DÓLARES						
ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA						
AMBATO, DICIEMBRE 2020						

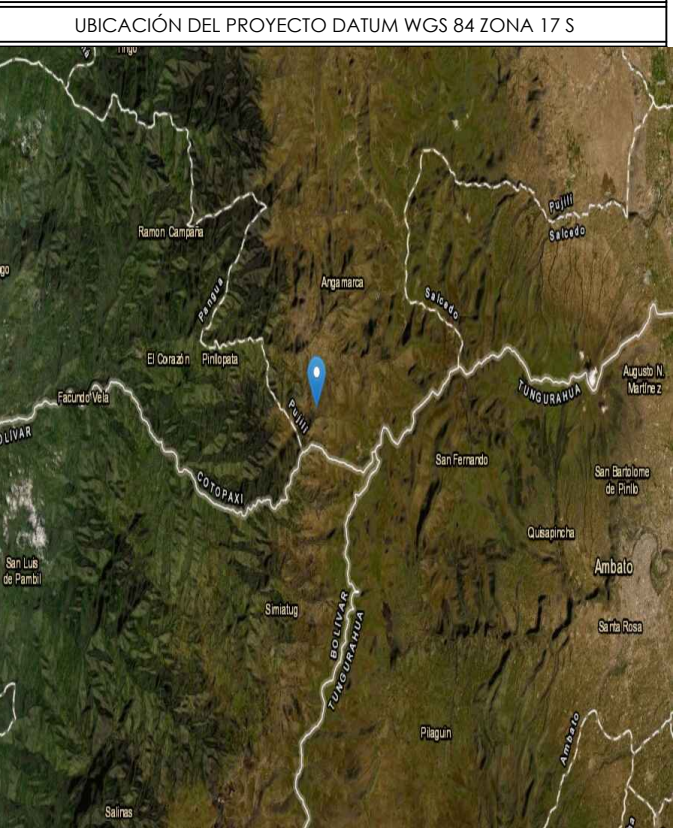
Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

Anexo F-10. Análisis de precios unitarios Rubro 10

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL				
12+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI UBICACIÓN: CANTÓN PANGUA, PARROQUIA RURAL DE PINLLOPATA ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
RUBRO: 10			UNIDAD: m3			
DETALLE: Mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado (minada, cargada, regada)			HOJA: 10 DE 10			
EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Herramienta menor 5% de M.O					0.04	
Cargadora frontal	1	35	35	0.04	1.40	
Volqueta (8m3)	1	25	25	0.04	1.00	
Excavadora de oruga	1	45	45	0.04	1.80	
Motoniveladora	1	35	35	0.04	1.40	
Rodillo vibrador 8 Ton	1	35	35	0.04	1.40	
SUBTOTAL M					7.04	
MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
	A	B	C=AxB	R	D=CxR	
Operador de cargadora frontal EO C1	1	4.04	4.04	0.04	0.16	
Chofer volquetas EO C1	1	5.29	5.29	0.04	0.21	
Operador excavadora de oruga EO C1	1	4.04	4.04	0.04	0.16	
Operador de Motoniveladora EO C1	1	4.04	4.04	0.04	0.16	
Operador de rodillo EO C2	1	3.85	3.85	0.04	0.15	
SUBTOTAL N					0.85	
MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
Suelo seleccionado	m3	1.2	10.2	12.24		
SUBTOTAL O					12.24	
TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO		
		A	B	C=AxB		
SUBTOTAL P						
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					20.13	
INDIRECTOS (%) 20.00%					4.03	
UTILIDAD (%) 0.00%						
COSTO TOTAL DEL RUBRO					24.16	
VALOR UNITARIO					24.16	
SON: veinte y cuatro, 88/100 DÓLARES ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA AMBATO, DICIEMBRE 2020						

Fuente: Leonardo David Manosalvas Paredes

ANEXO G .- PLANOS DE DISEÑO



UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SIUPO -
PINILLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SIUPO

TUTOR: REALIZADO POR:
Ing. Mg FRCISÓN MOREIRA LEONARDO DAVID
MANDOSALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
PLANO LONGITUDINAL
KM 8+000.00 - KM 10+000.00

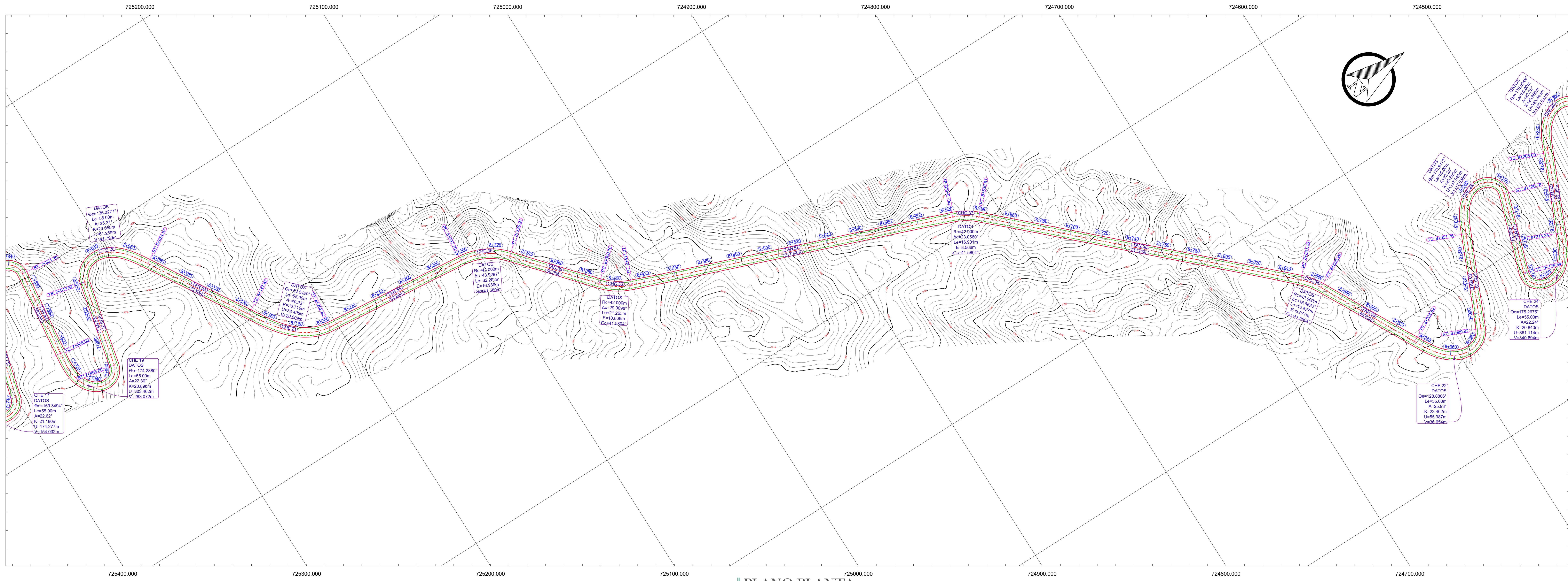
ESCALA: FECHA: LAMINA:
INDICADAS NOVIEMBRE 2020 DV 1/6

SELLOS:

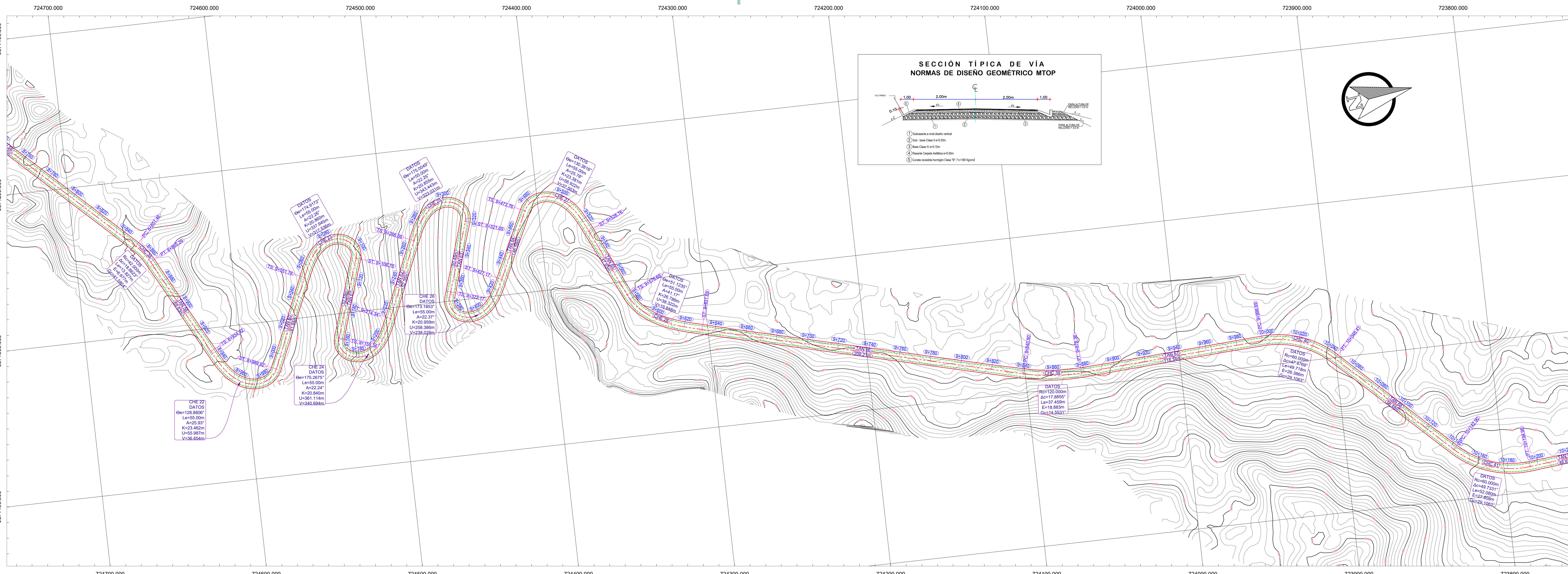
VOLUMEN DEL KM 8+000 AL 10+000
VOLUMEN DE CORTE: 386.445,96 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 39.29 m³

SIMBOLOGÍA

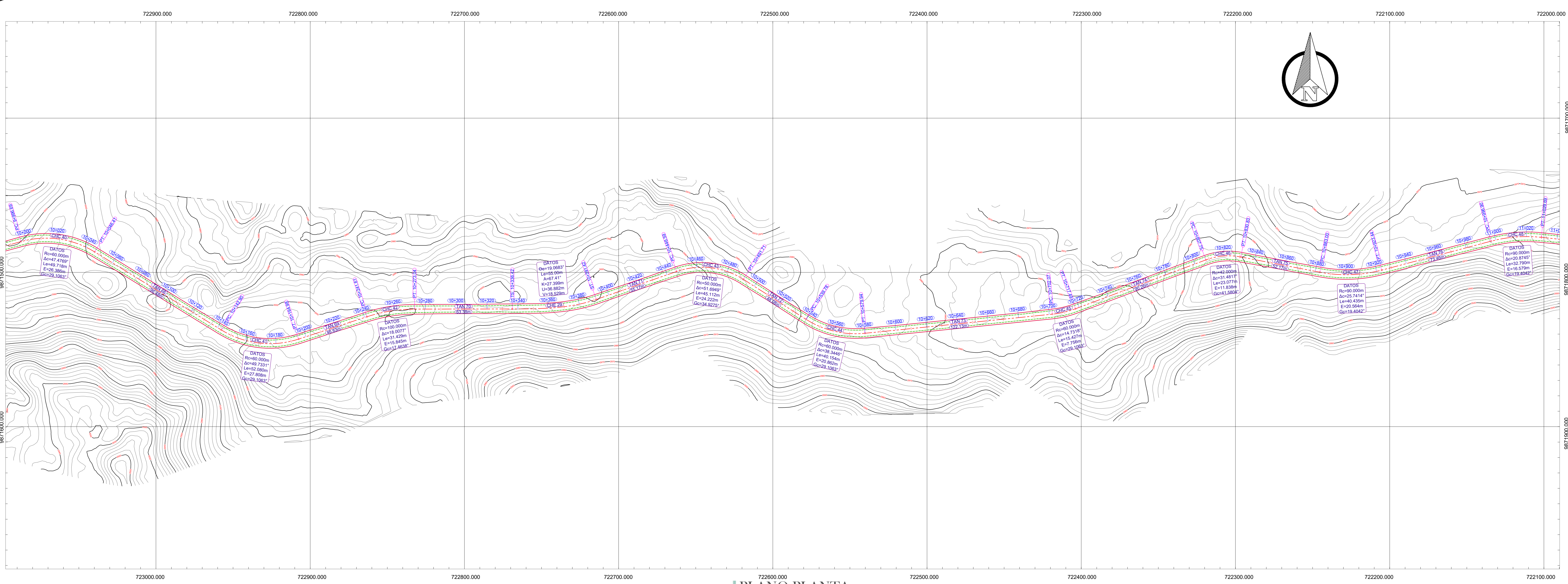
CURVA DE NIVEL	
LÍNEA DE CARRETERA	
LÍNEA ANCHO DE CUNETA	
LÍNEA ANCHO DE CARRETERA	
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	



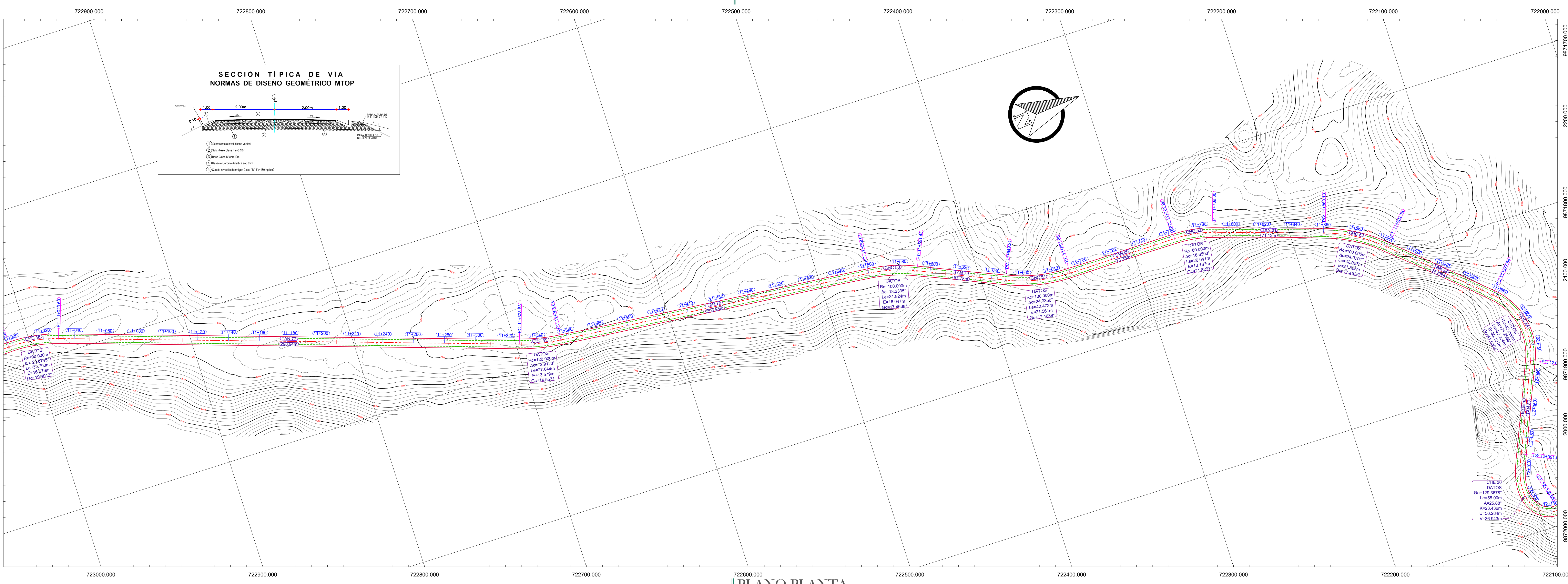
PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000




PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000




PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000



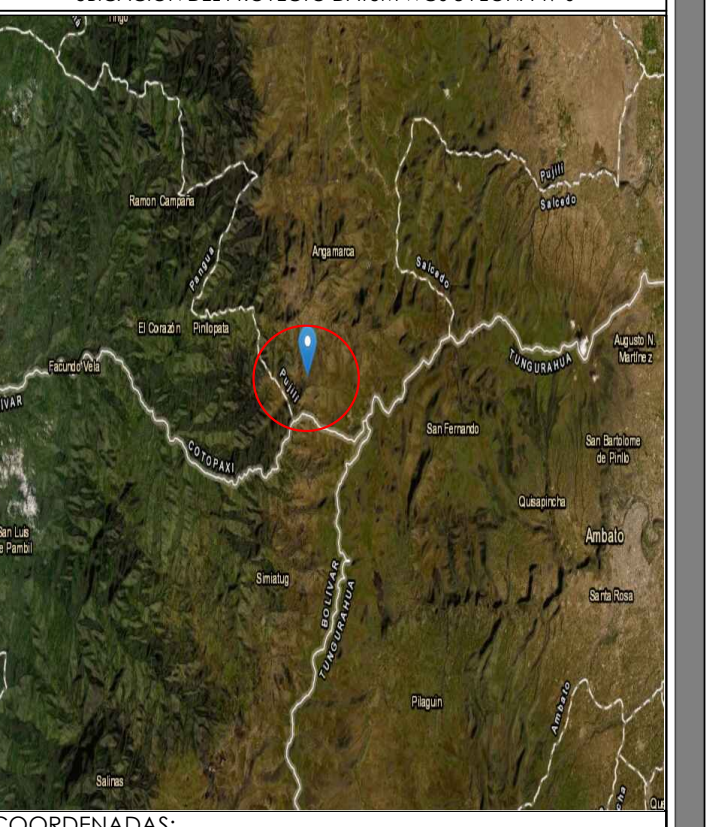
PLANO PLANTA
ESCALA 1:1000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA



UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS84 ZONA 17 S



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SUIPO -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SUIPO

TUTOR:	REALIZADO POR:
Ing. Mg FICSON MOREIRA	LEONARDO DAVID MANDALAYAS PAREDES EGRESADO

CONTIENE:
PLANO LONGITUDINAL
KM 10+000.00 - KM 12+000.00

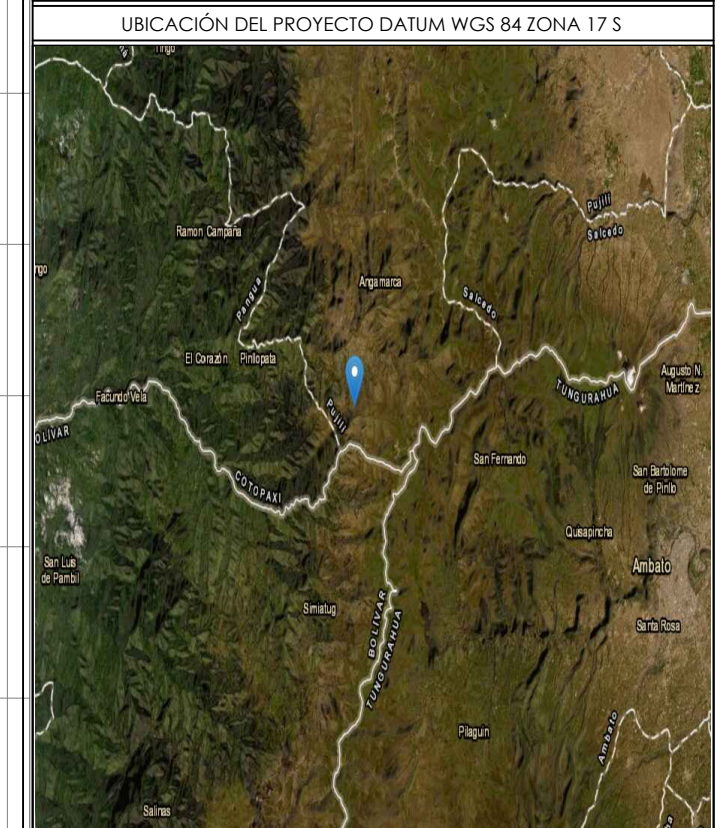
ESCALA: INDICADAS	FECHA: NOVIEMBRE 2020	LÁMINA: DV 2/6
----------------------	--------------------------	-------------------

SELLOS:

VOLUMEN DEL Km 10+000 AL 12+000
VOLUMEN DE CORTE: 145,863.01 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 128.81 m³

SIMBOLOGÍA

CURVA DE NIVEL	
LÍNEA EJE DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRETERA	
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	



COORDENADAS:
 NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
 WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILO -
 PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
 PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN:
 PROVINCIA DE COTACACHI
 CANTÓN PANGUA
 SECTOR SILO

TUTOR:  REALIZADO POR:
 LEONARDO DAVID
 MANOSALVAS PAREDES
 EGRESADO

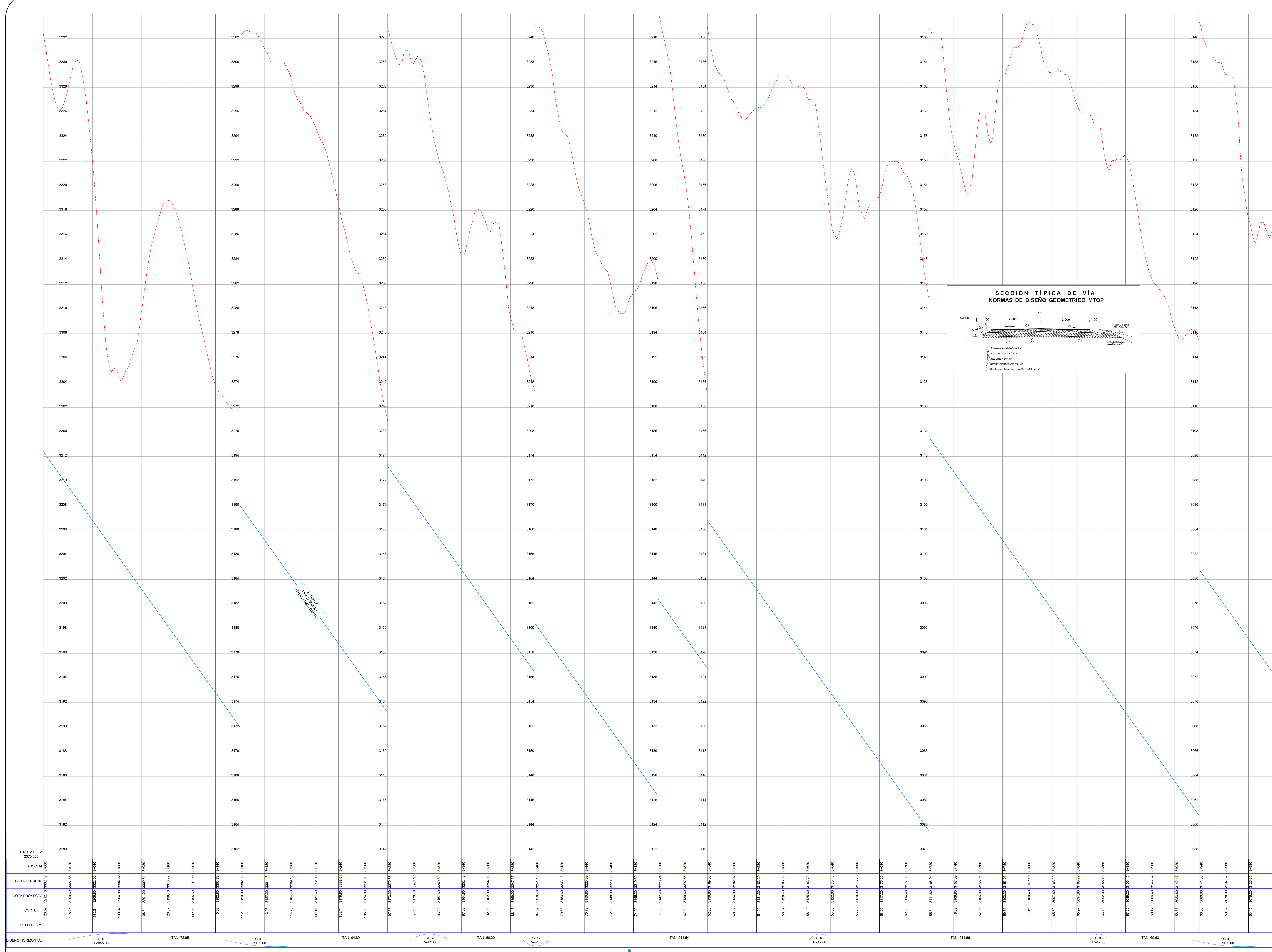
CONTIENE:
 PERFIL
 KM 8+000.00 - KM 9+000.00

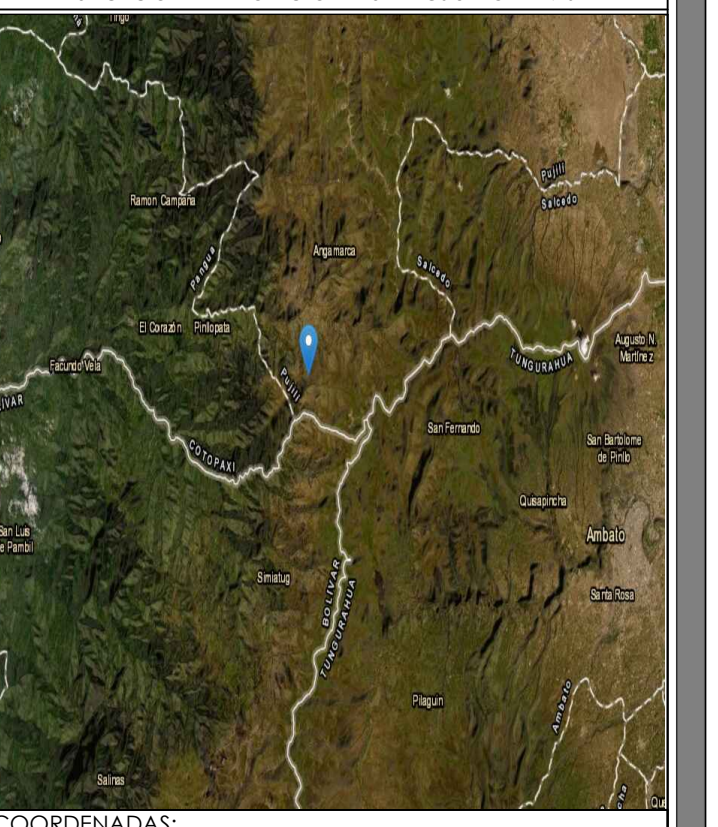
ESCALA: INDICADAS FECHA: NOVIEMBRE 2020 LAMINA: DV 3/6

SELLOS:

VOLUMEN DEL KM 8+000 AL 9+000
 VOLUMEN DE CORTE: 326,781.32 m³
 VOLUMEN DE RELLENO: 0.00 m³

SIMBOLOGÍA	
	CURVA DE NIVEL
	LÍNEA L/E DE CARRIL
	LÍNEA ANCHO DE CUNETA
	LÍNEA ANCHO DE CARRIL
	ABSCISA 0+00.00
	PERFIL TERRENO
	PERFIL PROYECTO





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84.ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILO -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTACACHI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILO

TUTOR:
ING. M.G. FRANCIS MOREIRA

REALIZADO POR:
LEONARDO DAVID
MANOSALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
PERFIL
KM 9+000.00 - KM 10+000.00

ESCALA:
INDICADAS

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

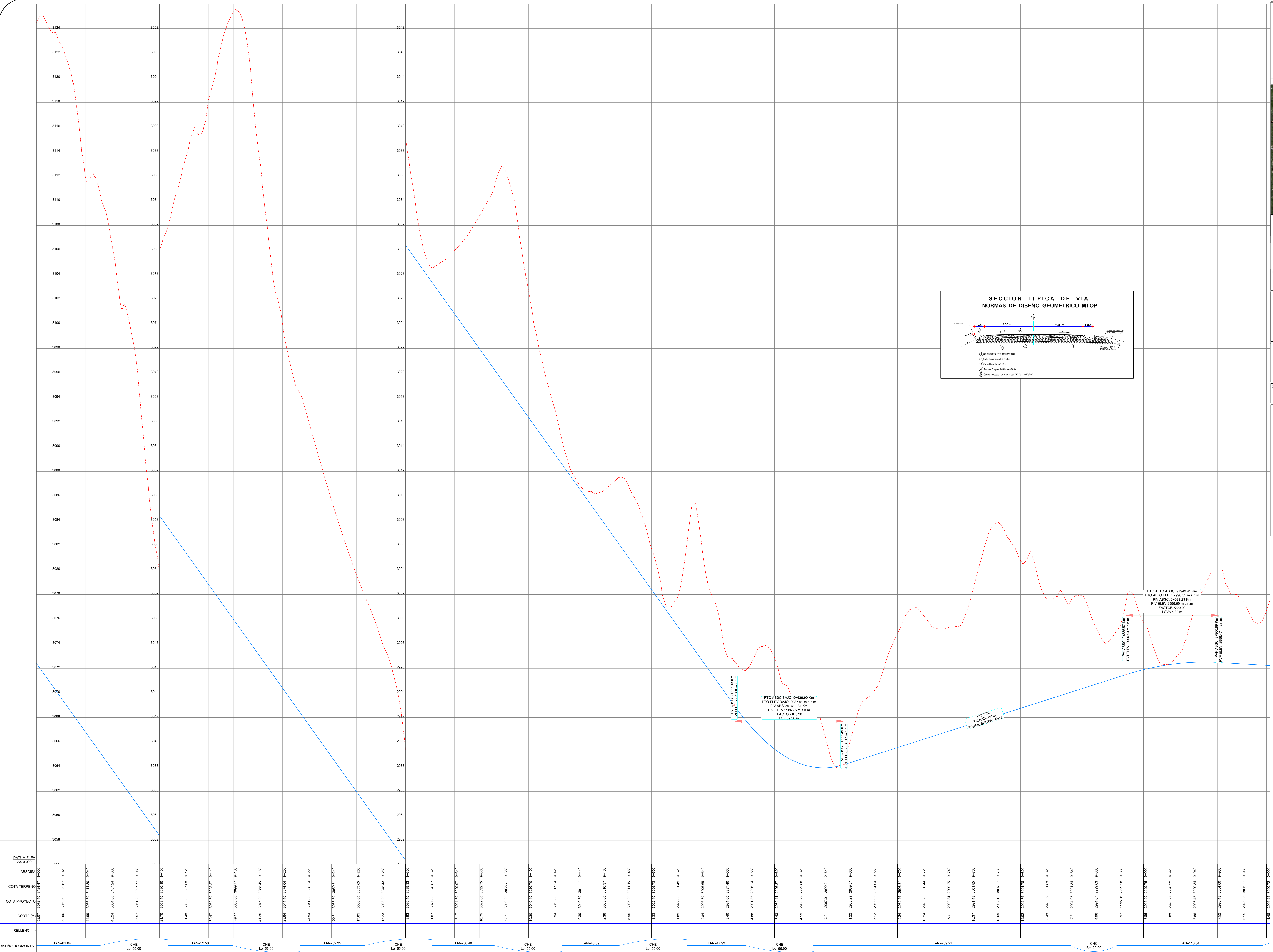
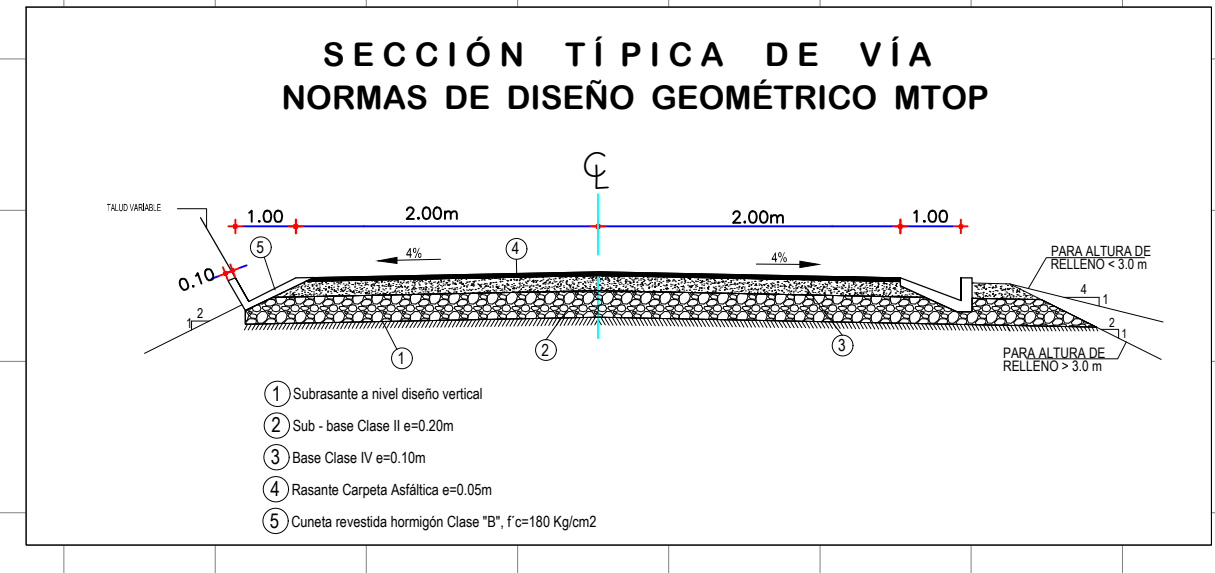
LAMINA:
DV 4/6

SELLOS:

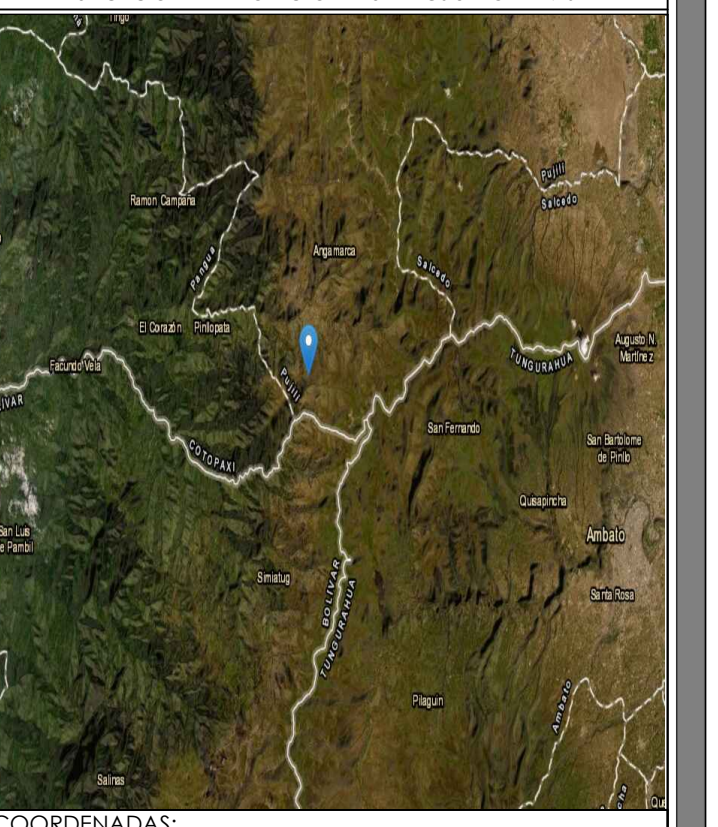
VOLUMEN DEL Km 9+000 AL 10+000
VOLUMEN DE CORTE: 59.664,84 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 39.29 m³

SIMBOLOGÍA

CURVA DE NIVEL	
LÍNEA EJE DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	



DATUM ELEV	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	CORTE	RELLENO (m)	DISEÑO HORIZONTAL
2370.000	0+000	3072.00	3072.00	0.00	0.00	TAN=61.84
	0+050	3068.00	3068.00	0.00	0.00	CHE L=55.00
	0+100	3064.00	3064.00	0.00	0.00	TAN=52.58
	0+150	3060.00	3060.00	0.00	0.00	CHE L=55.00
	0+200	3056.00	3056.00	0.00	0.00	TAN=52.35
	0+250	3052.00	3052.00	0.00	0.00	CHE L=55.00
	0+300	3048.00	3048.00	0.00	0.00	TAN=50.48
	0+350	3044.00	3044.00	0.00	0.00	CHE L=55.00
	0+400	3040.00	3040.00	0.00	0.00	TAN=46.59
	0+450	3036.00	3036.00	0.00	0.00	CHE L=55.00
	0+500	3032.00	3032.00	0.00	0.00	TAN=47.93
	0+550	3028.00	3028.00	0.00	0.00	CHE L=55.00
	0+600	3024.00	3024.00	0.00	0.00	TAN=209.21
	0+650	3020.00	3020.00	0.00	0.00	CHE R=1200.00
	0+700	3016.00	3016.00	0.00	0.00	TAN=118.34
	0+750	3012.00	3012.00	0.00	0.00	
	0+800	3008.00	3008.00	0.00	0.00	
	0+850	3004.00	3004.00	0.00	0.00	
	0+900	3000.00	3000.00	0.00	0.00	
	0+950	2996.00	2996.00	0.00	0.00	
	1+000	2992.00	2992.00	0.00	0.00	
	1+050	2988.00	2988.00	0.00	0.00	
	1+100	2984.00	2984.00	0.00	0.00	
	1+150	2980.00	2980.00	0.00	0.00	
	1+200	2976.00	2976.00	0.00	0.00	
	1+250	2972.00	2972.00	0.00	0.00	
	1+300	2968.00	2968.00	0.00	0.00	
	1+350	2964.00	2964.00	0.00	0.00	
	1+400	2960.00	2960.00	0.00	0.00	
	1+450	2956.00	2956.00	0.00	0.00	
	1+500	2952.00	2952.00	0.00	0.00	
	1+550	2948.00	2948.00	0.00	0.00	
	1+600	2944.00	2944.00	0.00	0.00	
	1+650	2940.00	2940.00	0.00	0.00	
	1+700	2936.00	2936.00	0.00	0.00	
	1+750	2932.00	2932.00	0.00	0.00	
	1+800	2928.00	2928.00	0.00	0.00	
	1+850	2924.00	2924.00	0.00	0.00	
	1+900	2920.00	2920.00	0.00	0.00	
	1+950	2916.00	2916.00	0.00	0.00	
	2+000	2912.00	2912.00	0.00	0.00	



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILOP –
PINLOPATA – EN EL TRAMO KM 8+000 – 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTACACHI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOP

TUTOR:
ING. M.G. FRANCIS MOREIRA

REALIZADO POR:
LEONARDO DAVID
MANCOSAVALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
PERFIL
KM 10+000.00 - KM 11+000.00

ESCALA:
INDICADAS

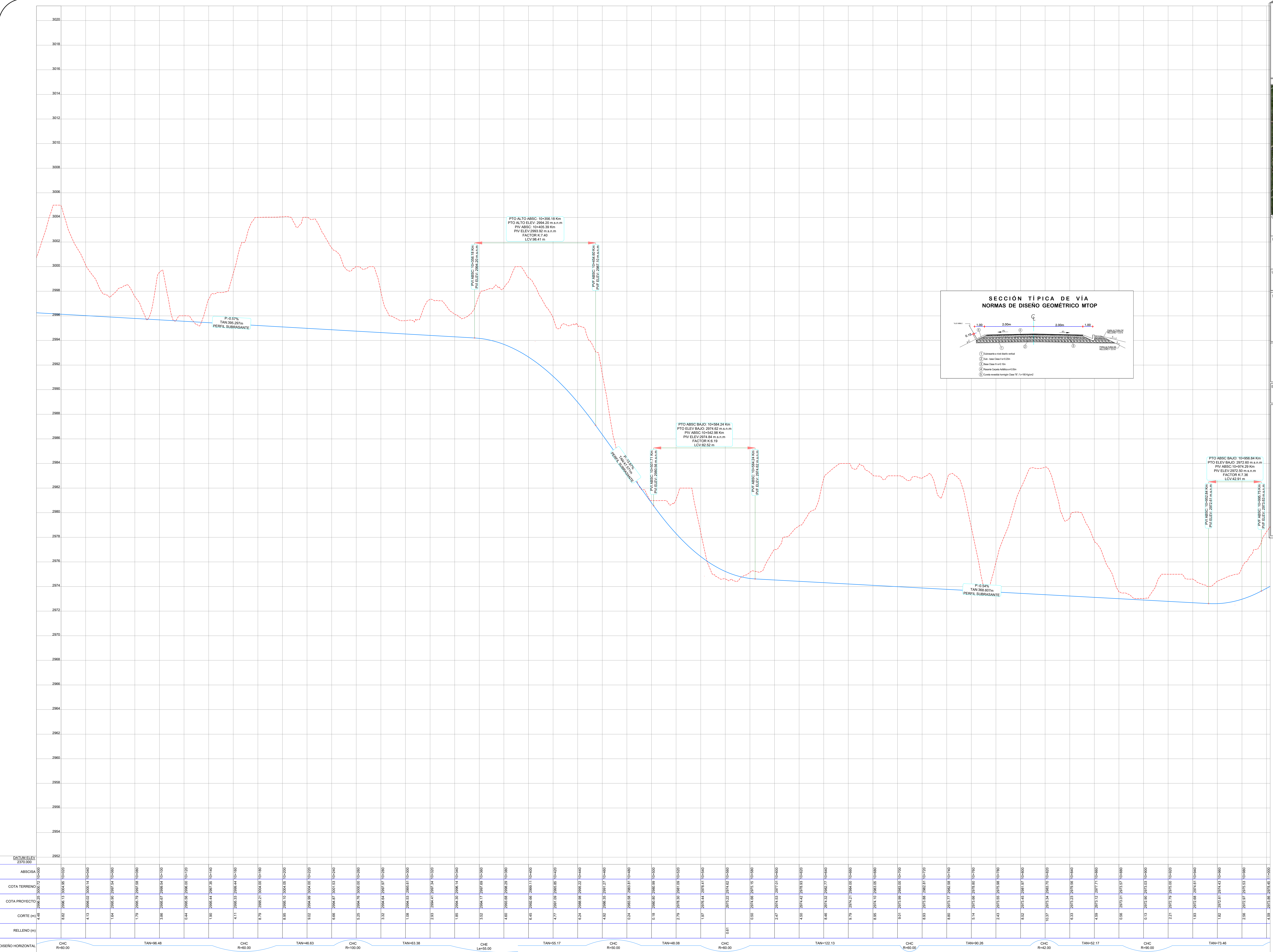
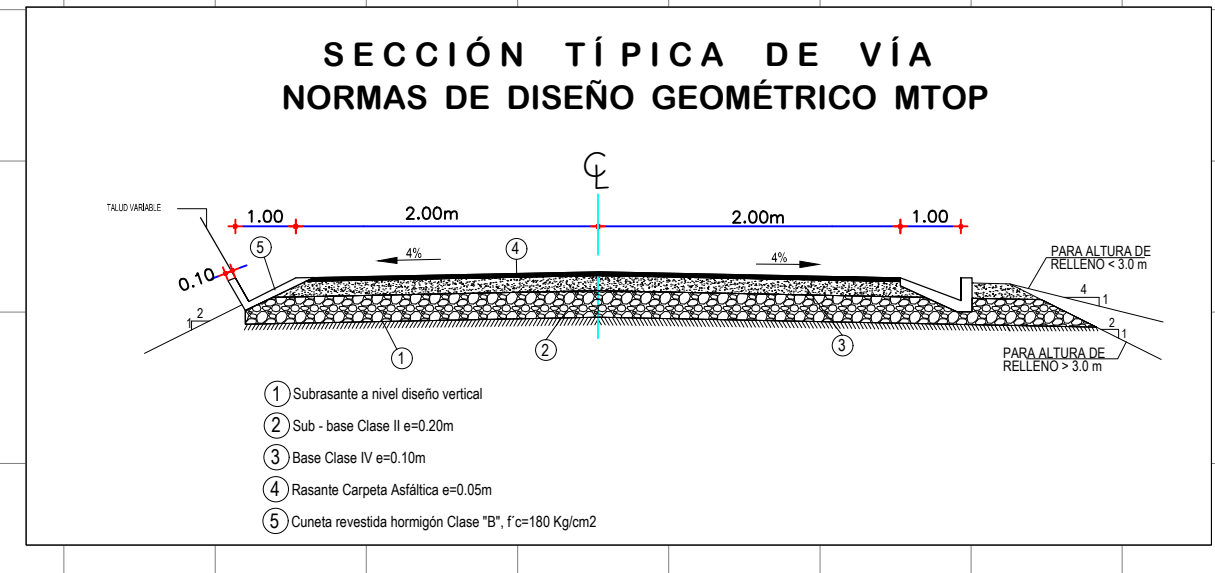
FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LAMINA:
DV 5/6

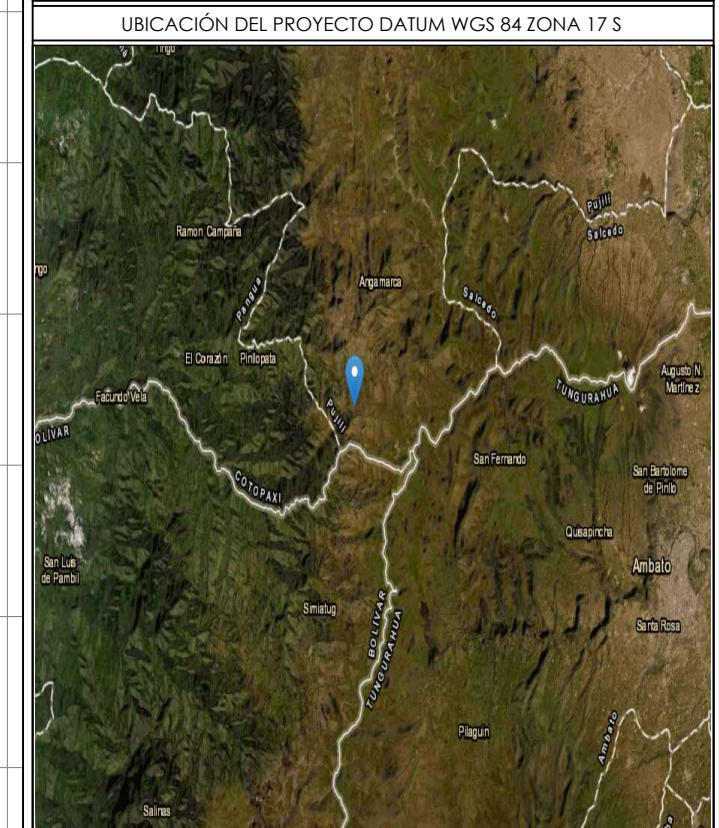
SELLOS:

VOLUMEN DEL Km 10+000 AL 11+000
VOLUMEN DE CORTE: 18,501.04 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 52.28 m³

SIMBOLOGÍA	
	CURVA DE NIVEL
	LINEA EJE DE CARRIL
	LINEA ANCHO DE CUNETAS
	LINEA ANCHO DE CARRIL
	ABSCISA
	PERFIL TERRENO
	PERFIL PROYECTO



DATUM ELEV	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	CORTE	RELLENO (m)	DISEÑO HORIZONTAL
2970.000	8.02	2996.13	2996.13	0.00	0.00	CHC R=60.00
	4.13	2996.02	2996.02	0.00	0.00	TAN=-0.48
	1.64	2995.95	2995.95	0.00	0.00	
	1.79	2995.97	2995.97	0.00	0.00	
	3.86	2995.87	2995.87	0.00	0.00	
	0.44	2995.95	2995.95	0.00	0.00	
	1.90	2995.44	2995.44	0.00	0.00	
	4.11	2995.33	2995.33	0.00	0.00	CHC R=60.00
	8.79	2995.21	2995.21	0.00	0.00	
	8.95	2995.10	2995.10	0.00	0.00	TAN=-0.63
	9.02	2994.95	2994.95	0.00	0.00	
	6.81	2994.87	2994.87	0.00	0.00	CHC R=100.00
	5.25	2994.75	2994.75	0.00	0.00	
	3.32	2994.64	2994.64	0.00	0.00	
	1.08	2994.53	2994.53	0.00	0.00	TAN=-3.38
	2.83	2994.41	2994.41	0.00	0.00	
	1.85	2994.30	2994.30	0.00	0.00	
	3.52	2994.17	2994.17	0.00	0.00	CHC R=55.00
	4.60	2993.85	2993.85	0.00	0.00	
	6.45	2993.85	2993.85	0.00	0.00	TAN=-5.17
	4.77	2993.91	2993.91	0.00	0.00	
	6.24	2993.99	2993.99	0.00	0.00	
	4.02	2994.35	2994.35	0.00	0.00	CHC R=50.00
	0.24	2993.95	2993.95	0.00	0.00	
	0.18	2993.80	2993.80	0.00	0.00	TAN=-4.08
	2.79	2993.35	2993.35	0.00	0.00	
	1.97	2993.44	2993.44	0.00	0.00	CHC R=60.00
	0.81	2993.52	2993.52	0.00	0.00	
	0.50	2993.65	2993.65	0.00	0.00	TAN=-1.17
	2.47	2993.53	2993.53	0.00	0.00	
	4.50	2993.42	2993.42	0.00	0.00	CHC R=40.00
	8.46	2993.32	2993.32	0.00	0.00	
	9.79	2993.21	2993.21	0.00	0.00	TAN=-2.13
	8.95	2993.10	2993.10	0.00	0.00	
	9.11	2992.95	2992.95	0.00	0.00	CHC R=60.00
	8.93	2992.88	2992.88	0.00	0.00	
	8.80	2992.77	2992.77	0.00	0.00	TAN=-0.26
	5.14	2992.66	2992.66	0.00	0.00	
	2.43	2992.55	2992.55	0.00	0.00	CHC R=42.00
	8.52	2992.45	2992.45	0.00	0.00	
	10.37	2992.34	2992.34	0.00	0.00	TAN=-2.17
	6.33	2992.23	2992.23	0.00	0.00	
	4.39	2992.12	2992.12	0.00	0.00	CHC R=60.00
	0.86	2992.01	2992.01	0.00	0.00	
	0.13	2991.90	2991.90	0.00	0.00	TAN=-3.46
	2.21	2991.79	2991.79	0.00	0.00	
	1.93	2991.68	2991.68	0.00	0.00	
	1.62	2991.57	2991.57	0.00	0.00	
	2.86	2991.46	2991.46	0.00	0.00	
	4.39	2991.35	2991.35	0.00	0.00	



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILO -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTACACHI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILO

TUTOR:
Ing. Mg. FRANCIS MOREIRA

REALIZADO POR:
LEONARDO DAVID
MANOSALVAS PAREDES
EGRESADO

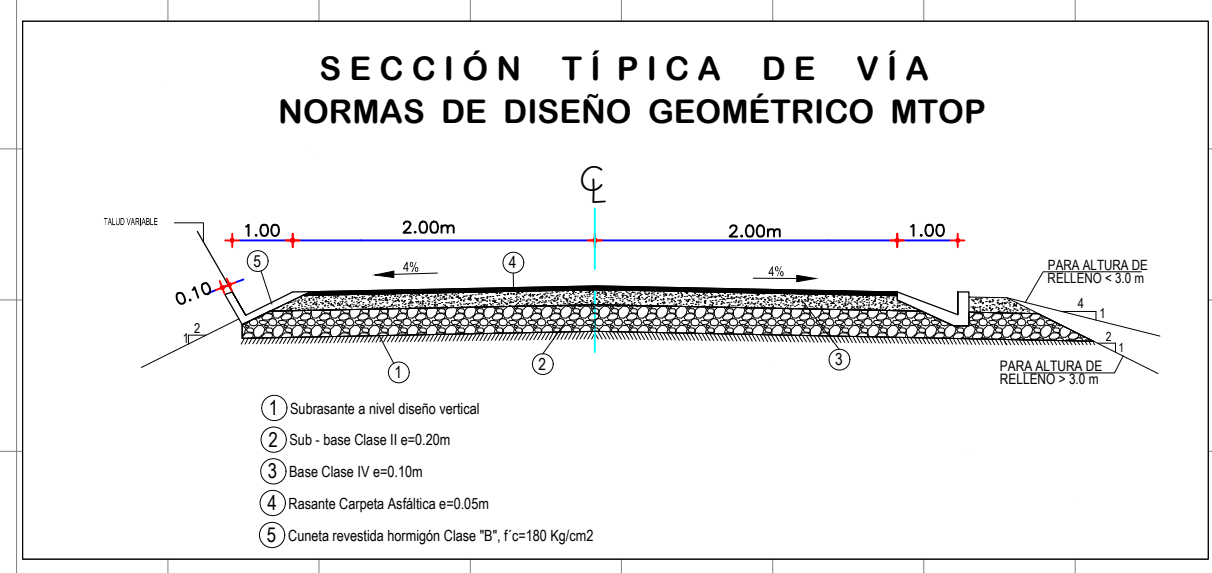
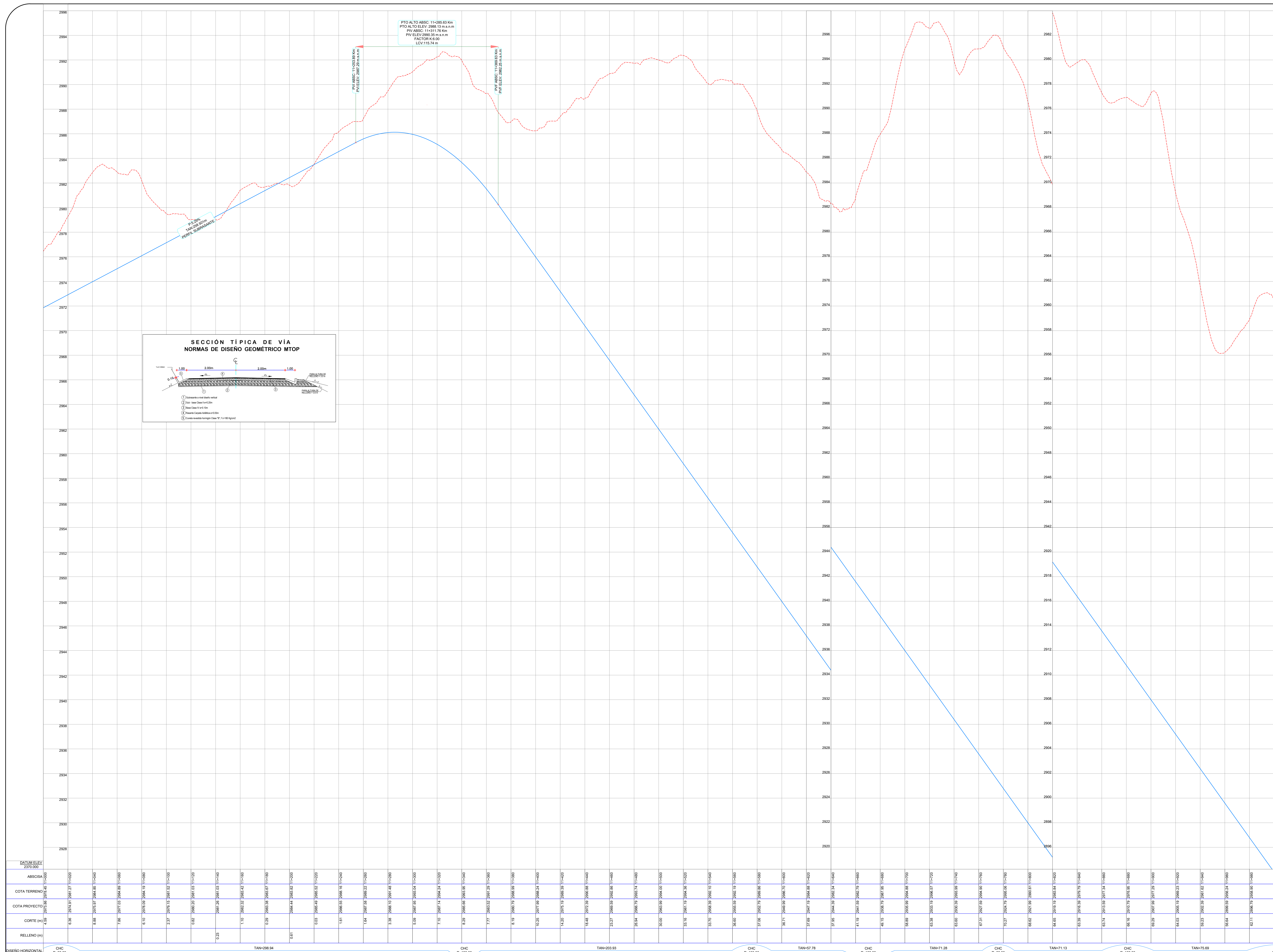
CONTIENE:
PERFIL
KM 11+000.00 - KM 12+000.00

ESCALA:
INDICADAS FECHA:
NOVIEMBRE 2020 LAMINA:
DV 6/6

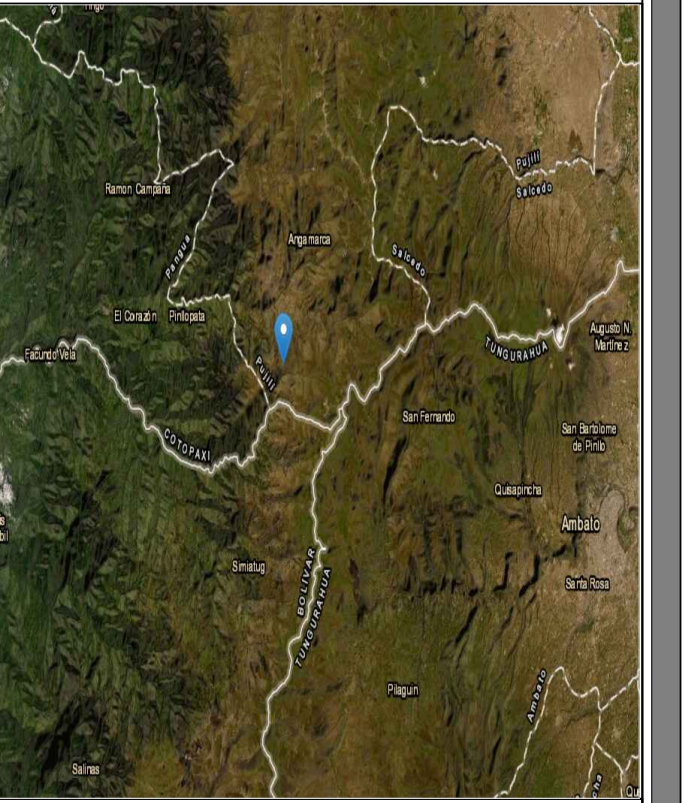
SELLOS:

VOLUMEN DEL Km 11+000 AL 12+000
VOLUMEN DE CORTE: 127,361.97 m³
VOLUMEN DE RELLENO: 76.53 m³

SIMBOLOGÍA	
CURVA DE NIVEL	
LÍNEA EJE DE CARRIL	
LÍNEA ANCHO DE CUNETAS	
LÍNEA ANCHO DE CARRIL	
ABSCISA	0+000.00
PERFIL TERRENO	
PERFIL PROYECTO	



DATUM ELEV	ABSCISA	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	CORTE (m)	RELLENO (m)
2970.000	0.00	2973.86	2973.86	0.00	0.00
	6.56	2974.91	2981.17	6.56	0.00
	8.88	2975.97	2988.85	8.88	0.00
	7.86	2977.03	2988.89	7.86	0.00
	6.00	2978.09	2988.89	6.00	0.00
	2.37	2979.15	2988.89	2.37	0.00
	0.82	2980.20	2988.89	0.82	0.00
	0.20	2981.26	2988.89	0.20	0.00
	1.10	2982.32	2988.89	1.10	0.00
	0.29	2983.38	2988.89	0.29	0.00
	0.61	2984.44	2988.89	0.61	0.00
	0.03	2985.49	2988.89	0.03	0.00
	1.61	2986.55	2988.89	1.61	0.00
	7.64	2987.61	2988.89	7.64	0.00
	3.36	2988.67	2988.89	3.36	0.00
	5.09	2989.73	2988.89	5.09	0.00
	7.10	2990.79	2988.89	7.10	0.00
	8.29	2991.85	2988.89	8.29	0.00
	7.77	2992.91	2988.89	7.77	0.00
	6.19	2993.97	2988.89	6.19	0.00
	10.25	2995.03	2988.89	10.25	0.00
	14.20	2996.09	2988.89	14.20	0.00
	16.46	2997.15	2988.89	16.46	0.00
	23.27	2998.21	2988.89	23.27	0.00
	26.84	2999.27	2988.89	26.84	0.00
	30.00	3000.33	2988.89	30.00	0.00
	33.16	3001.39	2988.89	33.16	0.00
	33.70	3002.45	2988.89	33.70	0.00
	36.00	3003.51	2988.89	36.00	0.00
	37.06	3004.57	2988.89	37.06	0.00
	38.71	3005.63	2988.89	38.71	0.00
	37.69	3006.69	2988.89	37.69	0.00
	37.65	3007.75	2988.89	37.65	0.00
	41.19	3008.81	2988.89	41.19	0.00
	46.15	3009.87	2988.89	46.15	0.00
	58.89	3010.93	2988.89	58.89	0.00
	63.36	3011.99	2988.89	63.36	0.00
	63.00	3013.05	2988.89	63.00	0.00
	67.31	3014.11	2988.89	67.31	0.00
	70.27	3015.17	2988.89	70.27	0.00
	68.62	3016.23	2988.89	68.62	0.00
	64.05	3017.29	2988.89	64.05	0.00
	63.39	3018.35	2988.89	63.39	0.00
	63.74	3019.41	2988.89	63.74	0.00
	66.16	3020.47	2988.89	66.16	0.00
	69.59	3021.53	2988.89	69.59	0.00
	64.03	3022.59	2988.89	64.03	0.00
	59.23	3023.65	2988.89	59.23	0.00
	56.64	3024.71	2988.89	56.64	0.00
	62.11	3025.77	2988.89	62.11	0.00
	68.52	3026.83	2988.89	68.52	0.00



COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILOPÓ -
PINLLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

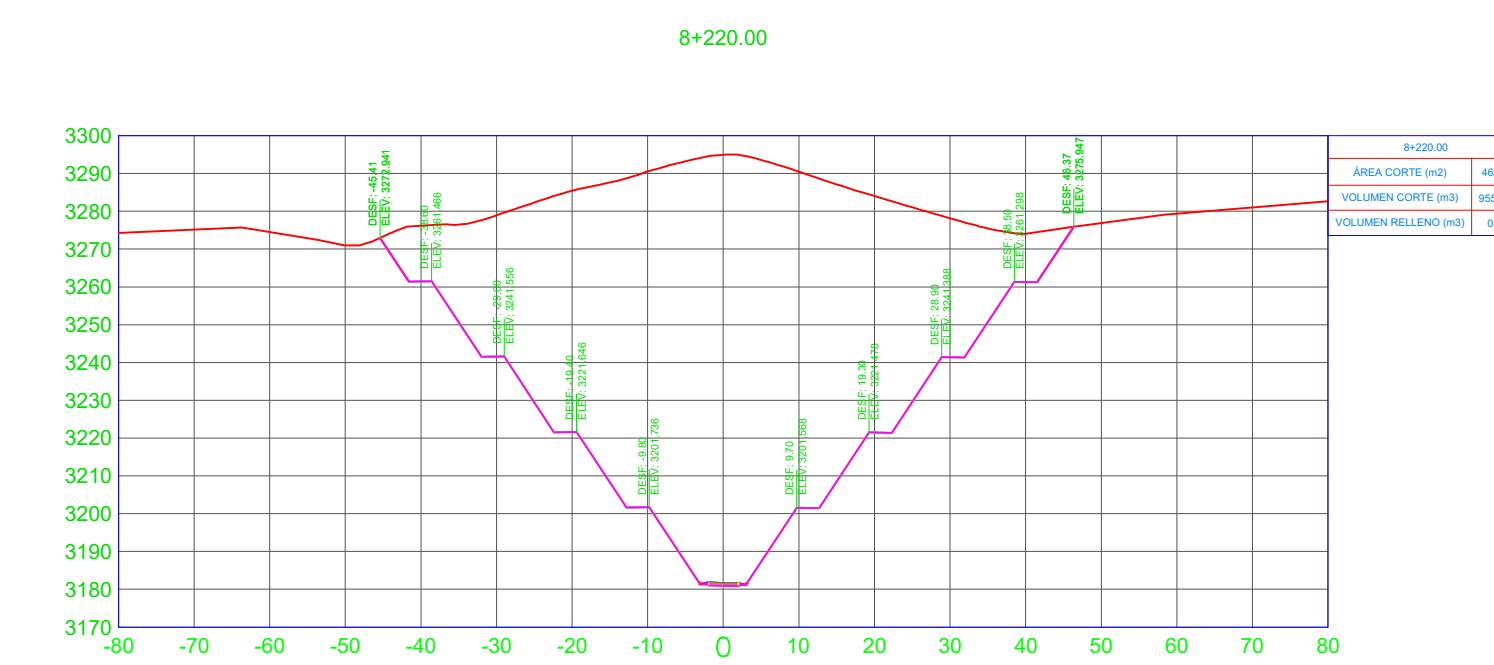
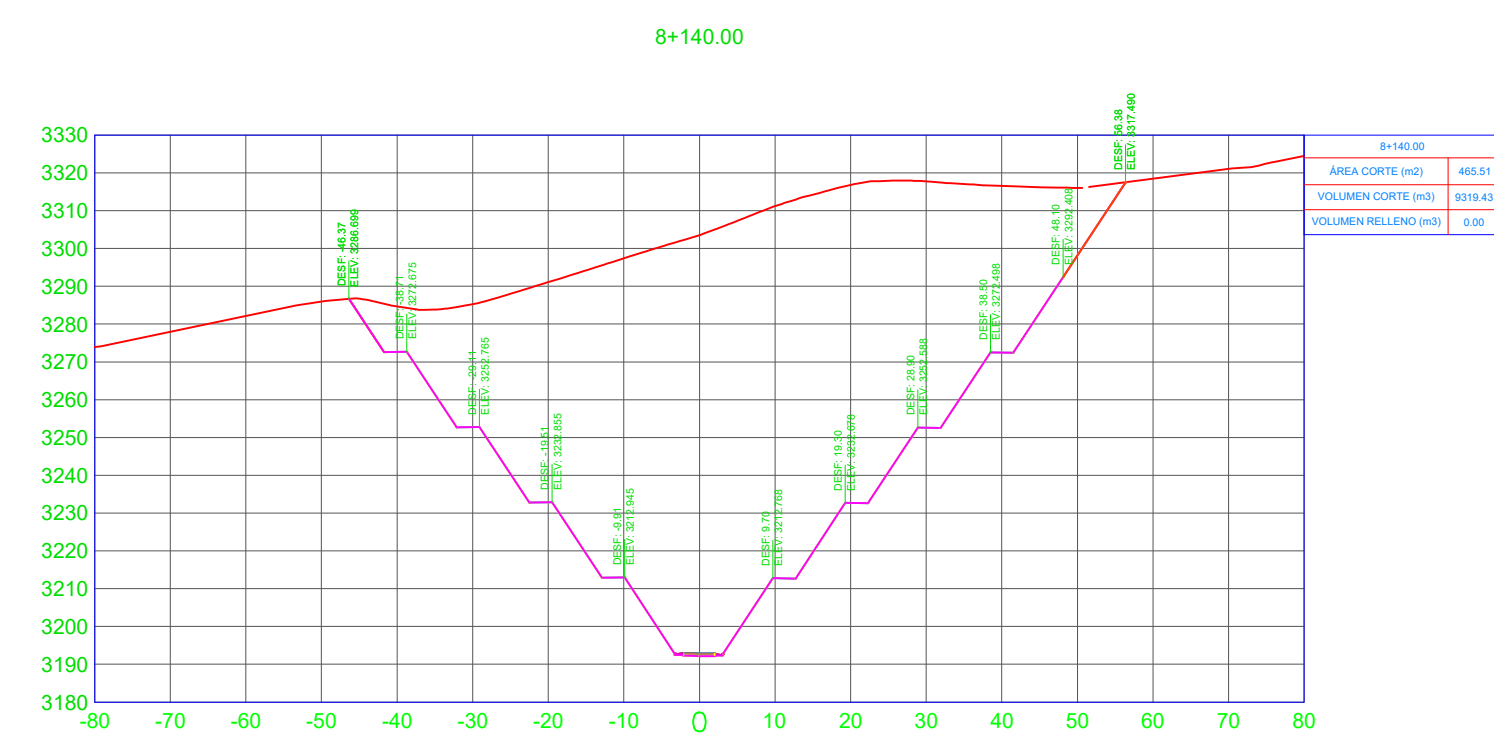
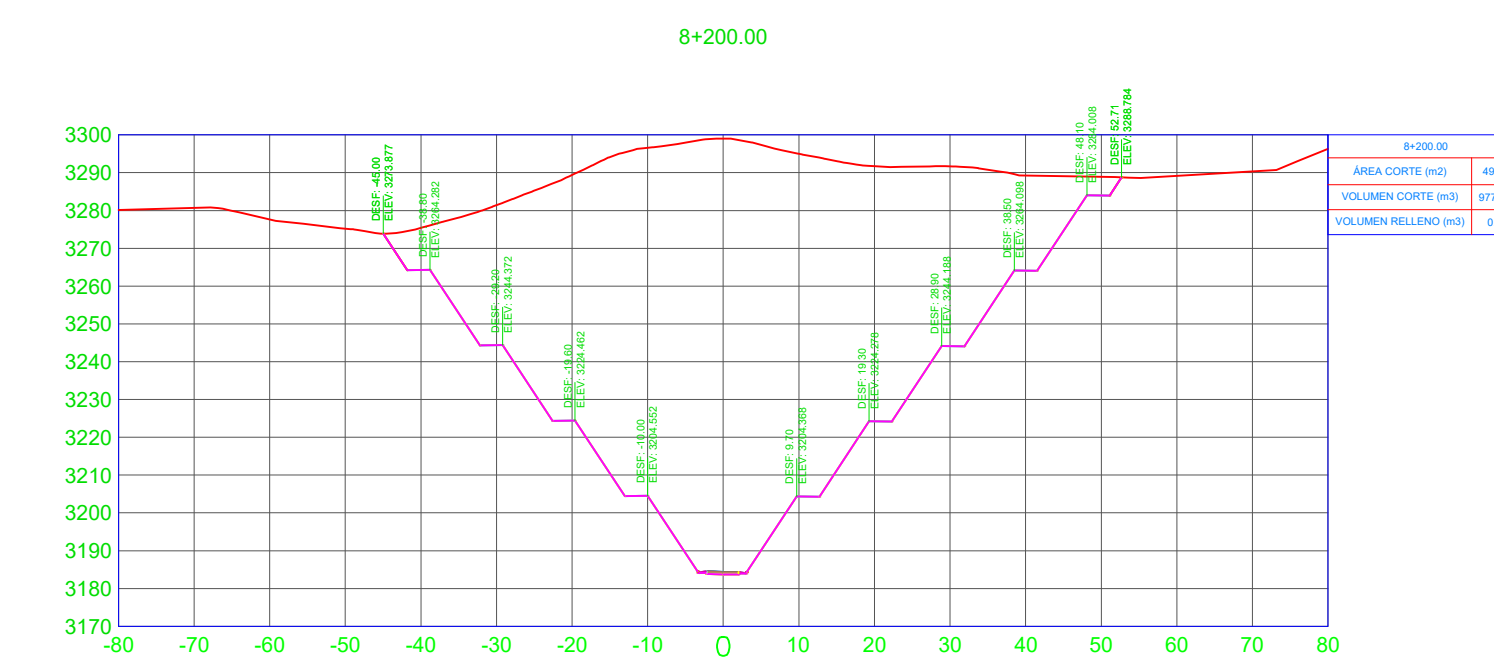
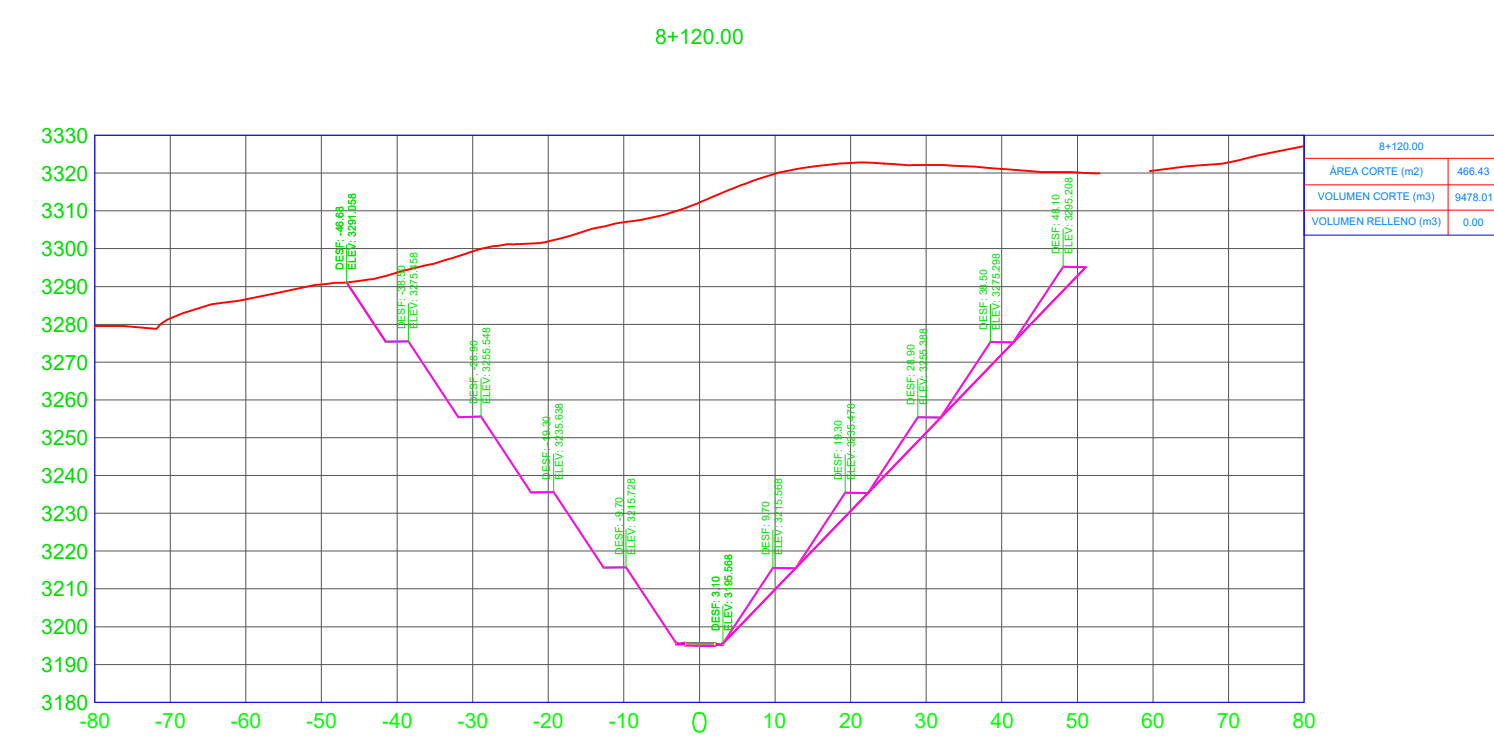
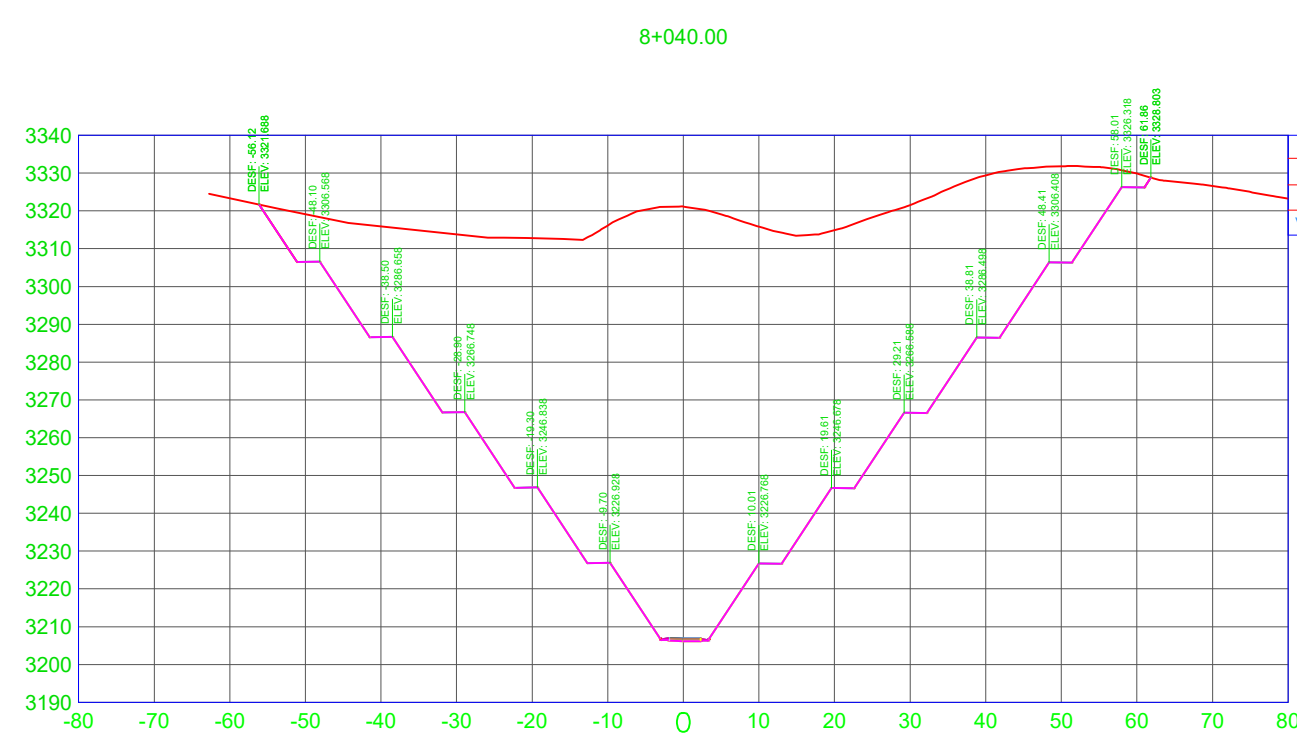
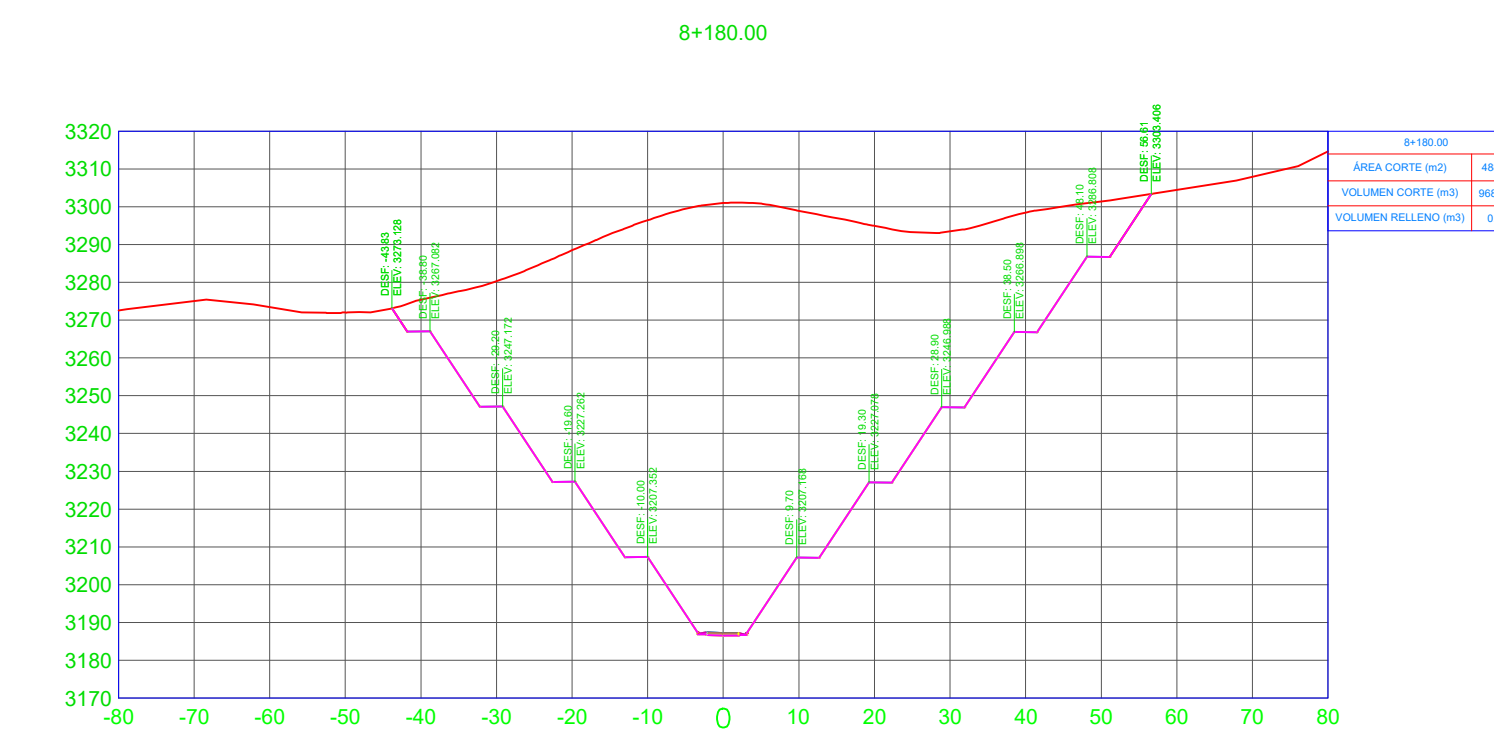
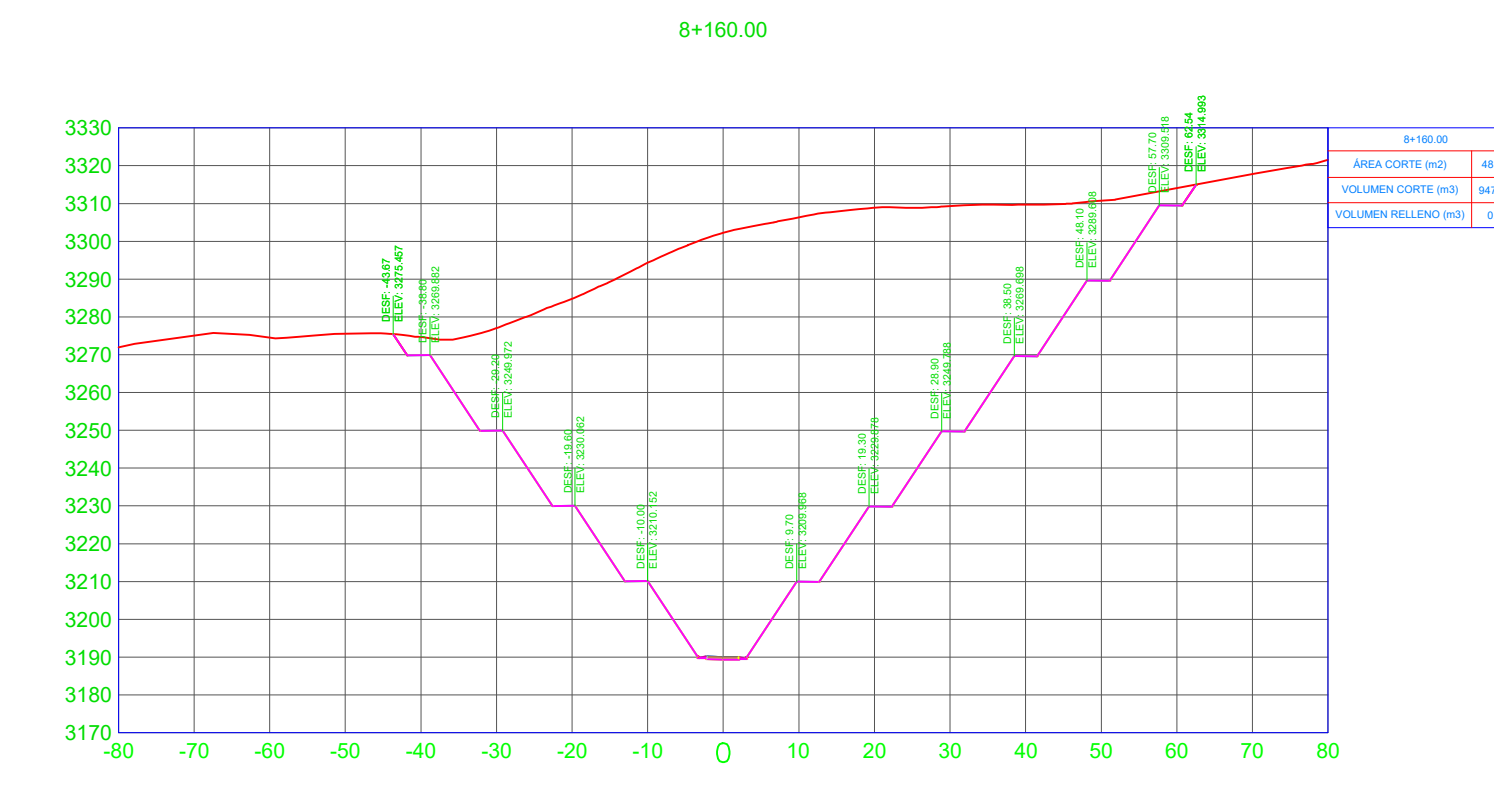
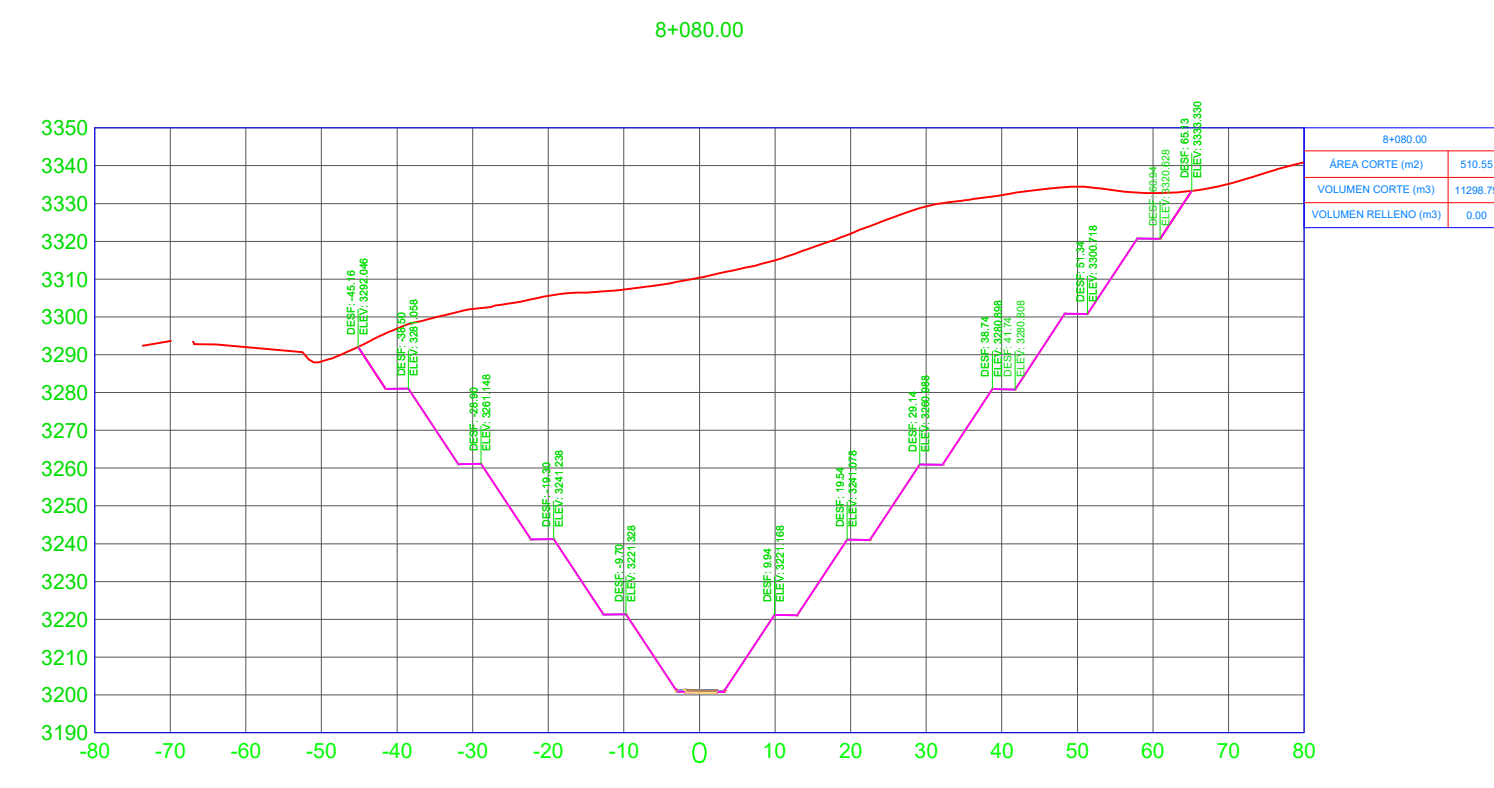
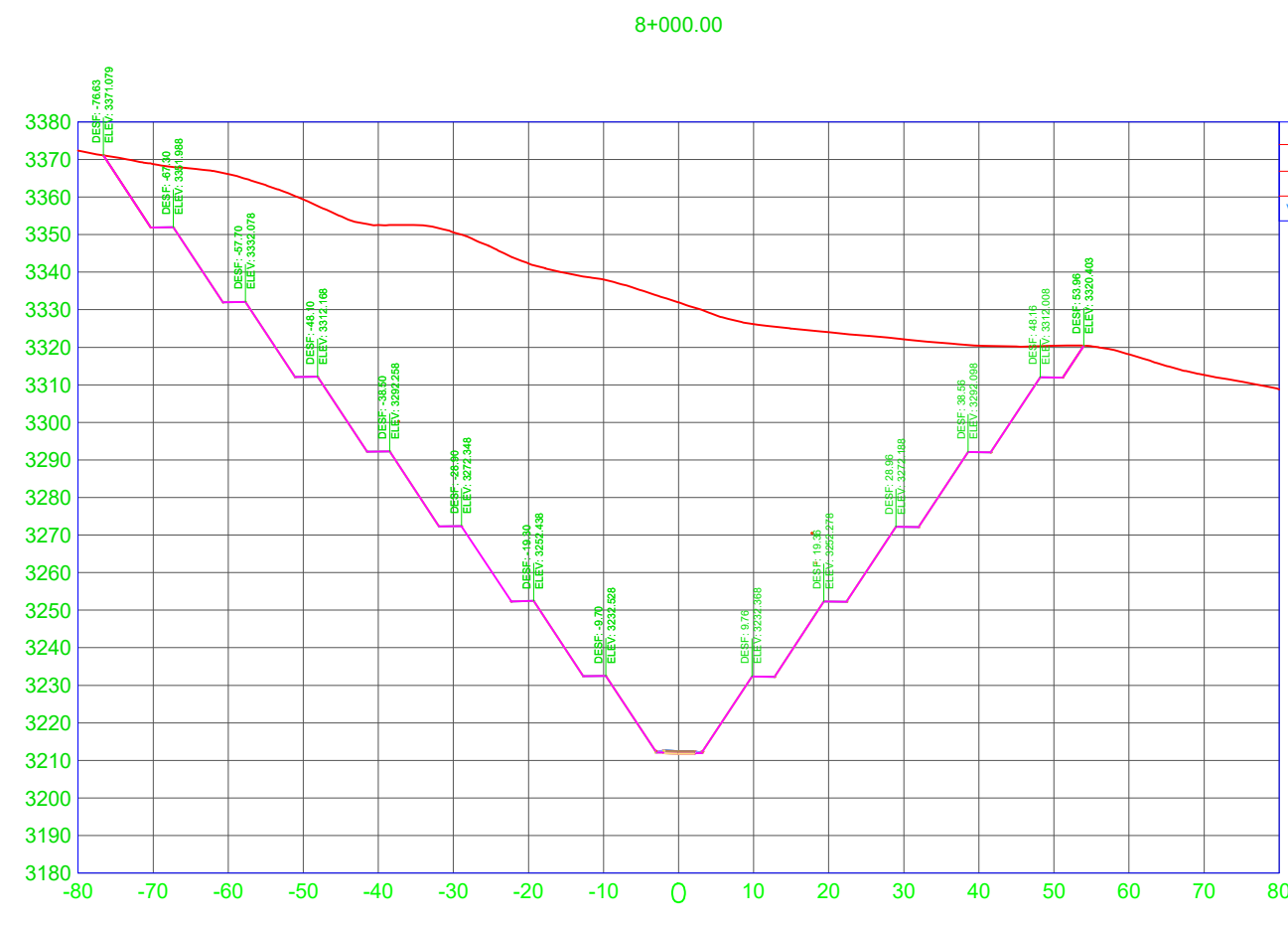
UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOPÓ

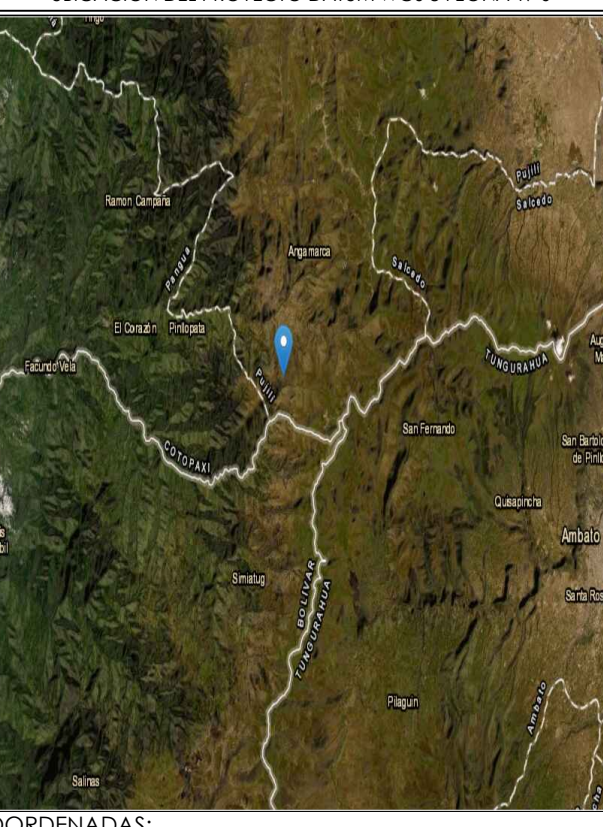
TUTOR: REALIZADO POR:
ING. M.G. FRANCIS MOREIRA LEONARDO DAVID
MANOSALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 8+000.00 - KM 8+220.00

ESCALA: H=1:1000 V=1:250 FECHA: NOVIEMBRE 2020 LÁMINA: SC 1/8

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SIUPO -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

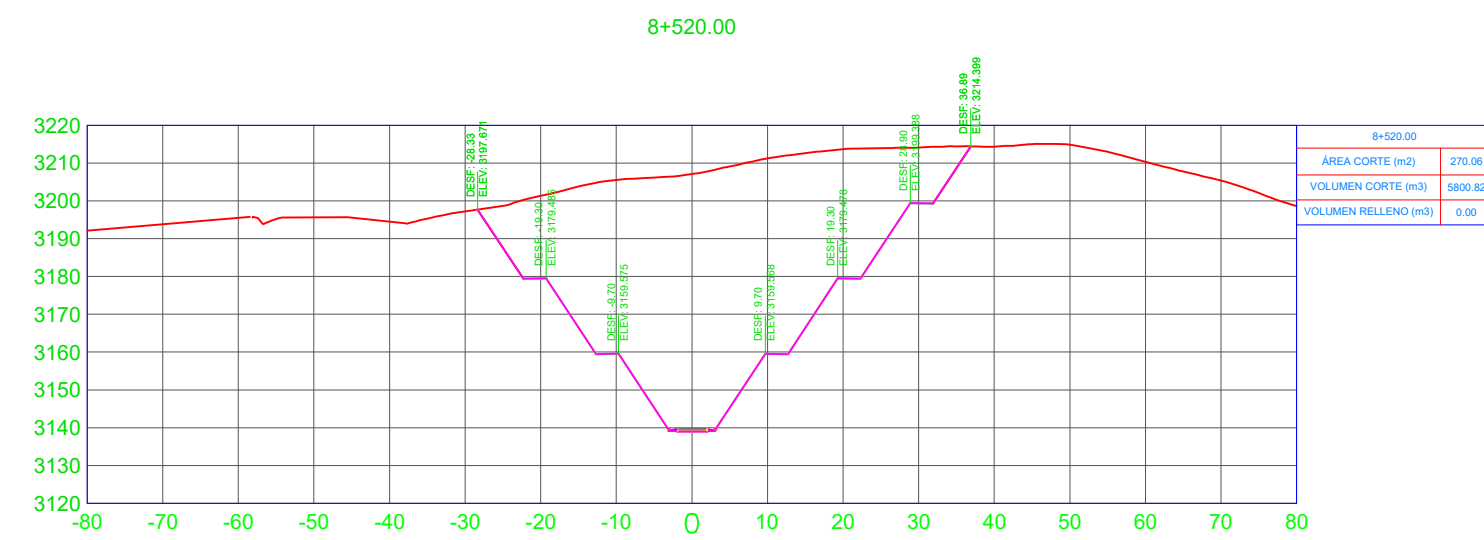
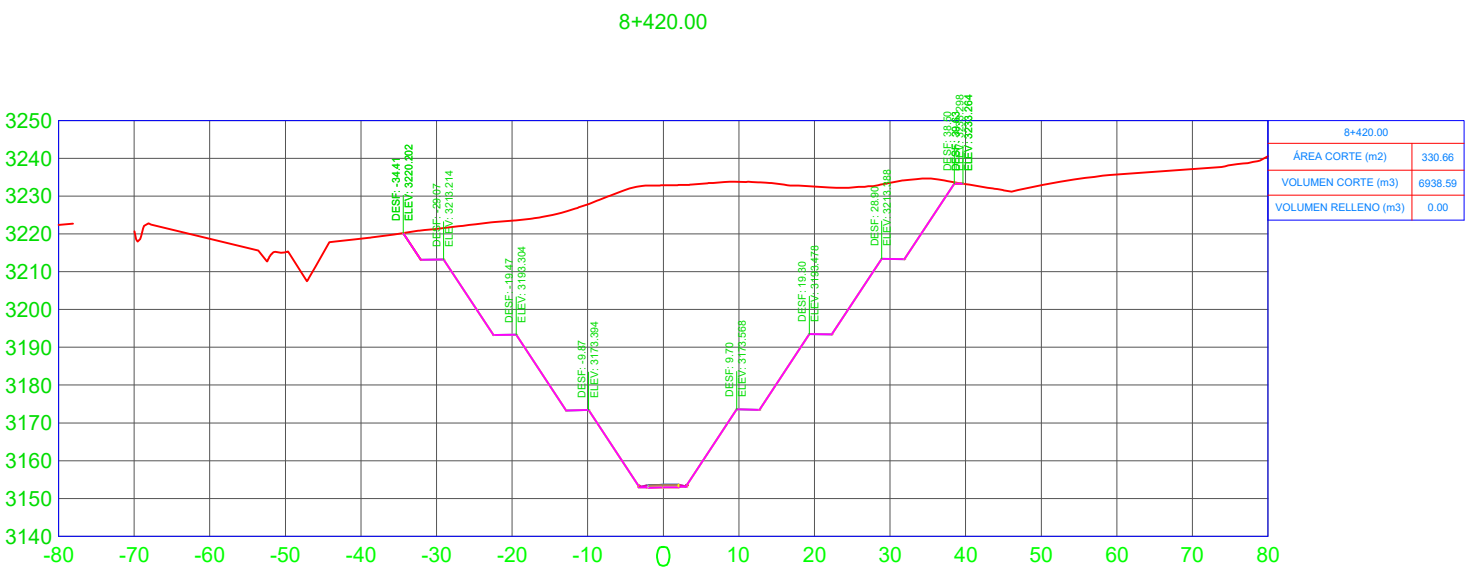
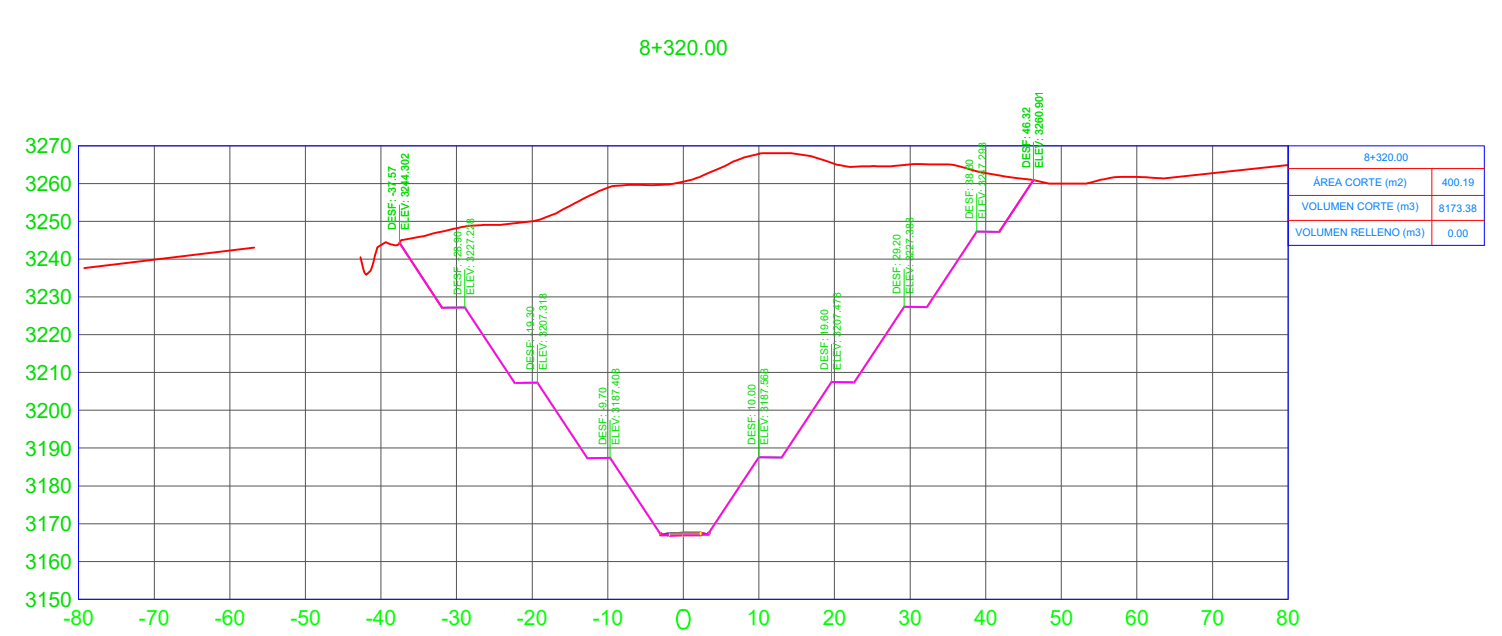
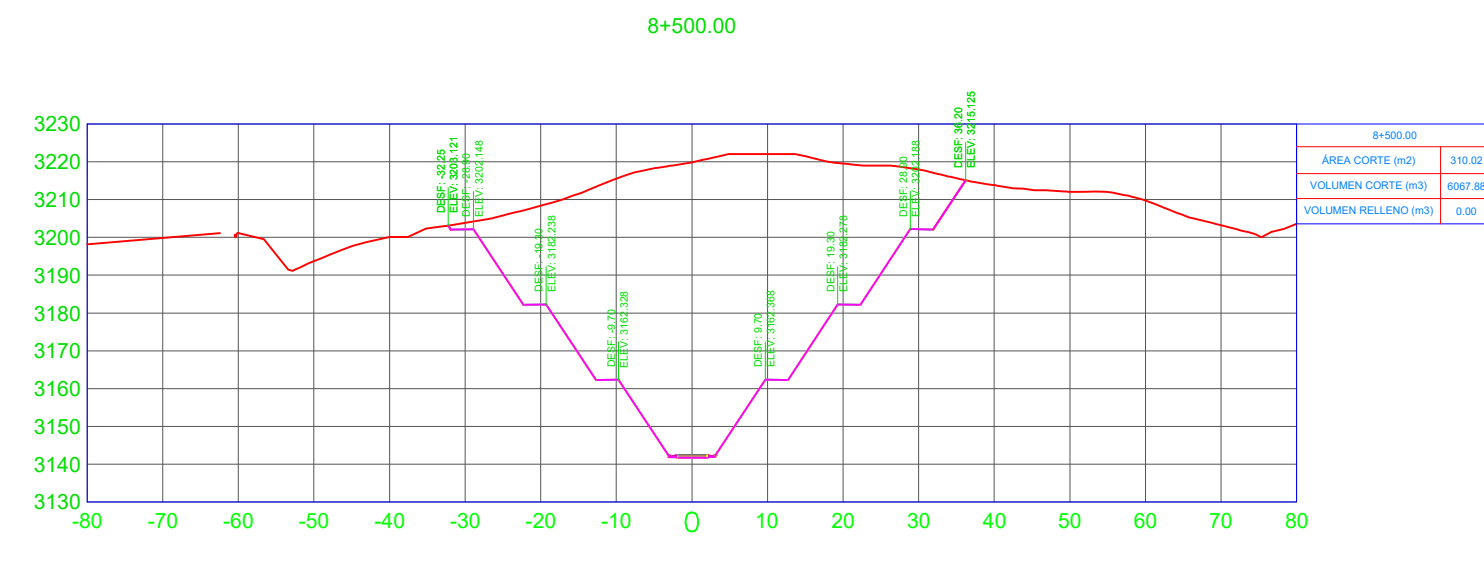
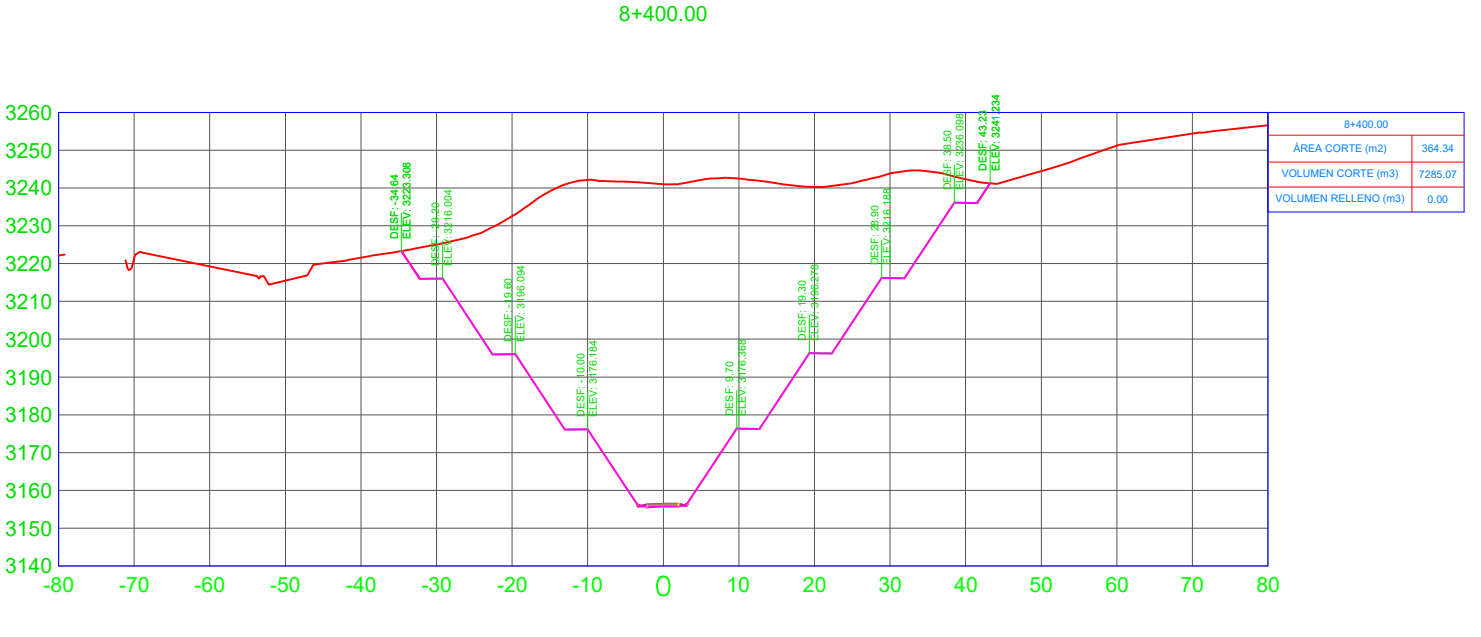
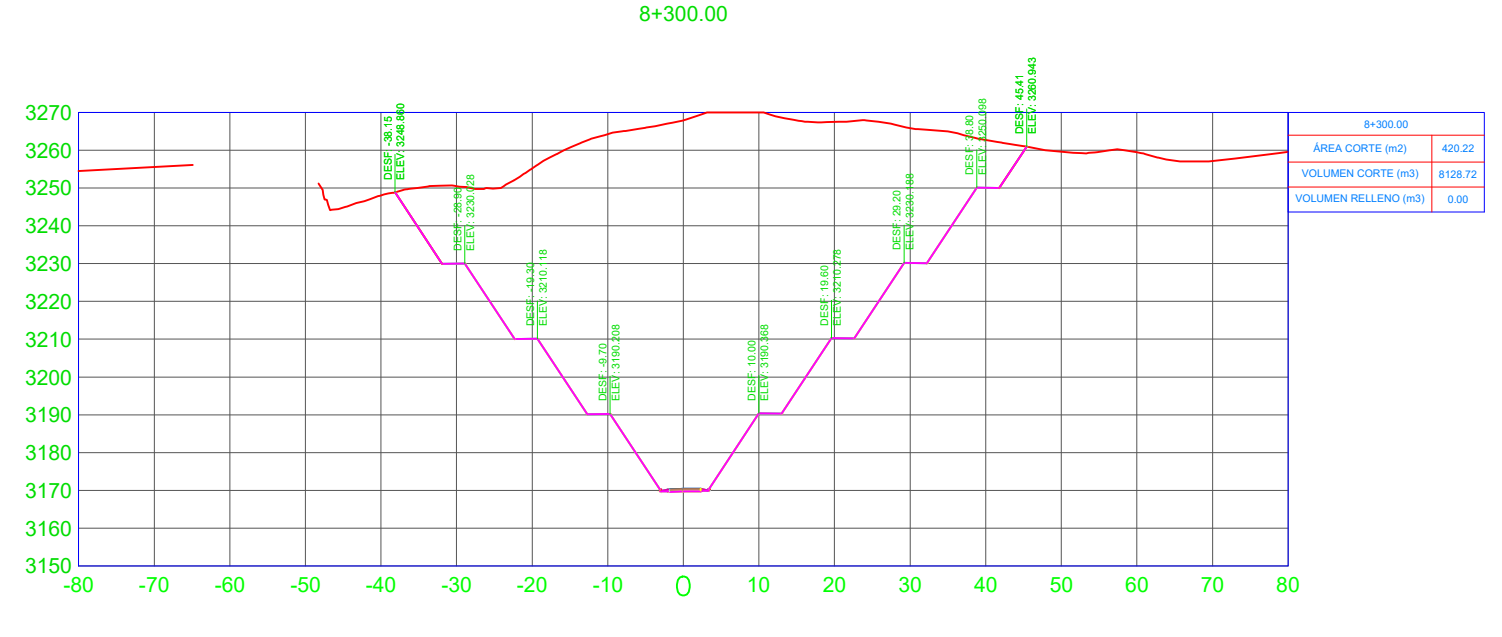
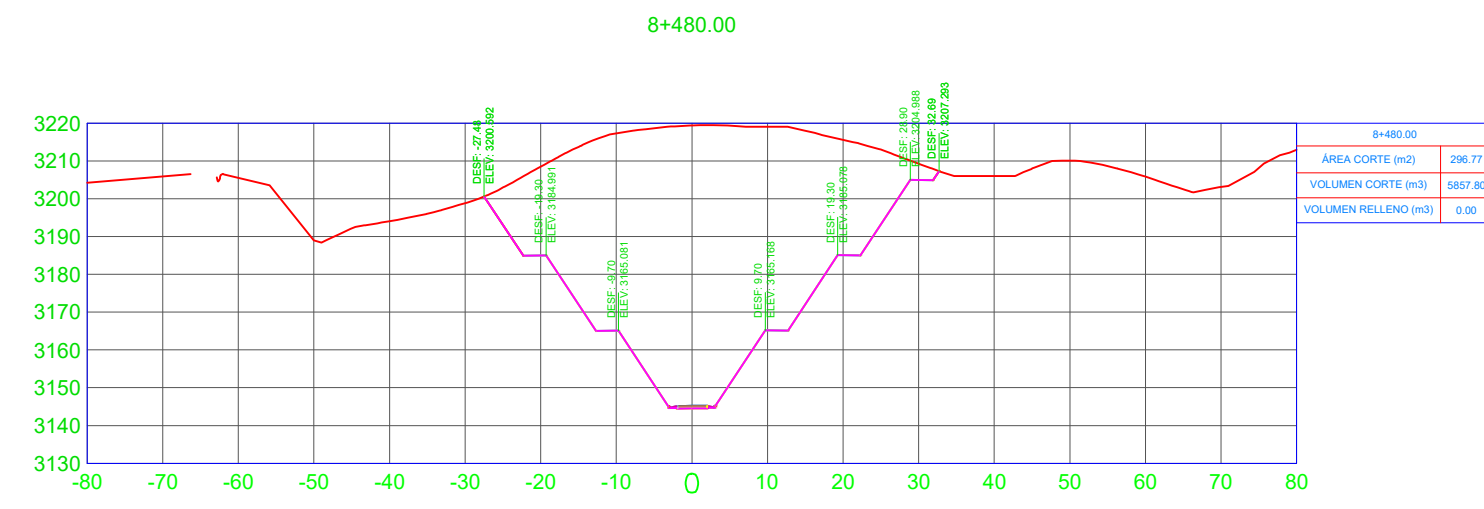
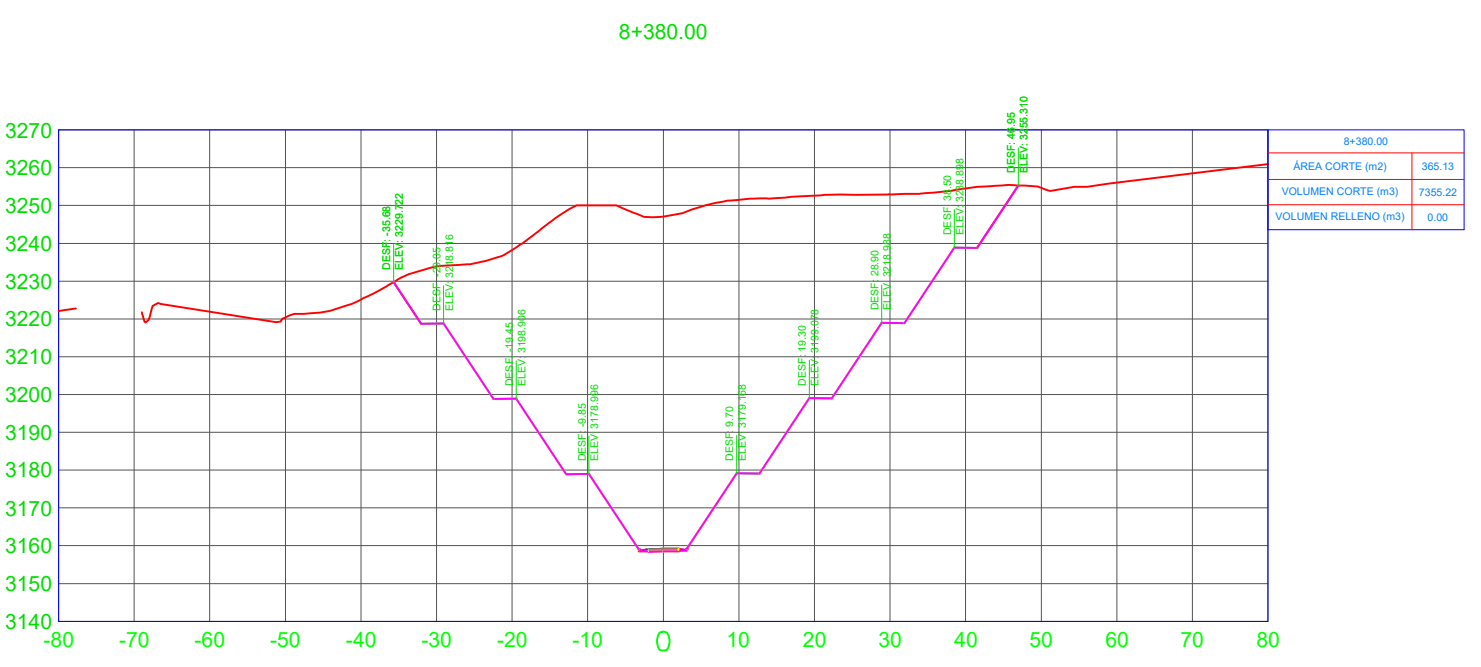
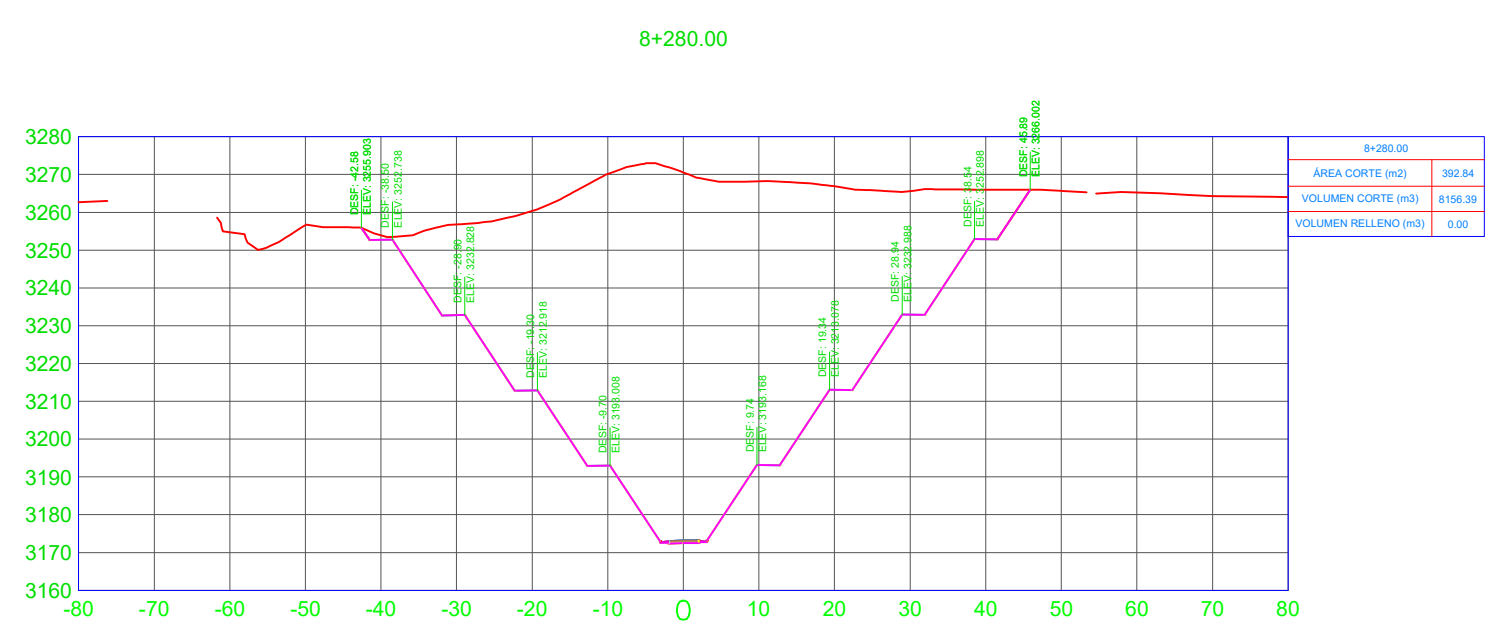
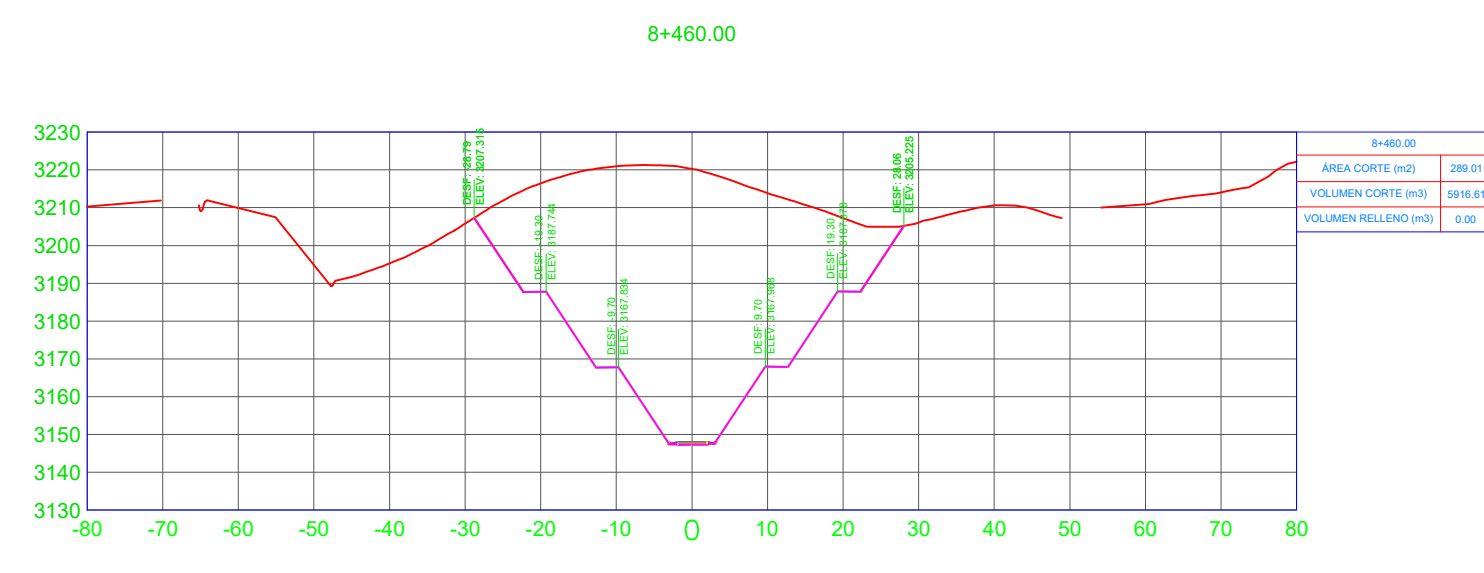
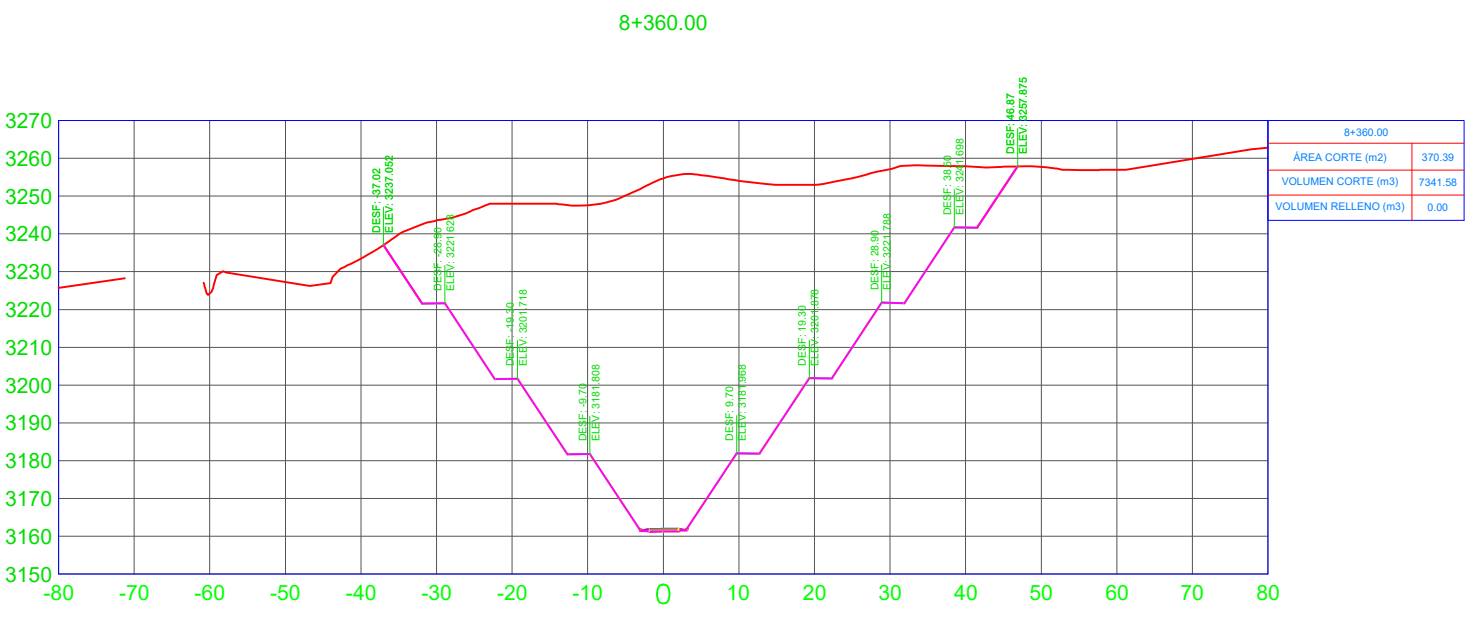
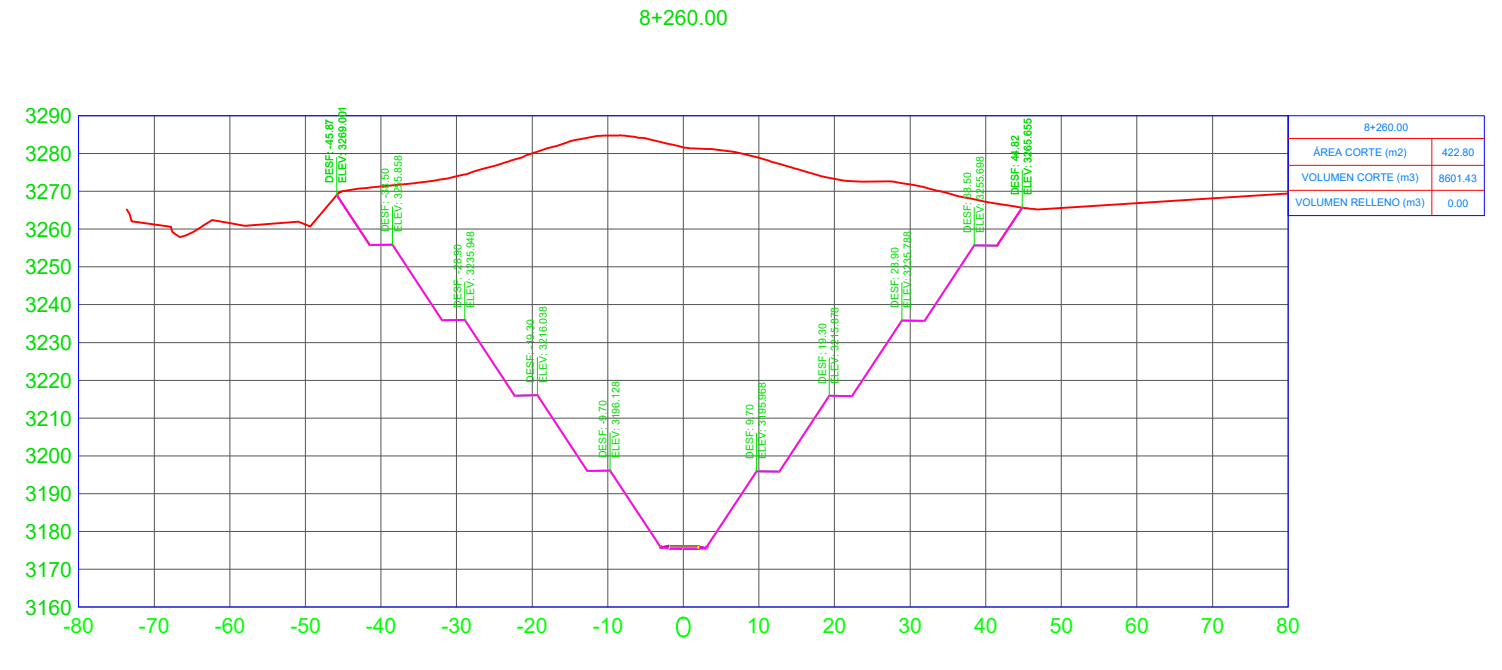
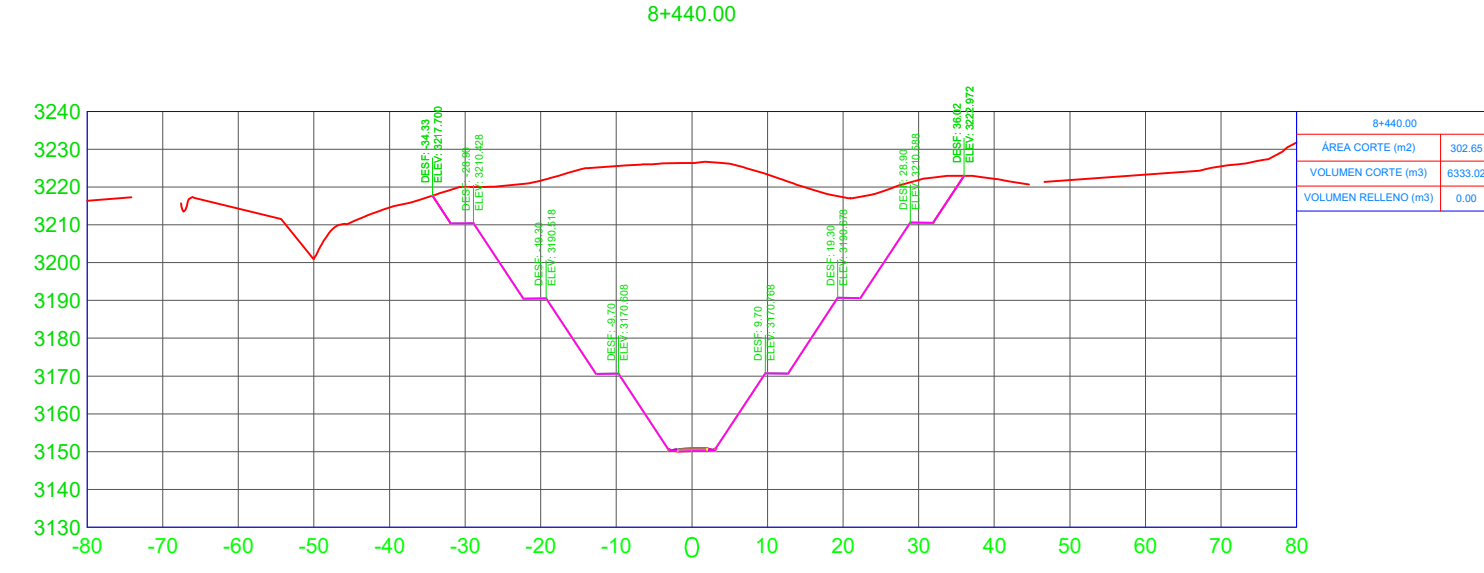
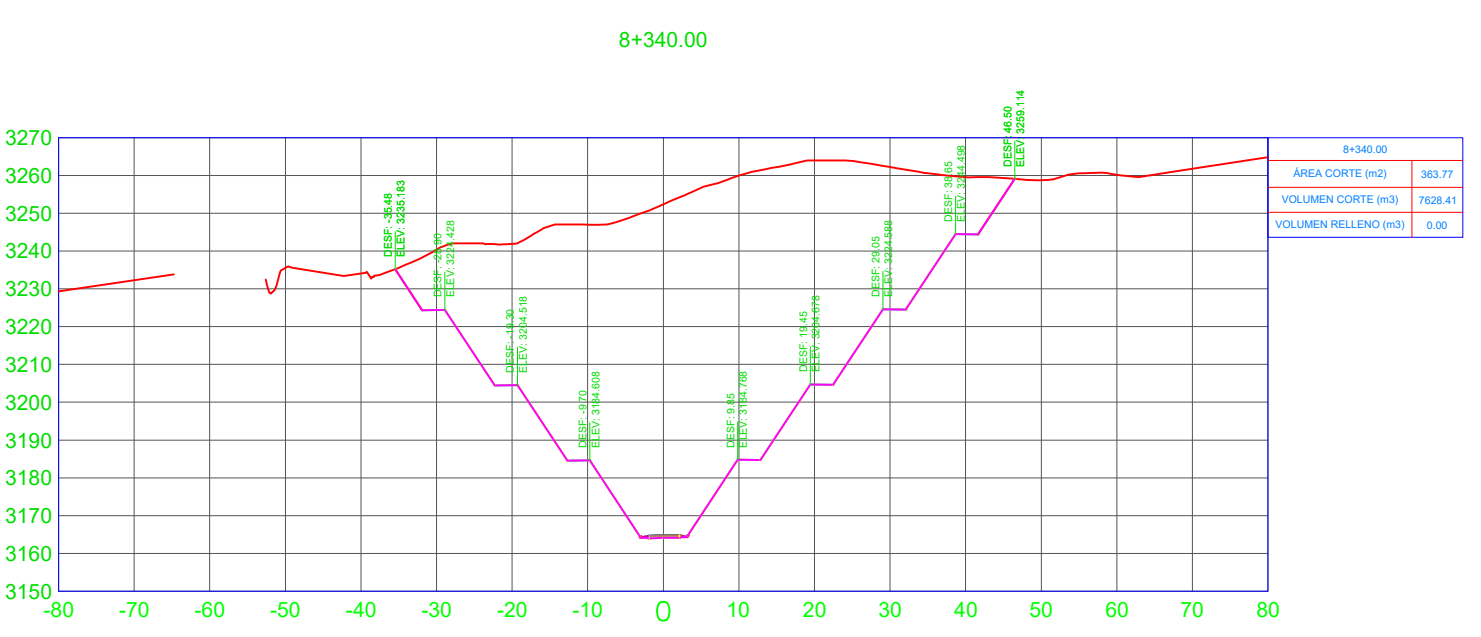
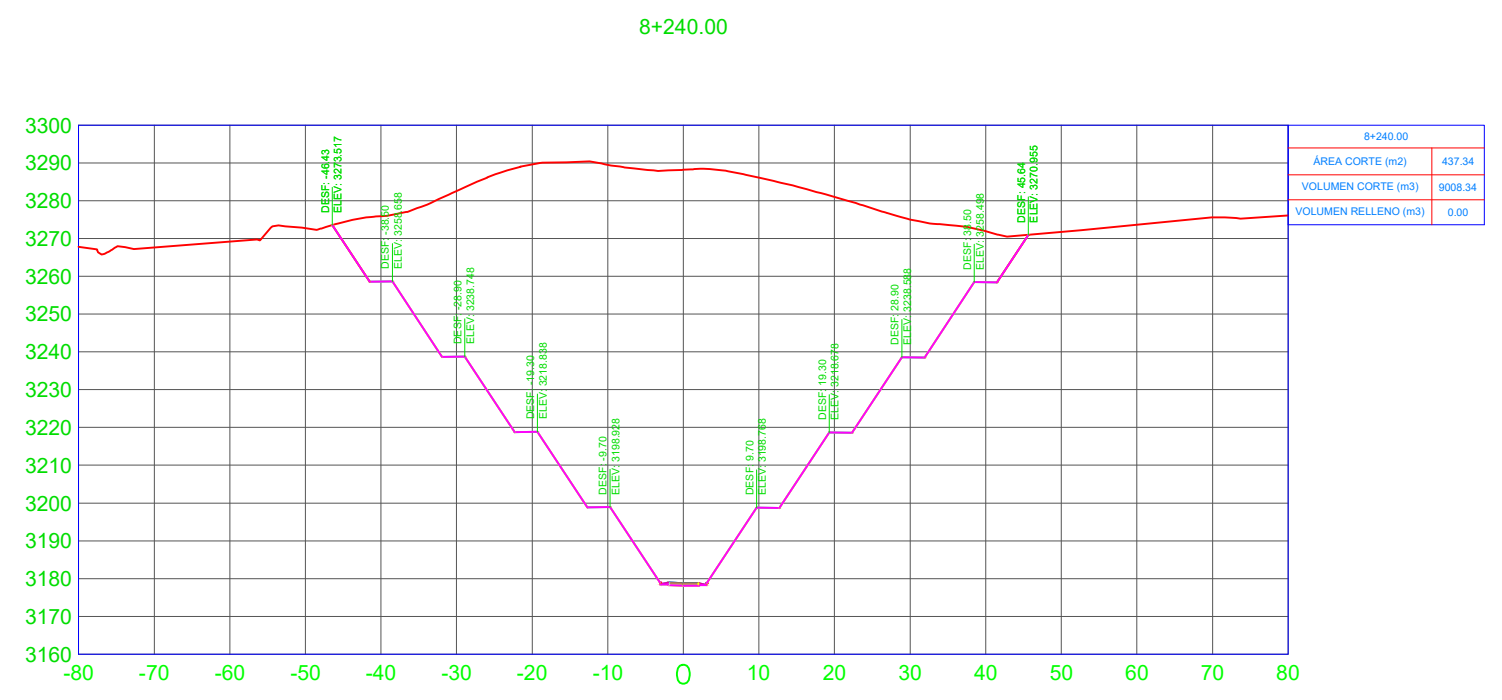
UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SIUPO

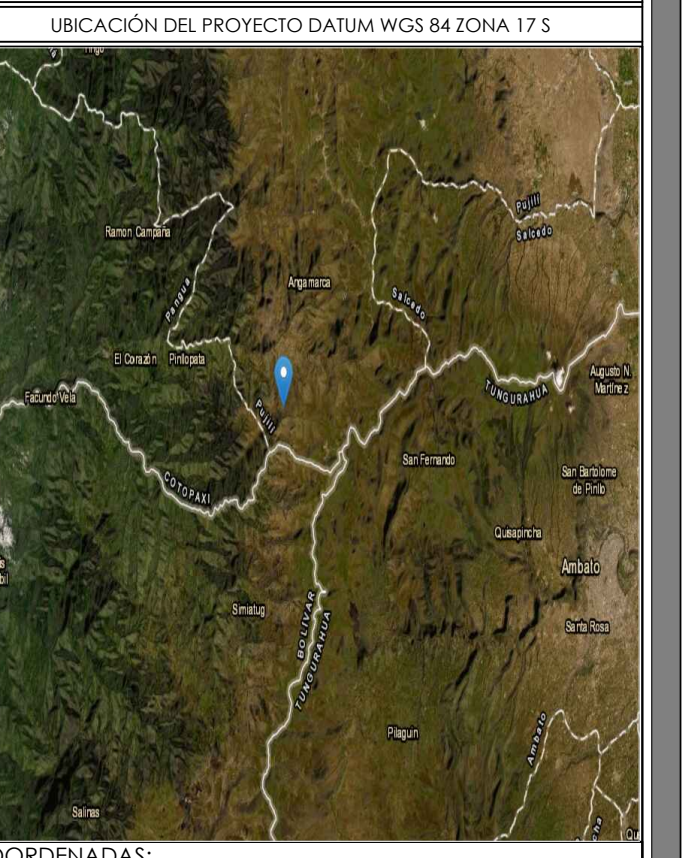
TUTOR:
REALIZADO POR:
Ing. M.G. FRANCIS MORERA LEONARDO DAVID
MANDOSALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 8+240.00 - KM 8+520.00

ESCALA: H=1:1000 V=1:250
FECHA: NOVIEMBRE 2020
LAMINA: SC 2/8

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILOPÓ -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOPÓ

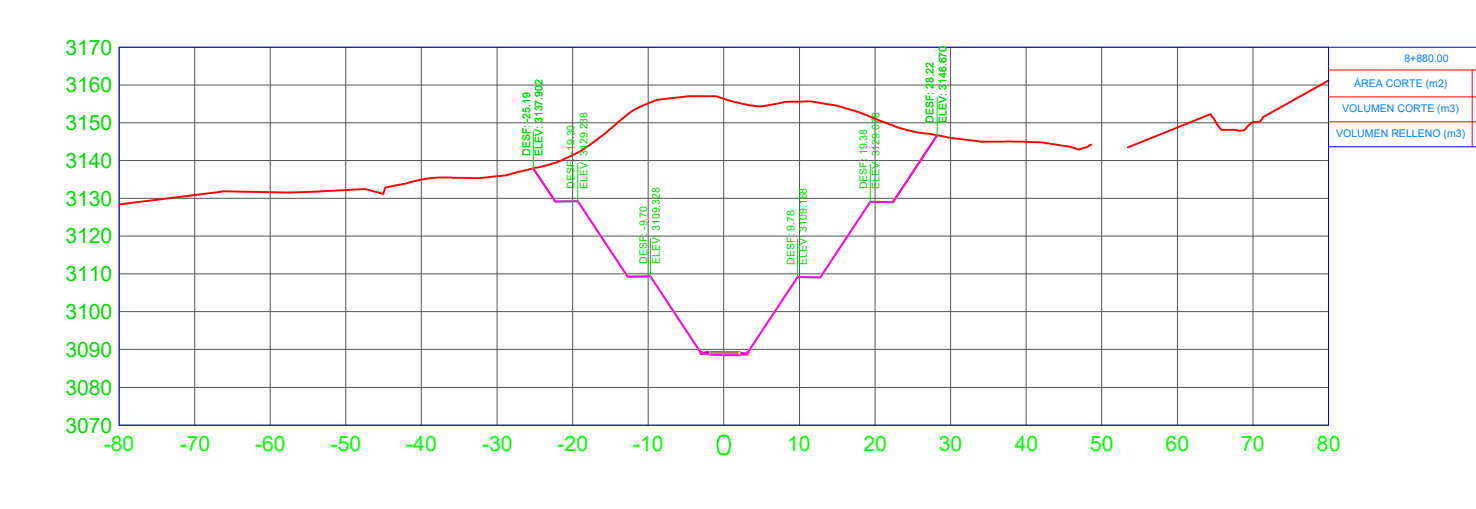
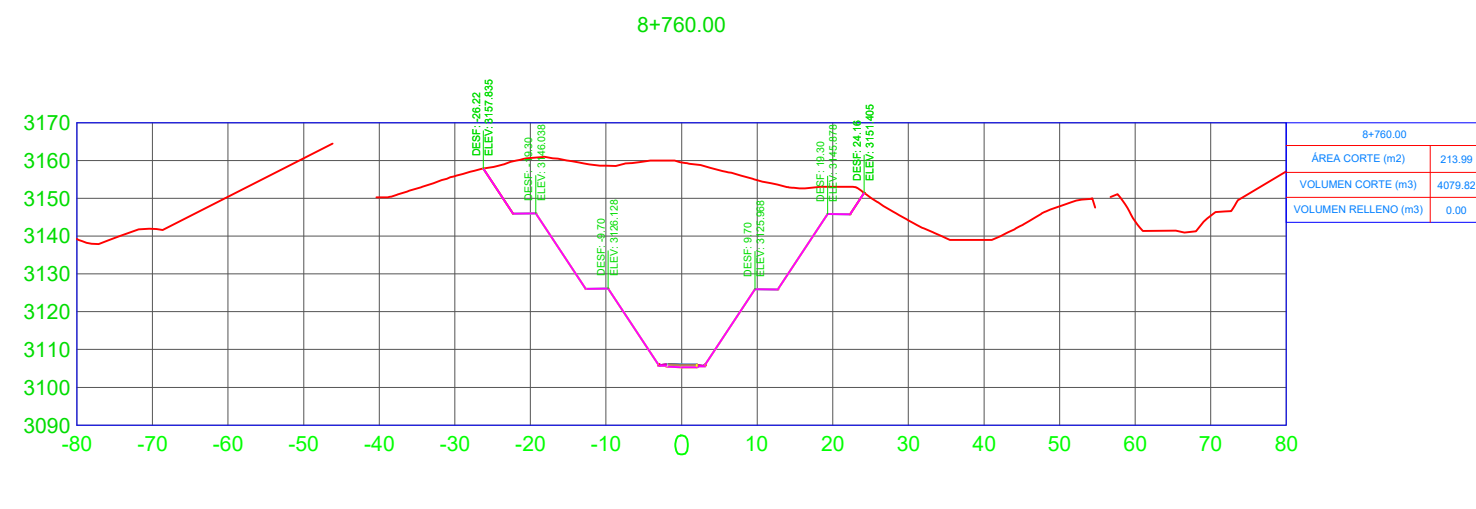
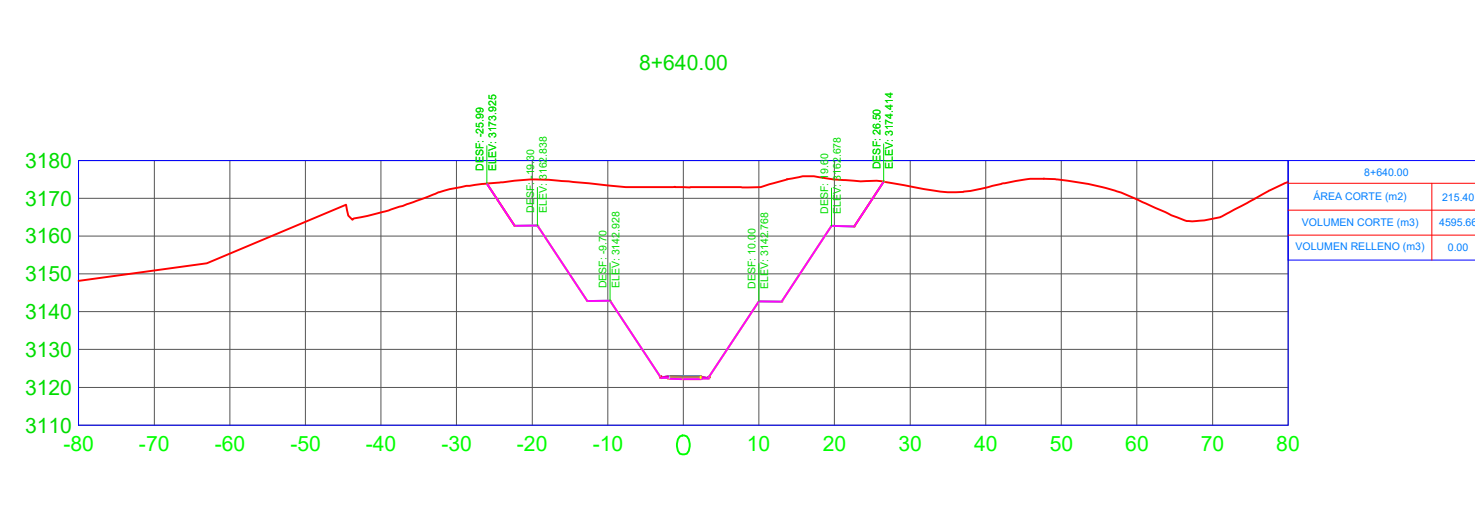
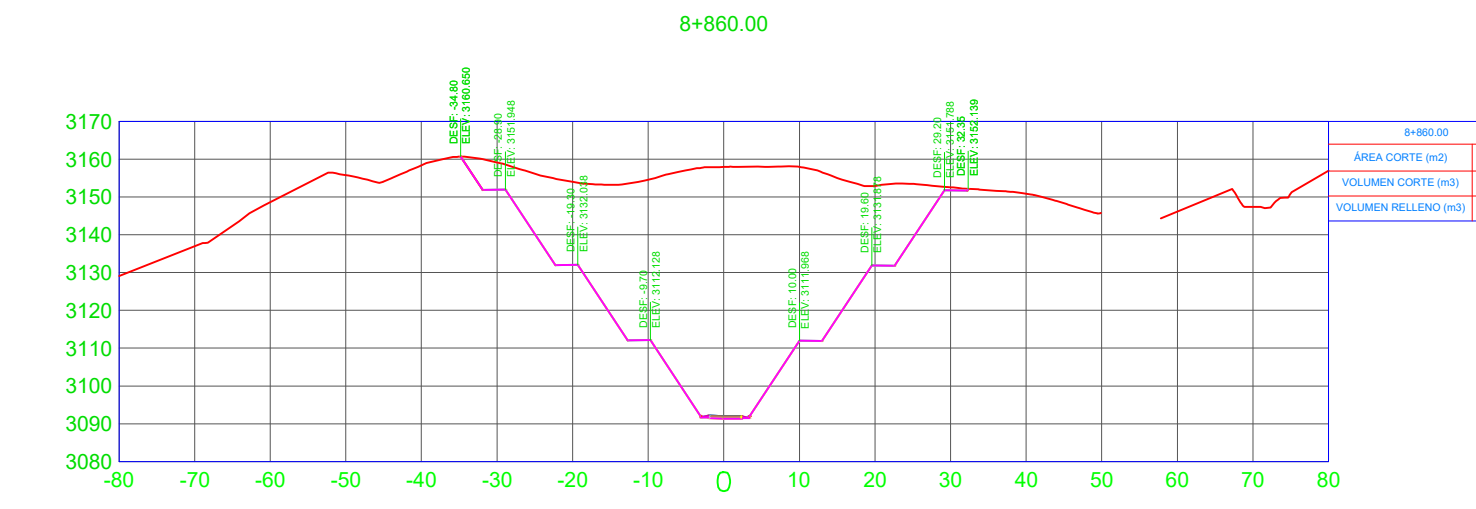
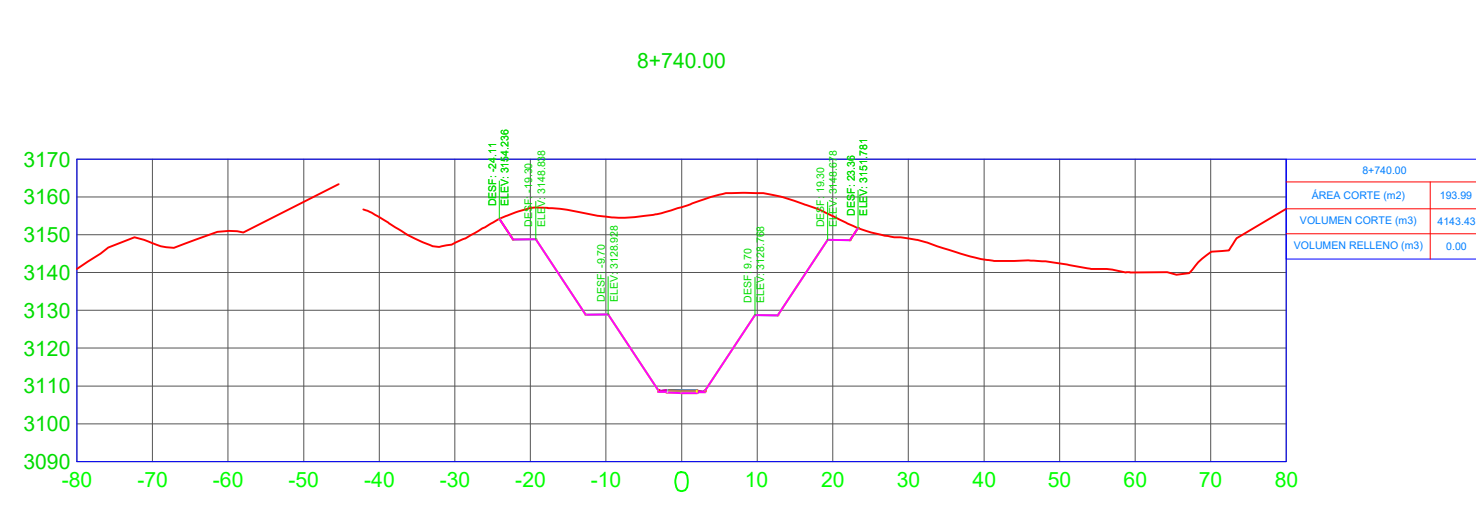
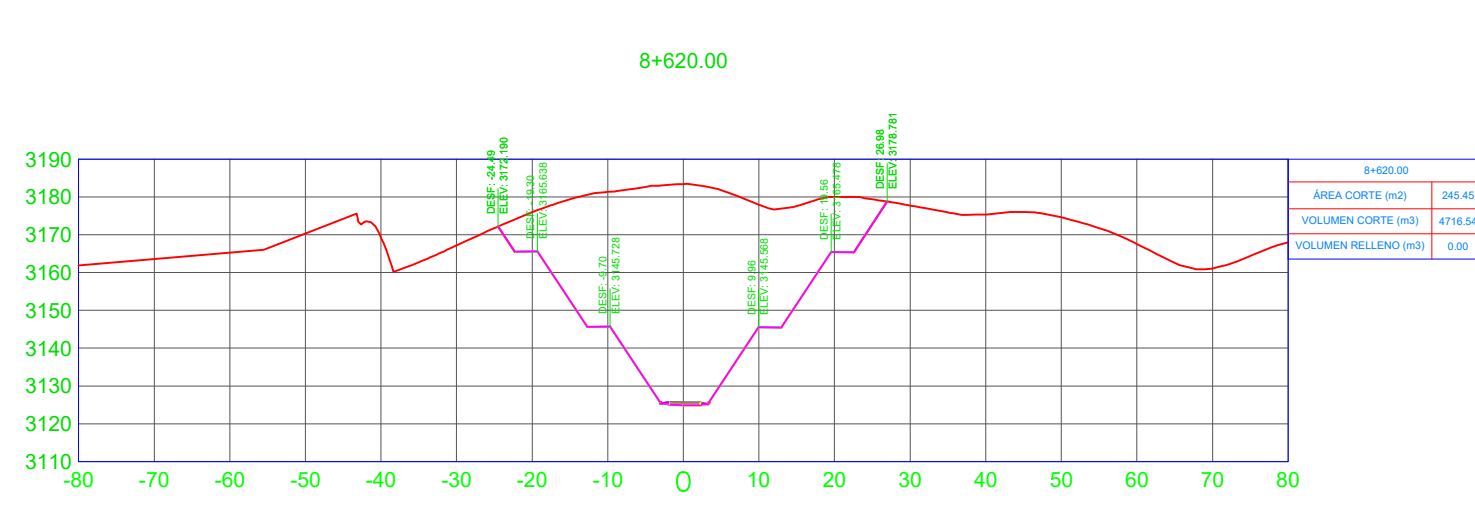
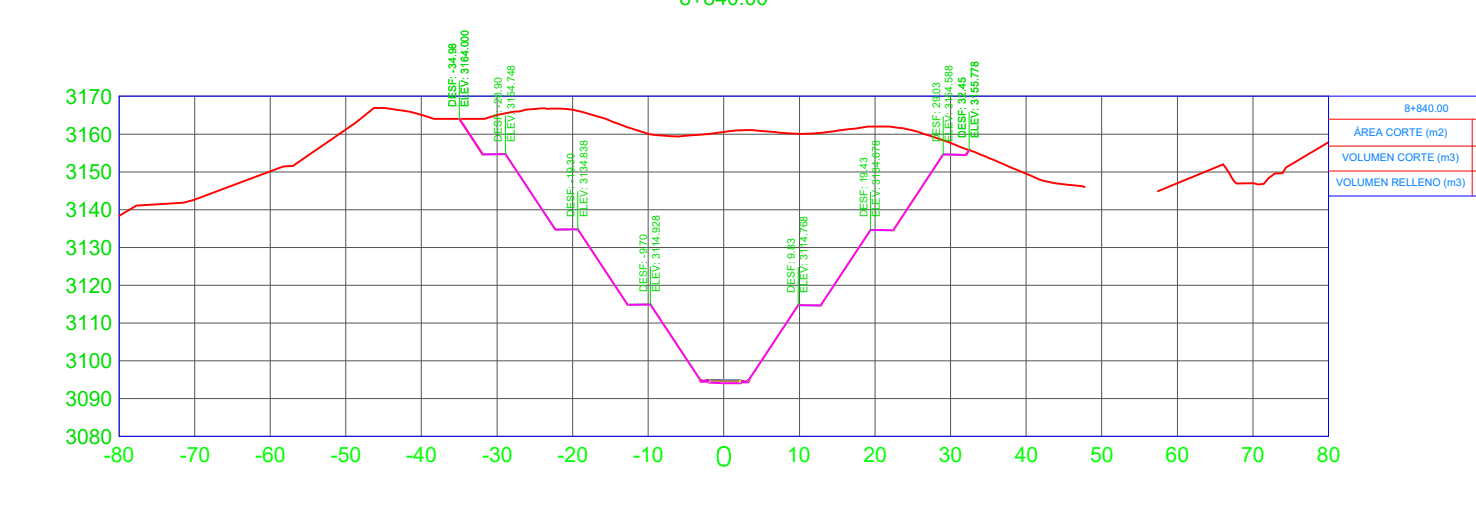
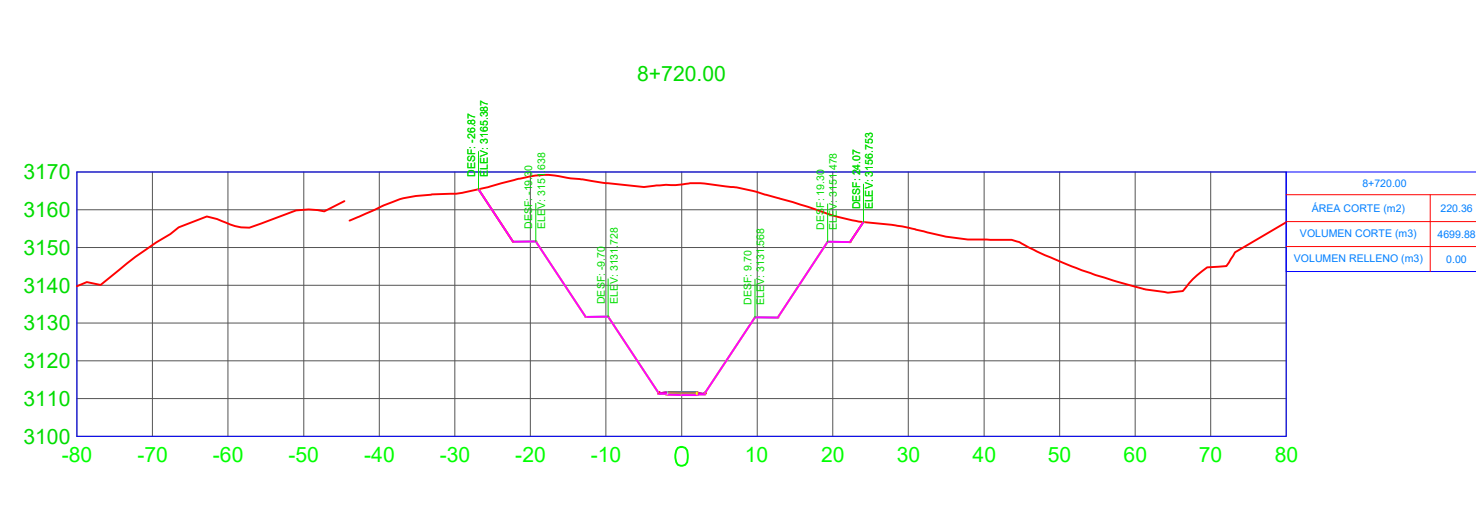
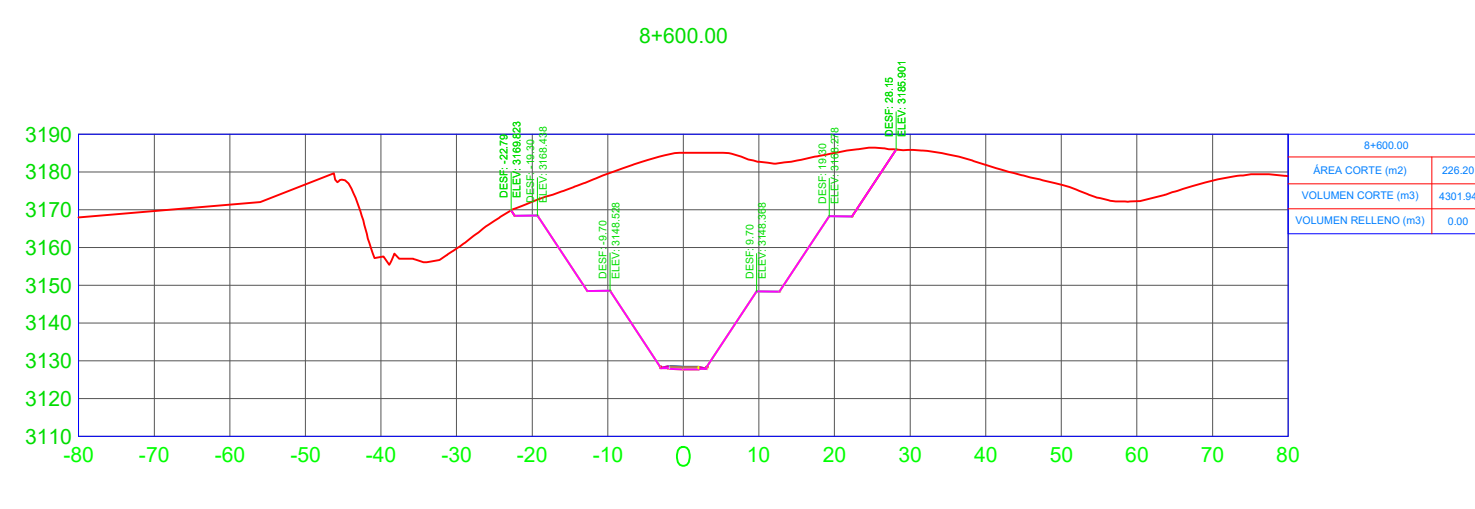
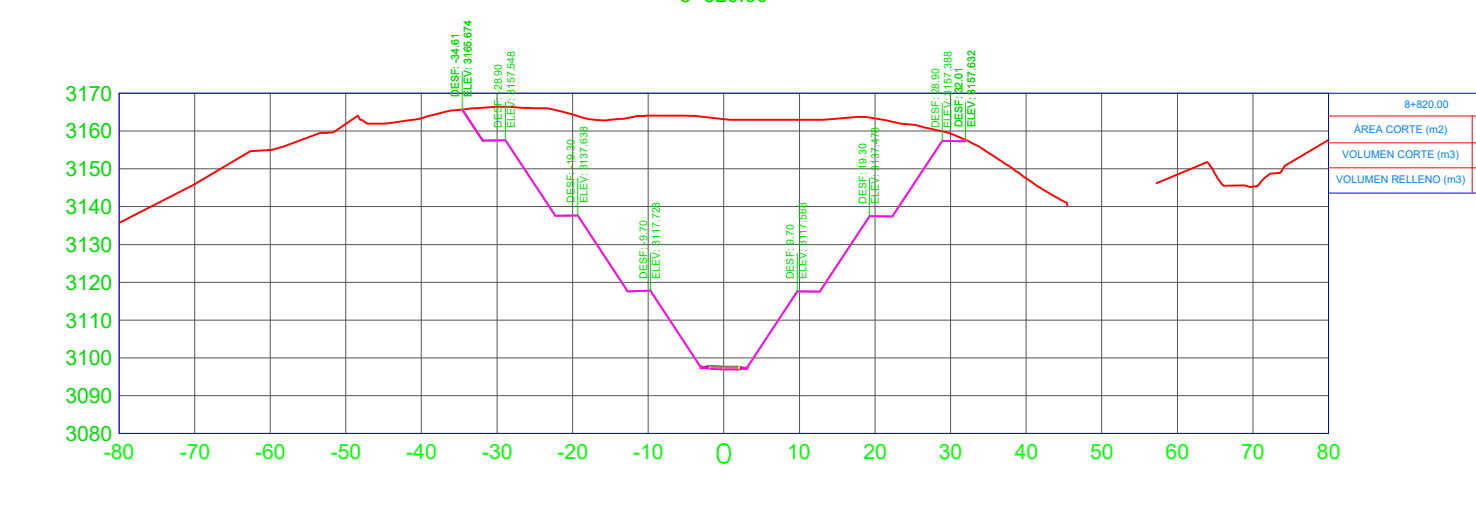
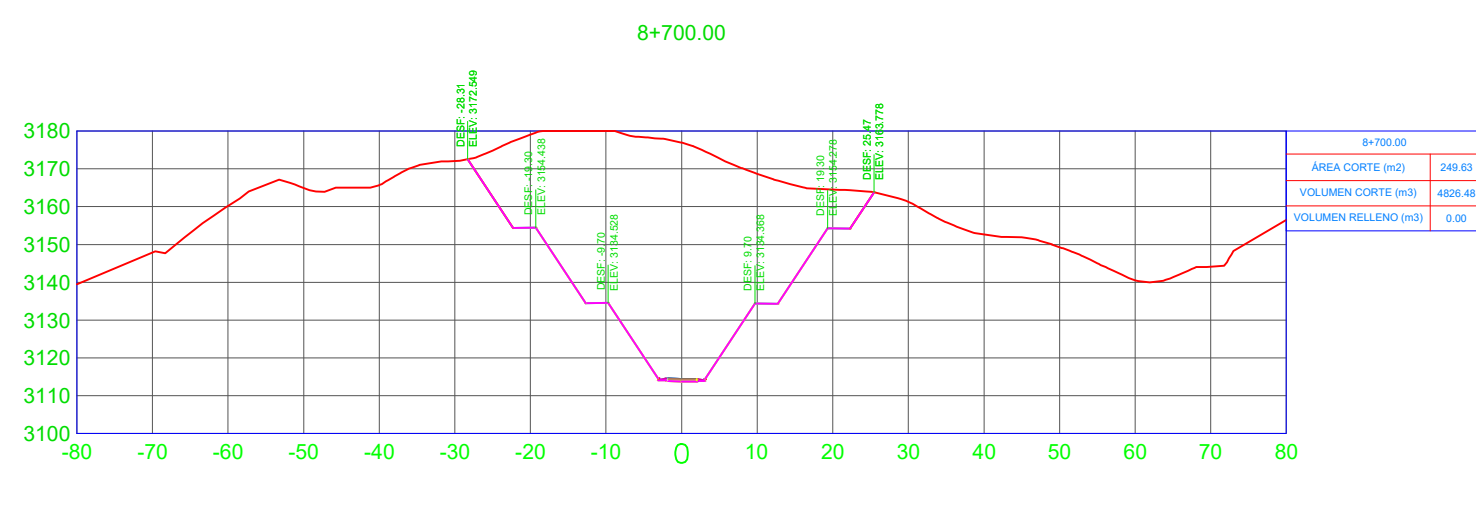
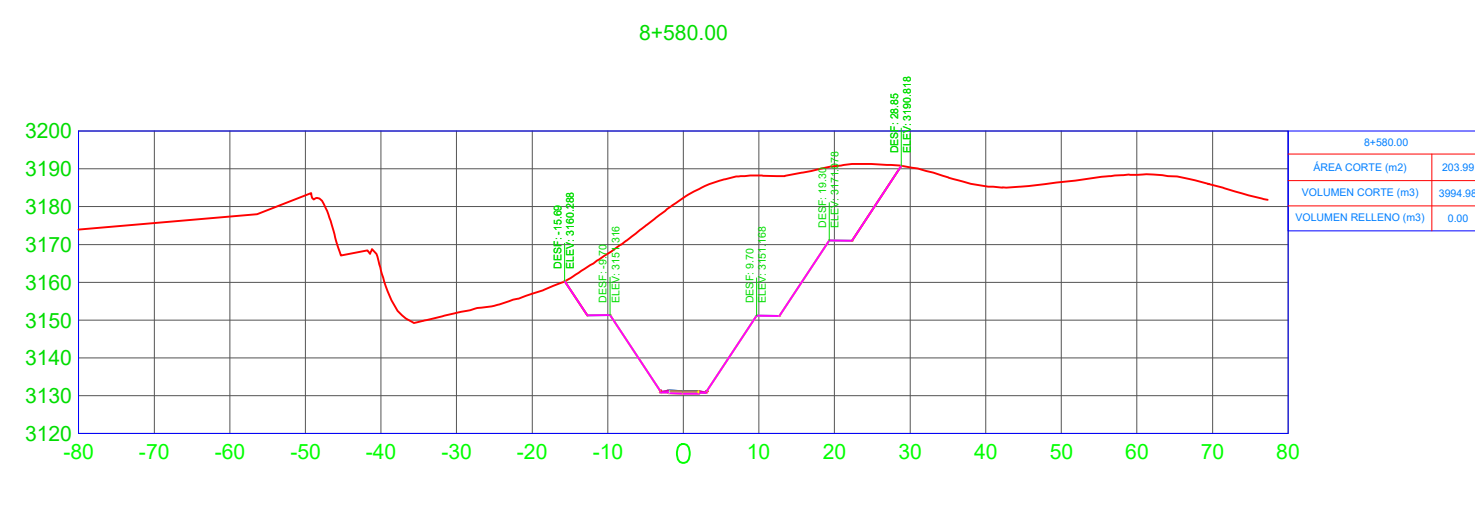
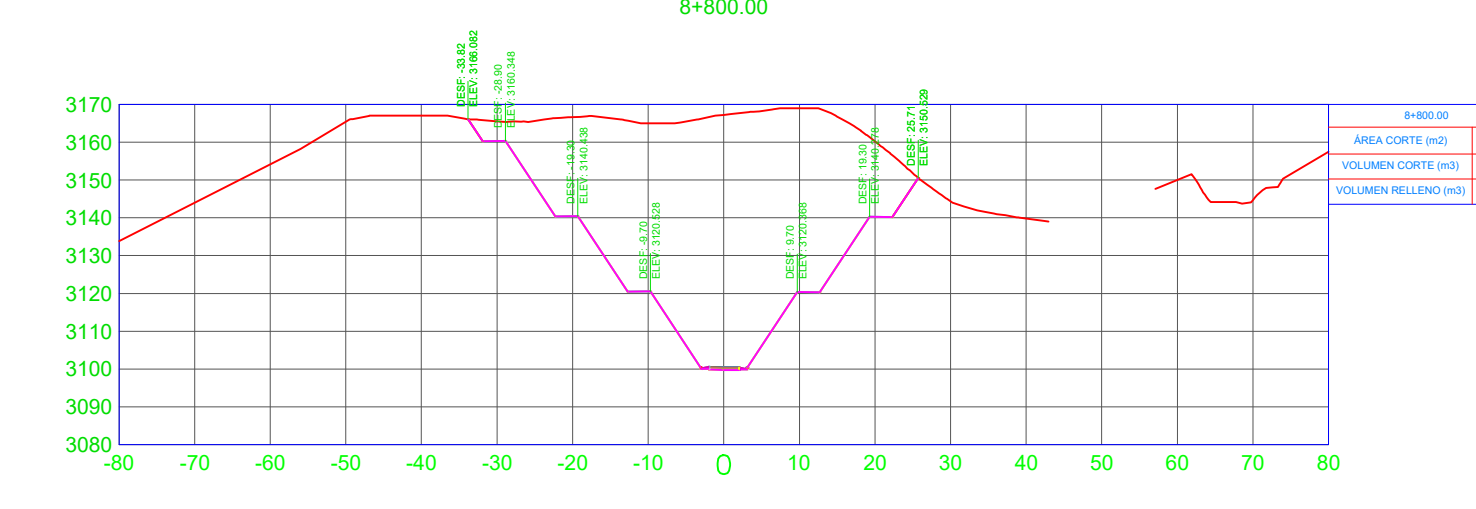
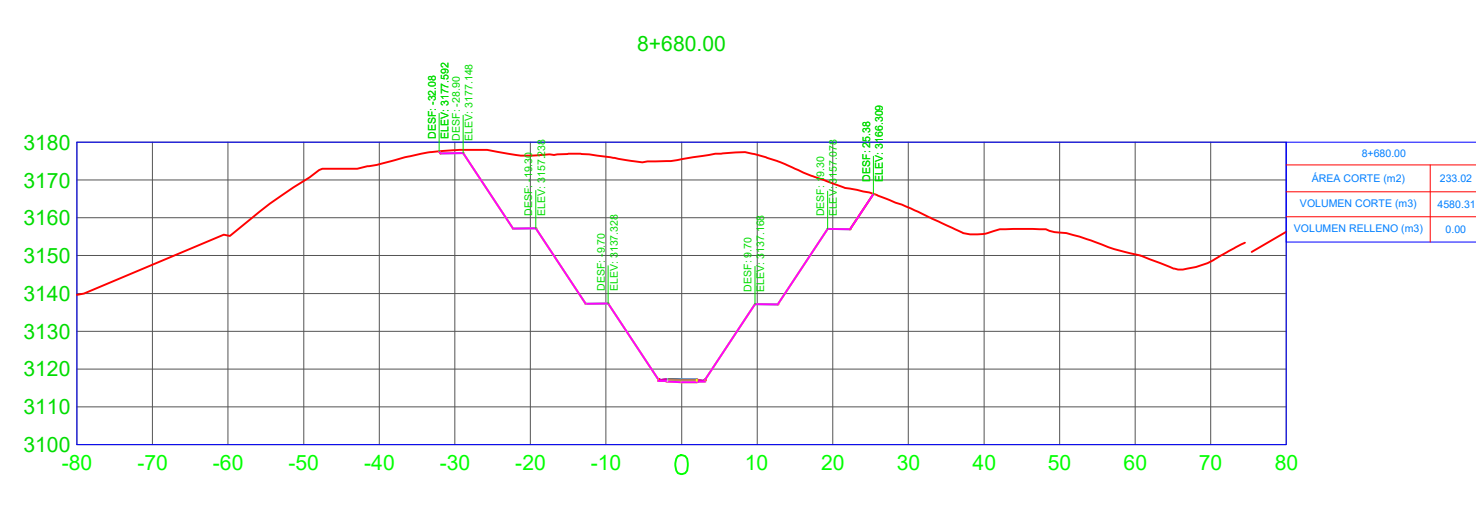
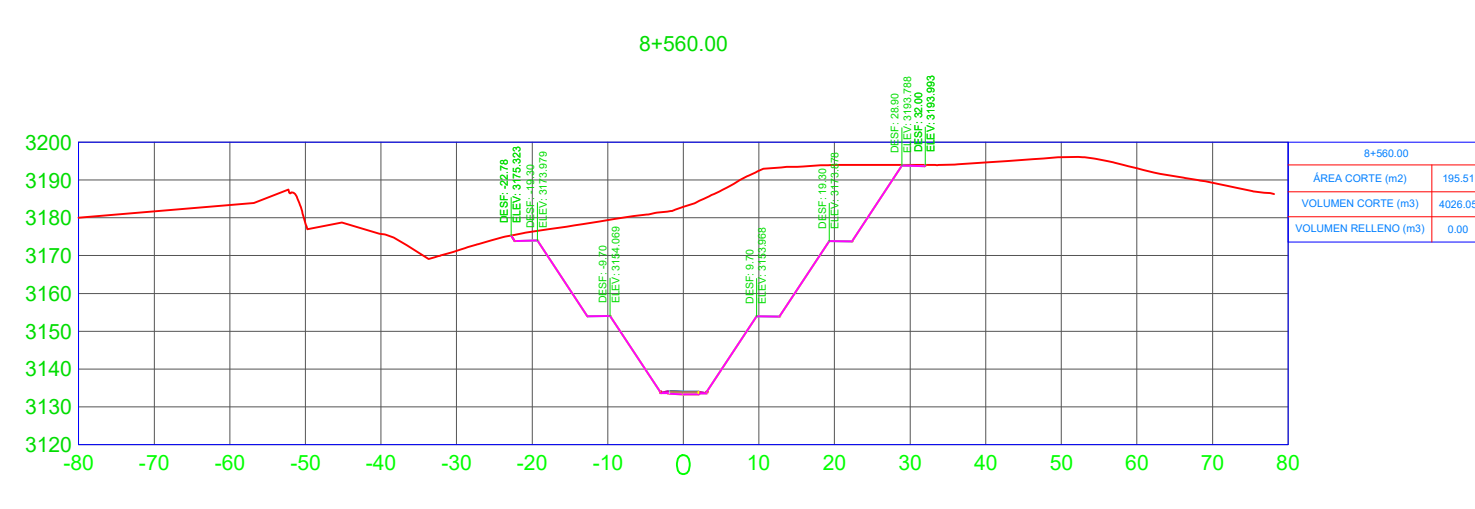
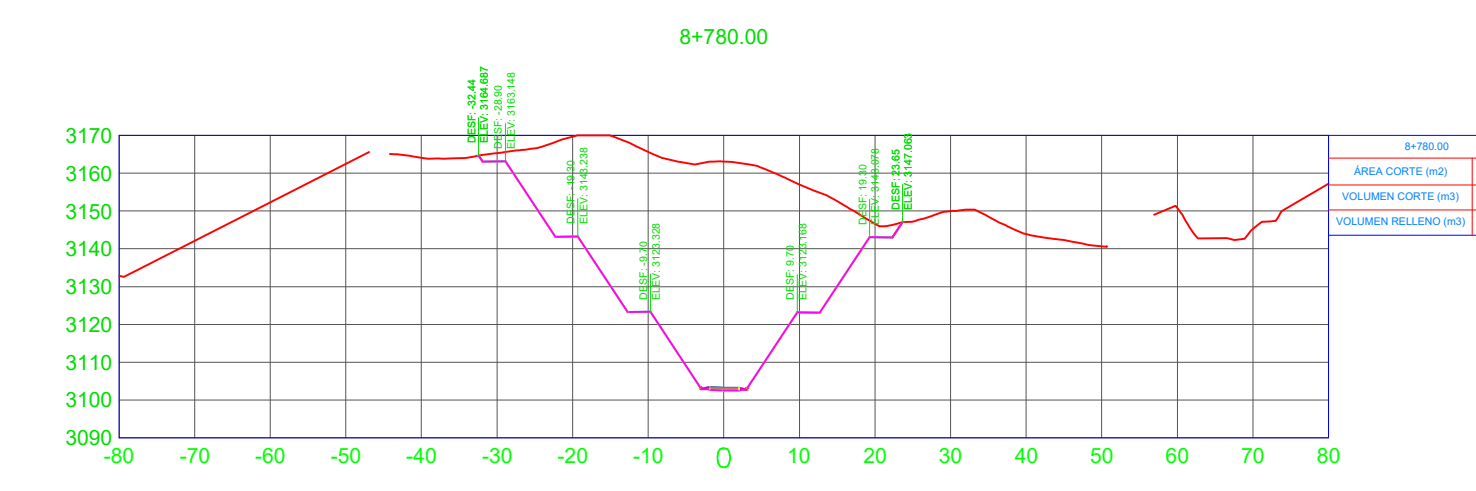
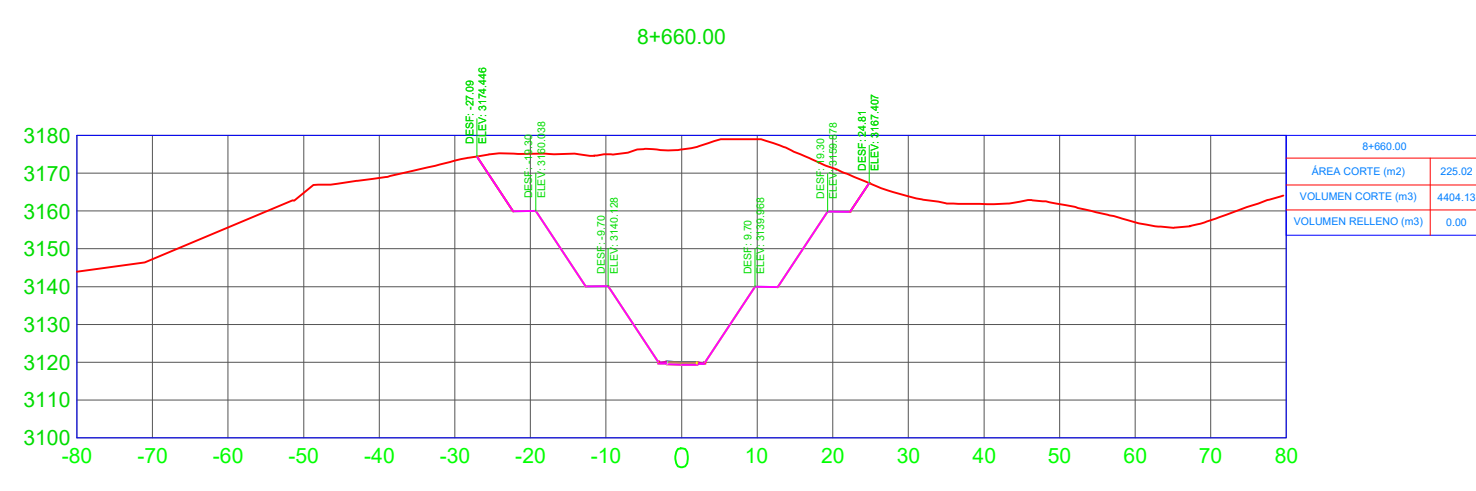
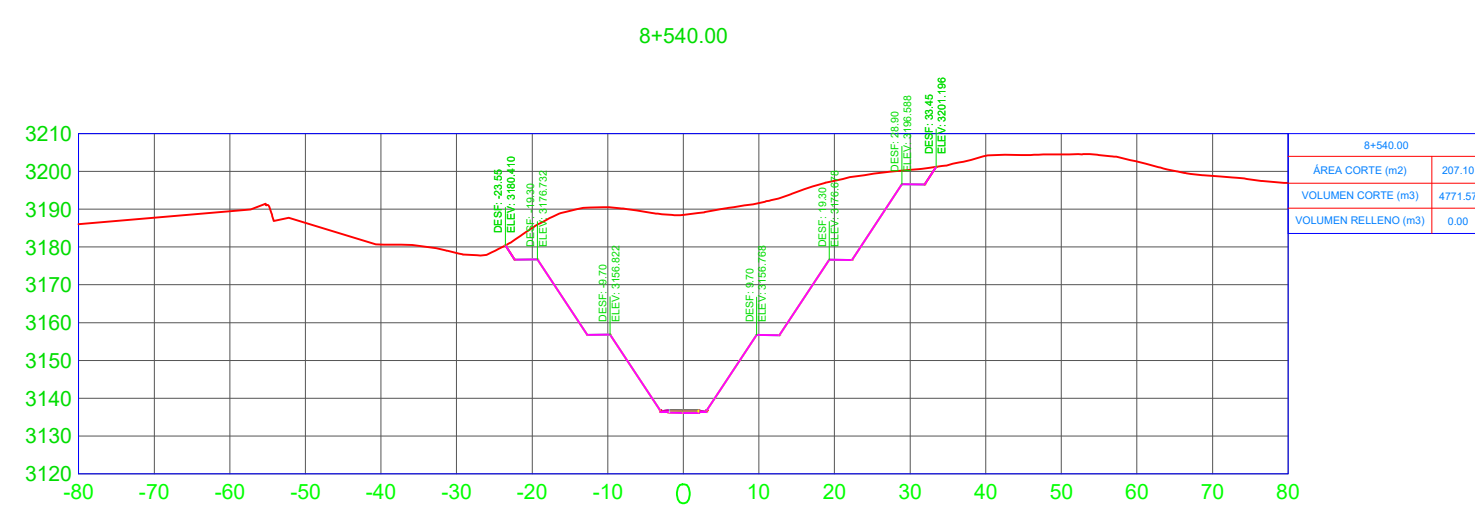
TUTOR: REALIZADO POR:

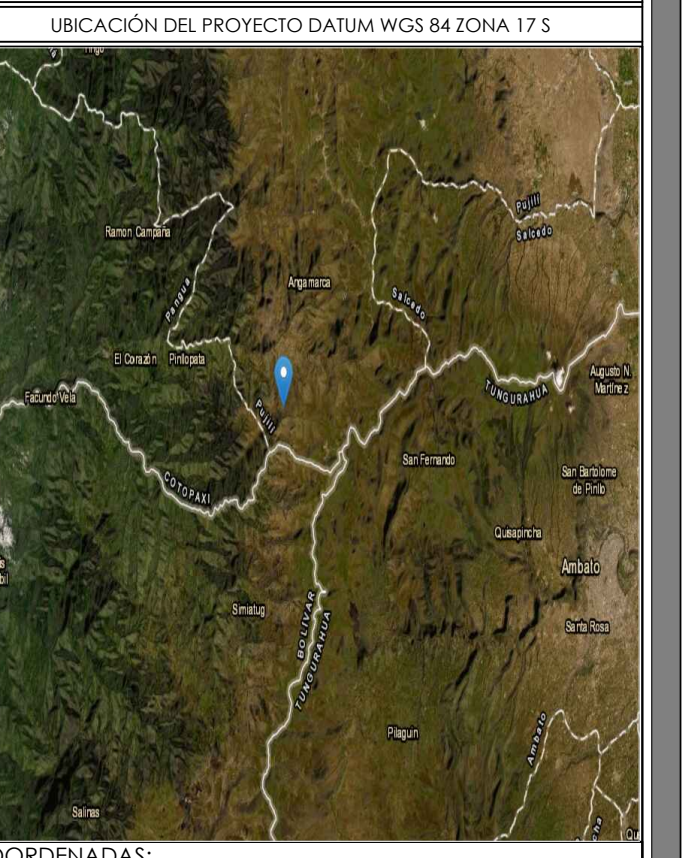
Ing. M.G. FRANCIS MOREIRA LEONARDO DAVID
MANDALAYAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 8+540.00 - KM 8+880.00

ESCALA: H=1:1000 V=1:250 FECHA: NOVIEMBRE 2020 LÁMINA: SC 3/8

SELLOS:





UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SIUPO -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

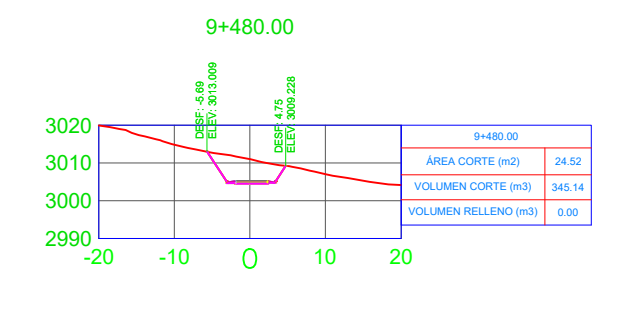
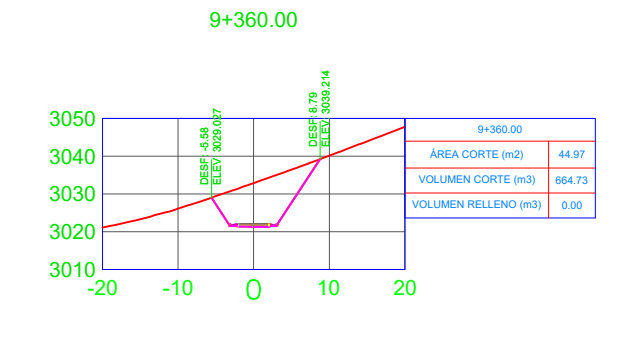
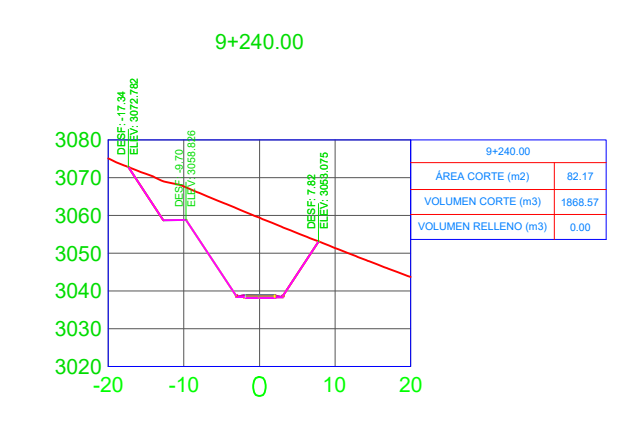
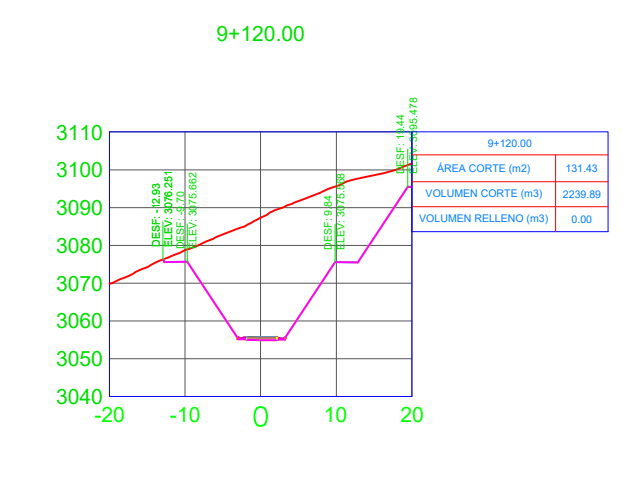
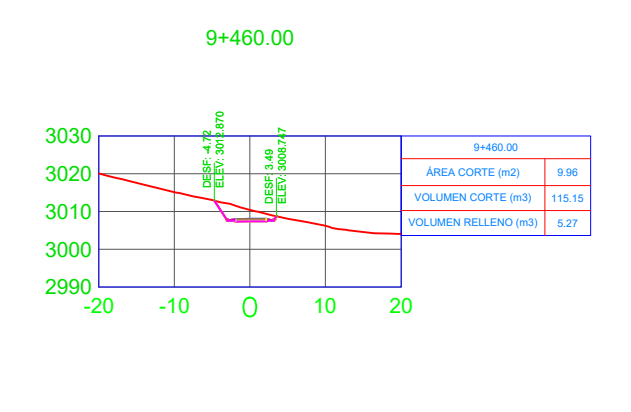
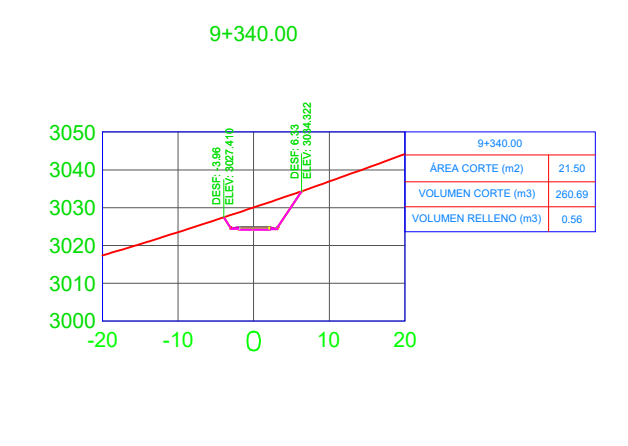
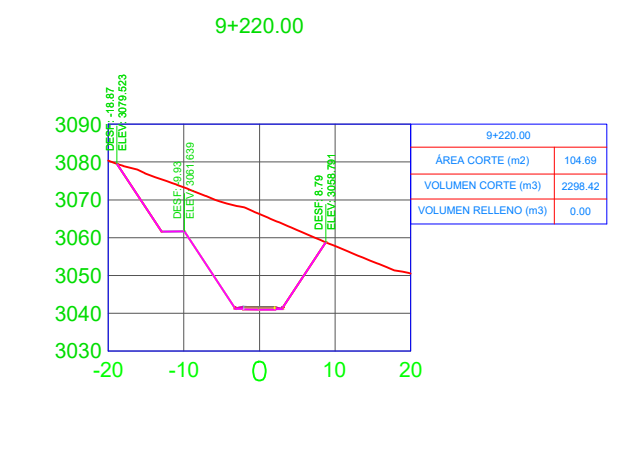
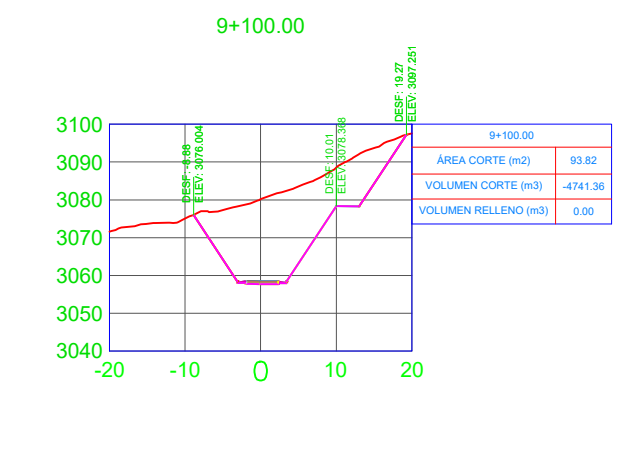
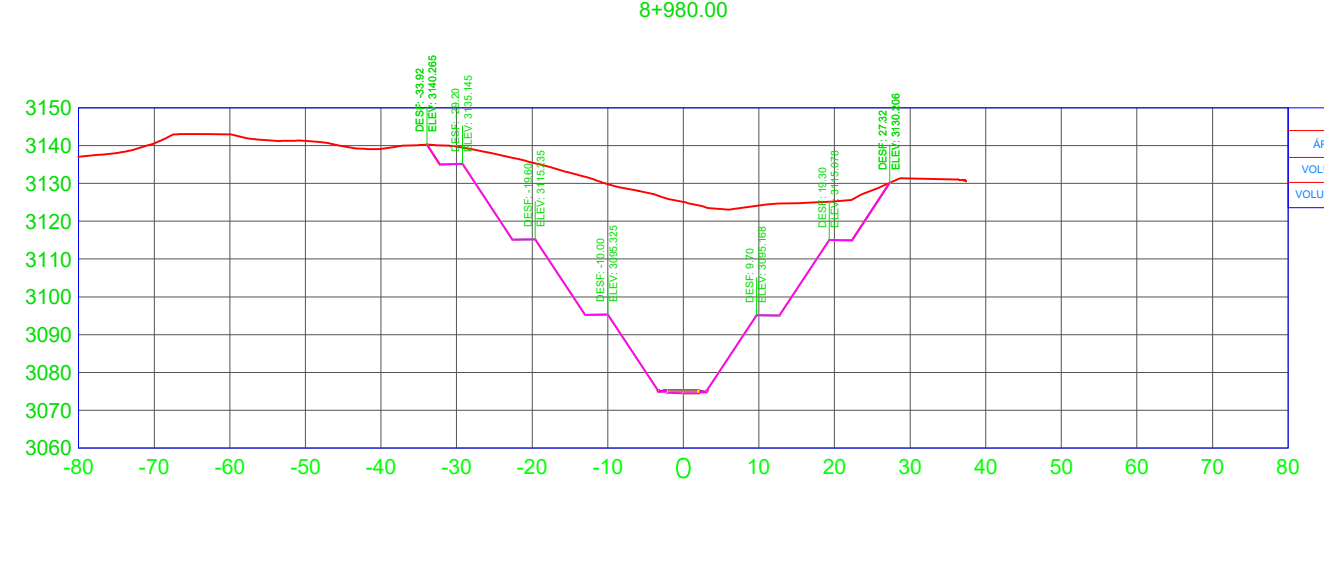
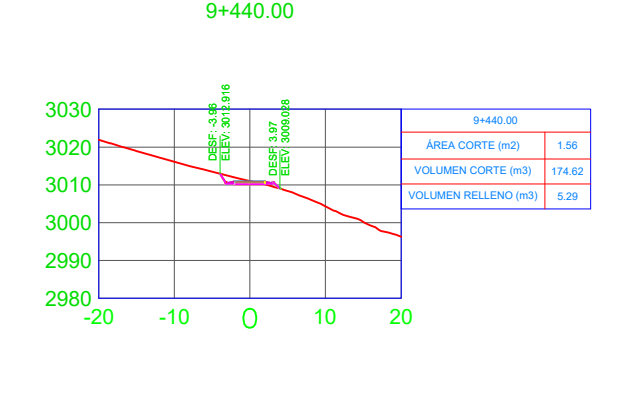
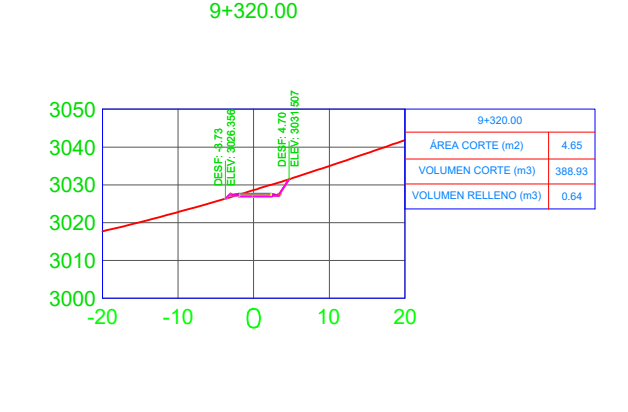
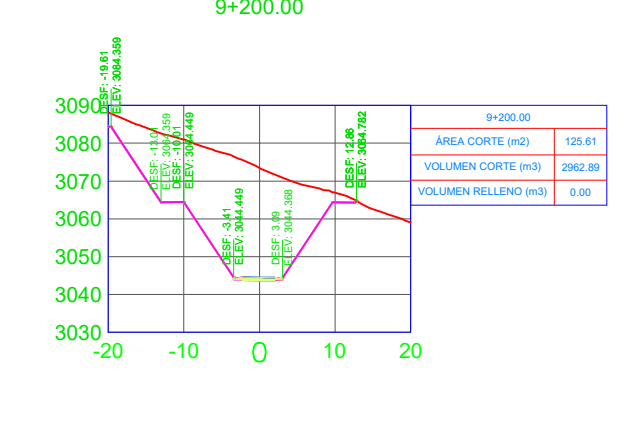
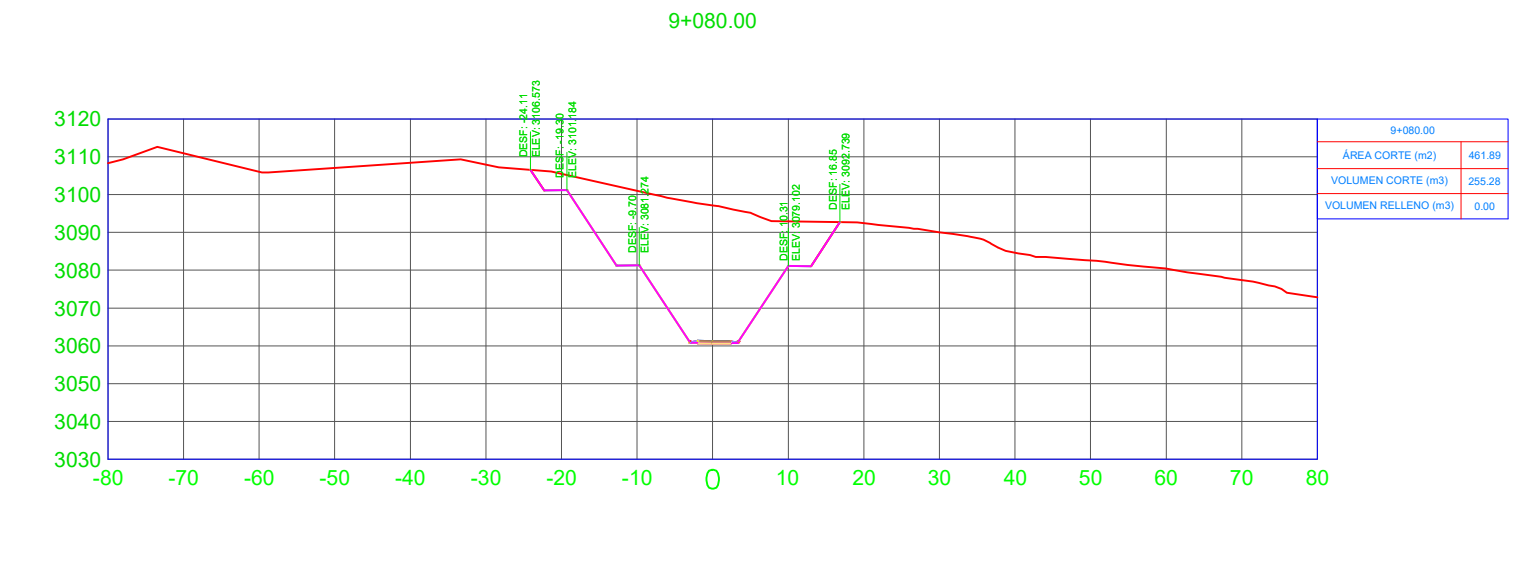
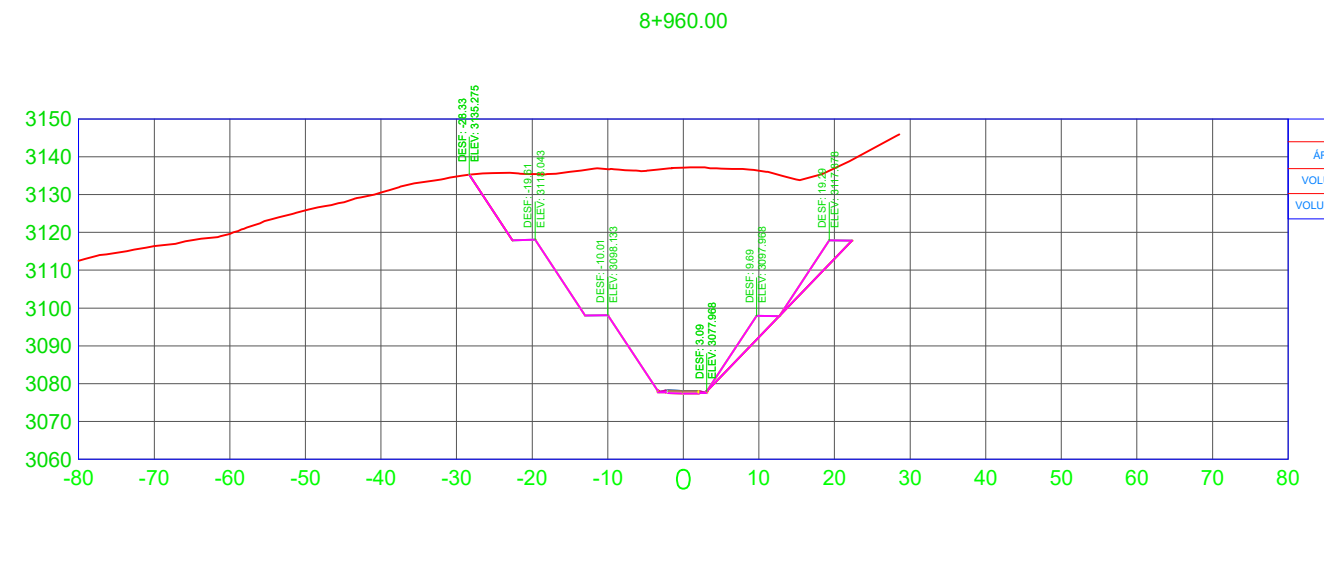
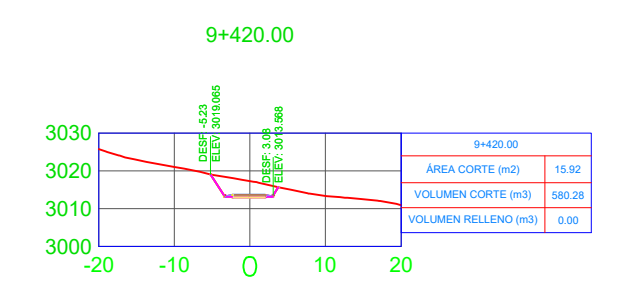
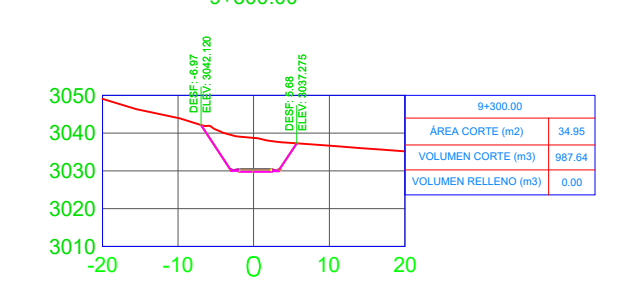
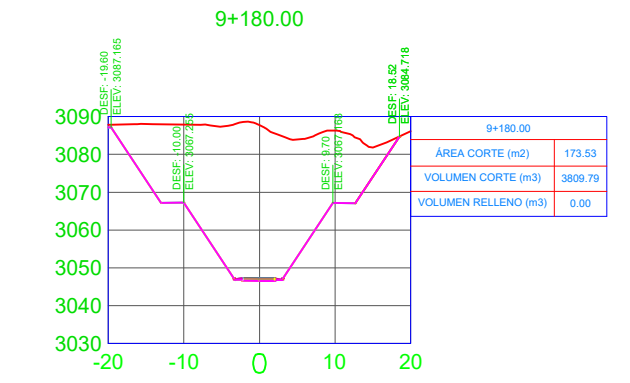
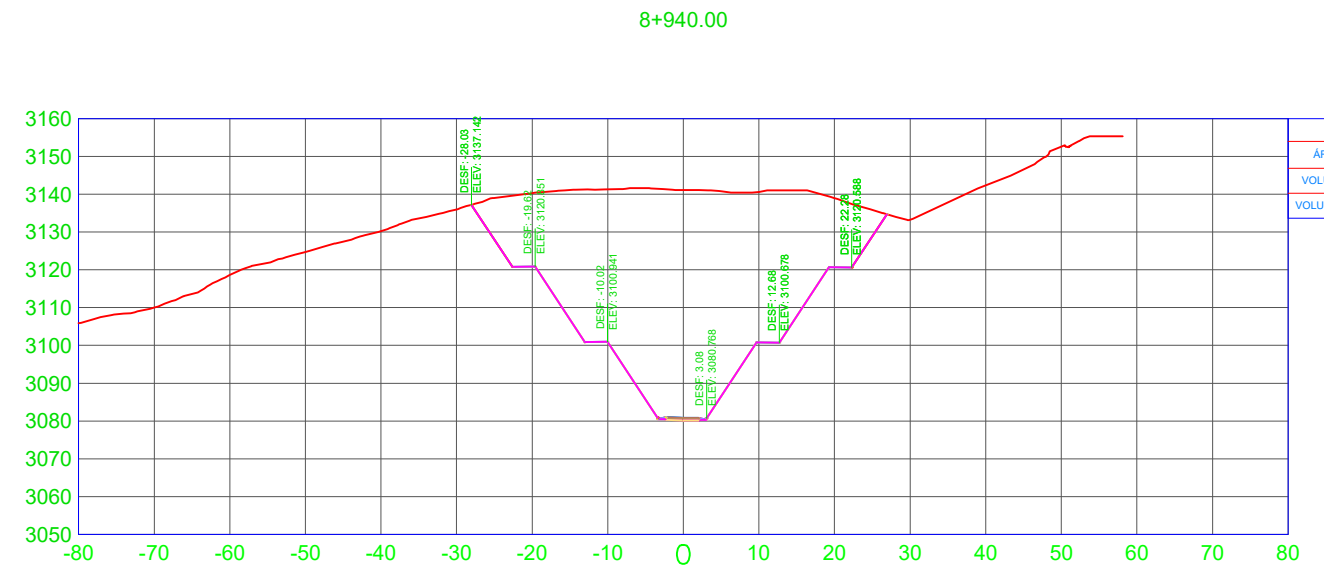
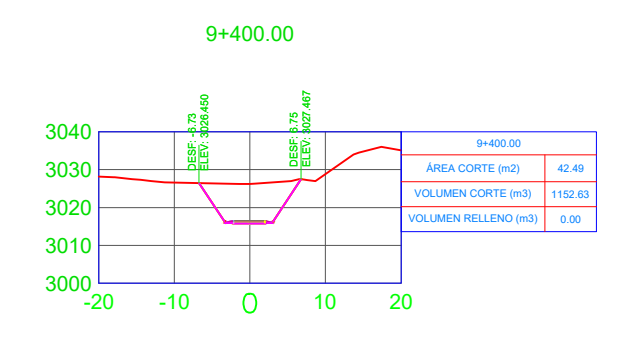
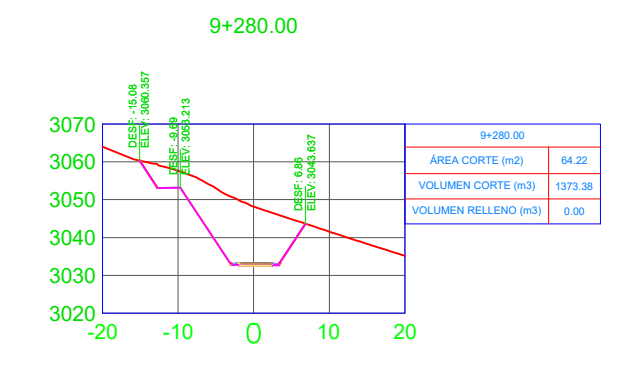
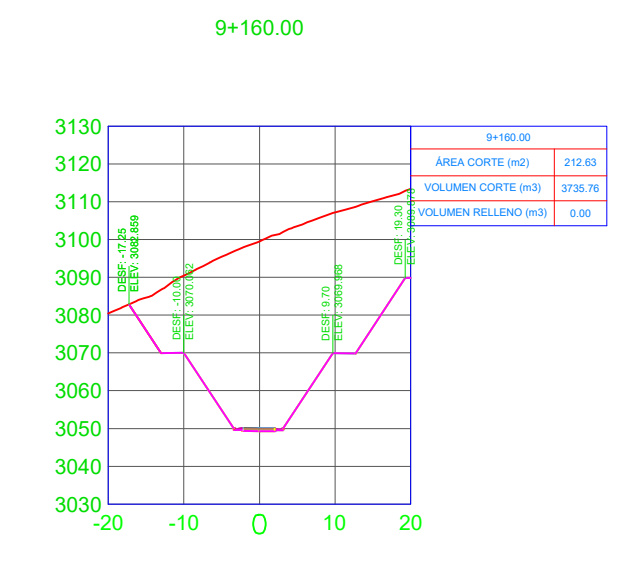
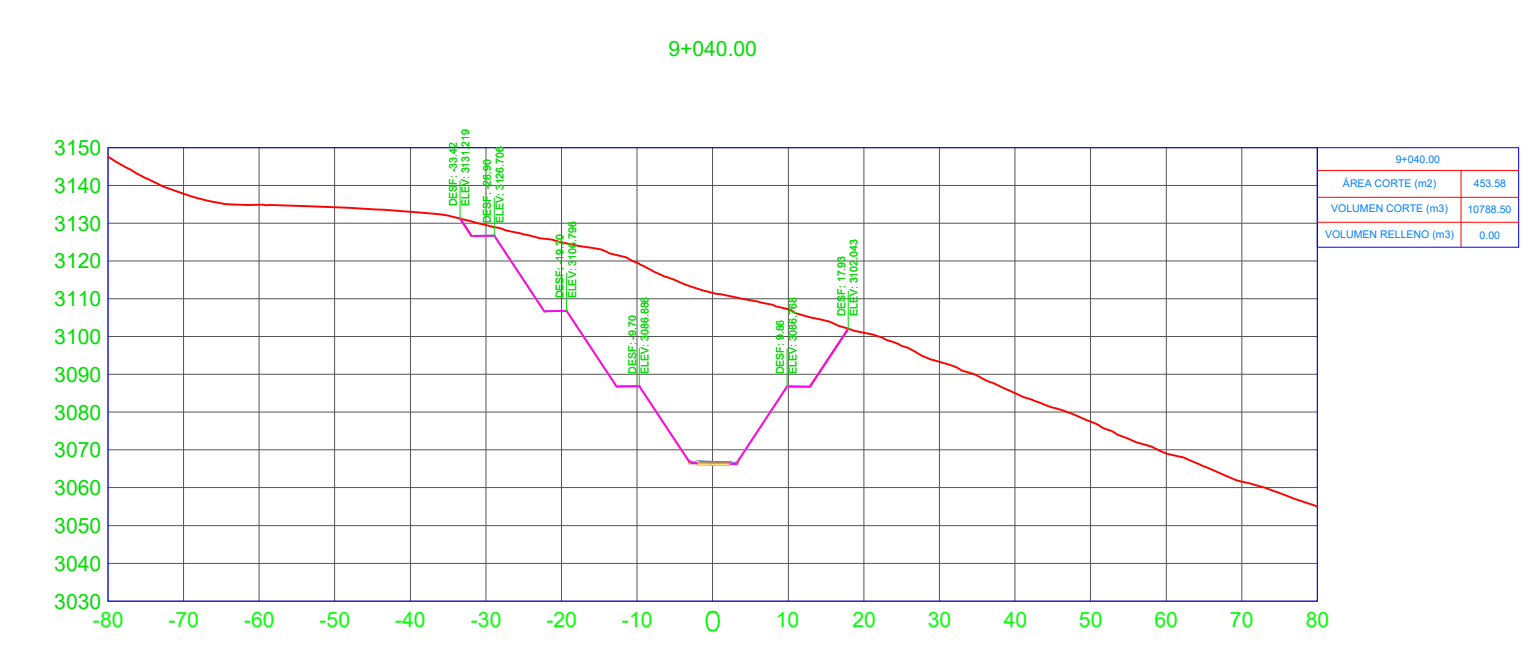
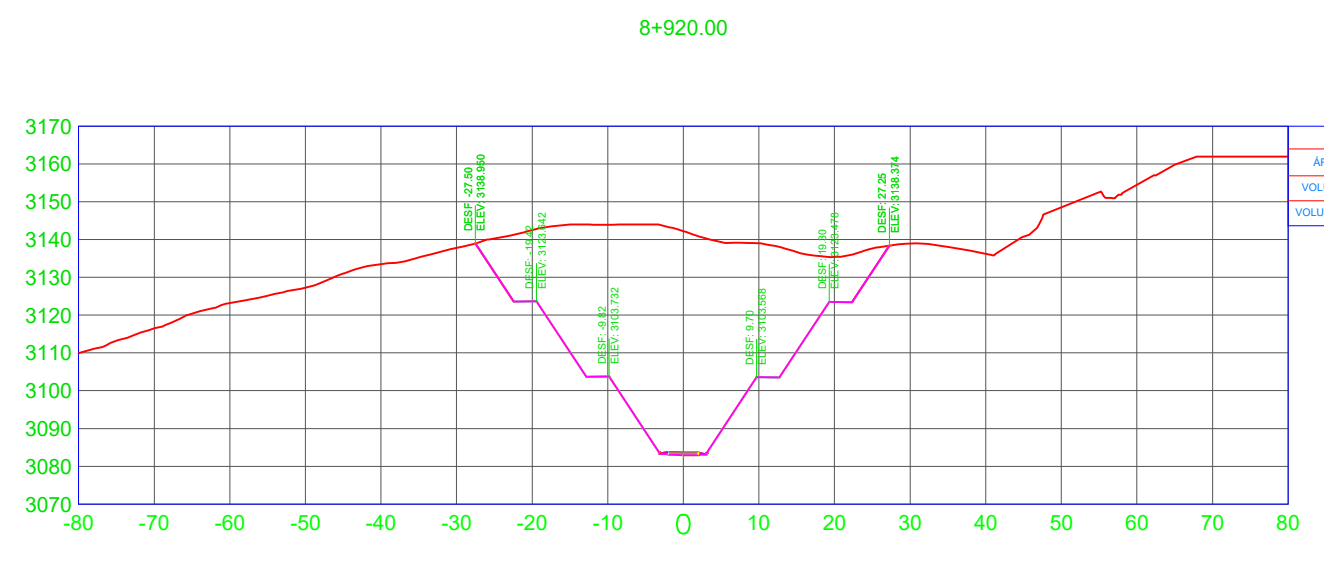
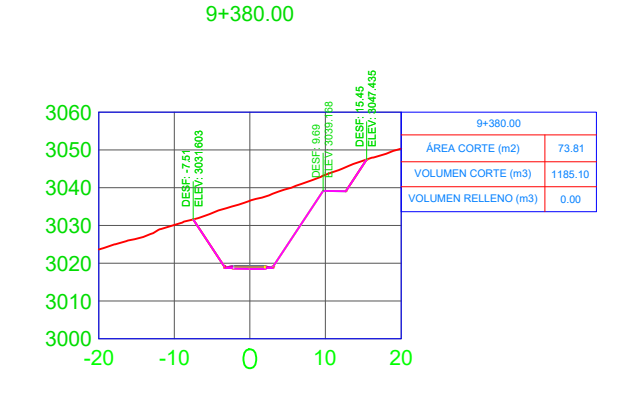
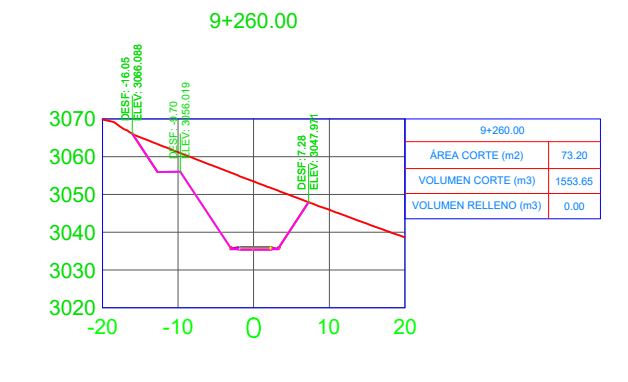
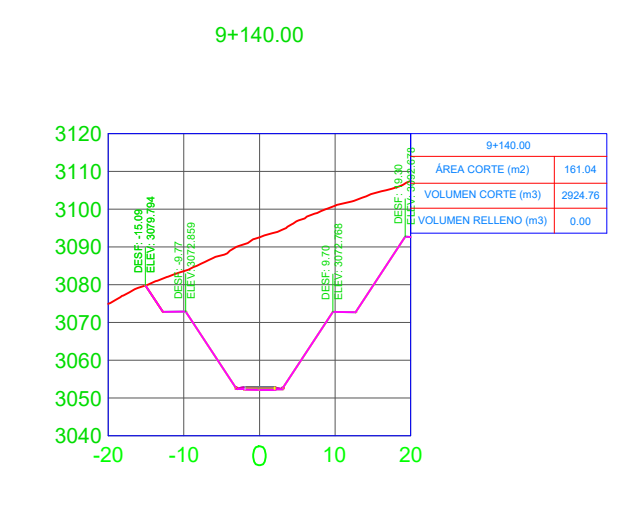
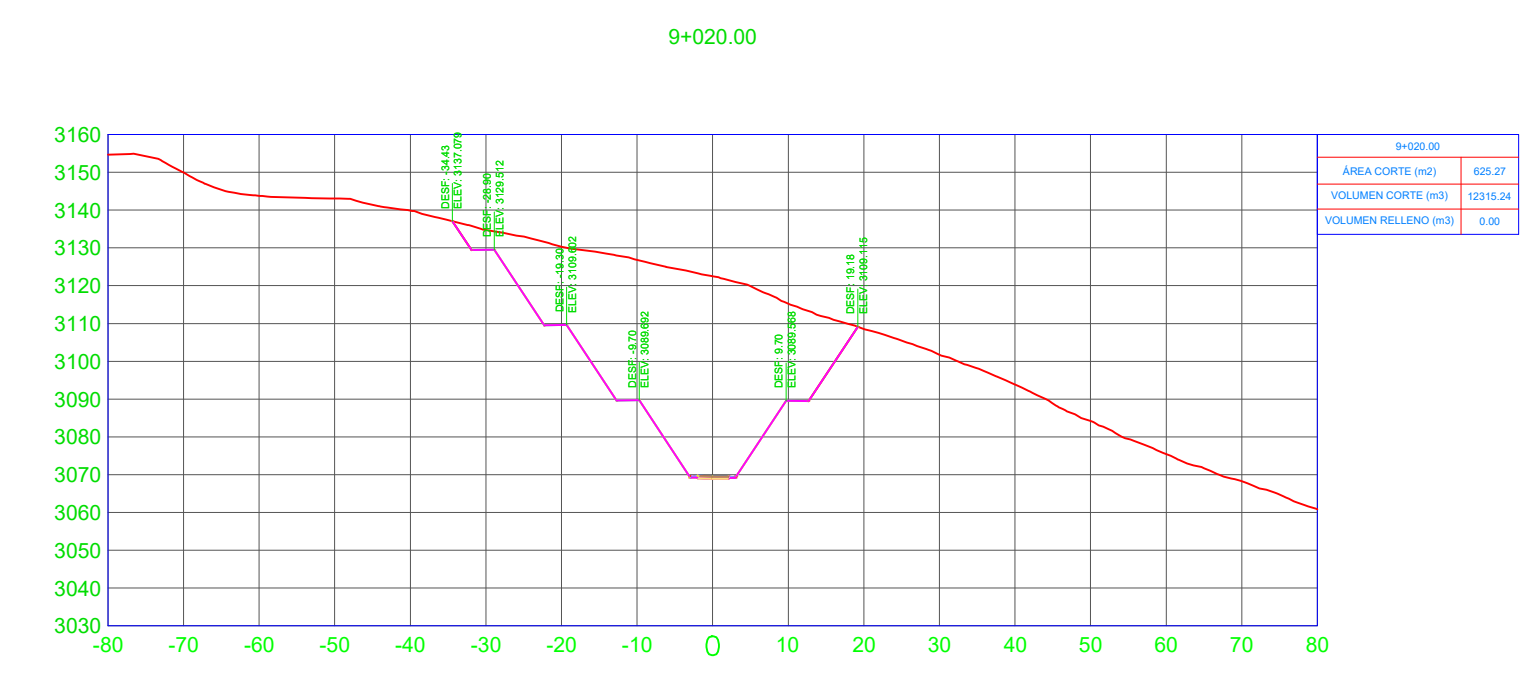
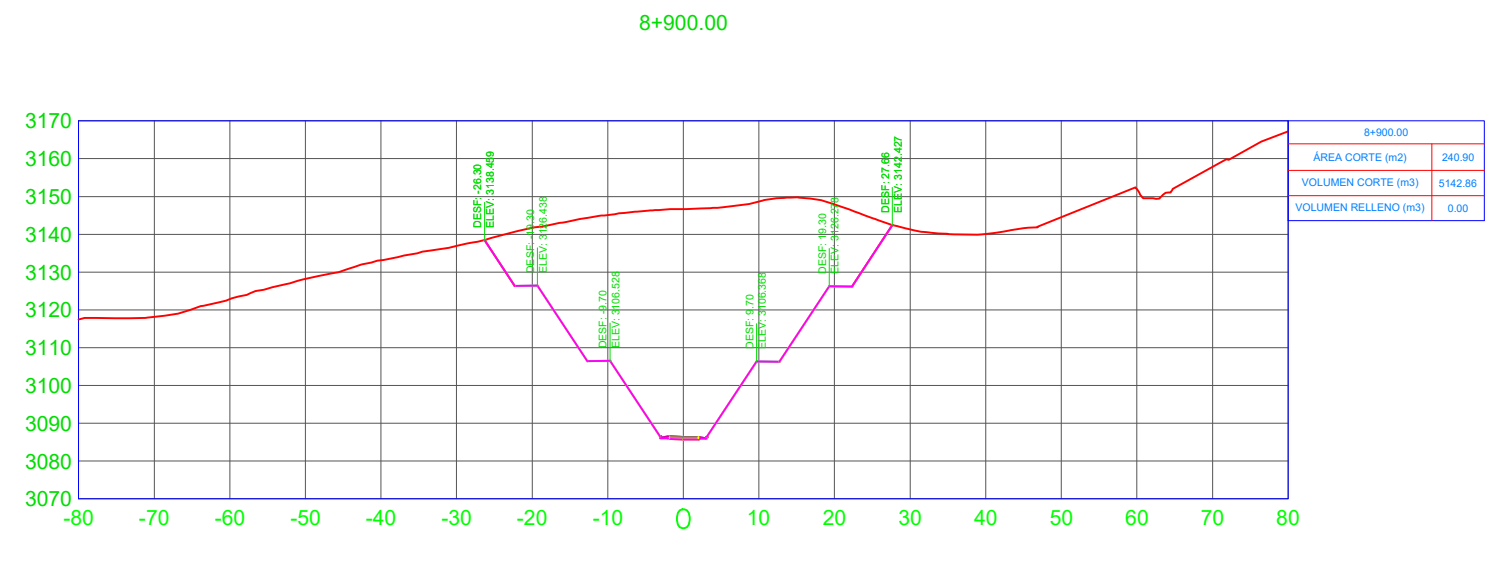
UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SIUPO

TUTOR:
REALIZADO POR:
ING. M.G. FRANCISCA MOREIRA LEONARDO DAVID
MANDOSALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 8+900.00 - KM 9+480.00

ESCALA: H=1:1000 V=1:250
FECHA: NOVIEMBRE 2020
LÁMINA: SC 4/8

SELLOS:





COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILOPO -
PINILOPATA - EN EL TRAMO KM 9+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN:
PROVINCIA DE COTACACHI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOPO

TÍTULO:
REALIZADO POR:
ING. M.G. FRANCIS MORERA LEONARDO DAVID
MANGUAVAS PAREDES
EGRESADO

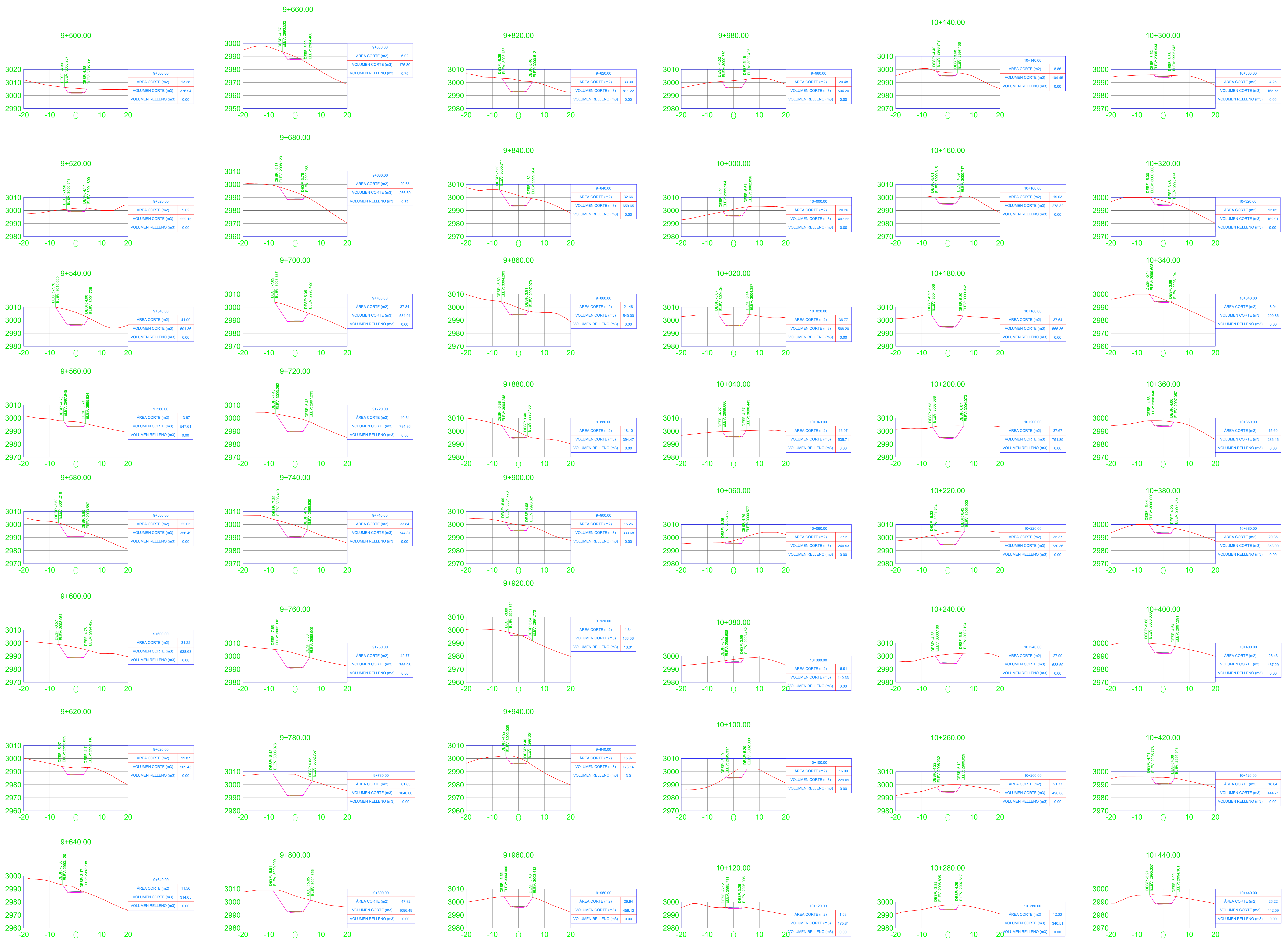
CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 9+500.00 - KM 10+440.00

ESCALA:
HH: 1:1000
VV: 1:250

FECHA:
NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:
SC 5/8

SELLOS:





COORDENADAS:
 NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
 WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA SILIPO -
 PIMLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
 PROVINCIA DE COTACACHI.

UBICACIÓN:
 PROVINCIA DE COTACACHI
 CANTÓN PANGUA
 SECTOR SILIPO

TÍTULO:
 REALIZADO POR:
 ING. M.G. FRANCIS MOREIRA LEONARDO DAVID
 MANDOLINAS PAREDES
 EGRESADO

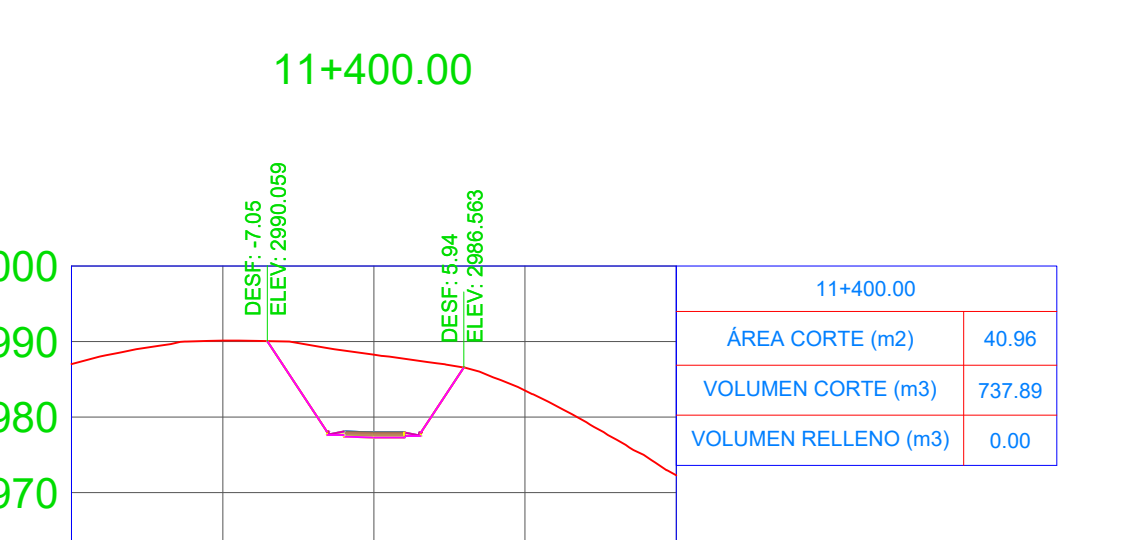
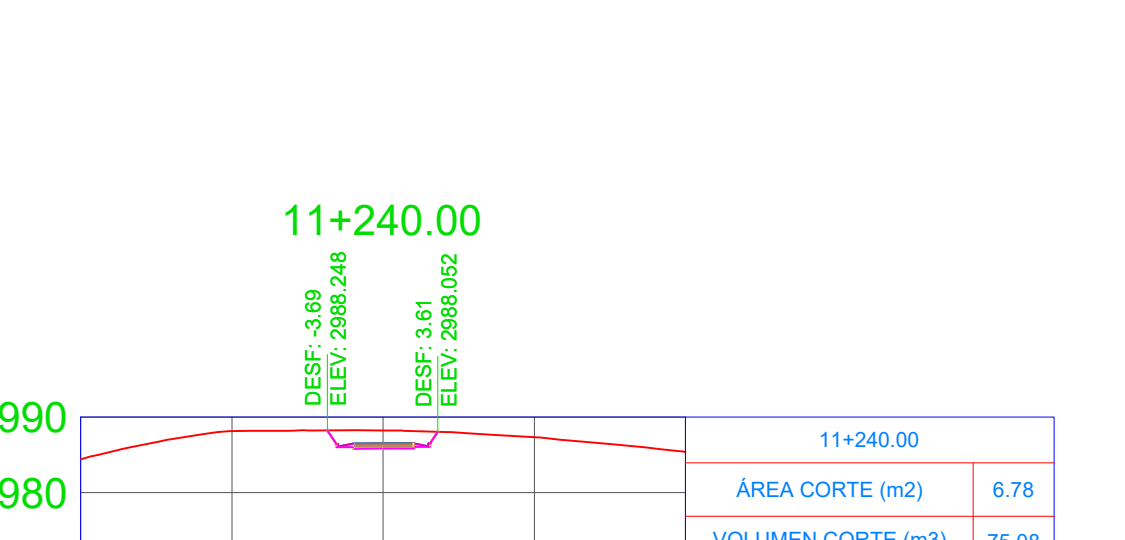
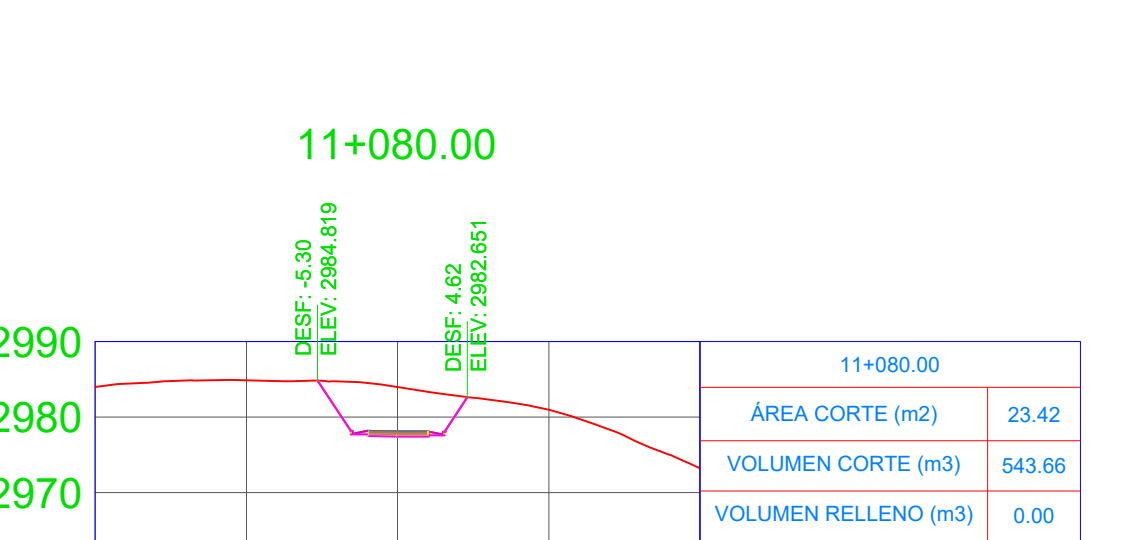
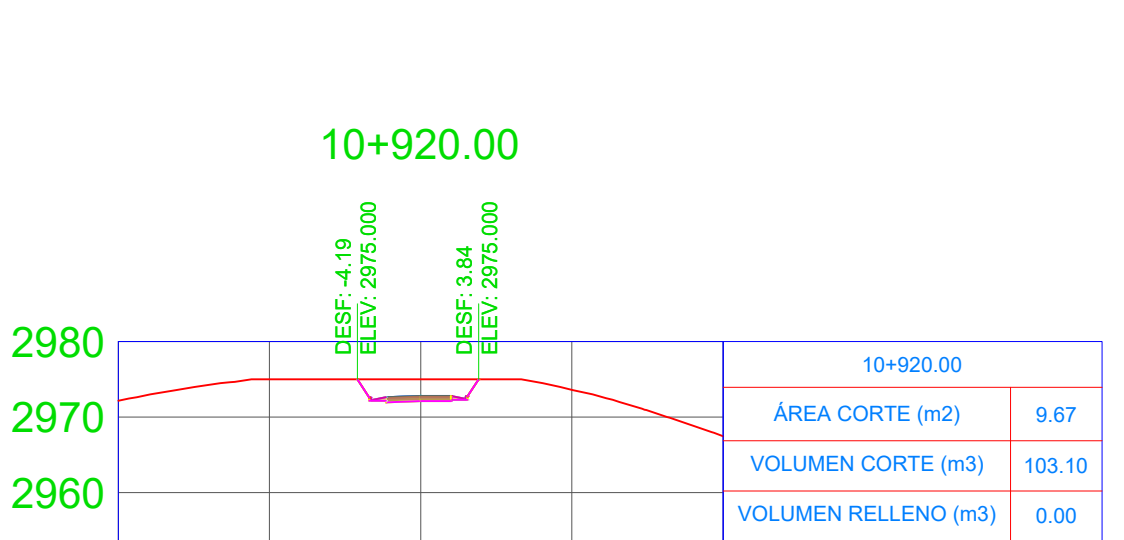
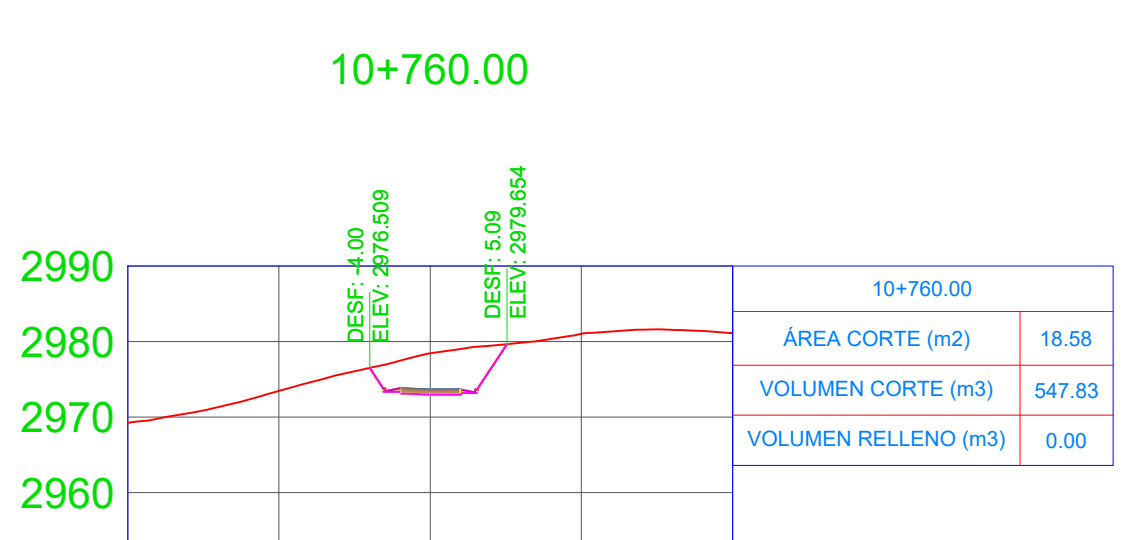
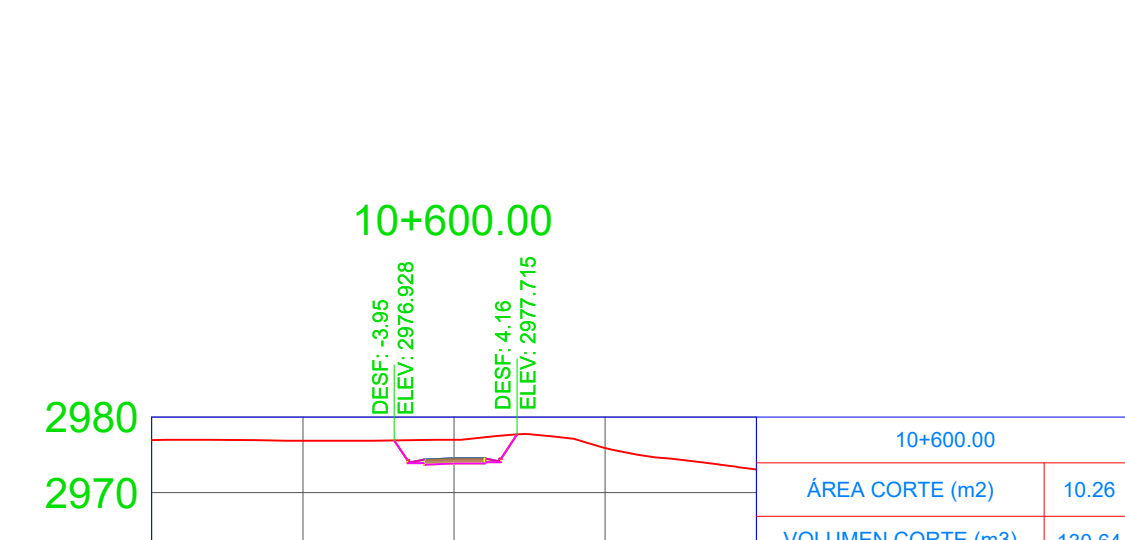
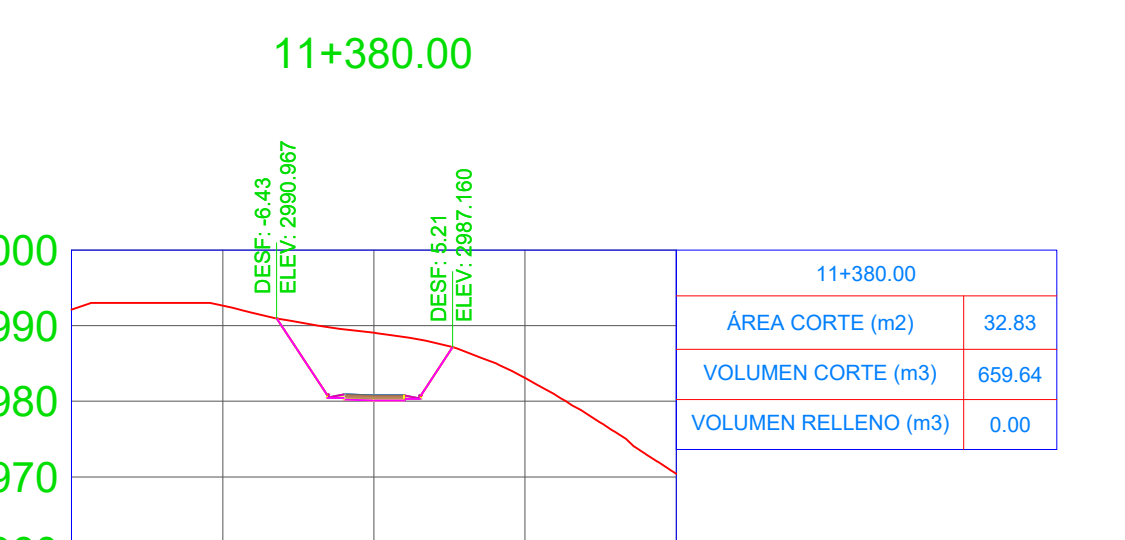
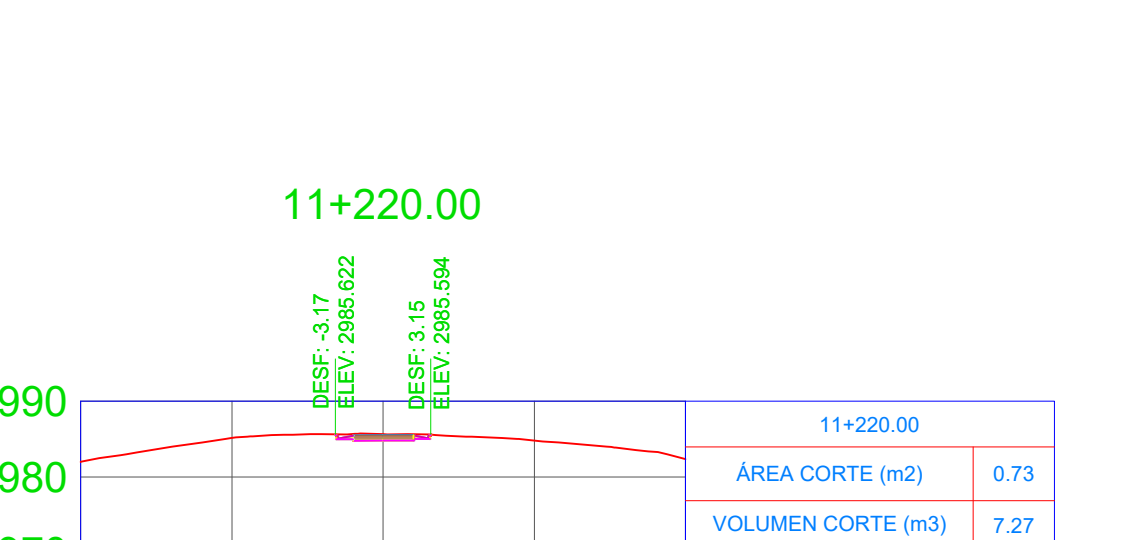
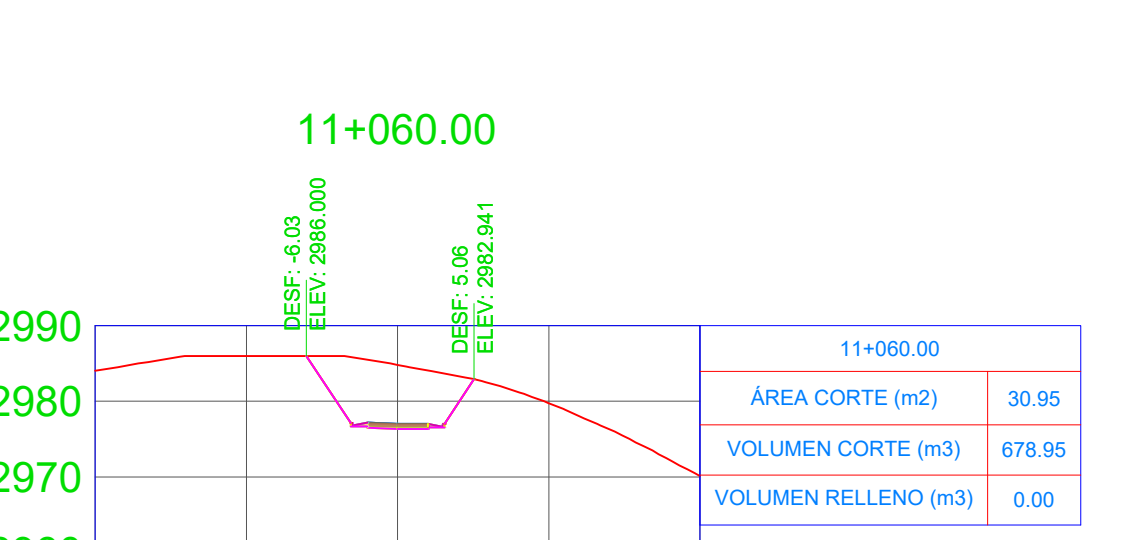
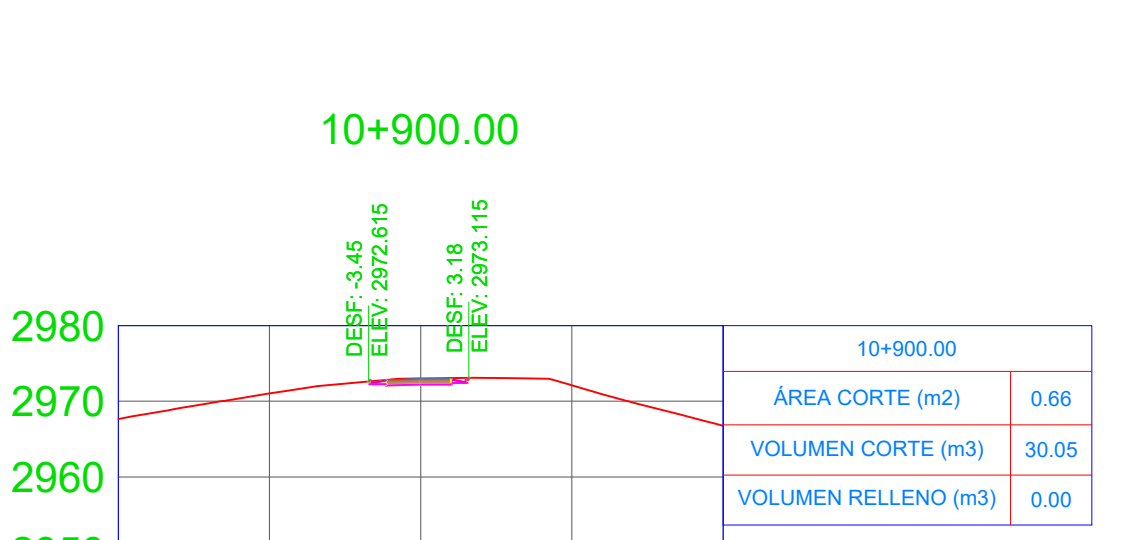
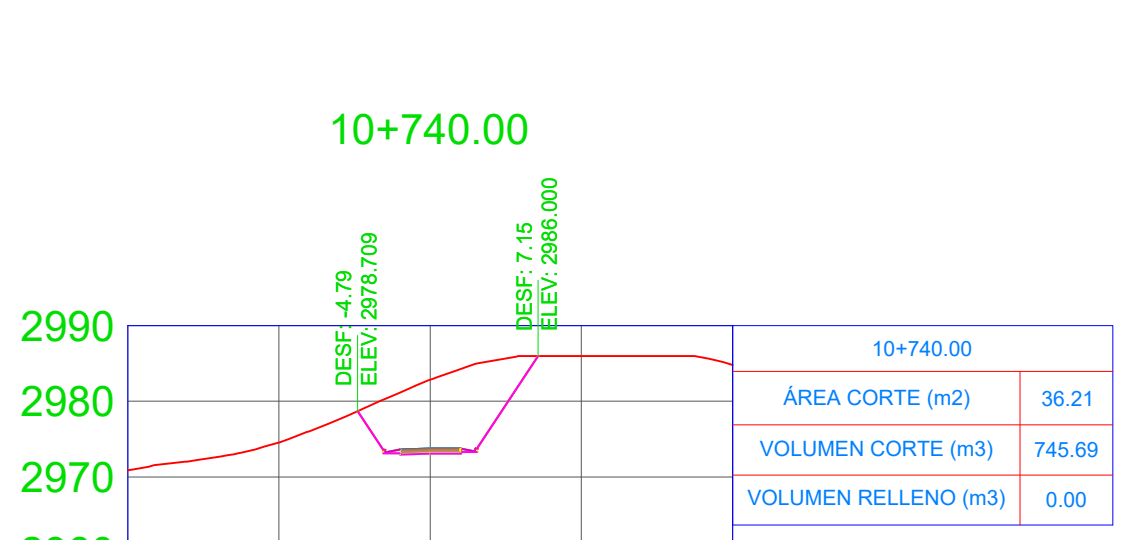
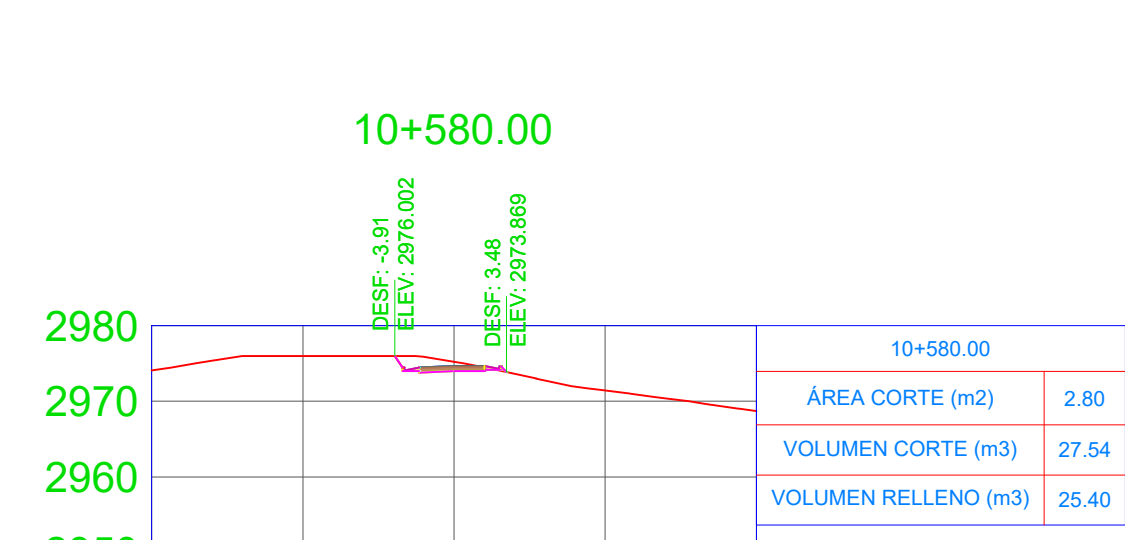
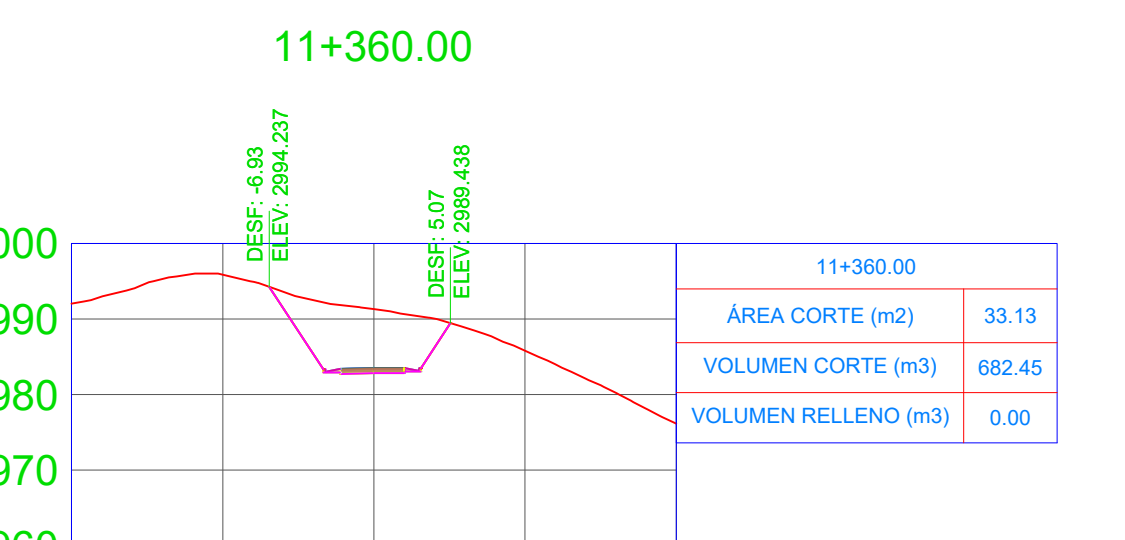
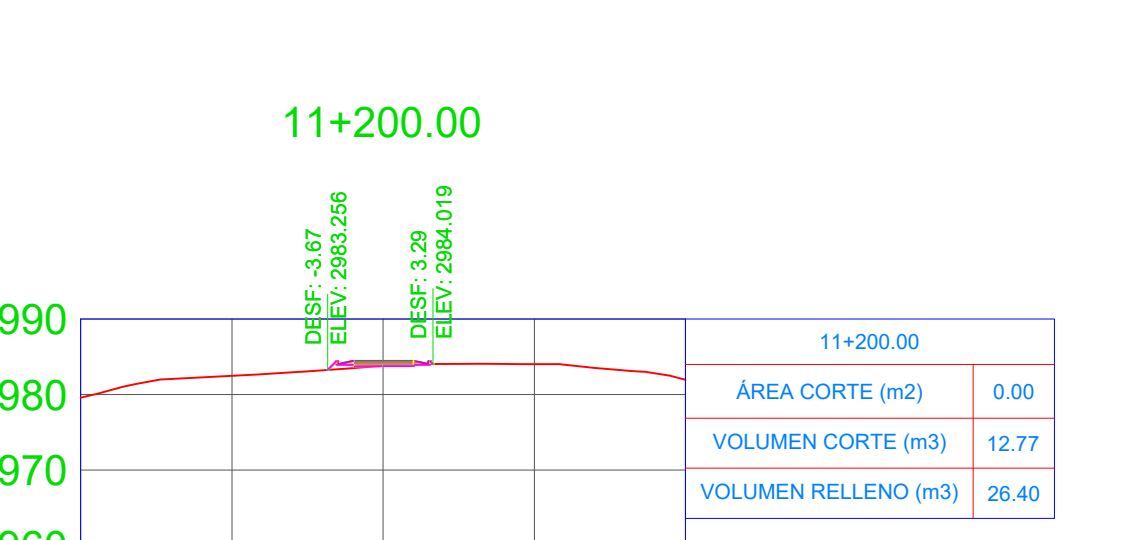
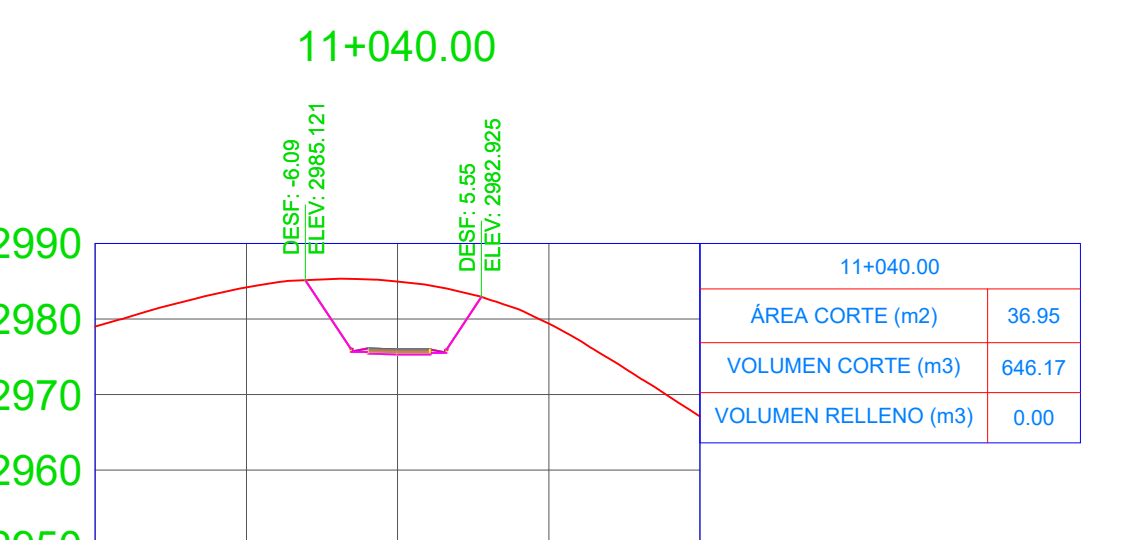
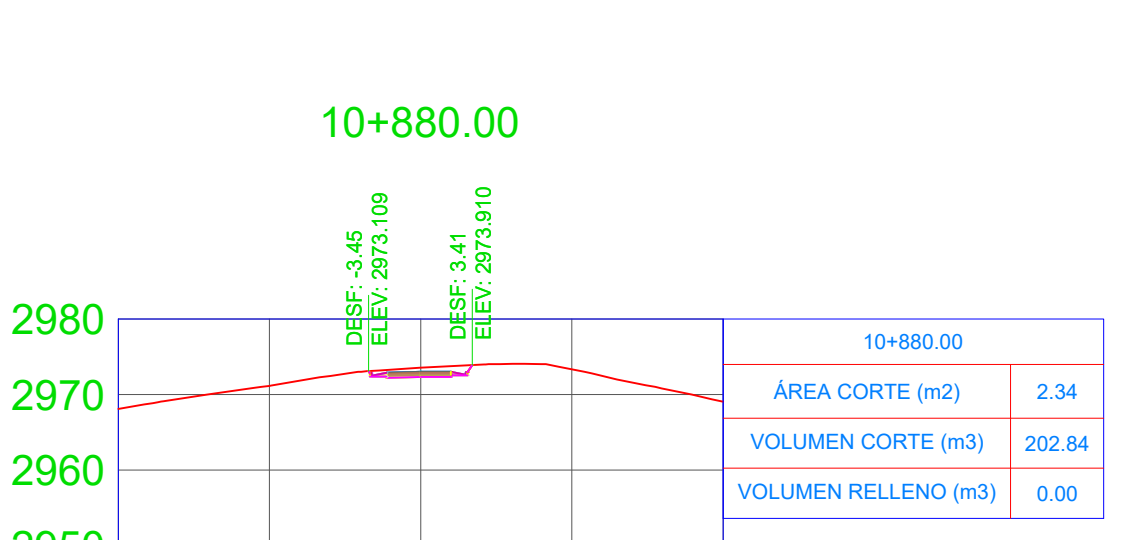
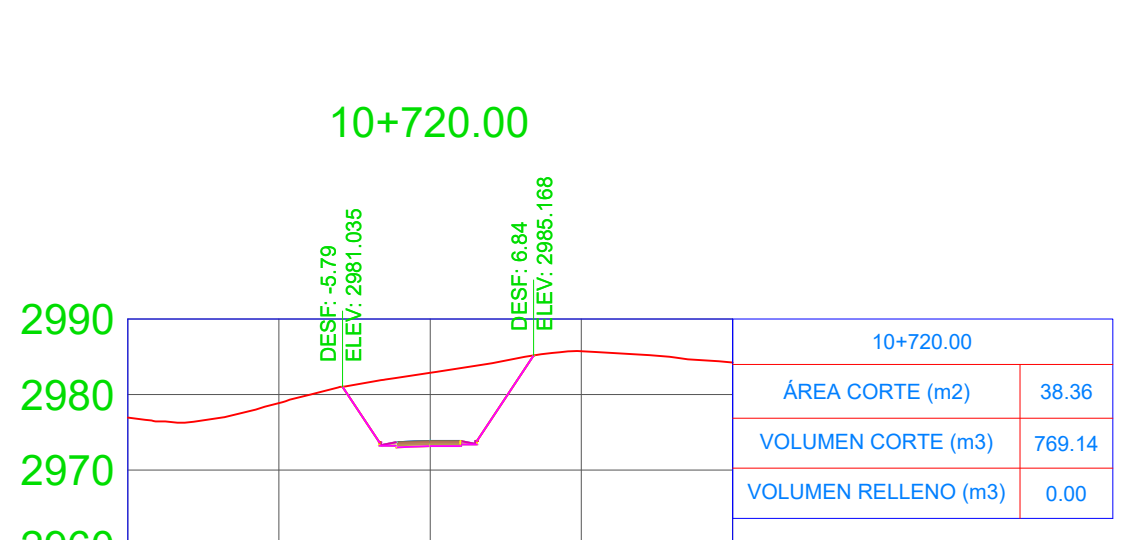
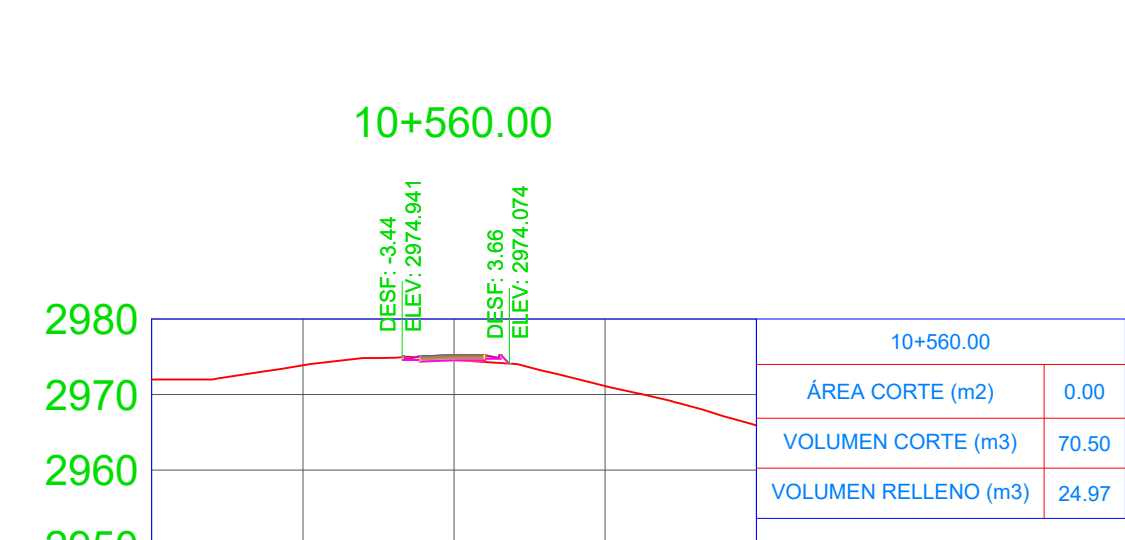
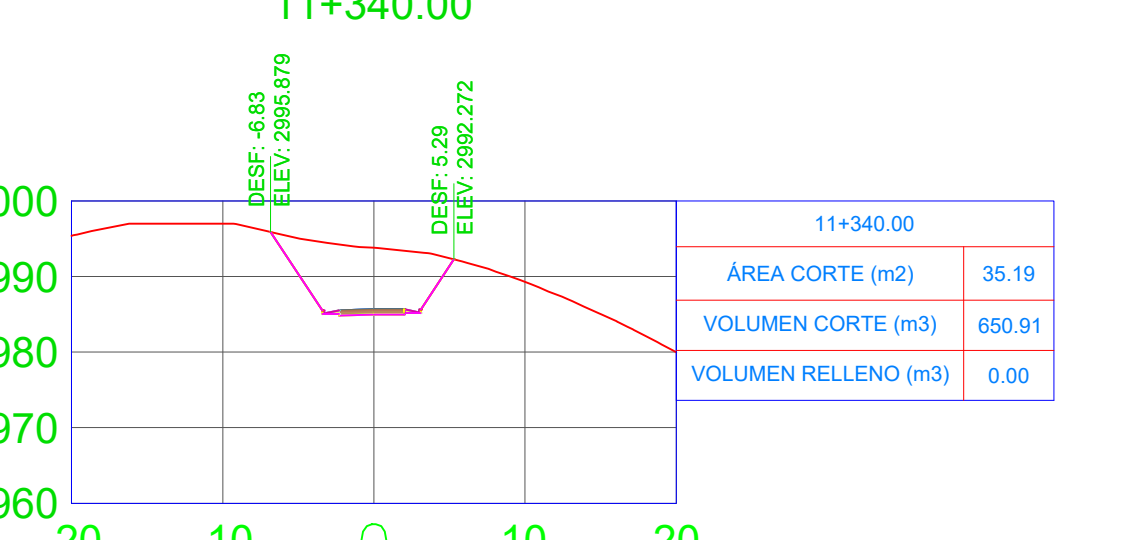
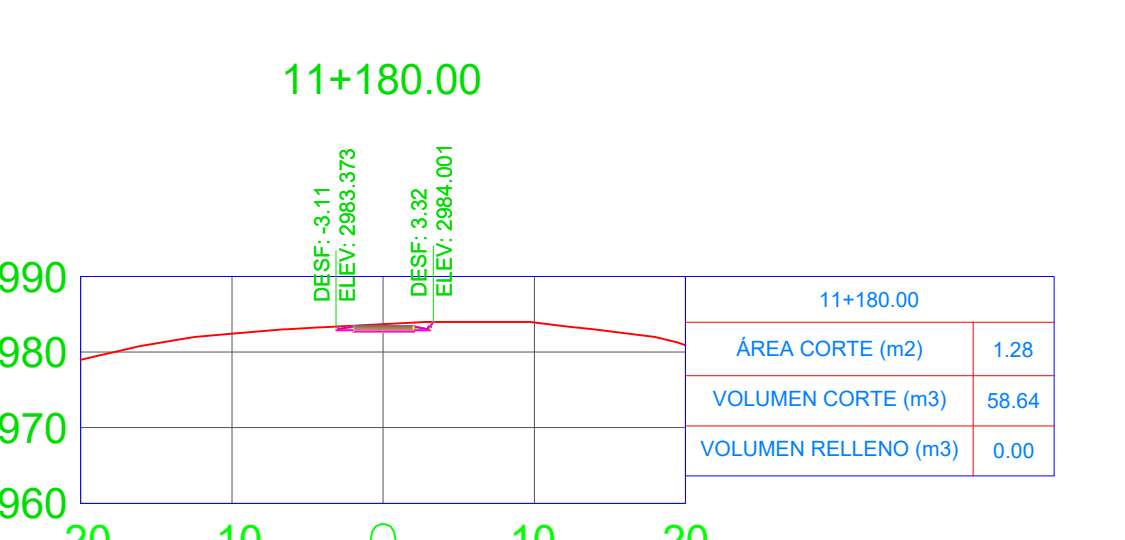
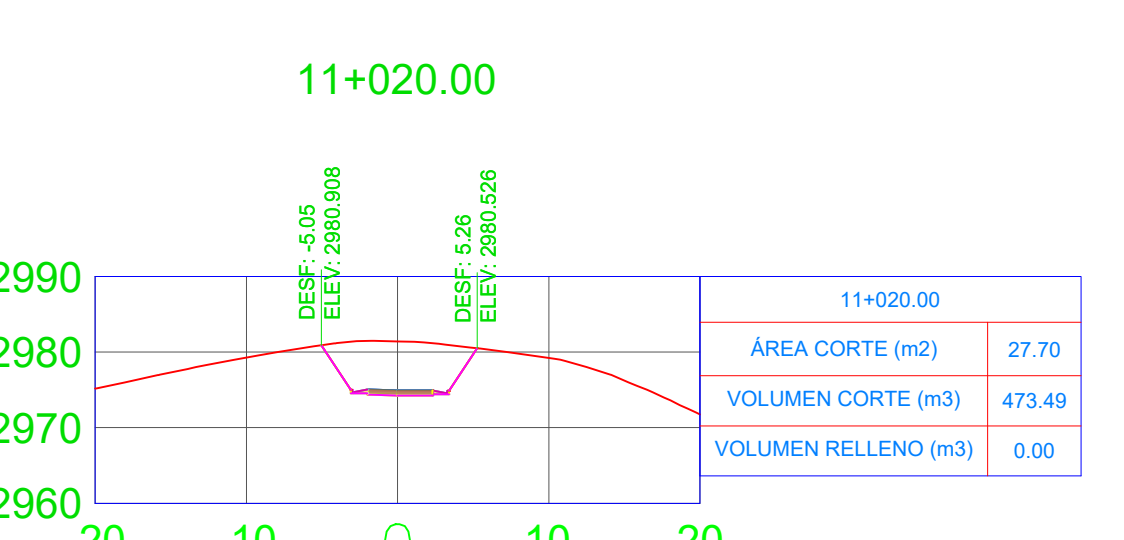
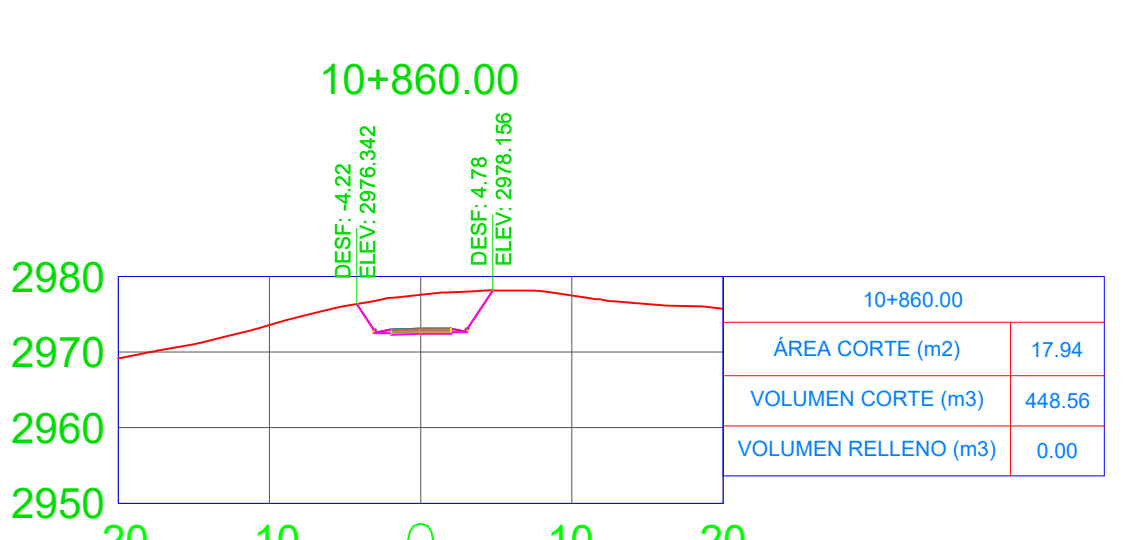
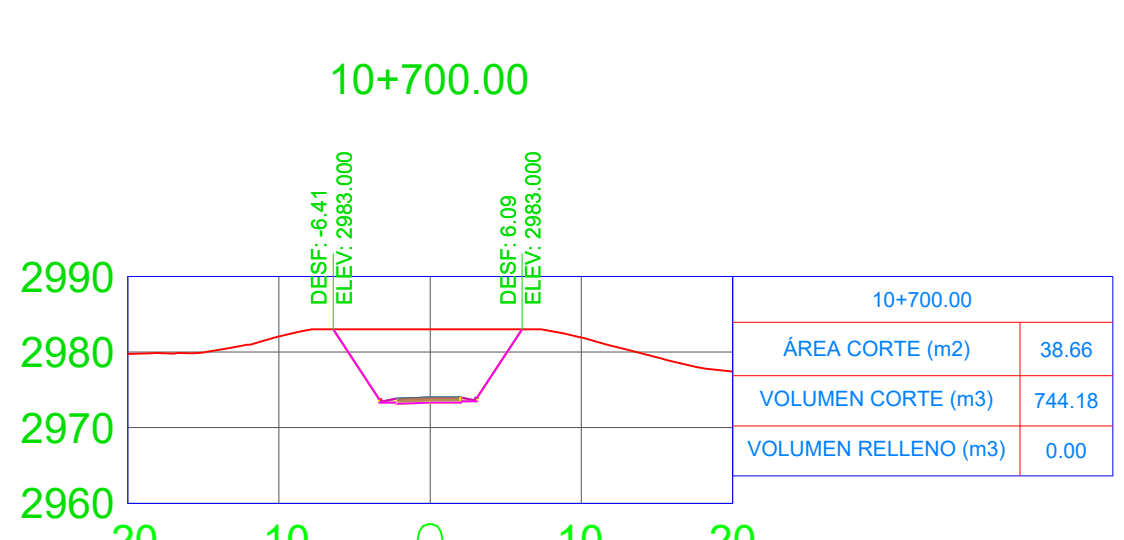
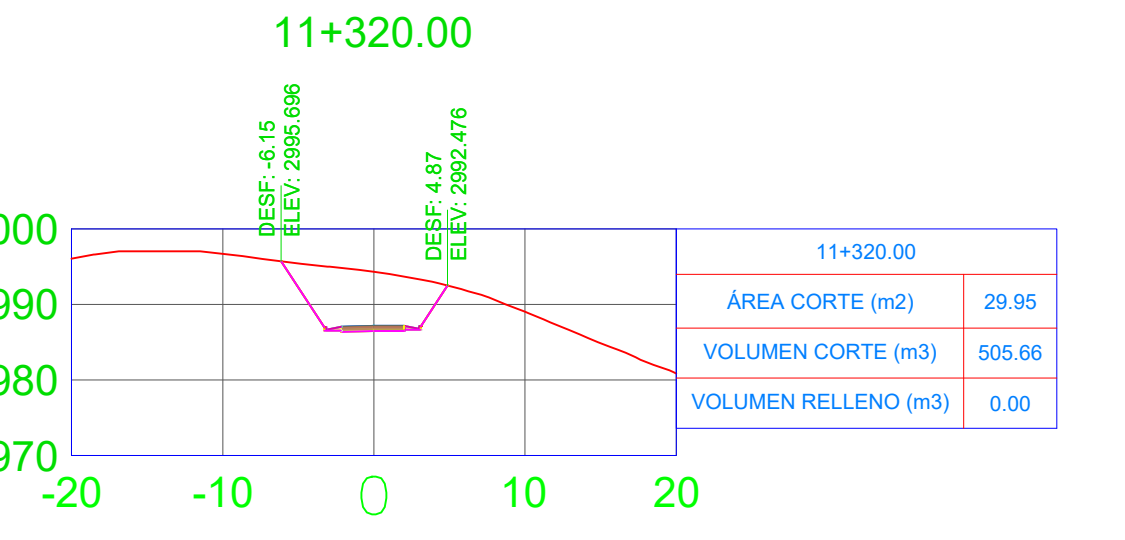
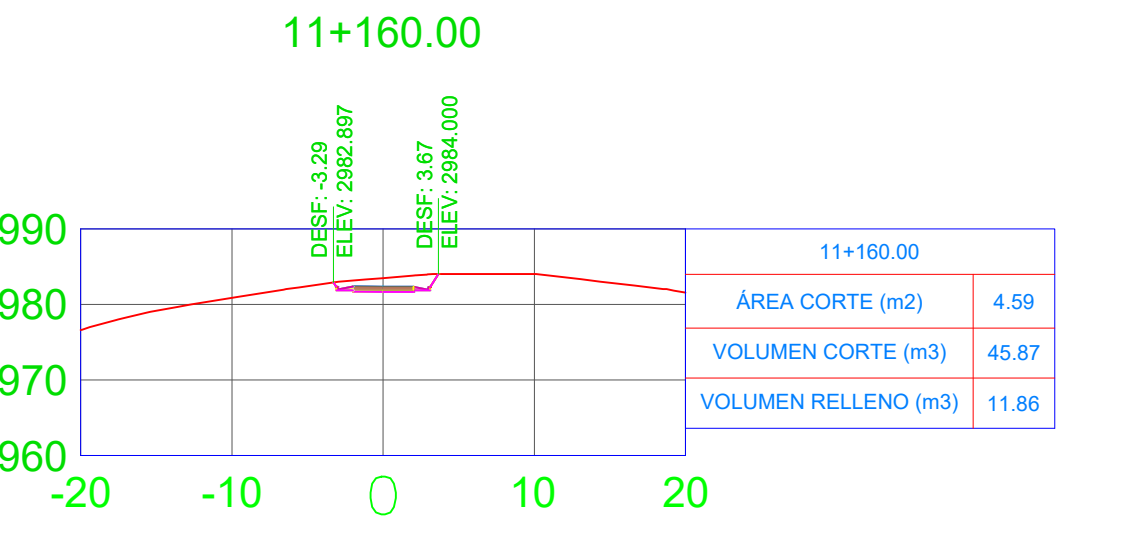
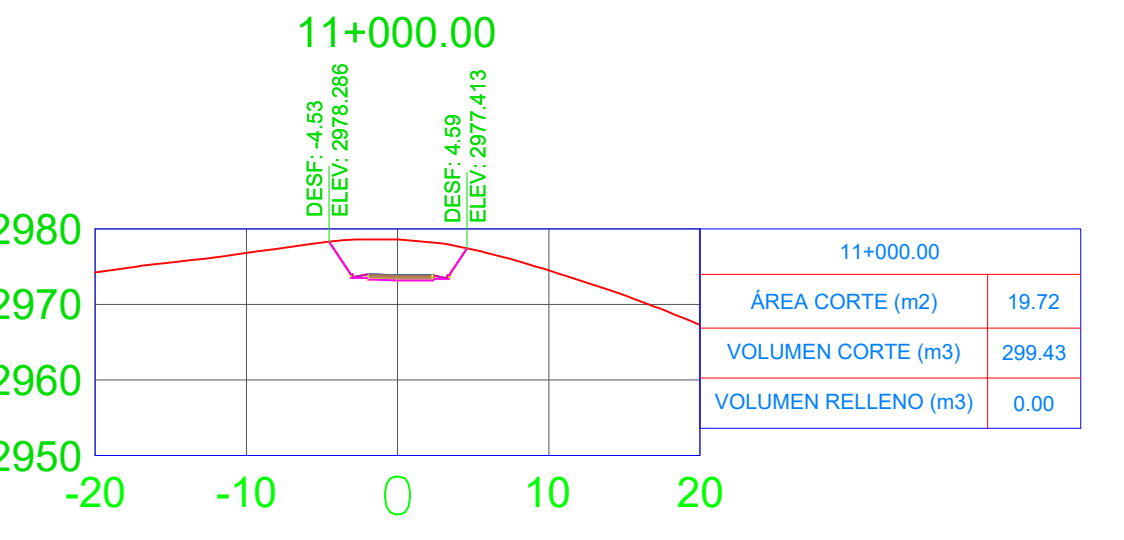
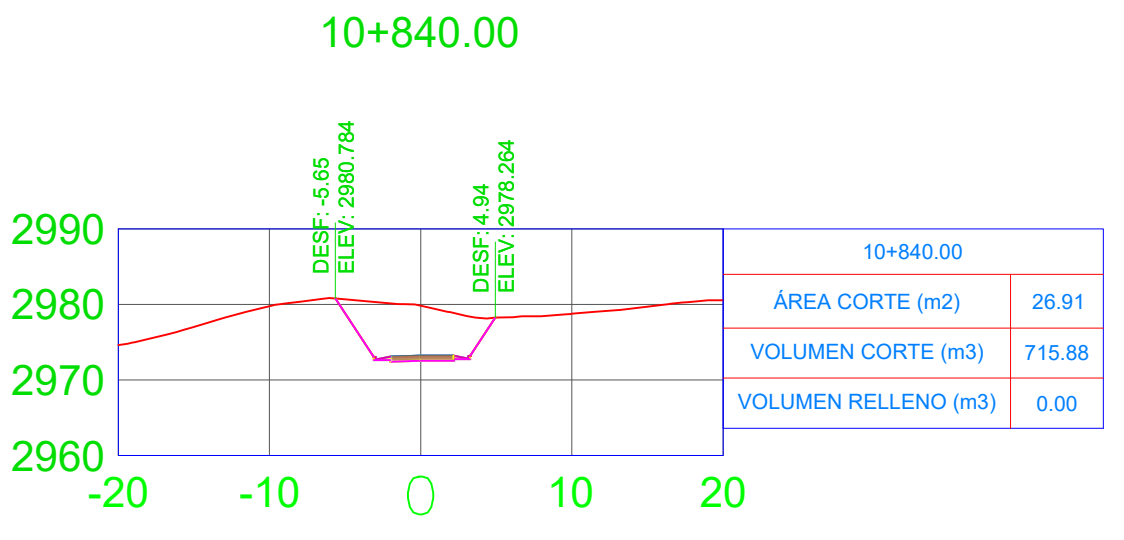
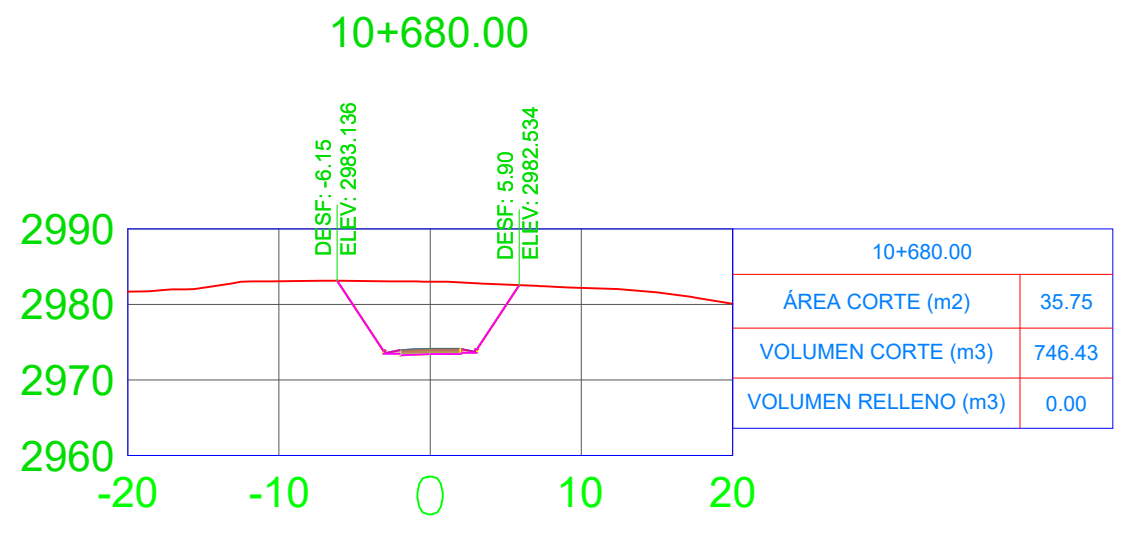
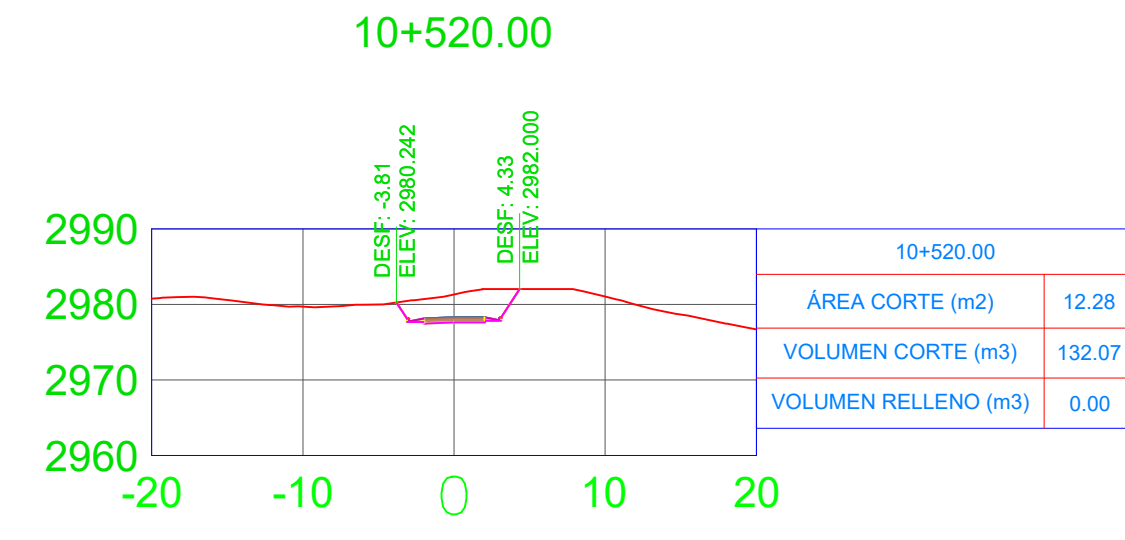
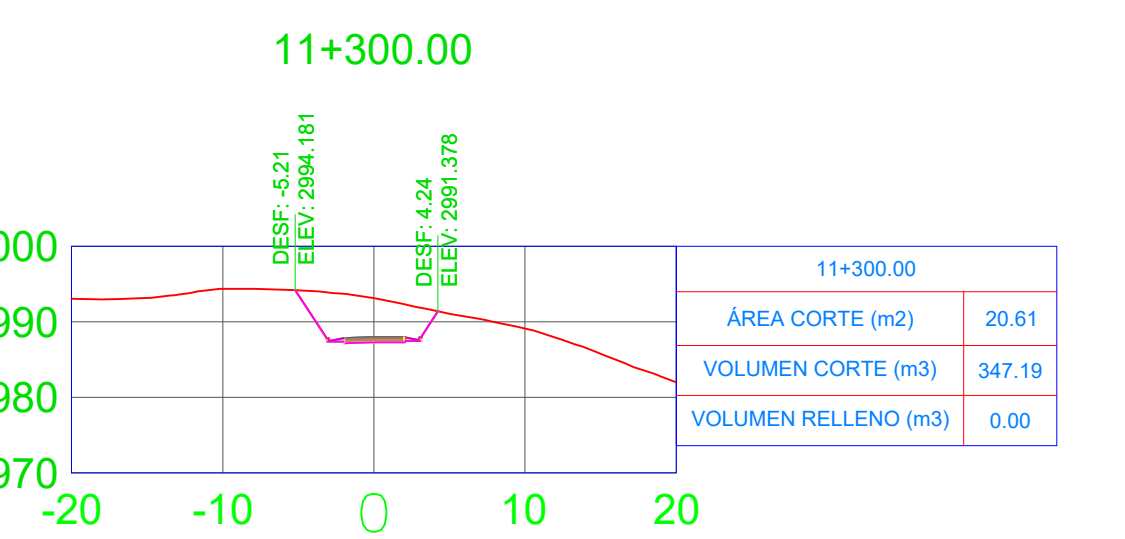
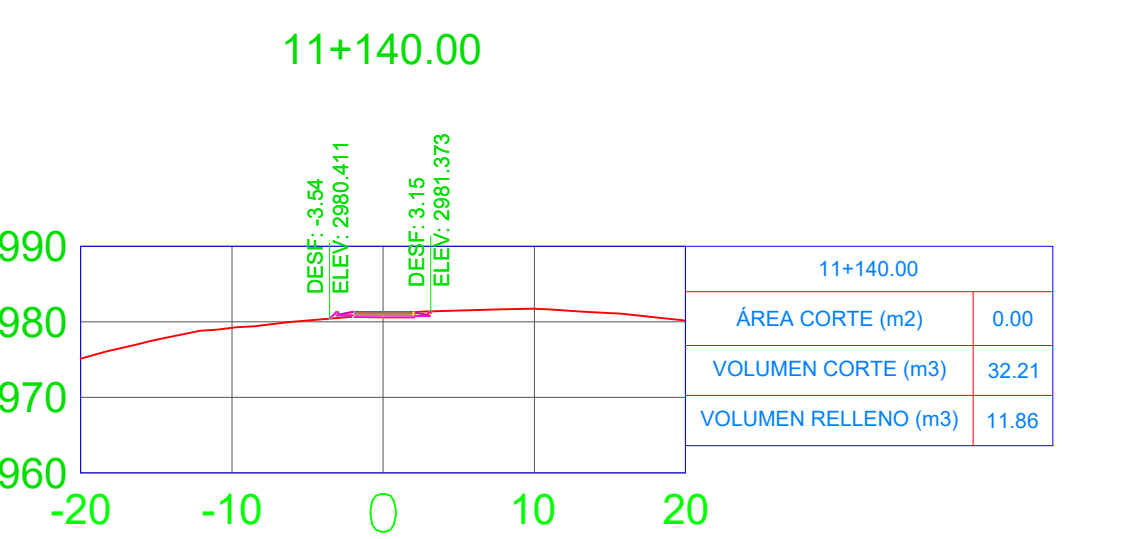
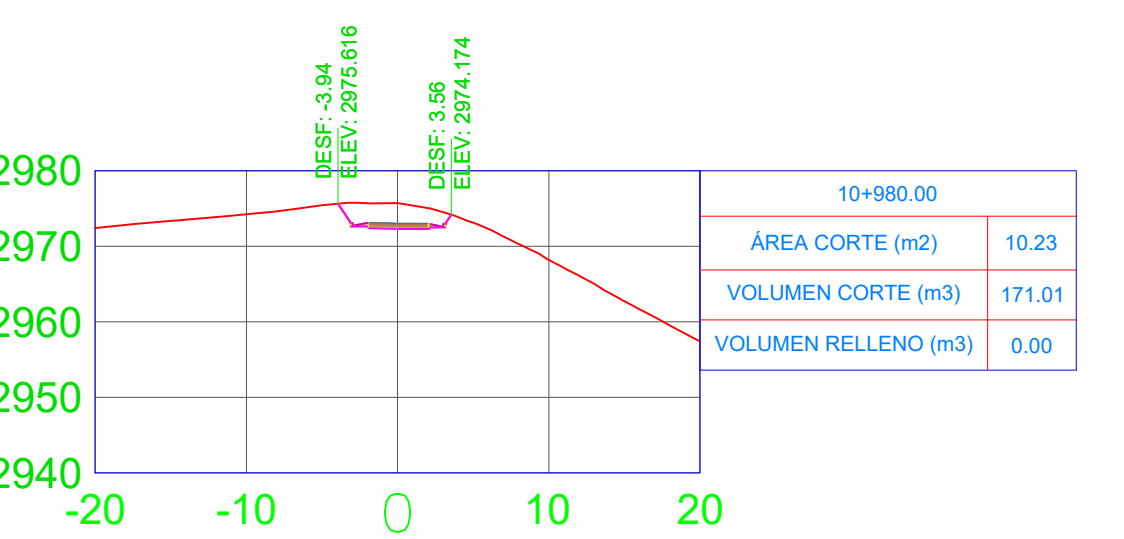
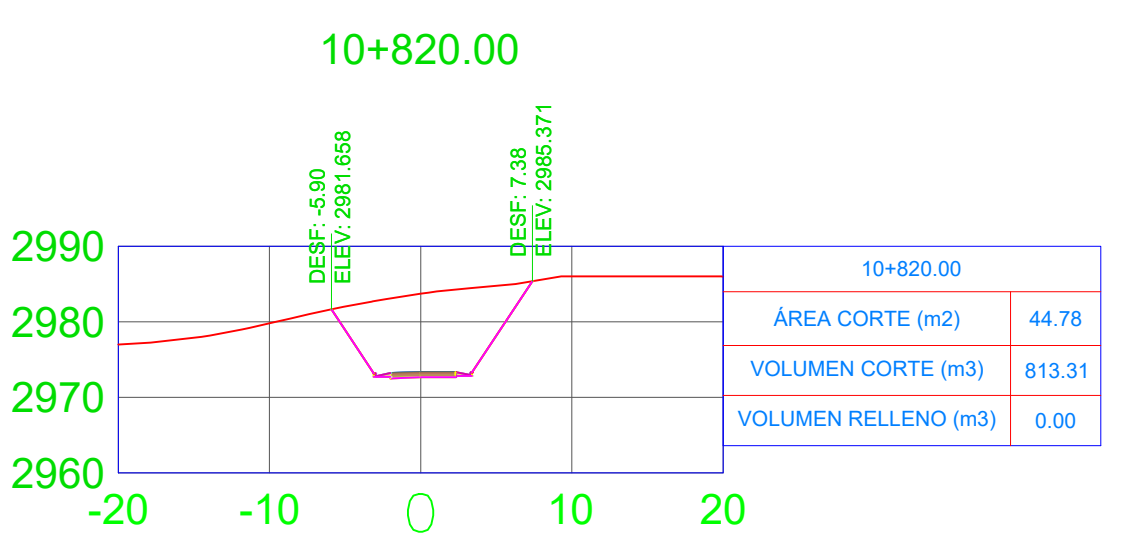
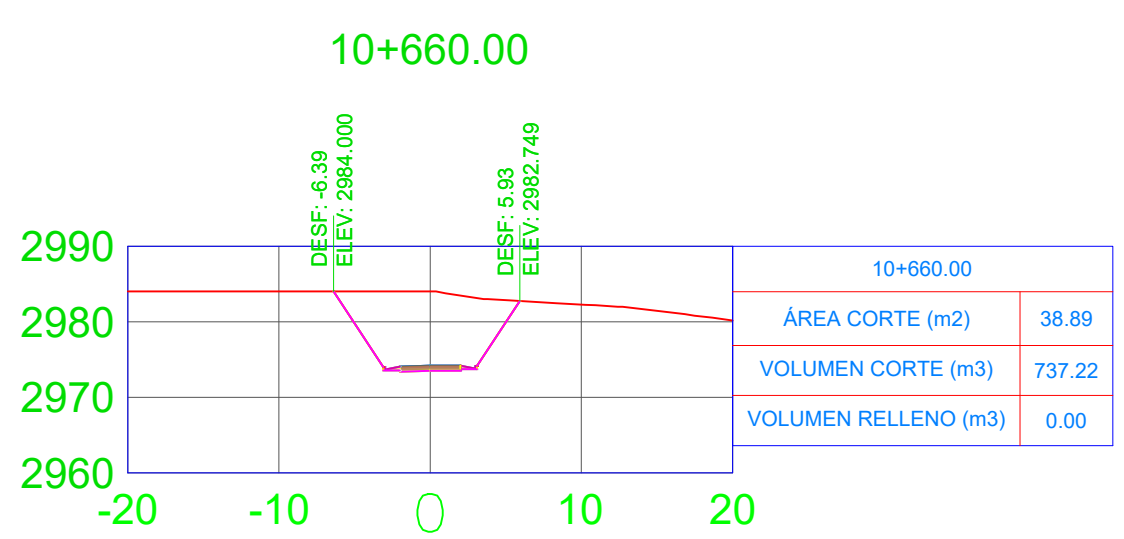
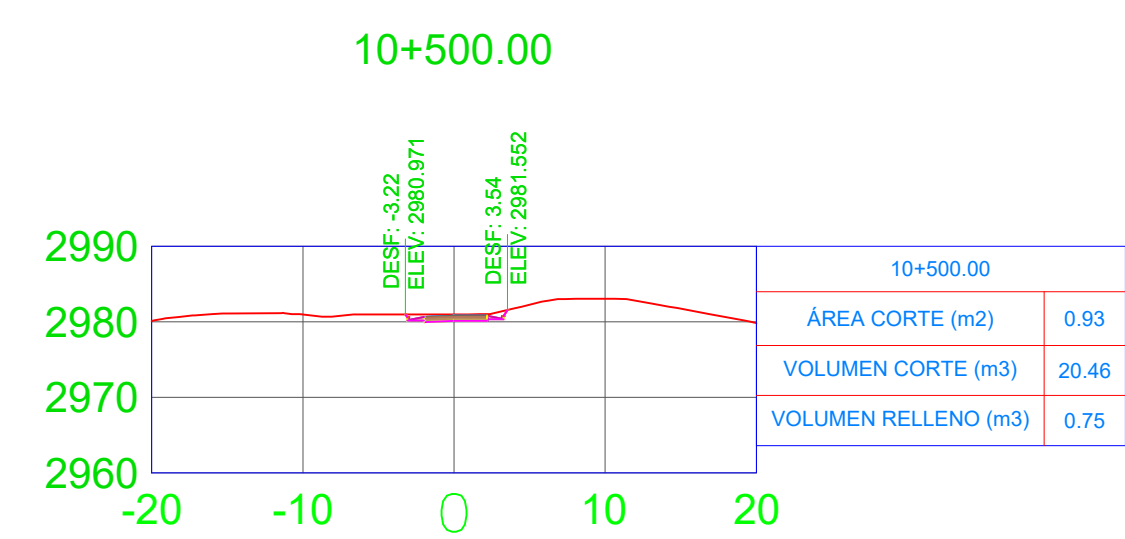
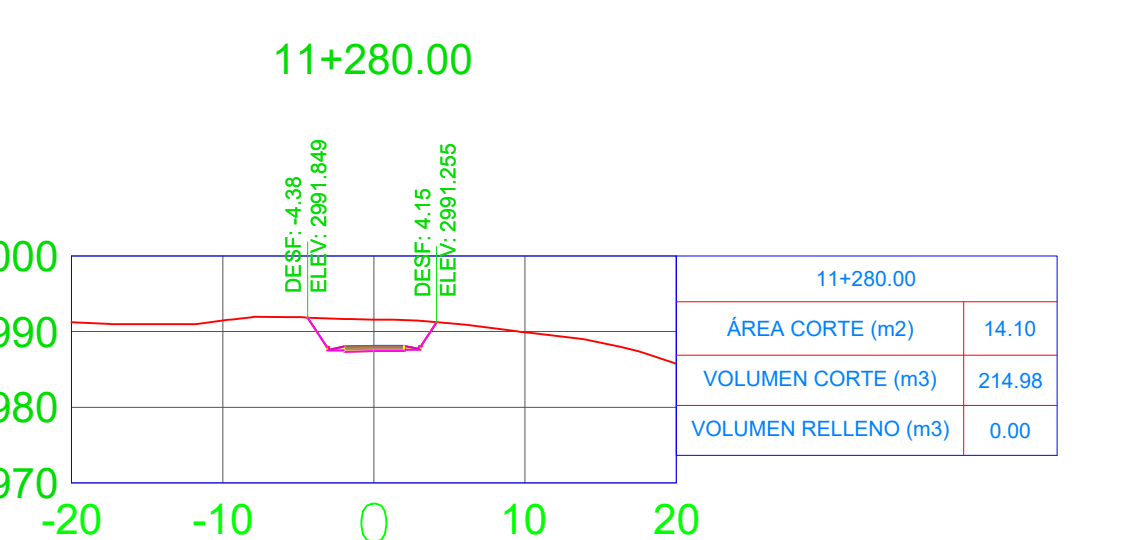
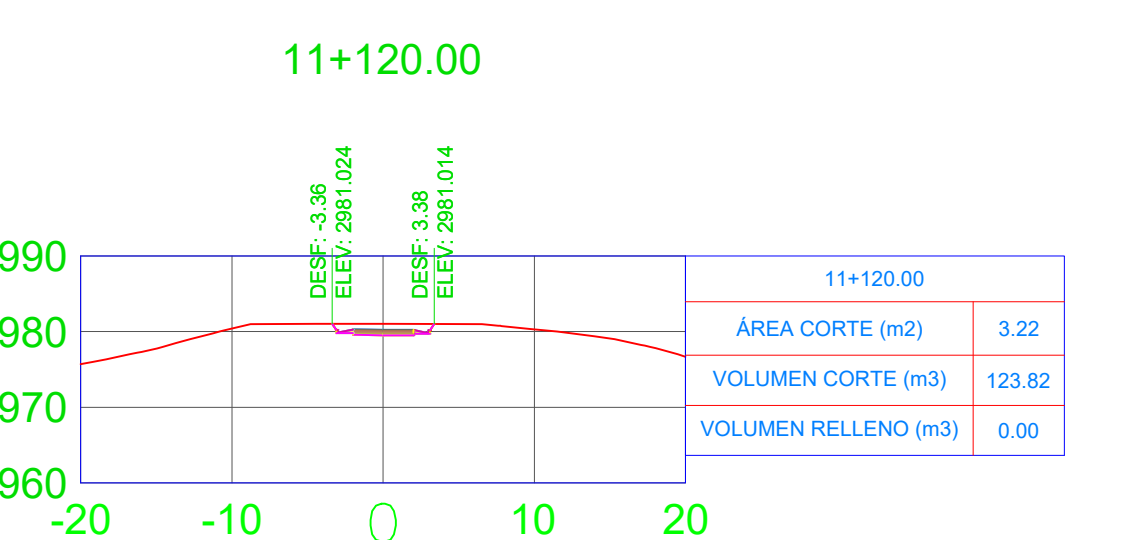
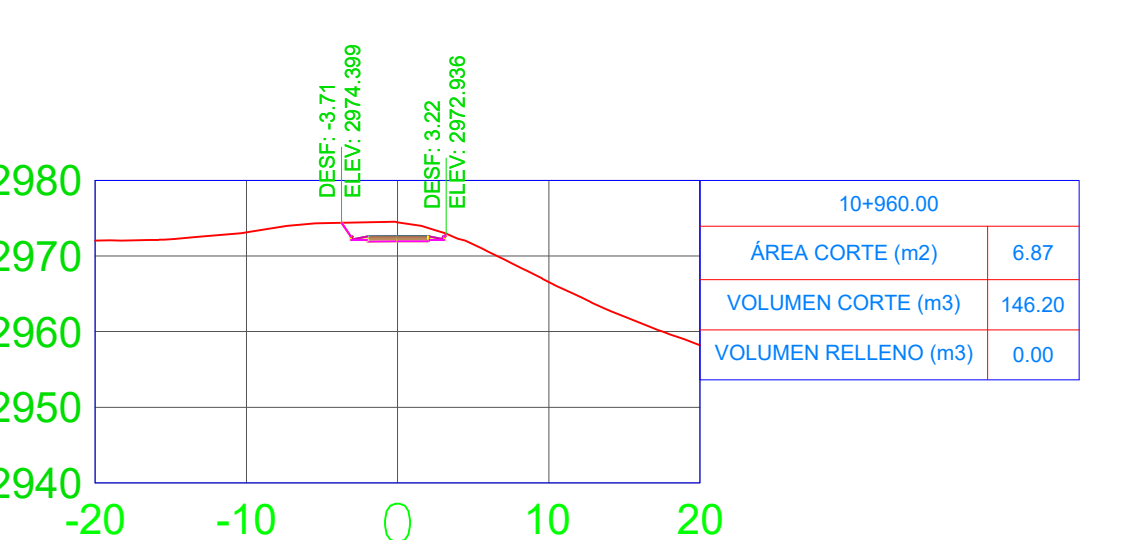
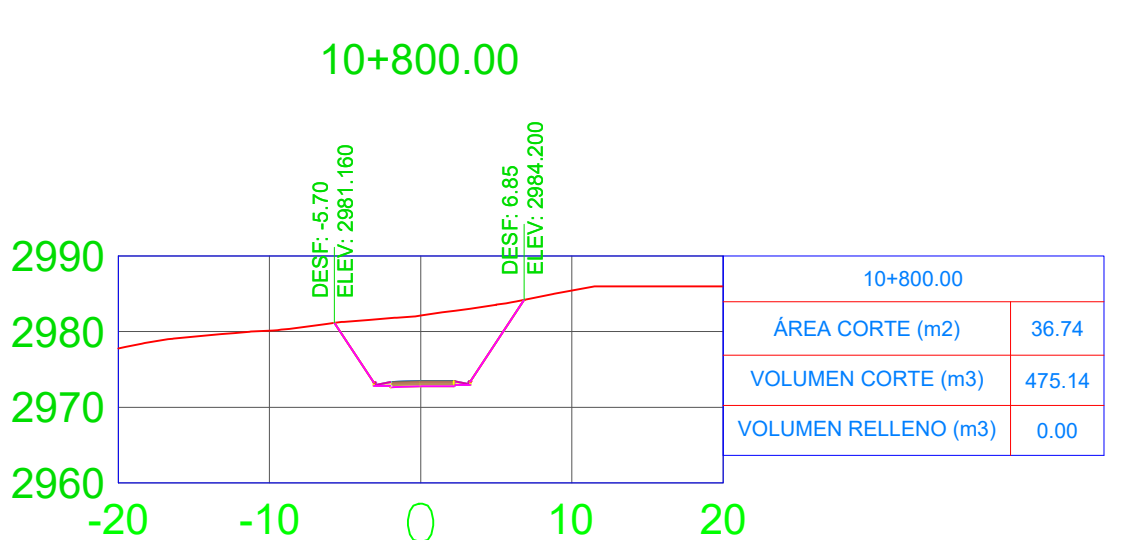
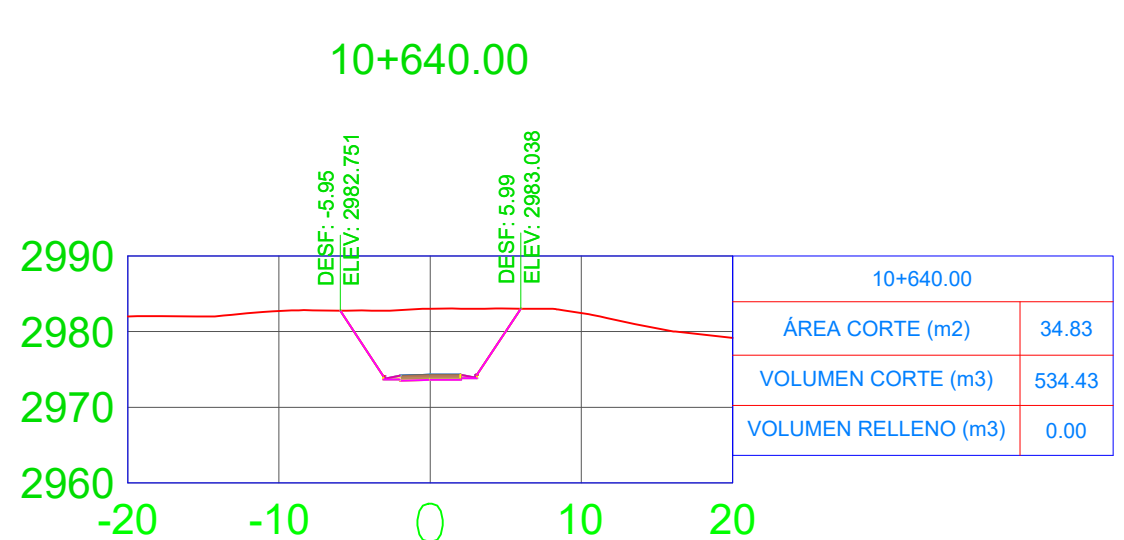
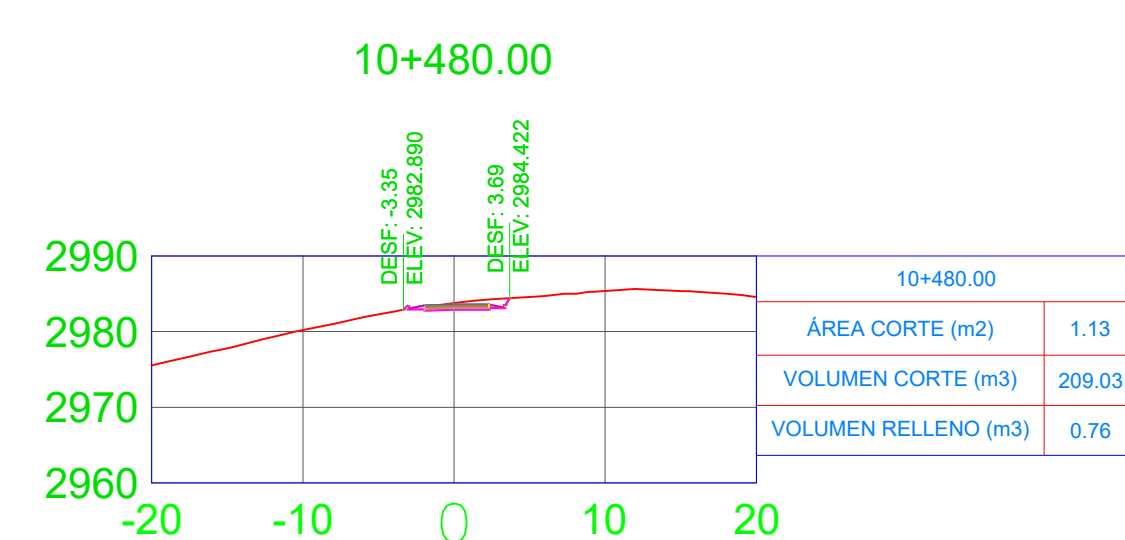
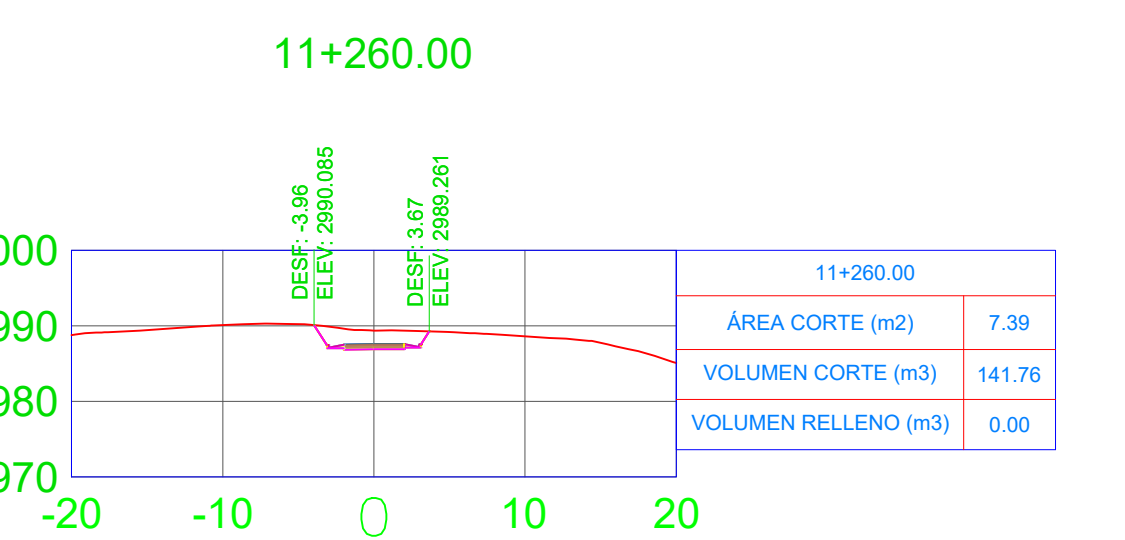
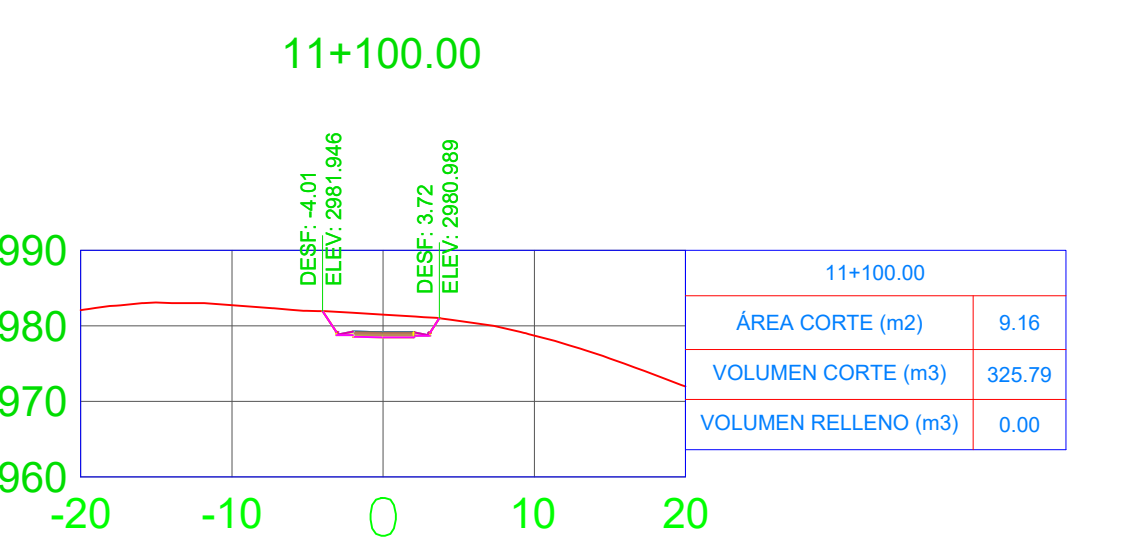
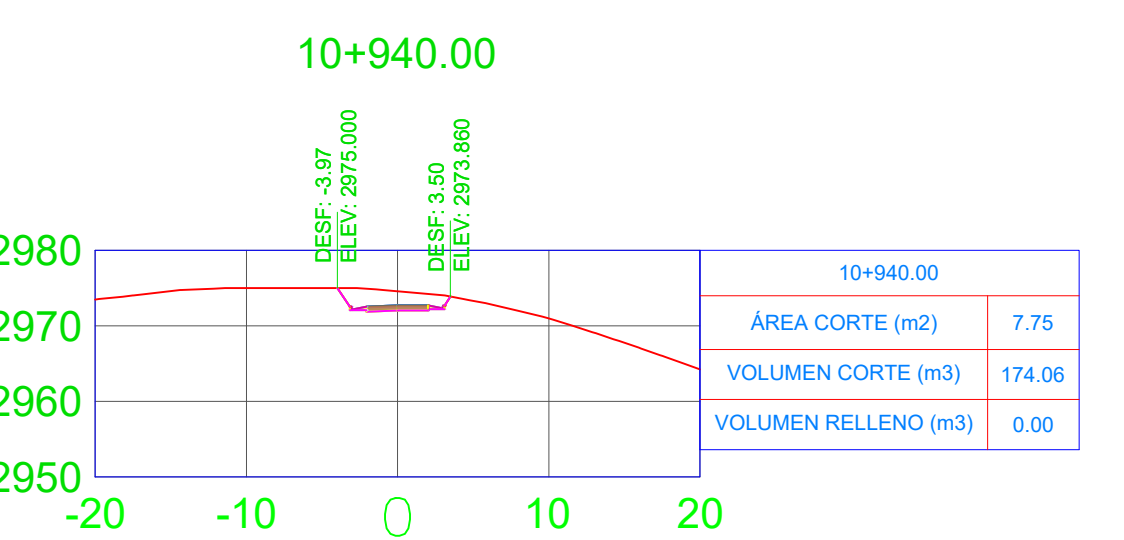
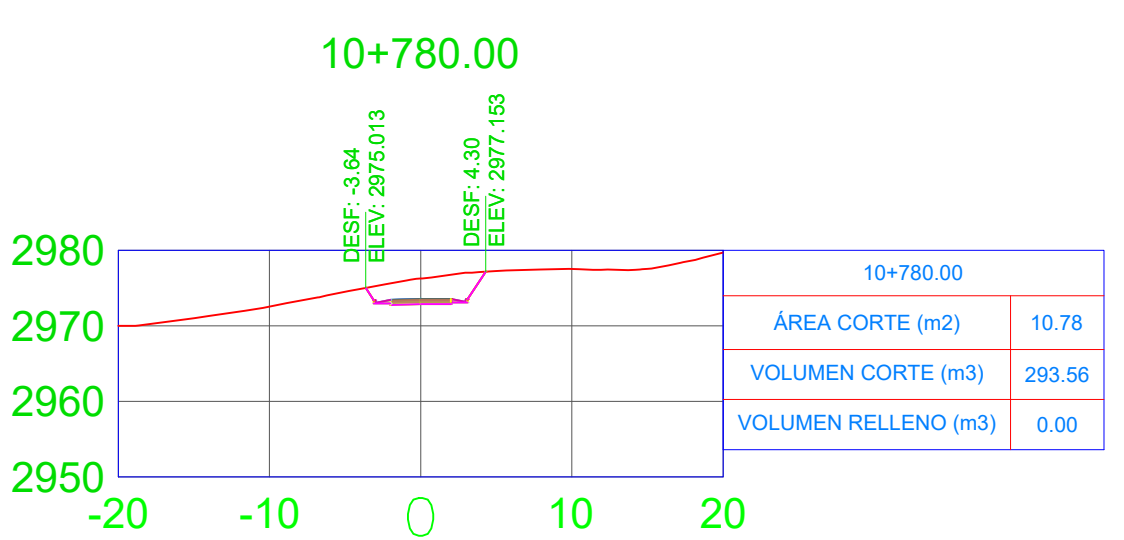
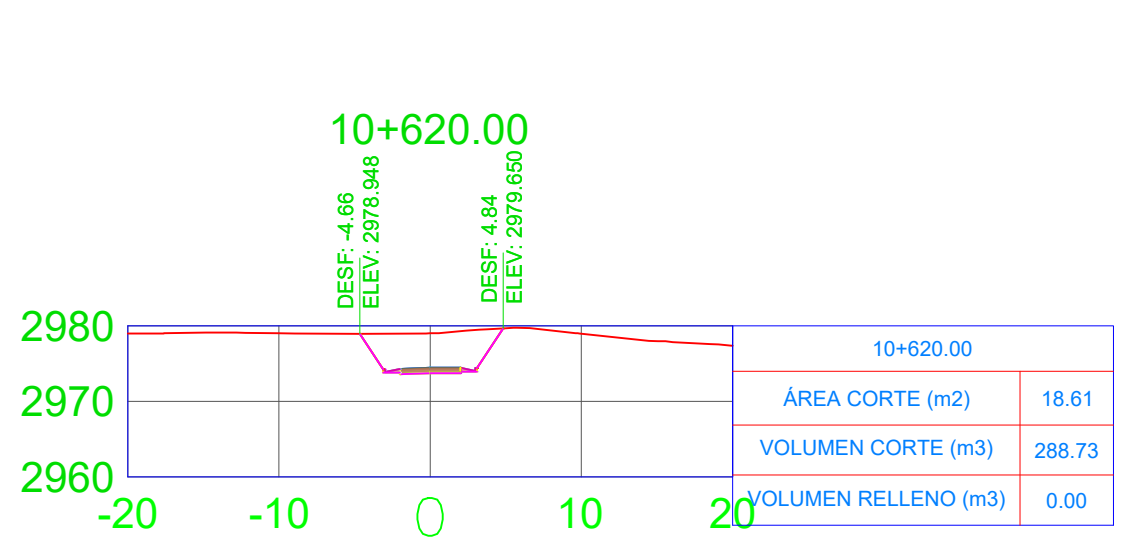
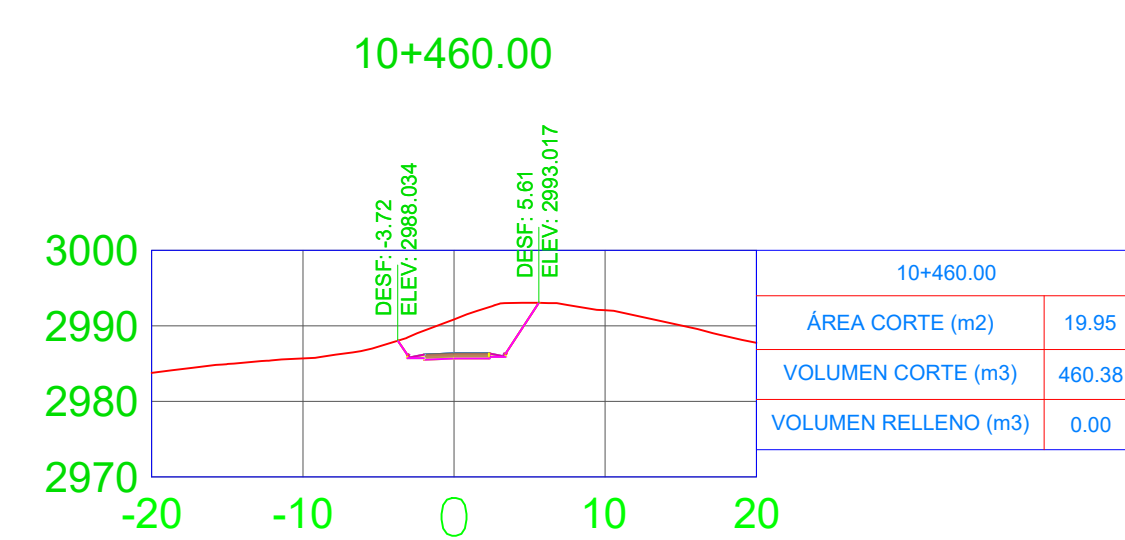
CONTIENE:
 SECCIONES TRANSVERSALES
 KM 10+460.00 - KM 11+400.00

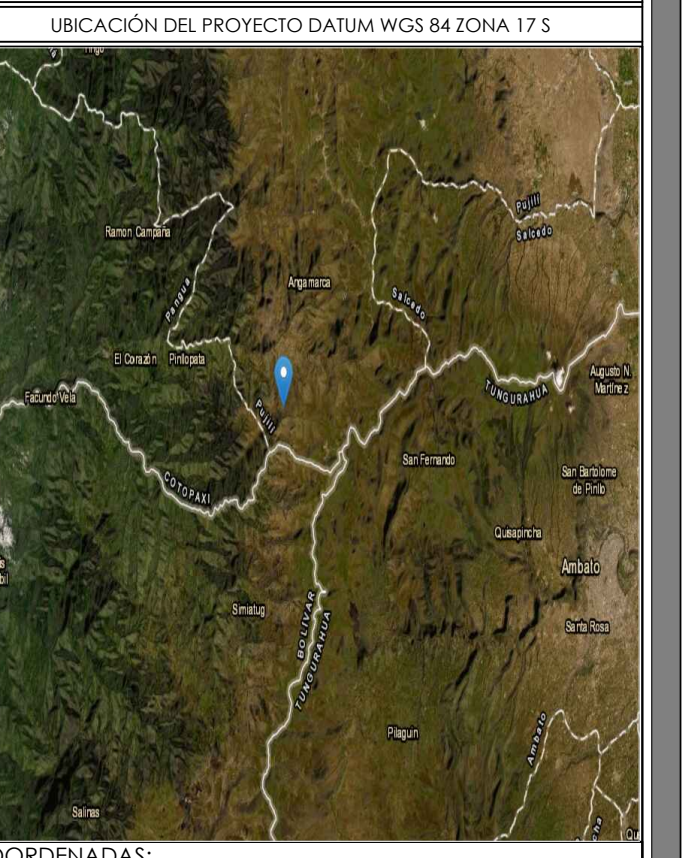
ESCALA:
 H=1:1000
 V=1:200

FECHA:
 NOVIEMBRE 2020

LÁMINA:
 SC 6/8

SELLOS:





UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S
COORDENADAS:
NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
WG84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SILOP -
PINLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA
PROVINCIA DE COTOPAXI.

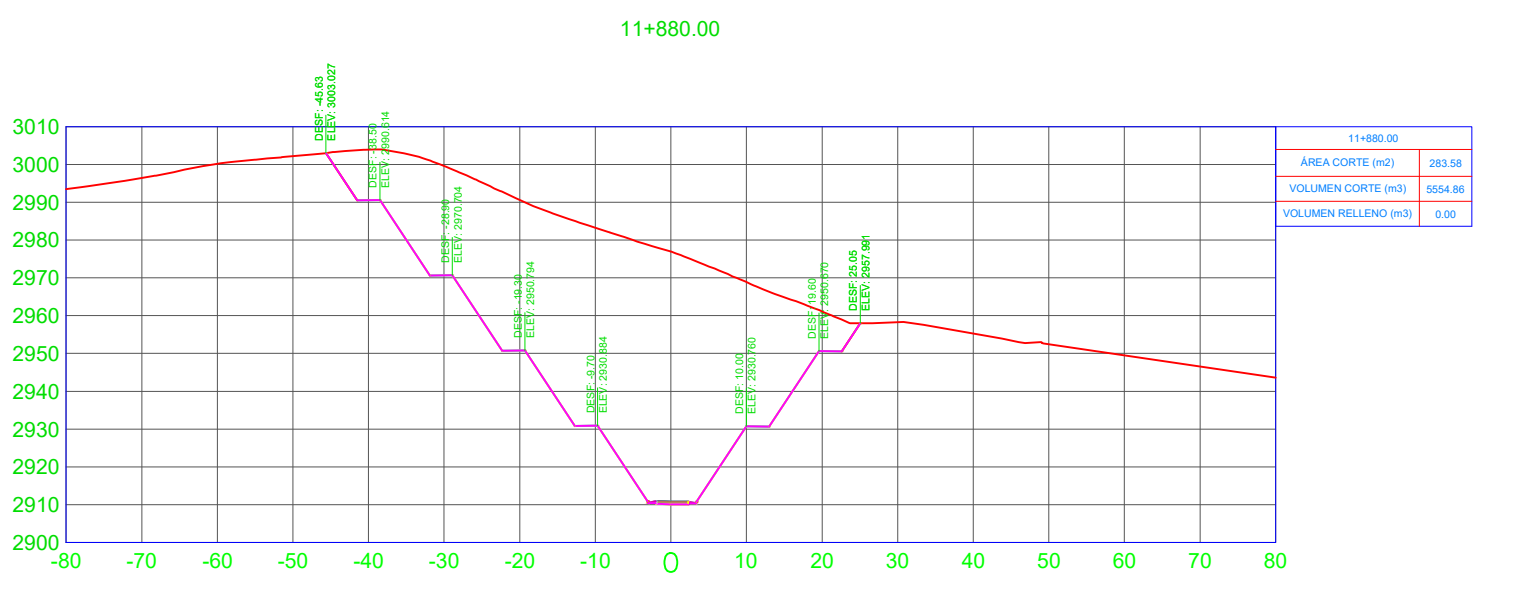
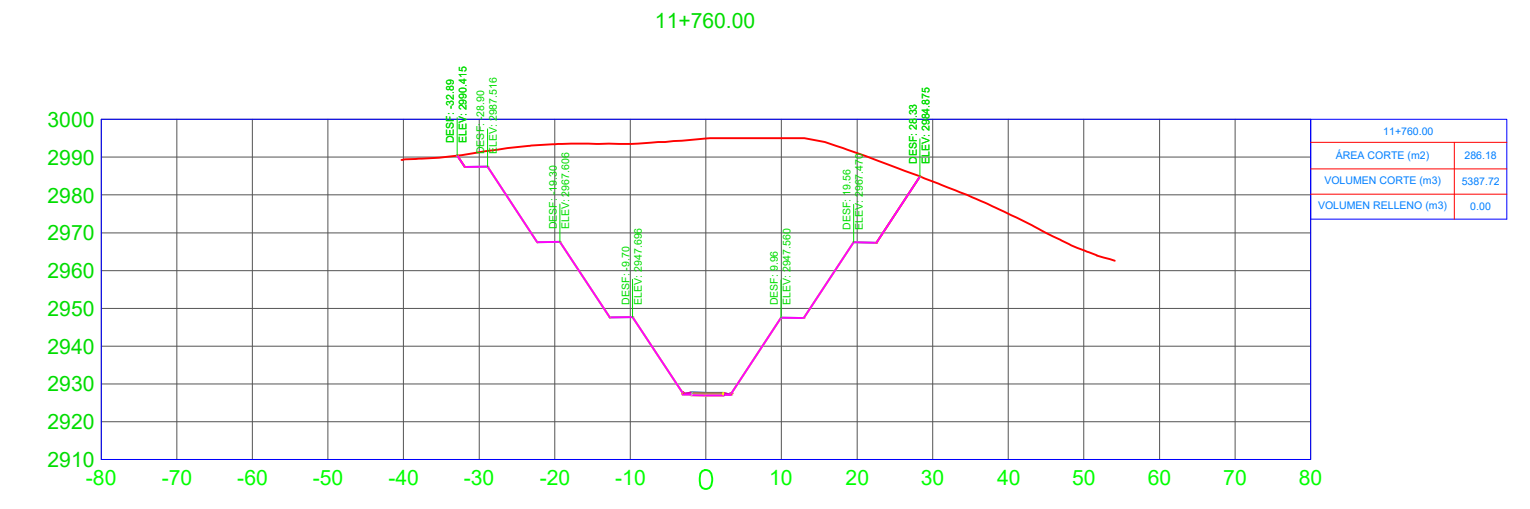
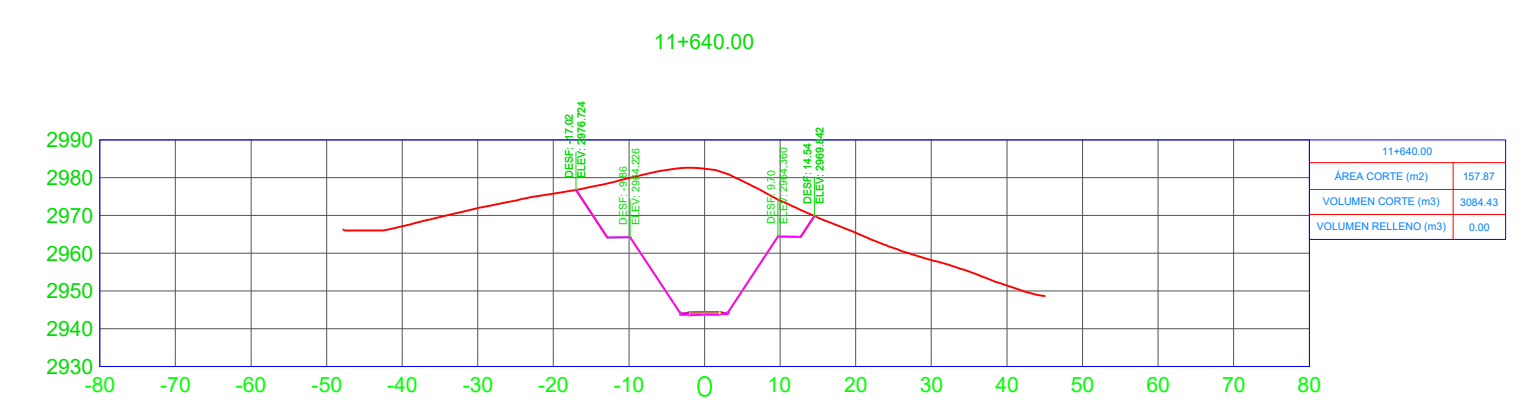
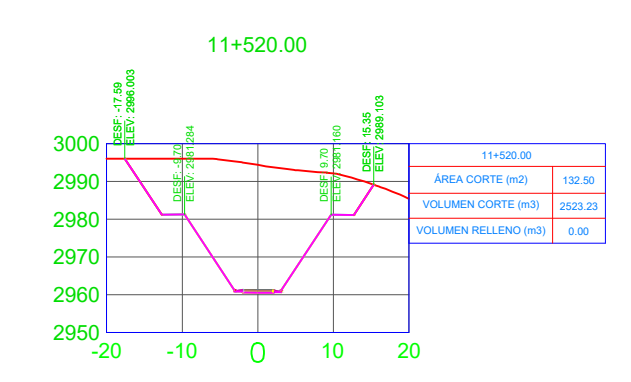
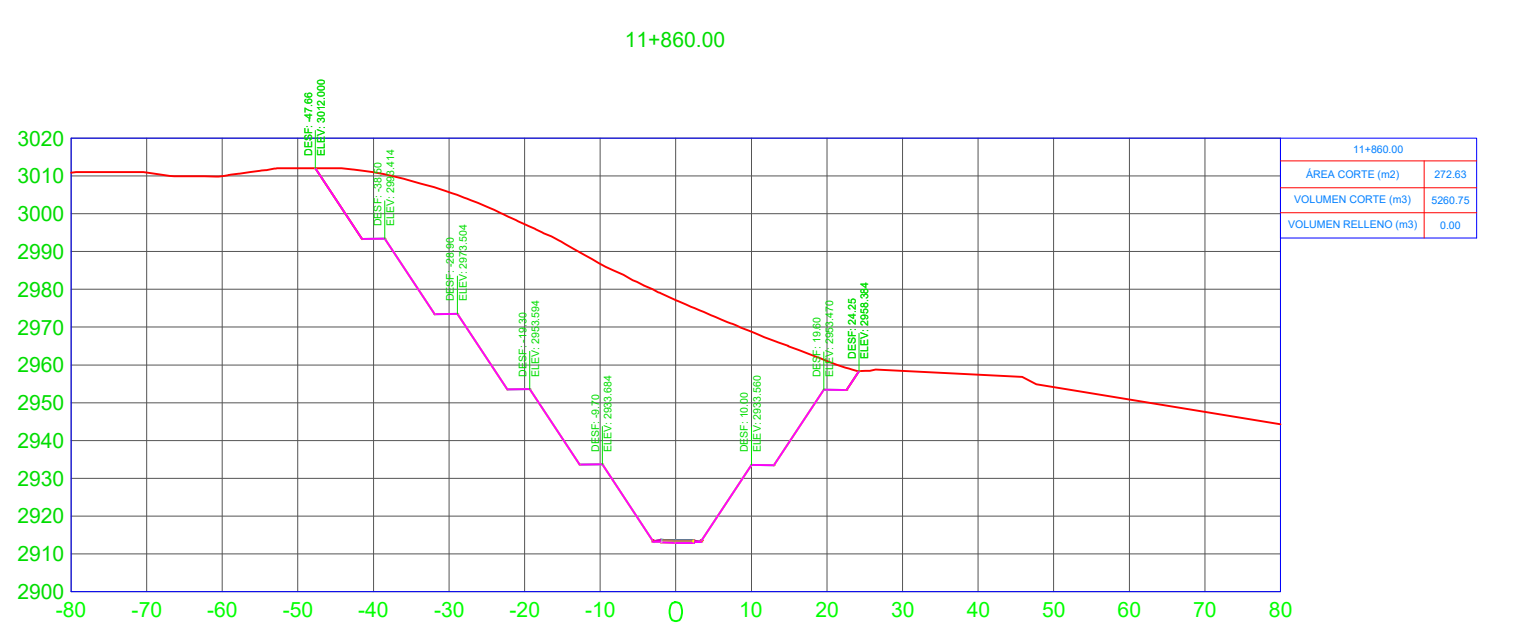
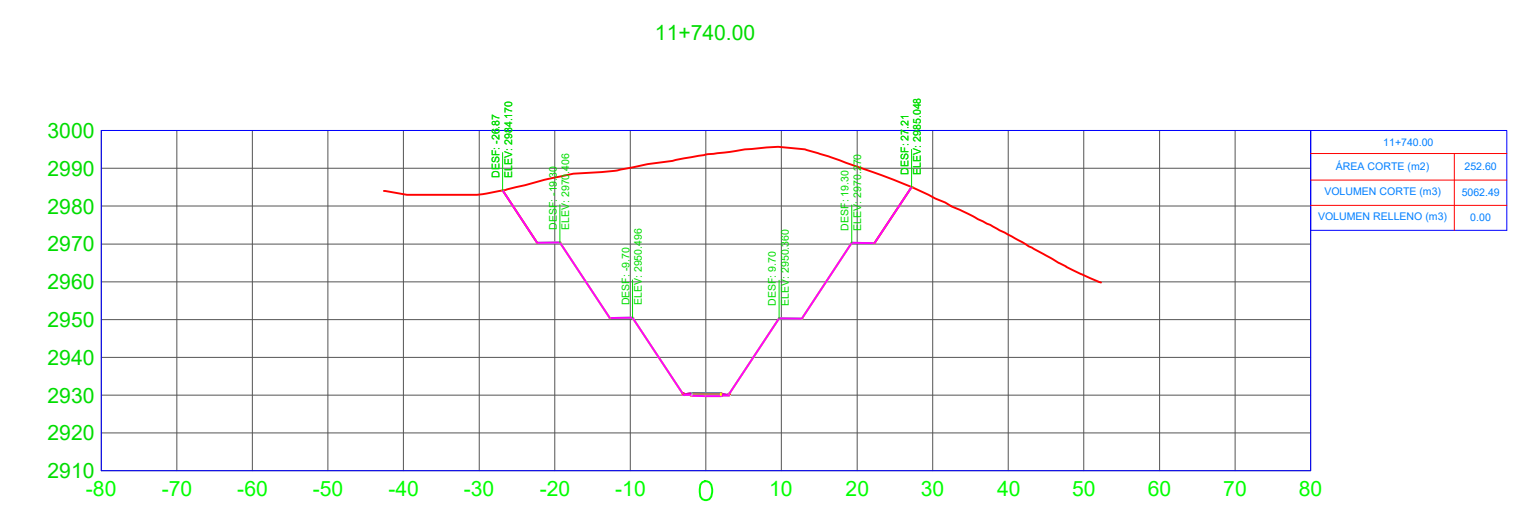
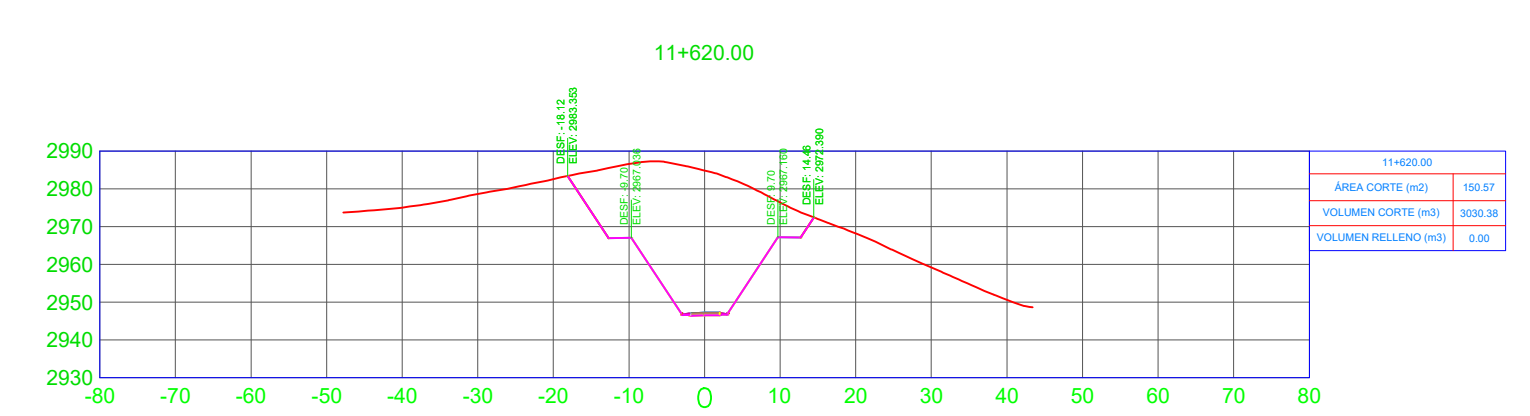
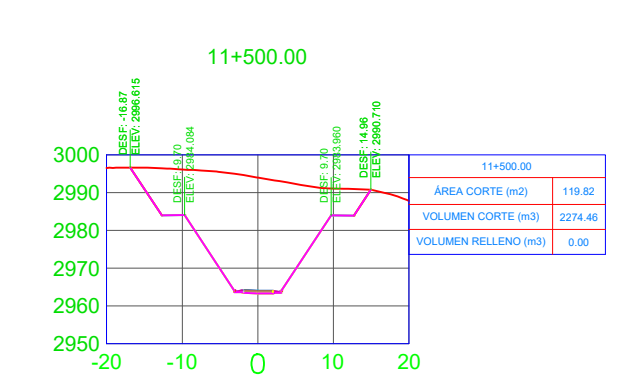
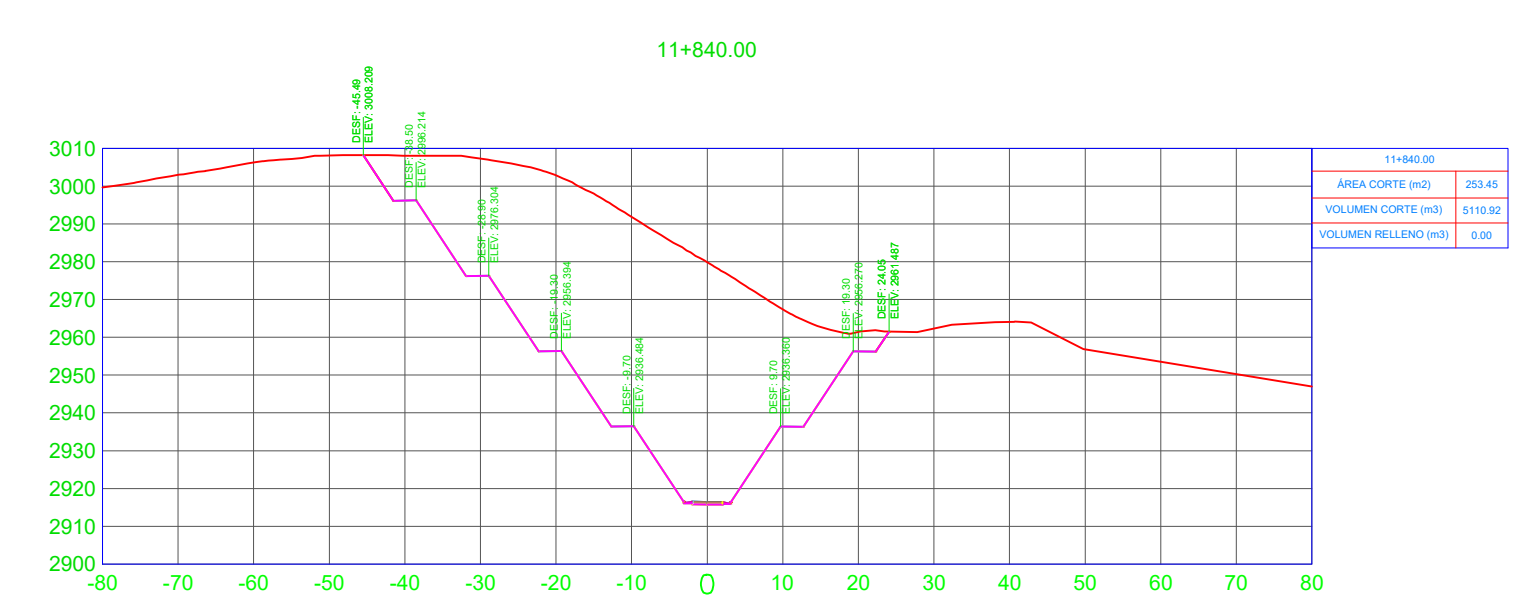
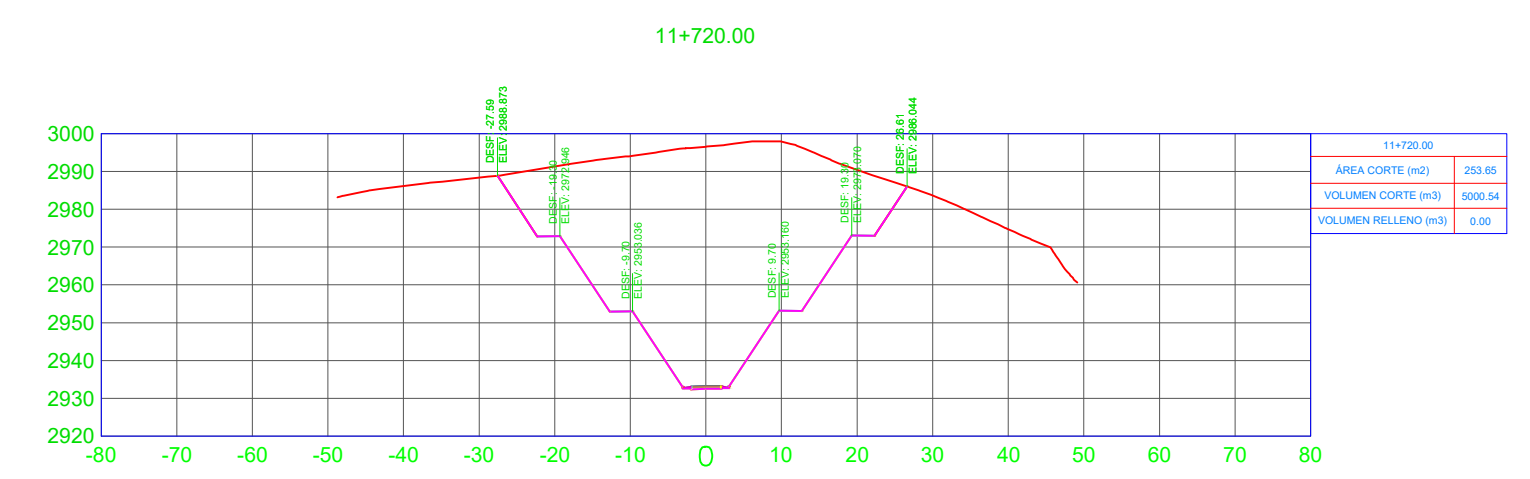
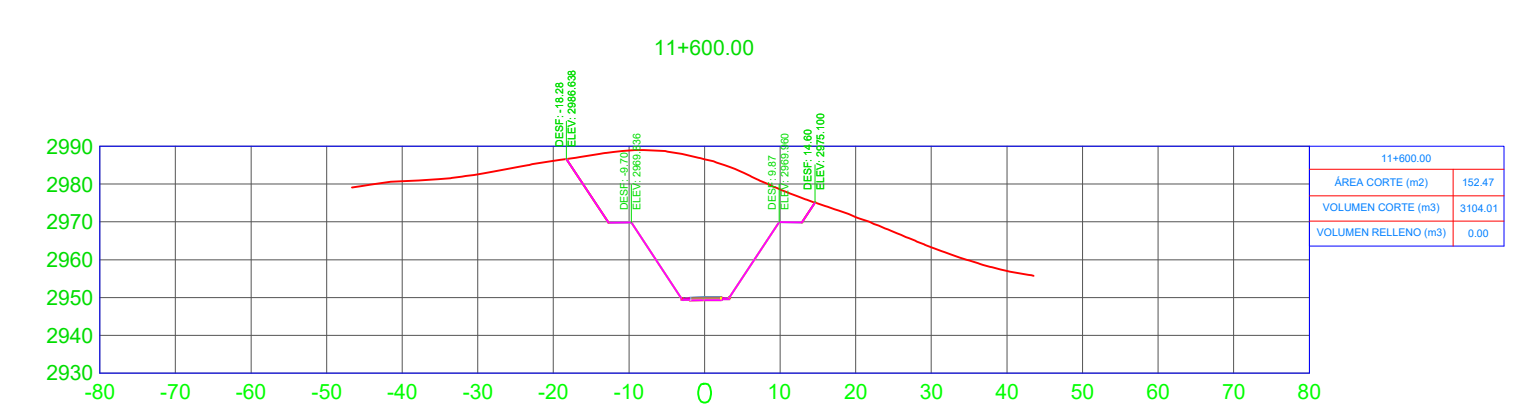
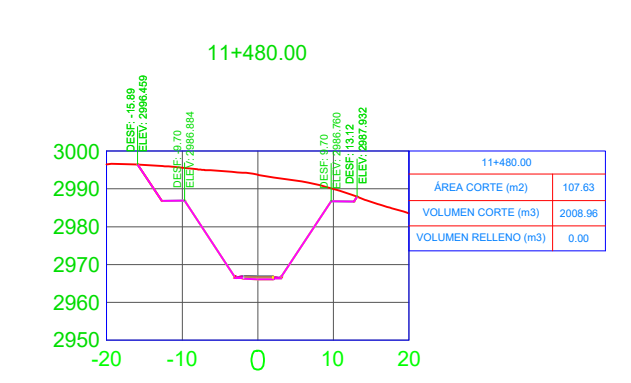
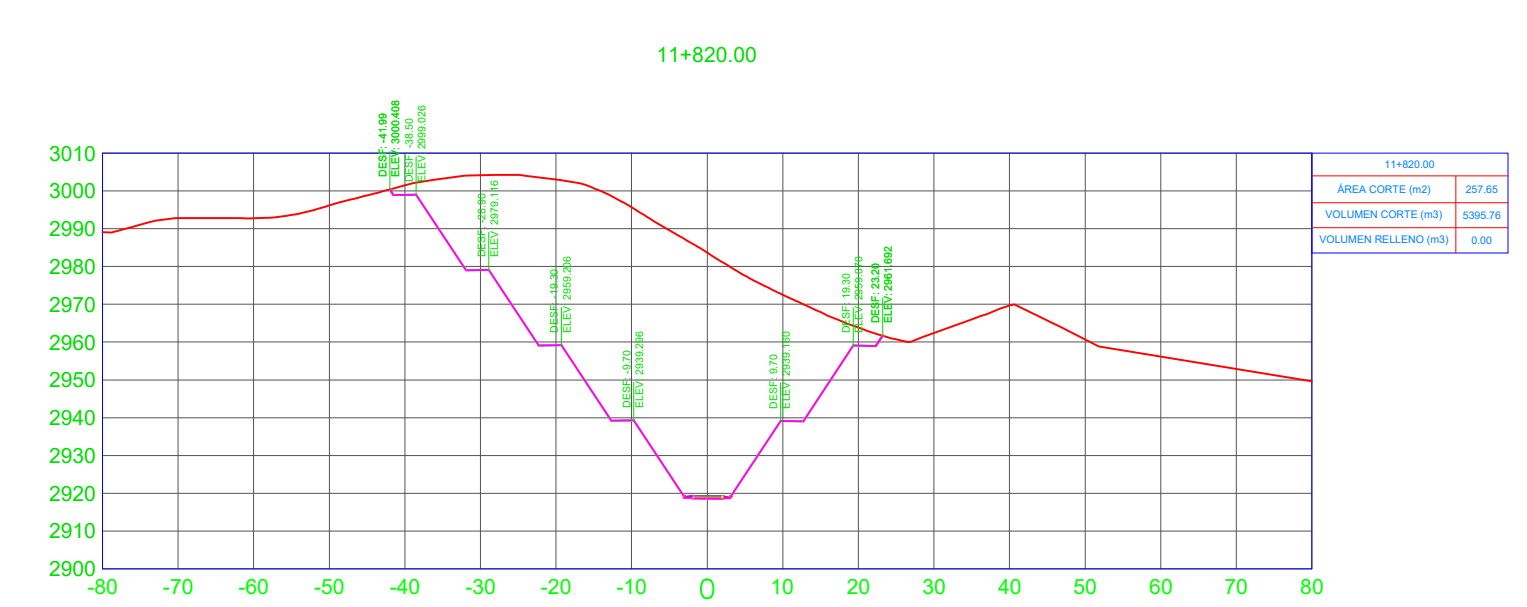
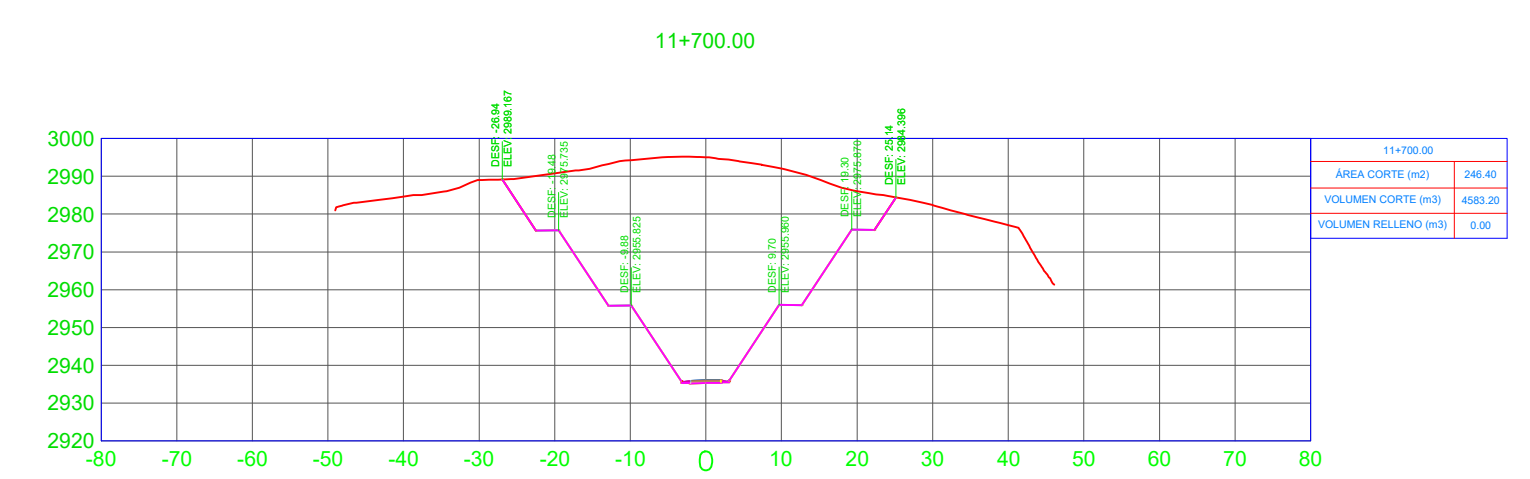
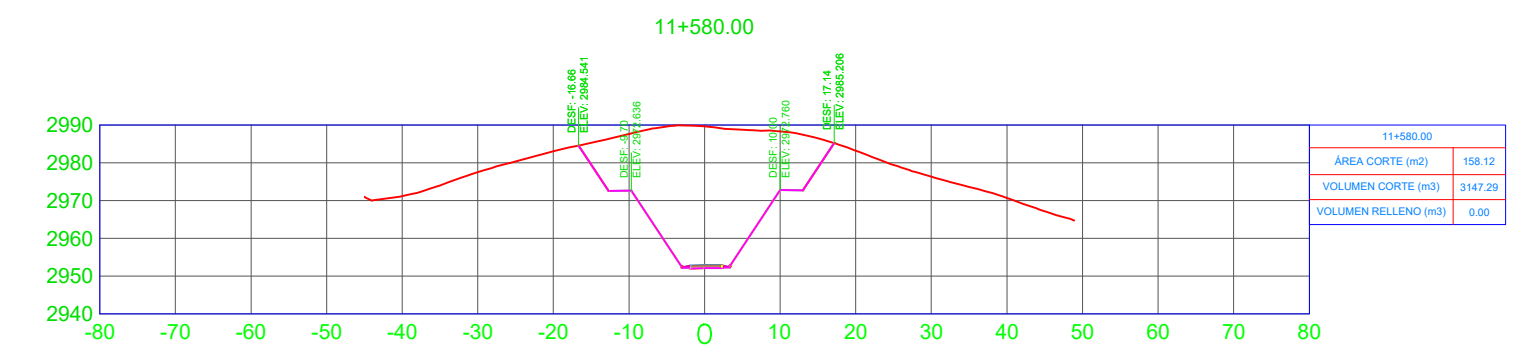
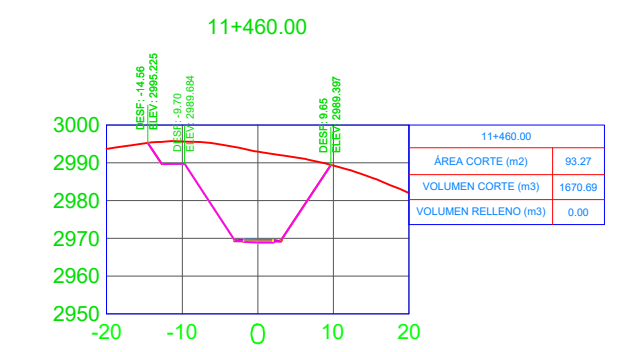
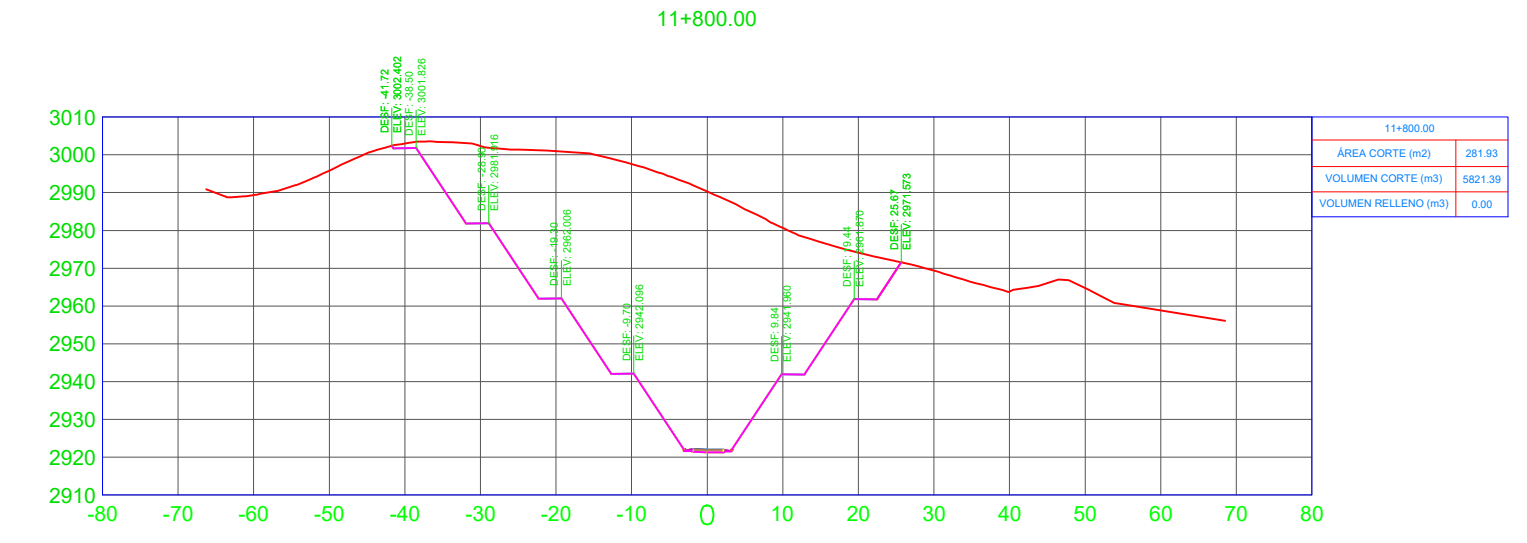
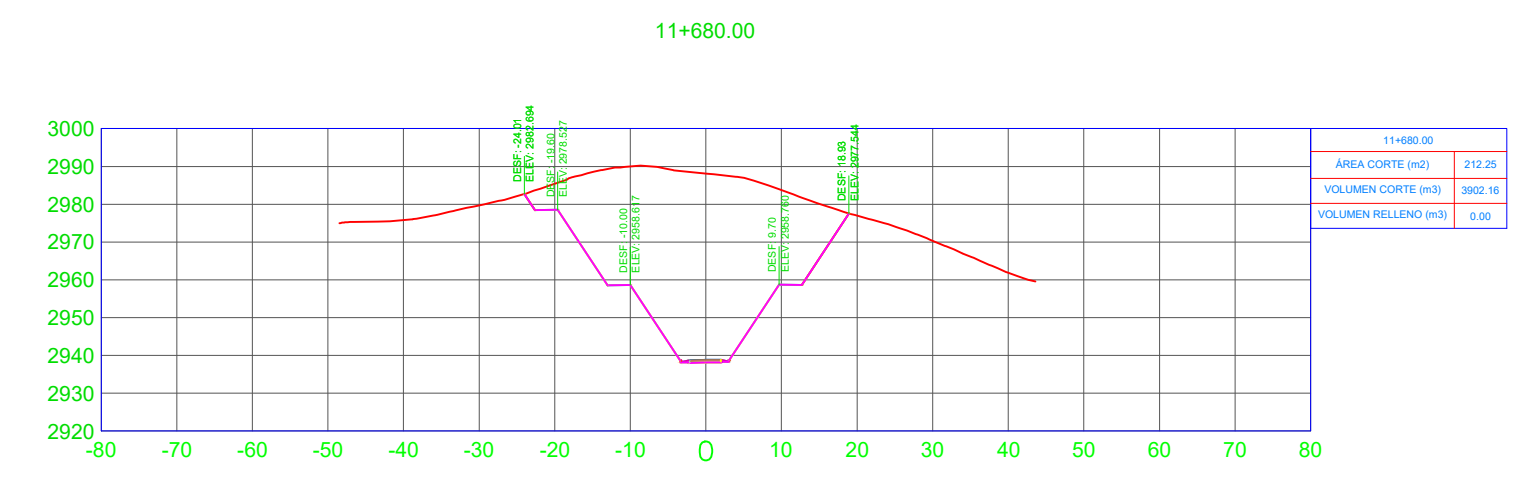
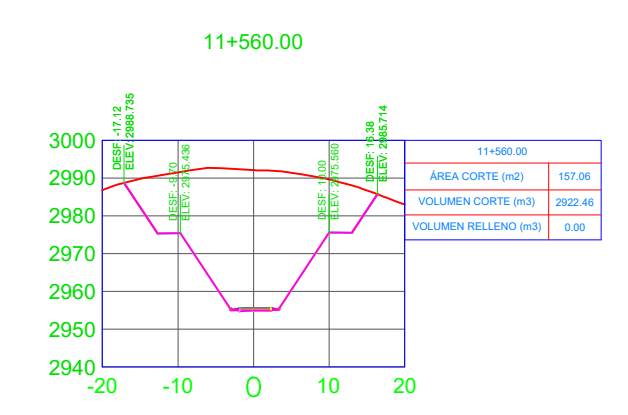
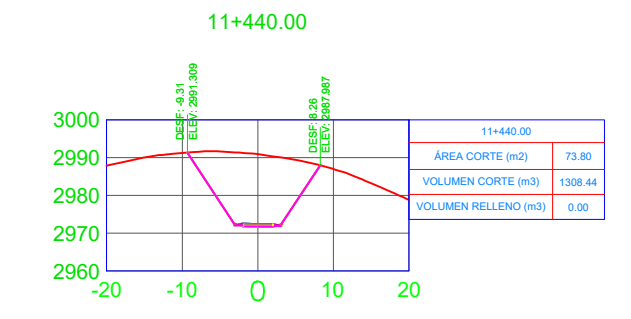
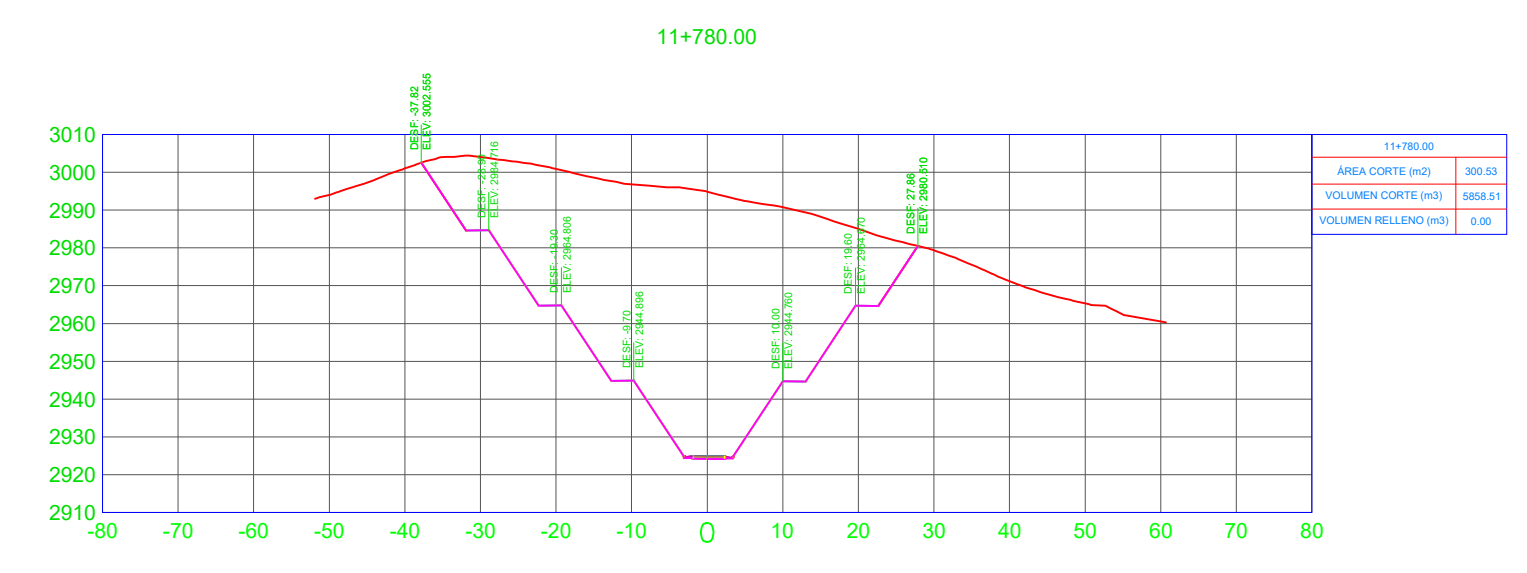
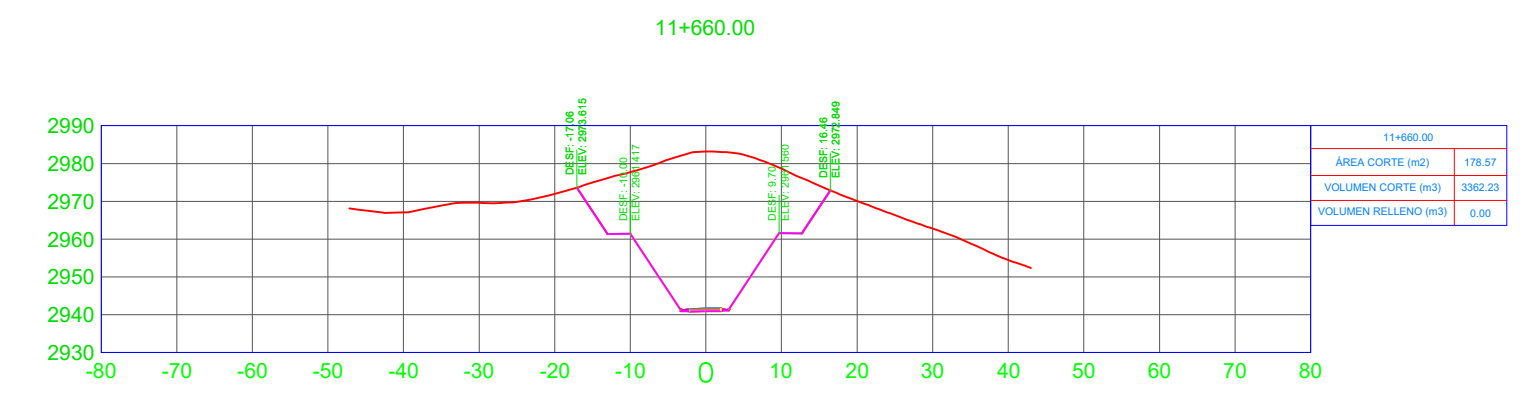
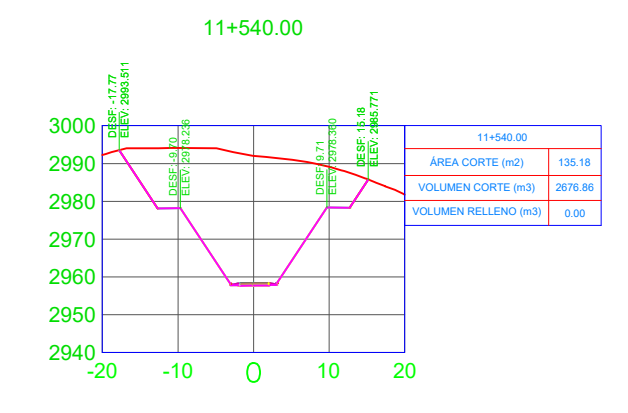
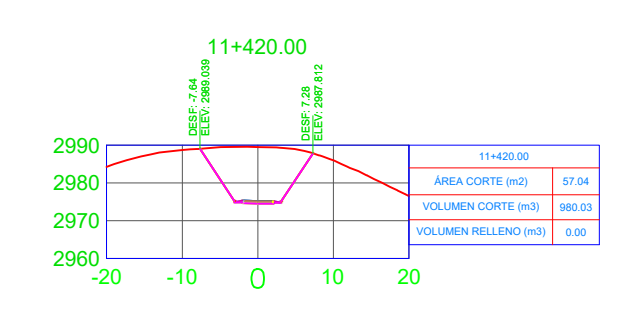
UBICACIÓN: PROVINCIA DE COTOPAXI
CANTÓN PANGUA
SECTOR SILOP

TUTOR:
REALIZADO POR:
ING. M.G. FRANCIS MOREIRA LEONARDO DAVID
MANDOSALVAS PAREDES
EGRESADO

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES
KM 11+420.00 - KM 11+880.00

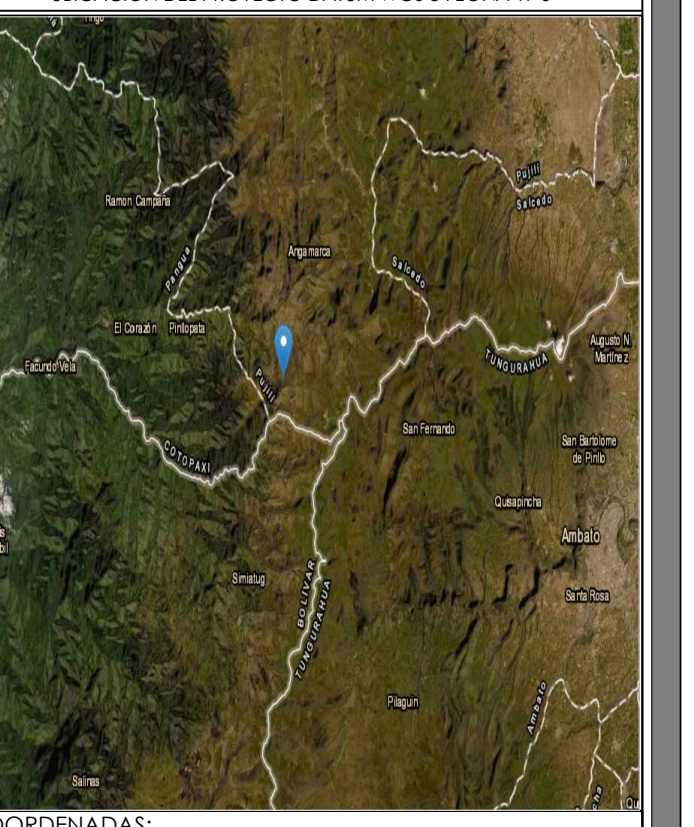
ESCALA: H=1:1000 LÁMINA: SC 7/8
V=1:250 FECHA: NOVIEMBRE 2020

SELLOS:





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA
CIVIL Y MECÁNICA



UBICACIÓN DEL PROYECTO DATUM WGS 84 ZONA 17 S
 COORDENADAS:
 NORTE: 9871202.41 ESTE: 731383.82
 WGS84 ZONA 17S ALTITUD: 3740 m.s.n.m

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VIA SIUPO -
 PINLLOPATA - EN EL TRAMO KM 8+000 - 12+000,
 PERTENECIENTE AL CANTÓN FANGUA DE LA
 PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN:
 PROVINCIA DE COTOPAXI
 CANTÓN FANGUA
 SECTOR SIUPO

TUTOR:	REALIZADO POR:
Ing. M.g FRICSON MOREIRA	LEONARDO DAVID MANOJALVAS PAREDES EGRESADO

CONTIENE:
 SECCIONES TRANSVERSALES
 KM 11+900.00 - KM 12+000.00

ESCALA: H=1:1000 V=1:250	FECHA: NOVIEMBRE 2020	LÁMINA: SC 8/8
--------------------------------	--------------------------	-------------------

SELLOS:

