



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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

TEMA:

**“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A
28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE
COTOPAXI”**

AUTORA: Lady Jissel Chico Arroba

TUTOR: Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

AMBATO – ECUADOR

Septiembre - 2022

CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, con el tema: **“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**, elaborado por la Srta. **Lady Jissel Chico Arroba**, portadora de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804852653, 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, Septiembre 2022

A handwritten signature in blue ink, reading "Diego Sebastián Chérrez G.", is written over a horizontal line. The signature is stylized and includes a large loop.

Ing. Mg. Diego Sebastián Chérrez Gavilanes

TUTOR

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Lady Jissel Chico Arroba**, con C.I. 1804852653 declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema “**AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+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 autora del proyecto técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, Septiembre 2022



Lady Jissel Chico Arroba

C.I. 1804852653

AUTORA

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, Septiembre 2022



Lady Jissel Chico Arroba

C.I. 1804852653

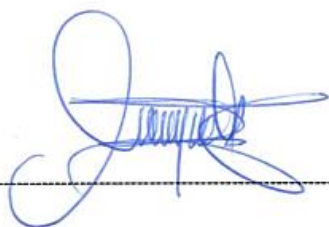
AUTORA

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por la estudiante Lady Jissel Chico Arroba de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Ambato, Septiembre 2022

Para constancia firman:



Ing. Mg. Dilon Germán Moya Medina

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Mg. Alex Gustavo López Arboleda

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Con amor dedico esta tesis a mi familia.

A mis padres Carlos y Marisela que han sido fundamentales en mi crecimiento y mi formación.

A mi abuela Ángela quien vive en mi mente y corazón.

Lady Chico

AGRADECIMIENTO

Agradezco al padre celestial por concederme todas las dichas y bendiciones a lo largo de mi vida.

A mi familia por ser mi pilar, mi inspiración y mi ejemplo de superación.

A los docentes de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica por su dedicación y paciencia durante mi formación académica y de manera especial al ingeniero Diego Chérrez por su guía durante el desarrollo de este proyecto.

A los amigos y compañeros que la vida y la carrera me dio la oportunidad de conocer y apoyarnos mutuamente.

Gracias.

ÍNDICE GENERAL

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	xii
ÍNDICE DE TABLAS	xiii
RESUMEN	xvii
ABSTRACT	xviii
B. CONTENIDOS	1
CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO	1
1.1 Antecedentes Investigativos	1
1.2 Objetivos	6
1.2.1 Objetivo General	6
1.2.2 Objetivos Específicos	6
CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA	7
2.1 Materiales	7
2.2 Metodología	11
2.2.1 Levantamiento topográfico	12
2.2.2 Conteo Vehicular	16
2.2.2.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	16

2.2.2.2 Tráfico Actual.....	21
2.2.2.3 Tráfico futuro	25
2.2.3 Clasificación de las carreteras.....	28
2.2.4 Ensayo de suelos	30
2.2.4.1 Contenido de Humedad	31
2.2.4.2 Granulometría.....	32
2.2.4.3 Límites de Atterberg.....	35
2.2.4.4 Clasificación de los suelos.....	38
2.2.4.5 Proceso de compactación-Ensayo Próctor	42
2.2.4.6 Valor Relativo de Soporte de un Suelo (C.B.R)	43
2.2.5 Diseño geométrico de la vía.....	45
2.2.5.1 Diseño geométrico horizontal.....	52
2.2.5.2 Diseño geométrico vertical	62
2.2.5.3 Diseño de Sección Transversal.....	69
2.2.6 Diseño de pavimento	72
2.2.6.1 Tránsito en ejes equivalentes acumulados para el período de diseño (W18).....	75
2.2.6.2 Confiabilidad “R”	79
2.2.6.3 Desviación estándar normal “Zr”	79
2.2.6.4 Desviación estándar global “So”	80
2.2.6.5 CBR de diseño	81
2.2.6.6 Módulo de resiliencia “Mr”	82
2.2.6.7 Índice de serviciabilidad “PSI”	83
2.2.6.8 Determinación de espesores por capa	84
2.2.6.9 Propiedades de los materiales de las capas de pavimento.....	94

2.2.7 Diseño de obras de arte de drenaje.....	97
2.2.7.1 Cunetas.....	97
2.2.7.2 Alcantarillas.....	106
2.2.8 Señalización	111
2.2.8.1 Señalización Horizontal.....	112
2.2.8.2 Señalización Vertical.....	113
CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN	117
3.1 Análisis y discusión de resultados.....	117
3.1.1 Levantamiento topográfico	117
3.1.2 Conteo Vehicular.....	117
3.1.3 Clasificación de las carreteras.....	118
3.1.4 Estudio de suelos	119
3.1.4.1 Contenido de humedad.....	119
3.1.4.2 Granulometría.....	119
3.1.4.3 Límites de Atterberg.....	120
3.1.4.4 Clasificación de los suelos.....	120
3.1.4.5 Proceso de compactación – Ensayo Próctor	121
3.1.4.6 Ensayo California Bearing Ratio (CBR).....	122
3.1.5 Diseño geométrico de la vía	122
3.1.5.1 Diseño geométrico horizontal.....	123
3.1.5.2 Diseño geométrico vertical	125
3.1.5.3 Sección transversal.....	125
3.1.6 Diseño de pavimento flexible.....	126
3.1.7 Diseño de obras de arte de drenaje.....	128
3.1.7.1 Cunetas.....	128

3.1.7.2 Alcantarillas.....	129
3.1.8 Señalización	129
3.1.9 Presupuesto referencial	130
CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
4.1 Conclusiones	131
4.2 Recomendaciones	133
C. MATERIALES DE REFERENCIA.....	134
BIBLIOGRAFÍA.....	134
ANEXOS	139
ANEXO A. EQUIPOS Y MATERIALES.....	139
ANEXO B. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	146
ANEXO B1 PUNTOS TOPOGRÁFICOS.....	146
ANEXO C. CONTEO VEHICULAR.....	158
ANEXO C1. PESOS Y MEDIDAS PARA EL ECUADOR	158
ANEXO D. DISEÑO GEOMÉTRICO.....	166
ANEXO D1. PUNTOS DE INFLEXIÓN	166
ANEXO D2. CURVAS CIRCULARES SIMPLES.....	167
ANEXO D3. CURVAS ESPIRALES	168
ANEXO D4. LONGITUD DE TRANSICIÓN Y APLANAMIENTO	169
ANEXO D5. SOBREALCHO	171
ANEXO D6. TANGENTES.....	171
ANEXO D7. CURVAS VERTICALES.....	173
ANEXO D8. VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO	173
ANEXO E. ENSAYO DE SUELOS.....	179
ANEXO E1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL	179

ANEXO E2. GRANULOMETRÍA	179
ANEXO E3. LÍMITES DE ATTERBERG	184
ANEXO E4. PRÓCTOR MODIFICADO	188
ANEXO E5. VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE UN SUELO (CBR) ..	192
ANEXO F. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	200
ANEXO G. FOTOGRAFÍAS	218
ANEXO G1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CONTEO VEHICULAR	218
ANEXO G2. ENSAYO DE SUELOS	220
ANEXO H. PLANOS	222

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Ubicación de la parroquia Moraspungo.....	12
Figura 2. Referencia vial.....	13
Figura 3. Contenido de humedad.	32
Figura 4. Curva granulométrica.	34
Figura 5. Curva de escurrimiento.....	36
Figura 6. Ábacos para el cálculo de IG.....	39
Figura 7. Carta de plasticidad SUCS	41
Figura 8. Distancia de parada.....	49
Figura 9. Etapas para adelantamiento en carreteras de dos carriles.....	51
Figura 10. Sobreancho.	56
Figura 11. Curva circular simple.....	57
Figura 12. Elementos de la curva vertical.....	67

Figura 13. Sección típica de una vía.	69
Figura 14. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.....	71
Figura 15. Capas de pavimento flexible.....	74
Figura 16. Determinación de CBR de diseño.	82
Figura 17. Cálculo del número estructural SN.....	85
Figura 18. Nomograma para estimación del coeficiente estructural a_1	86
Figura 19. Nomograma de estimación de coeficiente estructural a_2	87
Figura 20. Nomograma de estimación del coeficiente estructural a_3	88
Figura 21. Espesores por capa.....	90
Figura 22. Secciones típicas de cunetas.	98
Figura 23. Cuneta propuesta.	99
Figura 24. Dimensiones de alcantarilla para drenaje de calzada.	108
Figura 25. Cajón de entrada para alcantarilla para drenaje de calzada.	109
Figura 26. Alcantarilla para pasos de agua.	111
Figura 27. Colocación de señalética en zonas rurales.....	114
Figura 28. Espesores de las capas de pavimento flexible.	128

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados en oficina.	7
Tabla 2. Materiales y equipos utilizados en campo.	8
Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en laboratorio.....	9
Tabla 4. Ubicación geográfica del proyecto.....	12
Tabla 5. Características topográficas del terreno.	15
Tabla 6. Conteo vehicular por días.....	17
Tabla 7. Conteo vehicular del día de mayor afluencia de tránsito.	18
Tabla 8. Volumen horario de máxima demanda (hora pico).....	19

Tabla 9. Resumen - tráfico actual.....	25
Tabla 10. Índice de crecimiento de tráfico.....	26
Tabla 11. Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado.....	28
Tabla 12. Clasificación de las carreteras según su jerarquía.....	29
Tabla 13. Carreteras según las condiciones orográficas.	29
Tabla 14. Normas para los ensayos de suelos.....	31
Tabla 15. Contenido de humedad natural.....	32
Tabla 16. Aberturas de tamices.....	33
Tabla 17. Granulometría por tramos.....	35
Tabla 18. Resumen – Límite Líquido.....	37
Tabla 19. Resumen – Límite Plástico.....	37
Tabla 20. Resumen – Índice de plasticidad.....	38
Tabla 21. Clasificación AASHTO	39
Tabla 22. Clasificación de los suelos granulares.	40
Tabla 23. Clasificación de suelos cohesivos.....	40
Tabla 24. Resumen clasificación de los suelos.....	41
Tabla 25. Especificaciones próctor modificado.....	42
Tabla 26. CBR del suelo.....	44
Tabla 27. Valores de velocidad de diseño.....	46
Tabla 28. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño.....	47
Tabla 29. Valores de diseño de las distancias de visibilidad de parada mínimas para parada de un vehículo.....	50
Tabla 30. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para adelantamiento de un vehículo.....	51
Tabla 31. Factores de peralte o sobreelevación recomendados.....	54
Tabla 32. Factores recomendados de fricción lateral.....	54
Tabla 33. Longitud mínima de transición en función de la velocidad de diseño.....	61
Tabla 34. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.....	63
Tabla 35. Valores mínimos de K para curvas verticales convexas.....	65
Tabla 36. Valores mínimos de diseño del coeficiente K para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas y cóncavas mínimas.....	65

Tabla 37. Valores mínimos de K para curvas verticales cóncavas.	67
Tabla 38. Anchos de la calzada según el volumen de tráfico.	70
Tabla 39. Valores de diseño para el ancho de espaldones.	70
Tabla 40. Clasificación de superficies de rodadura.....	73
Tabla 41. Período de análisis según el tipo de carretera.	75
Tabla 42. Fórmulas para cálculo de factores de daño.	75
Tabla 43. Factores de daño.....	76
Tabla 44. Porcentaje de W18 para <i>DL</i>	76
Tabla 45. Porcentaje de W18 para <i>Dd</i>	77
Tabla 46. Resultados W18	78
Tabla 47. Niveles de confiabilidad R, recomendados.....	79
Tabla 48. Desviación estándar normal.	80
Tabla 49. Percentil para CBR de diseño.	81
Tabla 50. Datos para CBR de diseño.	81
Tabla 51. Tiempos de drenaje recomendados por la AASHTO.....	89
Tabla 52. Valores recomendados para los coeficientes <i>m2</i> y <i>m3</i>	89
Tabla 53. Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.	91
Tabla 54. Espesores de capa de pavimento flexible.....	92
Tabla 55. Tipos de Sub-base de acuerdo con la granulometría.....	94
Tabla 56. Tipos de base de acuerdo con la granulometría.	95
Tabla 57. Granulometría de los agregados de la mezcla asfáltica.	96
Tabla 58. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.....	98
Tabla 59. Coeficientes de rugosidad de Manning.....	101
Tabla 60. Coeficientes de escorrentía C.....	103
Tabla 61. Coeficientes de escorrentía- formula Talbot.....	107
Tabla 62. Señalización horizontal empleada.....	113
Tabla 63. Clasificación de las señales verticales.....	114
Tabla 64. Señalización vertical empleada.....	115
Tabla 65. Resumen-Tráfico futuro.	118
Tabla 66. Granulometría por tramos.	119
Tabla 67. Resumen - Límites de Atterberg.	120

Tabla 68. Resumen clasificación de los suelos.	121
Tabla 69. Resultados Ensayo Próctor.....	121
Tabla 70. Resumen de resultados de CBR.	122
Tabla 71. Resumen de parámetros de diseño	123
Tabla 72. Resumen de parámetros de diseño para curvas circulares	123
Tabla 73. Parámetros para el cálculo de SN.....	126
Tabla 74. Datos para el cálculo de los espesores de capa.	127
Tabla 75. Presupuesto referencial de la obra.....	130

RESUMEN

Con el fin de mejorar las condiciones viales del sector se ejecutó el presente proyecto técnico para la ampliación de la vía El Deseo – Punta Brava, el cual inició con una visita de reconocimiento de la vía para el posterior levantamiento topográfico con estación total, en la que se han identificado las características de un relieve montañoso.

Mediante el conteo de tráfico se determinó un TPDA proyectado para un período de diseño de 20 años, en base a cual, se ha clasificado a la vía como clase III diseñándose geoméricamente para diseño horizontal, vertical y sección transversal de acuerdo con los parámetros y recomendaciones de la normativa MOP 2003.

Para el correcto diseño de la vía se han realizado ensayos de suelo para cada kilómetro en los que se han analizado el contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, ensayo próctor y CBR; utilizado en el método AASHTO 1993 para el diseño de pavimento flexible determinado espesores de 20 cm para la sub-base, 15cm para la base y 5 cm para la carpeta asfáltica.

Como obras de drenaje se han diseñado estructuras tipo para cunetas y alcantarillas de drenaje de calzada y para los pasos de agua existentes. En base a rubros para la ejecución del proyecto se calculó un presupuesto referencial de 1471179.86 dólares sin considerar el IVA.

PALABRAS CLAVE: TPDA, Suelos, Diseño geométrico, CBR, Pavimento, Presupuesto referencial.

ABSTRACT

In order to improve road conditions in the sector, this technical project for the expansion of the El Deseo - Punta Brava road was carried out, which began with a reconnaissance visit to the road for the subsequent topographic survey with a total station, in the that the characteristics of a mountainous relief have been identified.

Through the traffic count, a projected TPDA was determined for a design period of 20 years, based on which, the road has been classified as class III, geometrically designed for horizontal, vertical and transversal design in accordance with the parameters and recommendations of the 2003 MOP regulation.

For the correct design of the road, soil tests have been carried out for each kilometer in which the moisture content, granulometry, Atterberg limits, proctor test and CBR have been analyzed; used in the AASHTO 1993 method for the design of flexible pavement determined thicknesses of 20 cm for the sub-base, 15 cm for the base and 5 cm for the asphalt layer.

As drainage works, standard structures have been designed for road drainage ditches and culverts and for existing waterways. Based on items for the execution of the project, a reference budget of 1471179.86 dollars was calculated without considering VAT.

KEYWORDS: TPDA, Soils, Geometric design, CBR, Pavement, Referential budget.

B. CONTENIDOS

CAPÍTULO I.- MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

Una de las obras que representan un avance económico y social para un sector son los proyectos viales; las carreteras, constituyen vías de comunicación de características diferentes desde caminos vecinales hasta autopistas [1] que cumplen con el fin de movilizar a la población de manera cómoda, segura y a la vez oportuna para el crecimiento y desarrollo económico.

En la actualidad, el 67 % de la red vial del Ecuador se encuentra en buen estado, mientras que para el 33 % restante, se recomienda conducir con precaución [2], sin embargo, en las zonas rurales aún se evidencia el mal estado de las vías y lugares en las que el acceso es limitado. Las carreteras al ser una infraestructura de transporte acondicionada dentro de una faja de terreno [3] cumple con características geométricas, estéticas, económicas y compatibles con el medio ambiente, por lo cual, sus estudios parten de la topografía del terreno, condiciones ambientales, conformación geológica, parámetros socioeconómicos de la zona, entre otros [3][4].

Para desarrollar proyectos viales que promuevan el avance de la economía y comunicación entre sectores es necesario realizar estudios de prefactibilidad, etapa en la cual, tras una evaluación entre costos y beneficios se establece si el proyecto es viable o no; para la ejecución del proyecto, se requiere de diseños detallados que beneficien a la población en los que se incluye el diseño geométrico de carreteras y según el tráfico, el diseño de pavimento de la vía.

El cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi cuenta con una parroquia urbana y tres

parroquias rurales, entre ellas Moraspungo; la parroquia más extensa y poblada del cantón y en donde se encuentran los sectores de El Deseo y Punta Brava, dedicados prioritariamente a la agricultura, ganadería y turismo. En cuanto a vialidad, el 24% de las carreteras del cantón corresponden a vías estatales y el 76% son vías provinciales, cantonales o caminos vecinales [5].

Dado que la red vial permite satisfacer las necesidades de educación, trabajo y salud; es necesario realizar estudios y proyectos que garanticen el buen estado de la superficie de rodadura; puesto que, Pangua es el cantón con mayor superficie de lastre y con 170.67 km de vías en mal estado, siendo la mayor cantidad de vías en esa condición; de los cuales los 59.28 km pertenecen a Moraspungo [6]. La necesidad de vías que aporten a la economía; que contribuyan al mejoramiento de las zonas rurales en las que su base de sustento principalmente es la comercialización de productos agrícolas, invitan a ejecutar de manera eficiente proyectos técnicos basados en criterios profesionales y en la normativa.

a. Introducción

La planificación vial incluye condiciones para el diseño de caminos referentes a las demandas de transporte, clima, topografía y geología; las dimensiones y componentes como el ancho de calzada, el perfil y el tipo de camino, que permiten conocer las consecuencias para la sociedad, la seguridad y el desarrollo económico. El mantenimiento de las carreteras es un aspecto que se considera en proceso de diseño al escoger de forma eficiente las características de la vía, evitando así, medidas costosas de mantenimiento [7].

Una carretera cumple con objetivos de seguridad, eficiencia y calidad; con ello, se logra el confort de las sensaciones físicas y mentales entre hombre-carretera y vehículo-entorno que garantiza al usuario un enfoque de seguridad sostenible [8], [9] y percepción agradable; para ello, se han desarrollado prácticas que fomentan la sustentabilidad en

carreteras bajo la compatibilidad entre valores económicos, ambientales y humanos principalmente en la etapa de construcción de las obras viales considerando: mayor contenido de reciclado, distancias reducidas de transporte, el uso de energía, reducción de desechos y emisiones de CO₂ [9] para ofrecer carreteras duraderas y al mismo tiempo una buena relación calidad-precio con una mínima interrupción para los usuarios y un impacto mínimo en el medio ambiente [10].

b. Diseño geométrico de vías

Para el diseño de una carretera, los procedimientos iniciales se basan en el levantamiento topográfico basando en un conjunto de operaciones para determinar las posiciones de puntos de la superficie de la tierra, sea en planta como en altura [11] y el conteo de tráfico para conocer su volumen de tráfico el cual representa el número de vehículos que cruzan un tramo de carretera en la unidad de tiempo [12].

La posición de la carretera en el espacio se define específicamente con su alineación horizontal y vertical para controlar la capacidad del conductor para estimar y supervisar la velocidad durante la ruta, diseñar la curvatura horizontal y vertical lo más plano posible en áreas de intersecciones para permitir una distancia visual adecuada. El efecto combinado de la alineación horizontal y vertical debe ser considerado durante el diseño y complementarse entre sí para evitar desplazamientos, depresiones y curvaturas ópticas en la vía, los cuales son factores estéticos de las carreteras al igual que las secciones cortas o pendientes pronunciadas en los muros de contención, por lo que se recomienda utilizar la belleza natural en las vías; conservando o introduciendo vegetación que brindan un aspecto agradable y a la vez evitan la erosión [13].

c. Diseño de pavimento

A medida que pasan los años, la ingeniería de pavimentos crece para brindar una mejor perspectiva sobre los métodos presentes y futuros; iniciando con las carreteras romanas para fines militares, que han pasado por varias fases de mejora antes de la utilización de asfalto para pavimentos flexibles y cemento Portland para pavimentos rígidos [14]. El pavimento es el conjunto de capas de material seleccionado, colocadas sobre un terreno acondicionado [15] que absorben en forma directa las cargas producidas por el tránsito para transmitir las al terreno de fundación. Es una estructura relacionada con algunas características del proyecto que a la vez, son factores que se relacionan con el rendimiento del pavimento [16] como: la calidad del material del suelo de fundación, el volumen de tránsito, el clima y la disponibilidad de materiales con el fin de resistir los esfuerzos de las cargas repetidas del tránsito [17].

Mediante la experiencia en la construcción de carreteras, se deben tomar en consideración varios factores durante la etapa de diseño para garantizar que la condición del pavimento pueda mantenerse por un periodo prolongado; para ello, es necesario evaluar adecuadamente las condiciones de la subrasante como: el tipo de suelo, el drenaje superficial y subterráneo y las características geológicas [14].

Un pavimento está diseñado para resistir el tráfico de diseño durante su vida de diseño, sin embargo, predecir con precisión la vida útil y forma de deterioro del pavimento resulta un trabajo difícil debido a que, las variables consideradas en el diseño como: el tráfico, el espesor de las capas y las propiedades del material son inciertas ya que varían en el espacio y tiempo lo cual afecta a la vida real del pavimento en los que los parámetros con mayor influencia en la variabilidad del comportamiento de deformación son la rigidez de la subrasante y el espesor de las capas base y carpeta asfáltica [10]. La compactación adecuada garantiza que no se produzcan grandes asentamientos posteriores a la construcción en la subrasante, mientras que el drenaje subterráneo es esencial para el rendimiento económico a largo plazo, por lo cual, se encarga de canalizar el agua a lo largo de la carretera para evitar obstrucciones [14].

Para conocer las condiciones del suelo se realizan varios ensayos, entre los más indispensables, las pruebas de CBR; permite determinar la capacidad portante de un suelo; en suelos con baja capacidad portante a grandes profundidades, el reemplazo de suelo débil implica costos elevados y riesgos como: la dificultad para excavar y rellenar bajo el nivel freático, incide en futuros asentamientos y efectos en estructuras adyacentes; para ello, una técnica utilizada es el pilotaje, donde toda la carga del terraplén se apoya en los pilotes de apoyo, la técnica es rápida, no requiere de movimientos de tierra y presenta un asentamiento mínimo, sin embargo, el método implica altos costos [18].

Los pavimentos flexibles son aquellos pavimentos que se adaptan a las deformaciones del suelo sin que parezcan tensiones adicionales [19]. Se caracteriza por estar conformado por una capa asfáltica en la superficie, donde se apoyan las capas granulares.

En la actualidad, contar con una red vial adecuada para el transporte, que logre un tránsito suave y cómodo es muy importante por lo cual se construyen vías que garanticen la comodidad del usuario. Las vías de pavimento flexible consisten en materiales procesados de capas colocadas sobre la subrasante del suelo con el fin de trasladar las cargas vehiculares a los estratos inferiores y de esta forma, reducir las tensiones y proteger la subrasante de la carretera [12], para ello, un pavimento ideal debe cumplir con ciertos requisitos como:

- Espesor adecuado para la distribución de tensiones en el suelo de la subrasante.
- Debe ser estructuralmente fuerte con el coeficiente de fricción adecuado para evitar el derrape de los vehículos.
- Superficie impermeable como método de protección de la subrasante.
- Superficie suave para la comodidad del usuario.
- Periodo de vida prolongado a un costo de mantenimiento mínimo.

Entonces, debido a la actividad productiva del sector, la población siente la necesidad de

mejorar las condiciones de las carreteras para facilitar el transporte de sus productos para el comercio en las ciudades, por otra parte, el turismo del sector busca fortalecerse con la ampliación de sus calles de acceso. La importancia de la ejecución de este proyecto radica en realizar los estudios pertinentes para obtener un presupuesto referencial para la futura ampliación de la vía, misma que favorece a toda la población del sector, permitiéndoles reducir tiempos y costos de transporte y comercialización de productos, impulsar el turismo y generar fuentes de empleo lo cual permitirá mejorar la economía y calidad de vida de los habitantes.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Rectificar la vía El Deseo– Punta Brava del tramo comprendido 24+000 a 28+000 perteneciente al cantón Pangua de la provincia de Cotopaxi.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Realizar el levantamiento topográfico de la vía existente del sector El Deseo – Punta Brava del cantón Pangua.
- Realizar el estudio del tráfico promedio diario anual TPDA.
- Realizar los estudios de las propiedades físicas y mecánicas del suelo como: contenido de humedad, granulometría, límites de Atterberg, proctor y CBR.
- Diseñar la capa de rodadura con pavimento flexible.
- Realizar el diseño de las obras de arte de la vía: cunetas y alcantarillas.
- Elaborar el presupuesto referencial de la obra.

CAPÍTULO II.- METODOLOGÍA

2.1 Materiales

Durante la planificación y diseño de una obra vial se emplean varios equipos y materiales que permiten el correcto análisis y procesamiento de datos que garanticen un correcto diseño basado en normativa, para ello, se han empleado equipos y materiales según el proceso y etapa de diseño.

Los equipos y materiales se han identificado por grupos según el lugar en los que se han utilizado como: oficina, campo y laboratorio como se indica en las siguientes tablas.

Tabla 1. Materiales y equipos utilizados en oficina.

Material/ Equipo	Aplicación
Libreta de apuntes	Permite anotar todas las referencias y puntos necesarios para llevar ordenadamente un registro durante el levantamiento topográfico. Para el conteo vehicular, consta de tablas de los tipos de vehículos para sistematizar la contabilización de vehículos por la vía.
Computador	Computadora HP Pavilion Intel Core i7, sistema operativo de 64 bits; contiene programas como Civil 3D, Word y Excel para el desarrollo del diseño y cálculos respectivos.

Elaborado por: Lady Chico

Tabla 2. Materiales y equipos utilizados en campo.

	Material/ Equipo	Aplicación
Equipo topográfico	Estación total Trimble M3 DR2	Instrumento utilizado para la medición de distancias y ángulos durante el levantamiento topográfico. Aparato básicamente formado por un lente telescópico con objetivo laser, un teclado, pantalla y procesador para el cálculo y almacenamiento de datos.
	Prisma	Brinda precisión en el cálculo de distancias por medio del láser desde la estación al prisma, para obtener las coordenadas del punto.
	Trípode	Permite estabilizar y sostener la estación total.
	Bastones	Mantiene fijo el prisma al momento de la medición a una altura determinada.
	Jalones	Sirven para marcar los puntos fijos al momento de la alineación.
	Radios de comunicación	Utilizados para comunicarse entre el personal; topógrafo y cadeneros.
Herramienta menor	Cinta métrica	Utilizada en la alineación para crear abscisas cada 20m.
	Estacas de madera	Se utilizan como guía para la toma de puntos de abscisas, puntos de inflexión y cambios de estación durante el levantamiento topográfico con estación total.
	Combo	Herramienta utilizada para fijar las estacas de madera de manera que no se pierdan.
	Barra	Permite perforar el suelo para una colocación más fácil de las estacas.

	Pintura esmalte	Permiten reconocer el punto, visualizar las estacas de forma más clara y describir el punto.
	Brocha	Herramienta utilizada para escribir, pintar las estacas y puntos de referencia.
	Flexómetro	Mide la altura de la estación total.
	Pala	Herramienta utilizada para la obtención de muestras de suelo in situ y para el manejo de cantidades considerables de suelo en laboratorio.
Herramienta mayor	Retroexcavadora	Maquina utilizada para realizar las calicatas durante la recolección de muestras de suelo y transporte de las mismas.

Elaborado por: Lady Chico

Tabla 3. Materiales y equipos utilizados en laboratorio.

	Material/ Equipo	Aplicación
Materia prima	Muestras de suelo	Suelo tomado de las calicatas cada kilómetro para los posteriores análisis en laboratorio.
Equipos electrónicos	Horno	Utilizado para secar las muestras de suelo.
	Balanza electrónica	Herramienta utilizada para tomar el peso de cada elemento.
	Copa Casagrande	Instrumento utilizado para determinar el límite líquido por medio de un cierto número de golpes hasta que las dos partes de suelo dentro de la copa se unan.
	Tamizadora	Equipo vibrante que se utiliza para separar las partículas de suelo según su tamaño.
	Máquina de compresión	Equipada con pistón de penetración CBR

Utensilios	Recipientes metálicos	Contienen las muestras de suelo para ser secados en el horno.
	Cuchara	Utensilio utilizado en laboratorio para mover el suelo.
	Recipiente de porcelana	Utensilio utilizado para contener y posteriormente pulverizar la muestra evitando que se pierda la humedad.
	Mortero	Herramienta utilizada para pulverizar la muestra en el recipiente de porcelana.
	Ranurador	Sirve para separar, dividir la pastilla de suelo en la copa Casagrande.
	Placa de vidrio	Utilizada como base para el manejo de rollitos de suelo ayudando al amasado y alargamiento de las muestras de suelo en el ensayo de límite plástico.
	Bandejas	Recipientes metálicos para recolectar y secar el suelo.
	Molde	Cilindro de metal con medidas especificadas, conformado por una retorta y un collarín donde se contiene el suelo para ser compactado.
Equipos de medición	Calibrador pie de rey	Mide con precisión los diámetros de los moldes.
	Dial	Aparato que permite medir el esponjamiento.
	Probeta	Sirve para medir la cantidad de agua a utilizarse en los ensayos.
Herramienta menor	Retorta	Disco espaciador, sirve de base dentro del molde metálico.
	Pesas	Sirven como sobrecargas puestas en los moldes para los ensayos de esponjamiento y CBR
	Cámara de curado	Estanque de agua donde se sumergen los moldes con muestra compactada para medir el esponjamiento.
	Tamices	Separa las partículas finas de las gruesas de la muestra de suelo.

		Los tamices cuadrados utilizados son del 2 ½ “hasta el #4 y tamices redondos del #10 al #200.
	Espátula	Herramienta delgada de metal que ayuda a la manipulación y mezcla de la muestra de suelo.
	Martillo de compactación	Permite compactar la muestra de suelo dentro del molde, el peso del martillo cumple con especificaciones según las normas.
	Palustre	Herramienta de metal, plana en forma triangular utilizada para manejar y extender la masa de suelo de cada muestra.
	Enrasador	Regleta metálica que ayuda a retirar el exceso de suelo del molde en los ensayos de próctor y CBR

Elaborado por: Lady Chico

2.2 Metodología

Para la elaboración del presente proyecto se utiliza medios bibliográficos como libros, artículos, páginas de internet, revistas y otros estudios anteriores con el fin de recolectar información que aporte al desarrollo de la investigación. Además, se incluye a la recolección de datos en el sitio de estudio, donde consta el reconocimiento del sector, el levantamiento topográfico y la recolección de muestras de suelo, para que, mediante las muestras obtenidas en campo se realizan ensayos de laboratorio para determinar las características del suelo y mediante los resultados conseguidos,0 diseñar la vía según la normativa correspondiente.

2.2.1 Levantamiento topográfico

La vía proyectada une los recintos El Deseo - Punta Brava, ubicados en la parroquia Moraspungo, cantón Pangua, provincia de Cotopaxi como se muestra a continuación:

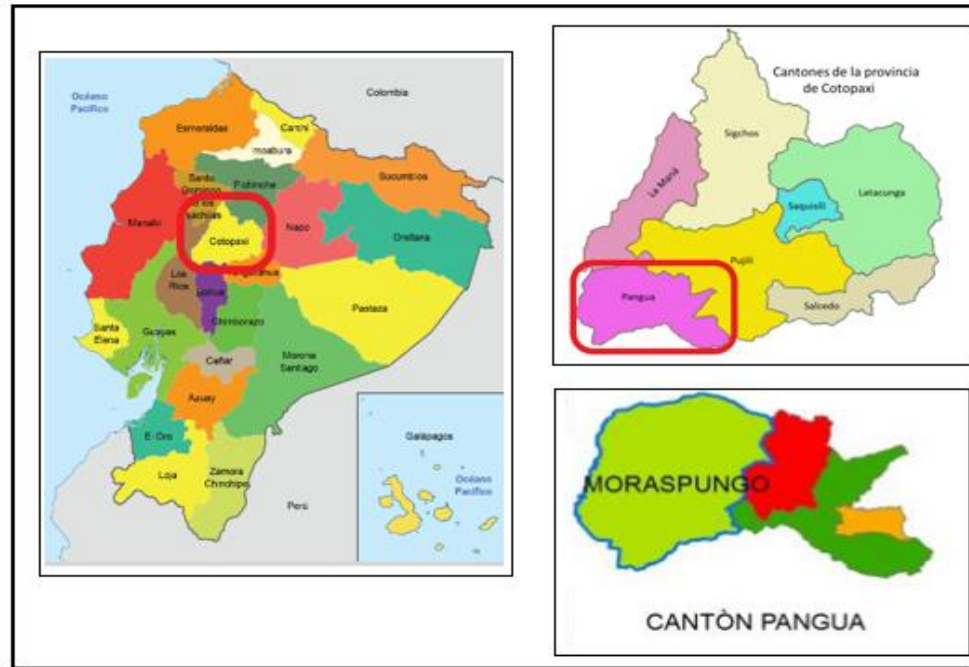


Figura 1. Ubicación de la parroquia Moraspungo.

Elaborado por: Lady Chico

Mediante coordenadas UTM WGS WGS84, el proyecto se encuentra en la zona 17, con las siguientes referencias geográficas:

Tabla 4. Ubicación geográfica del proyecto.

Punto	Abscisa	Longitud	Latitud
Inicio	Km 24+00	697334.074	9890154.61
Fin	Km 28+00	694074.803	9889291.17

Elaborado por: Lady Chico

Dado que la topografía permite determinar las posiciones de puntos en planta y altura de la superficie terrestre [11] e incluye los procedimientos, métodos o procesamiento de datos de la Tierra tales como el relieve, ángulos y elevaciones para la representación del terreno en un plano o dibujo topográfico a escala [20] y de forma detallada para diferentes áreas de la ingeniería [21], se procede a realizar un levantamiento de la topografía del sector donde se ubica el proyecto, siguiendo la siguiente referencia vial:



Figura 2. Referencia vial.

Elaborado por: Lady Chico

Un levantamiento topográfico incluyen el método de levantamiento, los equipos a utilizar,

la ubicación de vértices de apoyo, mediciones, cálculos, procesamiento de datos y la elaboración de planos que permiten determinar la posición de los puntos para su representación en un plano [22] mediante la planimetría, la cual consiste en proyectar los elementos en un plano horizontal sin considerar la elevación; para seguir con la altimetría la cual estudia las diferencias de elevación de los puntos proyectado sobre un plano vertical [21] en base a curvas de nivel que son líneas imaginarias que unen puntos en la misma cota para obtener varias curvas de nivel en diferentes planos horizontales mediante una determinada equidistancia [23].

Para el desarrollo del levantamiento topográfico del km 24+000 al km 28+000 de la vía El Deseo-Punta Brava se ha utilizado una estación total Trimble M3 DR2, debido a que, las condiciones climáticas y atmosféricas como la presencia de abundante neblina y viento, junto con el relieve irregular y el tipo vegetación de la zona no se recomienda el uso de otros equipos topográficos como GPS de precisión y dron, con el fin de evitar la obtención de datos erróneos.

La estación total se caracteriza por la calidad, precisión y eficiencia durante la medición de ángulos y distancias a base del principio geométrico conocido como triangulación, que consiste en determinar la coordenada geográfica de un punto a partir de otros dos conocidos [24]. Para la iniciación del levantamiento topográfico con estación total se parte de una alineación en campo con el uso de jalones y estacas que marcan puntos como los puntos de inflexión y abscisas para seguidamente levantar información con la estación total.

Para el levantamiento de información y datos de georreferenciación del trayecto de la vía El Deseo-Punta Brava, entre los km 24+000 hasta el 28+000; al ser una vía existente de tramos de 4 y 5 metros de ancho, la faja topográfica se realizó de 50 metros por cada lado a partir del eje de la vía en los que se detallan puntos como: vía con abscisas cada 20 m,

pases de agua, alcantarillas, puentes, viviendas cercanas, ríos, entre otros; mismos que se detallan en el **ANEXO B1 PUNTOS TOPOGRÁFICOS**.

Con la finalidad de prever la cantidad de movimiento de tierra que va a requerir el proyecto se identifica el terreno mediante las siguientes características:

- **Terreno plano:** en el trazado del camino no gobiernan las pendientes, exigen mínimo movimiento de tierras [3].
- **Terreno ondulado:** la pendiente del terreno no excede con las pendientes longitudinales que aparecen en el trazado, permite alineamientos más o menos rectos y movimientos de tierra moderados.
- **Terreno montañoso:** las pendientes del proyecto gobiernan el trazado, requieren grandes movimientos de tierra, generalmente.
- **Terreno escarpado:** presentan dificultades para el trazado y explanación, necesitan máximo movimiento de tierras [25].

El terreno donde se ubica la vía en estudio, de acuerdo con las pendientes, corresponde al tipo montañoso como se señala en la tabla:

Tabla 5. Características topográficas del terreno.

Terreno	Pendientes transversales	Pendientes longitudinales
Plano	<5%	<3%
Ondulado	6% - 12%	3% - 6%
Montañoso	13% - 40%	6% - 8%
Escarpado	> 40%	> 8%

Fuente: “Volumen No.2 Libro A Norma para estudios y diseños viales”. MTOP, 2012

2.2.2 Conteo Vehicular

2.2.2.1 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)

Con el propósito de obtener información relacionada con el movimiento de personas y vehículos dentro de un sistema vial se consideran los estudios de tránsito, de los cuales, el conteo representa la medición básica más importante [26]. Los vehículos contabilizados han sido clasificados como: livianos, buses y pesados. Los livianos incluyen automóviles, motos y camionetas, mientras que, para los vehículos pesados, el MTOP presenta sus pesos y dimensiones detallados en el **ANEXO C1. PESOS Y MEDIDAS PARA EL ECUADOR**

El TPDA es el volumen de tránsito promedio por día y se determina a través de observaciones puntuales del tráfico, mismos que deben ser contabilizados mínimo siete días seguidos; en vías de un solo sentido, el tráfico se contabiliza en ese sentido, mientras que, en vías de dos sentidos, el volumen se toma de las dos direcciones y para las autopistas, el tráfico por lo general se calcula para cada sentido [25]. El tránsito promedio diario representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365; valor que permite justificar costos y dimensiones de la carretera [27].

Para el presente proyecto, el tráfico fue contabilizado de forma manual durante siete días consecutivos en horarios de 6:00 am hasta 18:00 pm y cada hora es dividida en cuatro períodos de 15 minutos. El punto base de conteo se ubica al final de la vía El Deseo-Punta Brava donde se recalca que el estado actual de la vía es de 5 metros de ancho, sin división de carriles y de superficie lastrada. De acuerdo con el conteo vehicular realizado durante los siete días, se determinó el siguiente flujo de vehículos:

Tabla 6. Conteo vehicular por días.

Lugar:	Vía El Deseo-Punta Brava	Fecha:	20 – 26 de Noviembre 2021			
Tramo:	Km 24+00 – Km 28+00	Sentido:	Ambos			
Sábado 20	Domingo 21	Lunes 22	Martes 23	Miércoles 24	Jueves 25	Viernes 26
410	444	322	250	351	380	379
vehículos	vehículos	vehículos	vehículos	vehículos	vehículos	vehículos

Elaborado por: Lady Chico

De los datos obtenidos el día de mayor afluencia vehicular es el domingo, debido a que es el día de feria del cantón La Maná y por la cercanía, los pobladores salen a comercializar y abastecerse de productos, además, el turismo del sector atrae la presencia de vehículos durante ese día.

Para el cálculo del TPDA se incluye las siguientes consideraciones:

- **Volumen de la hora pico:** también llamado volumen de tránsito en la hora de máxima demanda (VHMD), representa el volumen de tránsito que circula por una carretera en la hora de tránsito más intenso con lo cual, indica que existen periodos cortos de la hora con tasas de flujo mayores, por lo que se calcula el factor de la hora de máxima demanda [28].

En la tabla siguiente, se detalla el conteo con las horas específicas divididas por 15 minutos, de donde se determina la hora pico y el TPDA detallados a continuación.

Tabla 7. Conteo vehicular del día de mayor afluencia de tránsito.

Vía:		El Deseo - Punta Brava		Sentid	Ambos	Elaborado por: Lady Chico				Fecha:	21-11-21
		PESADOS		2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	Total	TOTAL
HORA	LIVIANOS	BUSES	2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	Total	TOTAL	Acumulado por hora
6:00-6:15	13	2	3	1	0	0	0	0	4	19	
6:15-6:30	8	1	0	1	1	0	0	0	2	11	
6:30-6:45	7	0	1	0	0	0	0	0	1	8	
6:45-7:00	6	2	1	0	0	0	1	0	2	10	48
7:00-7:15	8	0	0	0	1	0	0	0	1	9	38
7:15-7:30	11	1	0	0	0	1	0	0	1	13	40
7:30-7:45	9	1	2	0	1	0	0	0	3	13	45
7:45-8:00	11	0	0	0	0	1	0	0	1	12	47
8:00-8:15	8	1	1	1	0	0	0	0	2	11	49
8:15-8:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
8:30-8:45	5	0	1	0	0	0	0	0	1	6	33
8:45-9:00	6	2	0	1	0	2	0	0	3	11	32
9:00-9:15	4	0	0	0	1	0	0	0	1	5	26
9:15-9:30	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3	25
9:30-9:45	4	1	1	0	0	0	0	0	1	6	25
9:45-10:00	4	0	0	2	0	0	0	0	2	6	20
10:00-10:15	8	1	1	1	0	0	0	0	2	11	26
10:15-10:30	10	0	1	0	0	0	0	0	1	11	34
10:30-10:45	10	0	0	1	0	1	1	0	3	13	41
10:45-11:00	6	1	0	1	1	0	0	0	2	9	44
11:00-11:15	5	0	1	1	0	0	0	0	2	7	40
11:15-11:30	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33
11:30-11:45	5	0	0	1	1	0	0	0	2	7	27
11:45-12:00	8	1	0	0	0	0	0	0	0	9	27
12:00-12:15	3	2	1	0	0	0	0	0	1	6	26
12:15-12:30	5	0	0	1	1	0	0	0	2	7	29
12:30-12:45	11	0	0	1	1	0	0	0	2	13	35
12:45-13:00	7	0	0	1	1	0	0	0	2	9	35
13:00-13:15	4	0	1	0	0	0	0	0	1	5	34
13:15-13:30	7	0	0	1	0	0	0	0	1	8	35
13:30-13:45	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	25
13:45-14:00	2	1	0	0	0	1	0	0	1	4	20
14:00-14:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19
14:15-14:30	6	2	0	0	0	0	0	0	0	8	19
14:30-14:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19
14:45-15:00	5	0	2	0	0	0	0	0	2	7	22
15:00-15:15	8	0	0	0	2	0	0	0	2	10	28
15:15-15:30	11	1	0	0	0	0	0	0	0	12	32
15:30-15:45	10	0	0	1	0	0	0	0	1	11	40
15:45-16:00	12	0	0	0	0	1	0	0	1	13	46
16:00-16:15	9	2	0	3	0	0	0	0	3	14	50
16:15-16:30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	46
16:30-16:45	16	0	2	1	0	0	0	0	3	19	54
16:45-17:00	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	52
17:00-17:15	9	1	1	0	0	0	0	0	1	11	49
17:15-17:30	4	0	0	1	0	0	1	0	2	6	47
17:30-17:45	14	0	0	1	0	0	0	0	1	15	43
17:45-18:00	17	1	0	1	0	0	0	0	1	19	51
										444	

Elaborado por: Lady Chico

La hora pico se determinó entre las 15:45 a 16:45 de la tarde, lapso donde se observó mayor cantidad de vehículos que transitan por la vía en estudio con un volumen de tránsito en la hora de máxima demanda de 54 vehículos; tal como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 8. Volumen horario de máxima demanda (hora pico).

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
HORA PICO											
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	Total		
15:45-16:00	12	0	0	0	0	1	0	0	1	13	54
16:00-16:15	9	2	0	3	0	0	0	0	3	14	
16:15-16:30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	
16:30-16:45	16	0	2	1	0	0	0	0	3	19	
SUMATORIA:	45	2	2	4	0	1	0	0	7	54	

Elaborado por: Lady Chico

Para el cálculo del factor de la hora pico (Factor Horario de Máxima Demanda) se ha utilizado la fórmula:

$$FHMD = \frac{VHMD}{N(q_{max})} \quad \text{Ec. 1}$$

Dónde:

VHMD= volumen de tránsito en la hora de máxima demanda; 54

N= número de periodos durante la hora de máxima demanda; los periodos utilizados pueden ser de 5, 10 o 15 minutos; 4

q_{max} = flujo máximo presentado durante dicha hora; 19

$$FHMD = \frac{54}{4(19)}$$

$$FHMD = 0.71$$

Para la vía en estudio, se busca un flujo vehicular uniforme, por lo cual, para el FHMD o también llamado factor de hora pico se asume el valor de 1.

- **Volumen Horario del proyecto (VHP):** permite determinar las características de la vía, uno de los métodos utilizados para su cálculo es de la 30va hora, mismo que utiliza un factor k del 10% para carreteras urbanas y del 15% para rurales [19].

$$VHP = k * TPDA$$

Ec. 2

Donde al despejarse el TPDA, éste representa el tráfico promedio diario anual actual, con el uso de un valor de k de 15% para el método de la 30va hora, asumiendo que la vía en estudio es rural y donde el volumen horario del proyecto (VHP) resulta ser el volumen horario en la hora de máxima demanda.

$$VHP = k * TPDA$$

$$TPDA(actual) = \frac{VHP}{k}$$

Livianos

$$TPDA(actual) = \frac{45}{0.15}$$

$$TPDA(actual) = 300 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Buses

$$TPDA(actual) = \frac{2}{0.15}$$

$$TPDA(actual) = 13 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Pesados

$$TPDA(actual) = \frac{7}{0.15}$$

$$TPDA(actual) = 47 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

La suma de los TPDA actuales de cada tipo de veh\u00edculo representa el TPDA actual general:

$$TPDA(actual) = TPDA_{\text{livianos}} + TPDA_{\text{buses}} + TPDA_{\text{pesados}}$$

$$TPDA(actual) = 300 + 13 + 47 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

$$TPDA(actual) = 360 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

2.2.2.2 Tr\u00e1fico Actual

Para conocer el tr\u00e1fico futuro se parte del tr\u00e1fico actual, el cual, es el n\u00famero de veh\u00edculos que circulan sobre la carretera antes de ser mejorada o que circulan al presente; para una carretera que va a ser mejorada [25], el tr\u00e1fico actual se compone de:

- **Tr\u00e1fico existente:** se obtiene a trav\u00e9s de estudios de tr\u00e1fico, es el que se usa antes del mejoramiento de la carretera.

- **Tráfico desviado:** es el tráfico atraído por otras vías al terminar las mejoras o construcción de la carretera.

El tráfico actual para la vía en estudio al ser mejorada se compone de tráfico atraído, generado y desarrollado [25], los cuales se calculan de acuerdo al TPDA actual calculado de 360 vehículos por día.

- **Tráfico atraído:** Representa al tráfico que se genera una vez terminadas las mejoras de la vía. Este tráfico asume el 10% del TPDA actual.

Cálculo del tránsito atraído:

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * TPDA(\text{actual})$$

Livianos

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * 300$$

$$T_{\text{atraído}} = 30 \text{ vehículos/día}$$

Buses

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * 13$$

$$T_{\text{atraído}} = 1 \text{ vehículos/día}$$

Pesados

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * 47$$

$$T_{\text{atraído}} = 5 \text{ vehículos/día}$$

- **Tráfico generado:** Comprende el número de viajes que se pueden efectuar si las mejoras ocurren; el porcentaje utilizado del TPDA actual para el tráfico generado es el 20%.

Cálculo del tránsito generado:

$$T_{generado} = 20\% * TPDA(actual)$$

Livianos

$$T_{generado} = 20\% * 300$$

$$T_{generado} = 60 \text{ vehículos/día}$$

Buses

$$T_{generado} = 20\% * 13$$

$$T_{generado} = 3 \text{ vehículos/día}$$

Pesados

$$T_{generado} = 20\% * 47$$

$$T_{generado} = 9 \text{ vehículos/día}$$

- **Tráfico desarrollado:** A partir de la incorporación de la carretera, se incluye este tipo de tráfico producido por el incremento de nuevas áreas o incremento de producción de las tierras dentro del área de influencia, para lo cual se asume es un 5% del TPDA actual.

Cálculo del tránsito desarrollado:

$$T_{desarrollado} = 5\% * TPDA(actual)$$

Livianos

$$T_{desarrollado} = 5\% * 300$$

$$T_{desarrollado} = 15 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Buses

$$T_{desarrollado} = 5\% * 13$$

$$T_{desarrollado} = 1 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Pesados

$$T_{desarrollado} = 5\% * 47$$

$$T_{desarrollado} = 2 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Entonces, el tr\u00e1fico neto actual es la suma del TPDA actual calculado, el tr\u00e1nsito atra\u00eddo, generado y desarrollado de cada tipo de veh\u00edculo.

$$Tr\u00e1fico actual = TPDA(actual) + T_{atra\u00eddo} + T_{generado} + T_{desarrollado} \quad Ec. 3$$

Livianos

$$Tr\u00e1fico actual = 300 + 30 + 60 + 15 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

$$Tr\u00e1fico actual = 405 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Buses

$$Tr\u00e1fico actual = 13 + 1 + 3 + 1 \text{ (veh\u00edculos/d\u00eda)}$$

$$\text{Tráfico actual} = 18 \text{ vehículos/día}$$

Pesados

$$\text{Tráfico actual} = 47 + 5 + 9 + 2 \text{ (vehículos/día)}$$

$$\text{Tráfico actual} = 63 \text{ vehículos/día}$$

El tráfico actual total se calcula mediante la suma de los tráficos actuales de vehículos livianos, buses y pesados.

$$\text{Tráfico actual} = \text{Tac. livianos} + \text{Tac. buses} + \text{Tac. pesados}$$

$$\text{Tráfico actual} = 405 + 18 + 63 \text{ (vehículos/día)}$$

$$\text{Tráfico actual} = 486 \text{ vehículos/día}$$

Tabla 9. Resumen - tráfico actual.

Tipo de vehículo	TPDA actual	Tráfico atraído	Tráfico generado	Tráfico desarrollado	Tráfico actual
Livianos	300	30	60	15	405
Buses	13	1	3	1	18
Pesados	47	5	9	2	63
TOTAL	360	36	72	18	486

Elaborado por: Lady Chico

2.2.2.3 Tráfico futuro

Las proyecciones de tráfico son utilizadas para clasificar a las carreteras y determinar sus características y datos geométricos del proyecto. Para el diseño de carreteras, la norma recomienda una predicción de tráfico de 15 o 20 años [25]. Para el diseño de la vía en

estudio la predicción del tráfico es proyectado a 20 años debido a que la capa de rodadura a diseñar es pavimento flexible.

En base al TPDA actual y a los índices de crecimiento de tráfico, se calcula la proyección del tráfico o tráfico futuro. Los indicadores más convenientes para determinar las tendencias del crecimiento de tráfico se dan por tasas de crecimiento históricas, relacionadas al consumo de combustible y la formación el parque automotor [25] como se indican a continuación:

Tabla 10. Índice de crecimiento de tráfico.

Período	Tipo de vehículo		
	Livianos	Buses	Pesados
2012-2015	4.47	2.92	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.78	1.74
2025-2040	3.25	1.62	1.58

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Para el año 2041, el tráfico futuro se determina mediante.

$$Tf = Ta (1 + i)^n \quad \text{Ec. 4}$$

Dónde:

Tf = Tráfico futuro o proyectado

Ta = Tráfico actual; 405 vehículos/día (livianos), 18 vehículos/día (buses) y 63 vehículos/día (pesados)

i = Tasa de crecimiento de tráfico; se puede utilizar la tasa de crecimiento poblacional o de combustibles; 3.25 (livianos), 1.62 (buses) y 1.58 (pesados)

n = Número de años proyectados, 20 años

Livianos

$$Tf = 405 (1 + 3.25\%)^{20}$$

$$Tf = 768 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Buses

$$Tf = 18 (1 + 1.62\%)^{20}$$

$$Tf = 25 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Pesados

$$Tf = 63 (1 + 1.58\%)^{20}$$

$$Tf = 88 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

El TPDA futuro resulta de la suma de los tr\u00e1ficos futuros de cada tipo de veh\u00edculo:

$$TPDA (\text{futuro}) = Tflivianos + Tfbuses + Tfpesados$$

$$TPDA (\text{futuro}) = 768 + 25 + 88 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$\mathbf{TPDA (\text{futuro}) = 881 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}$$

2.2.3 Clasificación de las carreteras

Las carreteras se refieren a las vías de transporte públicas construidas como medio de comunicación entre parroquias, cantones, provincias y regiones del país [29], permitiendo la movilidad y garantizando una circulación adecuada. Tradicionalmente, las carreteras se han clasificado según su importancia y volumen de tráfico [25]. En función al tráfico proyectado, la presente carretera es clase III con un TPDA proyectado de 300 a 1000 vehículos, como se indica:

Tabla 11. Clasificación de carreteras según el tráfico proyectado.

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectado TPDA
R-I o R-II	>8000
I	3000-8000
II	1000-3000
III	300-1000
IV	100-300
V	<100

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Según la jerarquía las carreteras pueden ser:

- **Corredores arteriales:** pueden ser autopistas, carreteras con calzada separada que tendrán un control total de accesos, o carreteras de calzada única que mantienen una sola superficie acondicionada con dos carriles en ambos sentidos [25]. Son caminos de alta jerarquía que sirven para viajes de larga distancia con accesibilidad y estándares geométricos controlados [27].
- **Vías colectoras:** están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Son caminos de mediana jerarquía, encargados de recolectar el tráfico de la zona rural para conducirlos a los corredores arteriales.

- **Caminos Vecinales:** son carreteras básicas que incluyen a todos los caminos rurales que no se incluyen dentro de los corredores arteriales y vías colectoras [25], comunican preferentemente áreas internas como recintos y caseríos [29].

De acuerdo con las clasificaciones presentadas, la vía tratada, al ser una vía clase III corresponde a una vía colectoras de mediana jerarquía encargada de recibir el tráfico de caminos básicos para conducirlos a carreteras de mayor jerarquía.

Tabla 12. Clasificación de las carreteras según su jerarquía.

FUNCIÓN	CLASE DE CARRETERA
Corredor arterial	RI -RII (Autopistas)
	I
	II
Colectora	I
	II
	III
	IV
Camino Vecinal	IV
	V

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Las carreteras también se clasifican según las condiciones orográficas; en función de la máxima inclinación media de la línea de máxima pendiente, correspondiente a la franja original de dicho terreno interceptada por la explanación de la carretera como se muestra en la **Tabla 13**, donde, la vía presente incurre en un relieve montañoso.

Tabla 13. Carreteras según las condiciones orográficas.

Tipo de relieve	Máxima inclinación media
Plano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Montañoso	$15 < i \leq 25$
Escarpado	$25 > i$

Fuente: “Volumen No. 2 Libro a Norma para estudios y diseños viales”. MTOP, 2012

Las carreteras pueden presentar varias superficies de rodadura según la jerarquía y pueden ser:

- **Pavimento Flexible:** formado por una mezcla bituminosa de asfalto.
- **Pavimento Rígido:** formado por una losa de concreto hidráulico.
- **Afirmados:** la superficie de rodadura compactada que se compone de una capa de material granular de máximo 2 ½” y finos [27].
- **Superficie natural:** se compone del terreno natural debidamente compactado.

La carretera en estudio al jerarquizarla como una vía tipo III, requiere una capa de rodadura de material asfáltico, por lo que se la clasifica como pavimento flexible.

2.2.4 Ensayo de suelos

Mediante los estudios de suelos, es posible caracterizar las propiedades físicas y mecánicas del suelo, previo a la elaboración de un proyecto, para ello, es importante que la extracción de las muestras sea cuidadosamente realizada con el fin de evitar falsos resultados en laboratorio. Las muestras pueden ser alteradas o inalteradas [30], donde:

- **Muestras alteradas:** también conocidas como perturbadas, son aquellas en las que su estructura ha sufrido cambios, se utilizan en materiales destinados a la construcción.
- **Muestras inalteradas:** conservan la misma estructura que tenían in situ, son utilizadas en muestras que se necesite conocer las condiciones de estabilidad o capacidad portante del terreno.

Para los ensayos del presente proyecto se han tomado muestras alteradas cada kilómetro desde el km 24+500 km hasta el 27+500 km mediante calicatas de 1.0 m de lado, mientras que, la profundidad de la calicata se considera suficiente a un 1.5 m a partir de la subrasante, de donde se extrae una cantidad representativa de 50 kg de suelo en las abscisas 24+500, 25+500, 26+500 y 27+500, para los respectivos ensayos en laboratorio. Para los ensayos de suelos se han utilizado varias normas, las cuales se indican en la siguiente tabla:

Tabla 14. Normas para los ensayos de suelos.

ENSAYO		NORMA
Contenido de Humedad		AASHTO T 265 ASTM D2216-71 INEN 690
Granulometría		AASHTO T-88 ASTM D-421-58 INEN 696
Límites de Atterberg	Límite Líquido (LL)	AASHTO T-89 ASTM D-424-71 INEN 691
	Límite Plástico	AASHTO T-90-70 ASTM D-424-59-74 INEN 692
Proctor Modificado		AASHTO T-180 ASTM D-1557
CBR		AASHTO T-193-63 ASTM D-1883

Elaborado por: Lady Chico

2.2.4.1 Contenido de Humedad

El contenido de humedad o de agua indica el porcentaje del peso de agua en una determinada masa de suelo con respecto al peso de partículas sólidas [31], [32]. Según la

norma INEN 690 [33] el método consiste en determinar la cantidad de agua existente en una masa de suelo mediante el secado al horno.

Para la determinación de contenido de humedad natural para cada muestra de suelo se han tomado dos recipientes para cada una, tomadas sus pesos y secadas al horno por más de 8 horas. Los ensayos de contenido de humedad para cada muestra se detallan en **ANEXO E1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL**, dónde los cálculos se han realizado mediante la fórmula y representación de la siguiente figura:

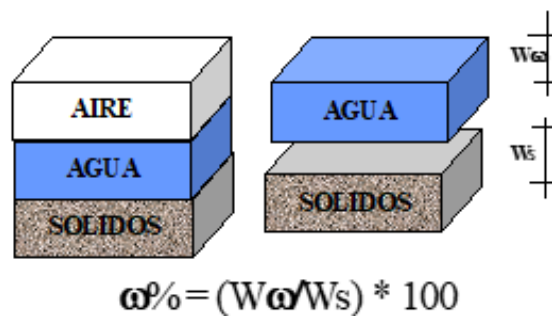


Figura 3. Contenido de humedad.

Fuente: “Mecánica de suelos”. Lorena Pérez, 2010

Mediante el ensayo realizado y los datos obtenidos se tiene los siguientes contenidos de humedad:

Tabla 15. Contenido de humedad natural

Muestra No.	1	2	3	4
Abscisa	24+500	25+500	26+500	27+500
Contenido de humedad w%	56.98	59.83	49.90	7.19

Elaborado por: Lady Chico

2.2.4.2 Granulometría

El análisis granulométrico de un suelo busca clasificar a sus elementos constituyentes por tamaños, mediante el uso de tamices [34]. Un análisis granulométrico permite verificar si

el suelo es bien o mal graduado tras la representación gráfica de los resultados conocido como curva granulométrica [35]. Con el procedimiento de la norma INEN 696, las partículas componentes de una muestra en condiciones secas y de masa conocida son separadas por tamaño a través de una serie de tamices de aberturas ordenadas en forma descendente. Las masas de las partículas mayores a las aberturas de la serie de tamices utilizados, expresado en porcentaje de la masa total, permite determinar la distribución del tamaño de partículas [36].

Para la vía en estudio, cada muestra ha sido ensayada con un peso inicial de 1000 gramos pasados por los tamices; las aberturas de los tamices se han estandarizado según las especificaciones siguientes:

Tabla 16. Aberturas de tamices.

TYLER STANDARD		U.S BUREAU OF STANDARDS	
MALLA NUMERO	ABERTURA (mm)	MALLA NUMERO	ABERTURA (mm)
3"	76.200	3"	101.600
2"	50.800	2"	50.800
-	26.670	1"	25.400
-	18.850	¾"	19.100
-	13.320	½"	12.700
-	9.423	3/8"	9.520
3	6.680	¼"	6.350
4	4.699	#4	4.760
6	3.327	#6	3.360
8	2.362	#8	2.380
9	1.981	#10	2.000
10	1.655	12	1.680
20	0.833	20	0.840
35	0.417	40	0.420
60	0.246	60	0.250
100	0.147	100	0.149
200	0.074	200	0.074
270	0.053	270	0.053
400	0.038	400	0.037

Fuente: "Mecánica de Suelos I". E. Juárez Badillo, A. Rico Rodríguez, 2005

Mediante la curva granulométrica es posible conocer parámetros como los diámetros y coeficientes de uniformidad y curvatura para clasificar al suelo y saber si está bien o mal distribuido [32]. Los ensayos de granulometría para cada muestra se detallan en el **ANEXO E2. GRANULOMETRÍA**, en los que se obtienen curvas para cada muestra de suelo para ser analizadas en referencia a la siguiente curva granulométrica:

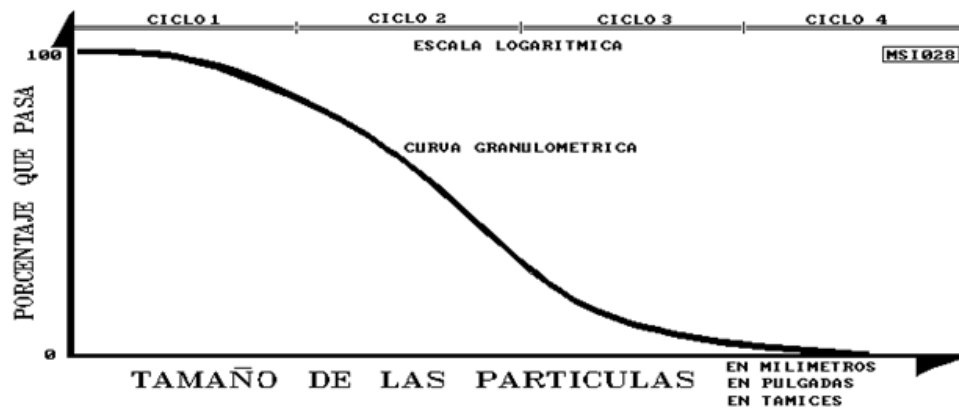


Figura 4. Curva granulométrica.

Fuente: “Mecánica de suelos”. Lorena Pérez, 2010

En base a la curva granulométrica presentada en cada muestra de suelo se calculan los siguientes parámetros granulométricos:

Coefficiente de uniformidad (Cu): mientras mayor es el coeficiente, más amplio es el rango de tamaño de partículas [32]. Para gravas bien graduadas el $Cu > 4$, mientras que para arenas bien graduadas el $Cu > 6$.

$$Cu = D_{60}/D_{10} \quad \text{Ec. 5}$$

Coefficiente de curvatura (Cc): permite determinar la graduación del material. Los suelos bien graduados tienen $1 < Cc < 3$.

$$Cc = \frac{D_{30}^2}{D_{60} * D_{10}} \quad \text{Ec. 6}$$

Los porcentajes de material que pasan cada muestra por los tamices y los parámetros granulométricos calculados con las fórmulas **Ec.5** y **Ec.6** en cada caso, se detallan en la tabla siguiente:

Tabla 17. Granulometría por tramos.

Muestra No.	1	2	3	4
Abscisa	24+500	25+500	26+500	27+500
Pasa: No.4 (%)	90.65	90.04	100	50.03
No.8 (%)	88.98	84.86	98.46	44.50
No.10 (%)	88.04	79.72	90.00	42.41
No.16 (%)	77.61	69.92	70.72	37.32
No.30 (%)	60.35	58.64	49.94	28.68
No.40 (%)	49.83	52.98	40.12	22.11
No.50 (%)	38.55	47.56	32.46	15.82
No.60 (%)	30.89	43.72	26.69	13.36
No.100 (%)	12.99	26.75	9.23	6.48
No.200 (%)	2.31	12.08	2.86	1.62
D₁₀	0.13	0.074	0.15	0.20
D₃₀	0.24	0.165	0.27	0.76
D₆₀	0.50	0.61	0.81	10.0
Cu	4.54	8.24	5.40	50.0
Cc	0.75	0.60	0.60	0.29

Elaborado por: Lady Chico.

2.2.4.3 Límites de Atterberg

Los límites de consistencia, se utilizan para caracterizar el comportamiento de los suelos finos [37], identificándose a todos ellos por el contenido de humedad específica; pueden ser: estado líquido, semilíquido, plástico, semisólido y sólido; de los cuales los tres últimos estados reciben el nombre de límites de Atterberg. Para los ensayos correspondientes se

emplea aproximadamente 250 gr de material que pase el tamiz No. 40. Con lo cual, se realiza los siguientes ensayos:

Límite líquido (LL): cuando el suelo pasa de un estado plástico a un estado líquido. Permite determinar previamente el tipo de suelo sea orgánico o inorgánico. Según la norma INEN 691 [38], consiste en determinar el contenido de agua de un suelo mediante el uso de la copa Casagrande en el que mediante una cierta cantidad de golpes se determina la fluencia del suelo. El límite líquido se determina mediante la curva de escurrimiento y su intersección con la ordenada de 25 golpes.

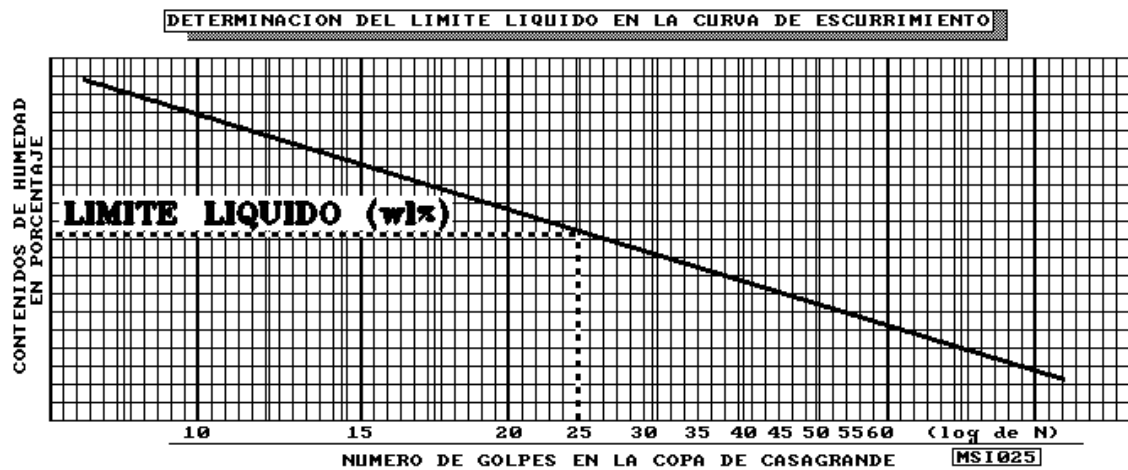


Figura 5. Curva de escurrimiento.

Fuente: “Mecánica de suelos”. Lorena Pérez, 2010

Para las muestras en estudio, el límite líquido ha sido ensayado para cuatro rangos de golpes: de 0-15, de 15-25, de 25-35 y de 35-45 golpes extrayendo dos muestras para contenido de humedad por cada rango, mientras que, para el límite plástico se han utilizado cinco muestras para contenido de humedad, lo cual permite sacar un promedio de valores de los límites. Los ensayos realizados para cada muestra se detallan en el **ANEXO E3. LÍMITES DE ATTERBERG.**

Tabla 18. Resumen – Límite Líquido.

Muestra	Abscisa	LL%
1	Km 24+500	77.99
2	Km 25+500	44.92
3	Km 26+500	74.23
4	Km 27+500	21.25

Elaborado por: Lady Chico

Límite plástico (LP): cuando el suelo pasa de un estado semisólido a un estado plástico. Representa la humedad mínima para que el suelo analizado vuelva a su estado de plasticidad, donde no se recupera elásticamente por lo que el suelo se deforma con facilidad [32]. La humedad del suelo permite rodar cilindros de 3 mm de diámetro [39] sobre la superficie de vidrio, comprobando que se produzcan fisuras; las muestras son secadas al horno para determinar el contenido de humedad y con ello el límite plástico.

Tabla 19. Resumen – Límite Plástico.

Muestra	Abscisa	LP%
1	Km 24+500	60.56
2	Km 25+500	39.73
3	Km 26+500	60.80
4	Km 27+500	22.66

Elaborado por: Lady Chico

Índice plástico (IP): representa el rango de humedad en el cual el suelo se encuentra en estado plástico y se calcula mediante la diferencia numérica entre el límite líquido y el límite plástico.

$$I_p = LL - LP \quad \text{Ec. 7}$$

Con la diferencia entre los límites líquido y plástico obtenidos de las muestras se calcula el índice plástico para cada muestra cómo se indica:

Tabla 20. Resumen – Índice de plasticidad.

Muestra	Abscisa	IP%
1	Km 24+500	17.43
2	Km 25+500	5.19
3	Km 26+500	13.43
4	Km 27+500	NP

Elaborado por: Lady Chico

2.2.4.4 Clasificación de los suelos

Para la vía en estudio, los suelos se clasifican según la nomenclatura SUCS y AASHTO, de acuerdo con cada una de sus características. Según la AASHTO M-145 los suelos se clasifican mediante granulometría de la siguiente forma:

- **Grava:** fragmentación de roca que pasa el tamiz de 3” (76.2mm) y retiene el tamiz No. 10 (2.00mm)
- **Arena gruesa:** provienen de la desintegración de rocas o de la trituración de minas que pasan el tamiz No. 10 (2.00 mm) y quedan retenidas en el tamiz No. 40 (0.425mm).
- **Arena fina:** partículas que pasan el tamiz No.40 (0425mm) y se retienen en el tamiz No. 200 (0.075mm).
- **Limos y Arcillas:** partículas que pasan el tamiz No. 200 (0.075mm).

Para la clasificación AASHTO es necesario conocer el parámetro índice de grupo, el cual mide la calidad del suelo mediante los límites de plasticidad y del porcentaje que pasa el tamiz No. 200 [32]. Este parámetro puede calcularse mediante el uso de ábacos como:

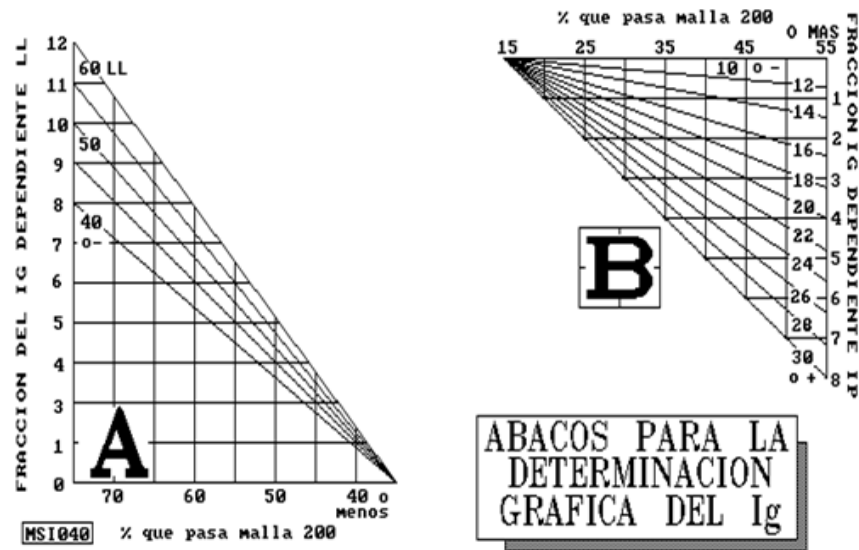


Figura 6. Ábacos para el cálculo de IG.

Fuente: “Mecánica de suelos”. Lorena Pérez, 2010

Para todas las muestras se registra un índice de grupo de valor 0, debido a que el porcentaje de suelo que pasa la malla No. 200 es menor al 15%. Con los datos de límites de consistencia y granulometría se utiliza la siguiente tabla de clasificación de suelos mediante la normativa AASHTO.

Tabla 21. Clasificación AASHTO

Clasificación General ⁽¹⁾	Materiales Granulares (35% o menos pasa la malla N° 200)							Materiales Limo-Arcillosos (pasan más del 35% la malla N° 200)			
	A - 1		A - 3	A - 2				A - 4	A - 5	A - 6	A - 7 ⁽²⁾
Clasificación por Grupos:	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5
Análisis Granulométrico											
Porcentaje que pasa:											
Tamiz N° 10	50 máx										
N° 40	30 máx	50 máx	51 mín								
N° 200	15 máx	25 máx	10 máx	35 máx	35 máx	35 máx	35 máx	36 mín	36 mín	36 mín	36 mín
Características de la fracción que pasa la malla N° 40											
Límite Líquido:			No plástico	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín	40 máx	41 mín
Índice de Plasticidad:	6 máx			10 máx	10 máx	11 mín	11 mín	10 máx	10 máx	11 mín	11 mín
Tipos usuales de los materiales componentes importantes.	Fragmentos de Piedra, Grava y Arena.		Arena Fina	Arena y Gravas limosas o arcillosas.				Suelos Limosos		Suelos Arcillosos	
Clasific. Gral como Subrasante.	DE EXCELENTE A BUENA.						DE REGULAR A MALA.				

Fuente: “Clasificación de los suelos”. AASHTO M 145

Para la clasificación de los suelos en el sistema SUCS:

Suelo granular: si más del 50% de la muestra es retenido por el tamiz No. 200.

A su vez, el suelo granular se clasifica en:

- **Grava (G):** si más del 50% de la fracción granular es retenida por el tamiz No. 4 (4.76mm)
- **Arena (S):** si el 50% o más de la fracción granular pasa por el tamiz No. 4

Suelo cohesivo: si el 50% o más de la muestra pasa por el tamiz No. 200 (0.075mm).

Tabla 22. Clasificación de los suelos granulares.

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Grava	G	W	Bien graduada
Arena	S	P	Mal graduada
		M	Limosas
		C	Arcillosas

Fuente: “Unidad de aprendizaje No.2: Propiedades índices de los Suelos”. U.T.Chile, 1916 [40].

Tabla 23. Clasificación de suelos cohesivos.

Tipo de suelo	Prefijo	Subgrupo	Sufijo
Limo	M	L	Baja plasticidad
Arcilla	C	H	Alta plasticidad
Suelo Orgánico	O		

Fuente: “Unidad de aprendizaje No. 2: Propiedades índices de los Suelos”. U.T.Chile, 1916

Para clasificar el suelo según el sistema SUCS se utiliza la siguiente carta de plasticidad:

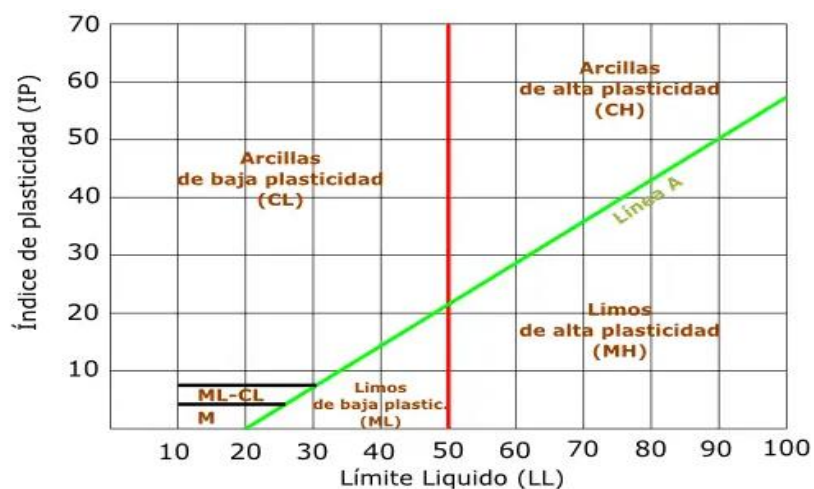


Figura 7. Carta de plasticidad SUCS

Fuente: “Carta de plasticidad de Casagrande”. Geotecnia.online, 2020

Los suelos de cada muestra se clasifican según los dos sistemas: AASHTO y SUCS en función de datos como límite líquido, plasticidad, granulometría, entre otros; para los cuales, el suelo corresponde a una arena pobremente graduada y no se presentan suelos cohesivos.

Tabla 24. Resumen clasificación de los suelos.

Muestra	Abscisa	Límites de Atterberg			Granulometría % pasa tamiz			Tipo de suelo		
		LL	LP	IP	No.4	No.40	No.200	SUCS	AASHTO	Nomenclatura
1	24+500	77.99	60.56	17.43	90.65	49.83	2.31	SP	A-2-7(0)	Arena pobremente graduada con limo
2	25+500	44.92	39.73	5.19	90.04	52.98	12.08	SM	A-2-5(0)	Arena limosa
3	26+500	74.23	60.80	13.43	100	40.12	2.86	SP	A-2-7(0)	Arena pobremente graduada con limo
4	27+500	21.25	22.66	NP	50.03	22.11	1.62	SP	A-3(0)	Arena fina pobremente graduada

Elaborado por: Lady Chico

2.2.4.5 Proceso de compactación-Ensayo Próctor

La compactación es un proceso que permite mejorar artificialmente las propiedades índice y mecánicas del suelo como la resistencia; para ello, se consideran los ensayos Proctor estándar y Proctor modificados [41], de los cuales son utilizados para suelos friccionantes: gravo-arenosos, areno-limosos y limosos no plásticos. La compactación consiste en un proceso repetitivo para conseguir la densidad específica para una relación óptima de agua con el fin de aumentar la capacidad para soportar cargas, impedir el hundimiento del suelo y reducir el escurrimiento de agua.

- **Proctor estándar:** las curvas requieren de un contenido de humedad más alto para alcanzar la humedad óptima y la máxima densidad.
- **Proctor modificado:** las curvas requieren de menor contenido de humedad para alcanzar la humedad óptima y máxima densidad.

Según la norma AASHTO T-180, se especifican las características del ensayo de proctor modificado para cada uno de sus métodos. Para los presentes estudios de suelos se ha elegido el ensayo de Próctor Modificado tipo B.

Tabla 25. Especificaciones próctor modificado.

PISON: Martillo cilíndrico de 10 lb IMPACTO: Altura de Caída 18"				
MÉTODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz #4	Tamiz #4	Tamiz ¾"	Tamiz ¾"
Diámetro del molde	4"	6"	4"	6"
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pie ³	1/13.33pie ³	1/30 pie ³	1/13.33 pie ³

Fuente: "Carreteras, calles y Autopistas". R. Valle Rodas, 1980

Para el ensayo próctor modificado se realiza el proceso repetitivo mínimo 4 veces por cada muestra de suelo aumentando gradualmente el contenido de humedad hasta que el peso del molde con el suelo húmedo disminuya; para cada molde se utilizan 6000 gr de suelo que pasa el tamiz No. 4.

Los contenidos de humedad óptimos van desde el 9.47% al 44.32% lo cual indica la cantidad de agua a utilizar para el ensayo de CBR. Los ensayos de próctor se detallan en el **ANEXO E4. PRÓCTOR MODIFICADO**.

2.2.4.6 Valor Relativo de Soporte de un Suelo (C.B.R)

El método CBR (California Bearing Ratio – Relación de Soporte California), establece una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte como base de sustentación para pavimentos flexibles; es un índice de resistencia al esfuerzo cortante de acuerdo a condiciones de humedad y compactación [41], [42]. Los valores se comprenden de 0 a 100%; mientras mayor es el porcentaje, mejor es su capacidad portante, mientras que, valores menores a 6, se desechan. El cálculo se realiza mediante la fórmula siguiente:

$$CBR = \frac{\text{Carga unitaria del ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100 \quad \text{Ec. 8}$$

Según la norma ASTM D 1883, las características en una muestra estándar para el cálculo de CBR son: para penetración de 0.1 pulgadas corresponde una carga unitaria patrón de 1000 psi, mientras que para una penetración de 0.2 pulgadas, la carga unitaria patrón es de 1500 psi [43].

Tabla 26.CBR del suelo.

CBR (%)	Clasificación cualitativa	Usos
0-5	Muy mala	Sub-rasante
5-10	Mala	Sub-rasante
10-20	Regular -Buena	Sub-rasante
20-30	Muy buena	Sub-rasante
30-50	Buena	Sub-base
50-80	Buena	Base
80-100	Muy buena	Base

Fuente: “Mecánica de suelos y cimentaciones”. C. Crespo Villalaz, 2004

Debido a que este método de prueba se utiliza para evaluar la resistencia de la subrasante, subbase y base; el valor de CBR es parte primordial para el diseño del pavimento flexible de una vía [44].

El ensayo se realiza con 3 moldes; uno para 56 golpes, uno para 27 golpes y el último para 11 golpes para cada muestra, utilizando 6000 gr de suelo que pase el tamiz No. 4 para cada molde y la cantidad de agua utilizada es la del contenido de humedad óptimo calculado mediante el ensayo de próctor. Una vez compactado el suelo se da vuelta a los moldes, se coloca pesas y se sumerge en la cámara de curado generalmente por tres días para posteriormente ensayar cada muestra en la máquina de CBR puntual.

Los valores de CBR calculados para cada tramo se detallan en el **ANEXO E5. VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE UN SUELO (CBR)**, donde se evidencia que el CBR del tramo en estudio va desde el 14.33% hasta el 43.36%, lo cual indica que el suelo es de buena calidad.

2.2.5 Diseño geométrico de la vía

El diseño geométrico del presente proyecto se realiza de acuerdo con las especificaciones presentadas por la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras del MTOP 2003, en el que presenta todos los aspectos necesarios para cumplir con requerimientos de seguridad, estética y economía que una vía debe tener; para ello, se determinan los siguientes parámetros:

Determinación de la velocidad de diseño

La velocidad de diseño es la máxima velocidad a la cual los vehículos pueden circular de manera segura en función de las características de la carretera, las condiciones climáticas, importancia y topografía del terreno; utilizada para el cálculo de los elementos geométricos de la vía [25], seleccionando una velocidad de diseño que permita mantener una velocidad constante. Conducir sobre los límites legales de velocidad conlleva a graves problemas de seguridad vial, aumentando el riesgo de choques y lesiones graves; por tanto, los límites de velocidad se utilizan para regular la velocidad de tráfico [45].

Las carreteras son diseñadas para satisfacer las necesidades del tránsito, dentro de un período de hasta 20 años posteriormente de la ejecución del proyecto, por lo tanto, el período de diseño de la carretera en estudio es de 20 años. Para la elección de la velocidad de diseño se consideran aspectos como:

- **Naturaleza del terreno:** la velocidad en un camino plano o poco ondulado es menor al de una zona montañosa.
- **Modalidad de los conductores:** el conductor impone la velocidad según sus propias necesidades y las características del lugar.

- **Factor económico:** obras aptas para un tránsito de alta velocidad implican alto costo.

Para el tramo de vía a diseñar los valores de velocidad de diseño al ser un relieve montañoso y una vía Clase III, se toman los valores absolutos, por tanto, para el cálculo de los elementos de trazado del perfil longitudinal y transversal con un valor de 40 km/h.

Tabla 27. Valores de velocidad de diseño.

Categoría de la vía	Velocidad de Diseño en km/h											
	Básica				Permisibles en tramos difíciles							
	Relieve llano				Relieve ondulado				Relieve montañoso			
	Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos de trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de los elementos de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos de trazado del perfil longitudinal.		Utilizada para el cálculo de 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	80
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	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Para el proceso de diseño de una vía, se definen todos los elementos necesarios y sus características, para lo cual, se considera ciertos parámetros como las condiciones humanas; referentes a la percepción de 1 segundo y reacción del conductor de 2 segundos, el funcionamiento del vehículo y las características de diseño referentes a la velocidad, radio de curvatura, gradientes, entre otros.

Determinación de la velocidad de circulación (Vc)

La velocidad de circulación o de operación es la velocidad real del vehículo en un tramo de carretera, permite evaluar la calidad, costos y beneficios para el usuario; su valor se obtiene mediante la división de la distancia recorrida por el tiempo en el que se mueve el vehículo en ese tramo [25] [27]. Para el diseño geométrico se busca que los cambios de velocidad de operación que se experimentan a lo largo de la carretera no sean fuertes y no difiera en la velocidad de diseño, debido a que controlar la velocidad se relaciona directamente con la seguridad de circulación de los vehículos [46].

La vía en estudio tiene un volumen de tránsito bajo, por lo cual, según la velocidad de diseño de 40 km/h, la velocidad de circulación utilizada como base para el cálculo de distancias de visibilidad de parada es de 37 km/h.

Tabla 28. Relaciones entre velocidades de circulación y de diseño.

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

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Distancia de visibilidad de parada (D)

Se refiere a la distancia que el conductor requiere para detener el vehículo en marcha cuando percibe un imprevisto, es la distancia de visibilidad mínima con la que se diseña una carretera. El tiempo considerado apreciado para la percepción y reacción del conductor en situaciones adversas es de 2.5 segundos [27]. La distancia D, resulta de la suma de dos parámetros:

$$D = d1 + d2 \quad \text{Ec. 9}$$

-Distancia de percepción y reacción del conductor (d1): es la distancia recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor percibe el peligro hasta que aplica el freno.

$$d1 = 0.7 Vc \quad \text{Ec. 10}$$

Donde:

d1= expresada en metros.

Vc= velocidad de circulación, 37km/h

$$d1 = 0.7 * 37\text{km/h}$$

$$d1 = 25.9 \text{ m}$$

-Distancia de frenado (d2): distancia que se necesita para detener el vehículo luego de aplicar el freno.

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 f} \quad \text{Ec. 11}$$

Donde:

d2= expresado en metros

Vc= velocidad de circulación, km/h

f = factor de fricción longitudinal, para pavimentos mojados se calcula mediante el uso de la velocidad de circulación en km/h con la siguiente fórmula:

$$f = \frac{1.15}{V_c^{0.3}} \quad \text{Ec. 12}$$

$$f = \frac{1.15}{37^{0.3}} = 0.389$$

$$d_2 = \frac{37^2}{254 * 0.389}$$

$$d_2 = 13.86m$$

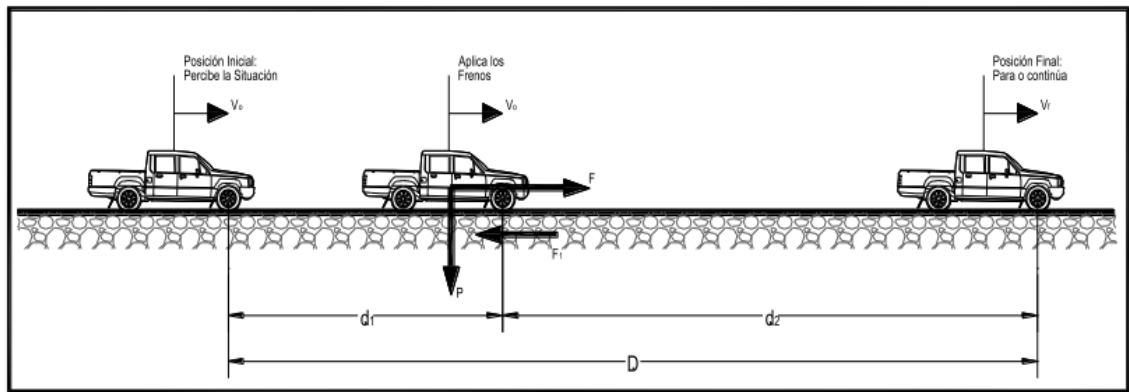


Figura 8. Distancia de parada.

Fuente: “Volumen No. 2 Libro A Norma para estudios y diseños viales”. MTOP, 2012

Con los valores calculados de los parámetros, la distancia de visibilidad de parada calculada es de 39.76 m

$$D = d_1 + d_2$$

$$D = 25.9m + 13.86m$$

$$D = 39.76m$$

El MTOP presenta valores recomendables de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para parada de un vehículo en pavimentos mojados. Para la vía en estudio la distancia de visibilidad de parada mínima que se considera por pertenecer a una carretera clase III de terreno montañoso es de 40 metros como se indican en la siguiente tabla:

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

Clase de carretera	Distancia de visibilidad de parada mínima (m)					
	Valor recomendado			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R- II	220	180	135	180	135	110
I	180	160	110	160	110	70
II	160	135	90	135	110	55
III	135	110	70	110	70	40
IV	110	70	55	70	35	25
V	70	55	40	55	35	25

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Distancia de visibilidad de adelantamiento

Es la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor para adelantar a otro vehículo que circula en el mismo carril, con la misma dirección y a menor velocidad [27].

Resulta de la sumatoria de las siguientes distancias:

- Distancia preliminar de demora (d1)
- Distancia de adelantamiento (d2)
- Distancia de seguridad (d3): valores aceptables entre 35 y 90 metros.
- Distancia recorrida por el vehículo que viene en el carril contrario (d4)

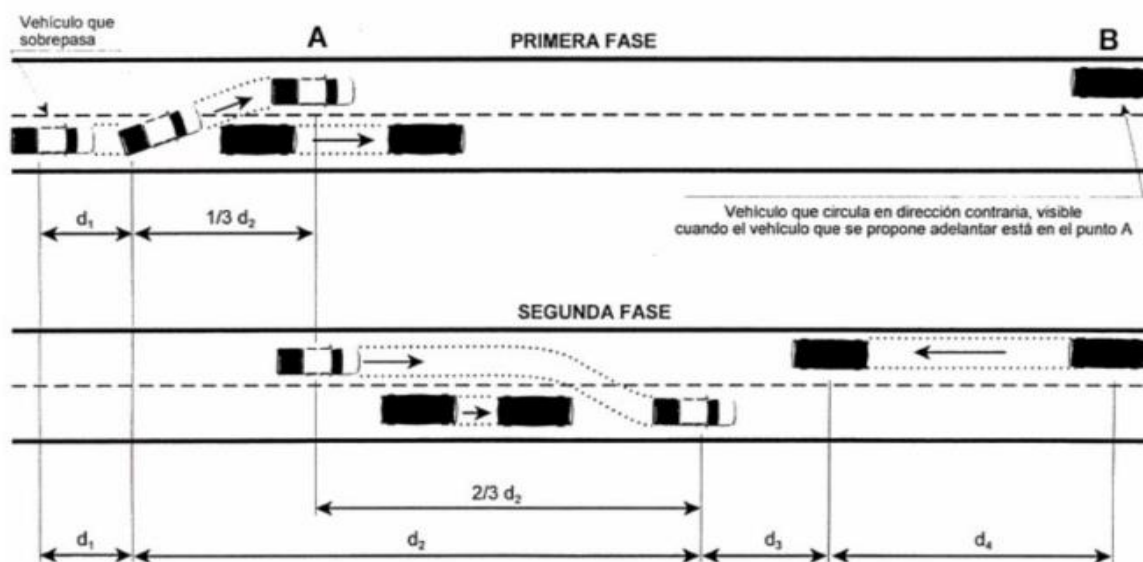


Figura 9. Etapas para adelantamiento en carreteras de dos carriles.

Fuente: “Volumen No. 2 Libro A Norma para estudios y diseños viales”. MTOP, 2012

El MTOP presenta valores de diseño para distancia de visibilidad mínimas para rebasamiento basados en el tipo de terreno y clase de carretera. Para el proyecto de una vía clase III, terreno montañoso corresponde un valor de distancia de visibilidad de adelantamiento mínimo de 270 metros.

Tabla 30. Valores de diseño de las distancias de visibilidad mínimas para adelantamiento de un vehículo.

Clase de carretera	Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)					
	Valor recomendado			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R- II	830	830	640	830	640	565
I	830	690	565	690	565	415
II	690	640	490	640	565	345
III	640	565	415	565	415	270
IV	480	290	210	290	150	110
V	290	210	150	210	150	110

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

2.2.5.1 Diseño geométrico horizontal

El diseño geométrico horizontal, en planta o alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino en un plano horizontal formado por elementos como tangentes y curvas, parámetros que a la vez, dependen de la topografía y las características del terreno [3].

2.2.5.1.1 Tangentes

Las tangentes se refieren a la proyección del eje en un tramo recto; son proyecciones sobre el plano horizontal de las rectas que se unen mediante curvas; el punto de intersección de la prolongación de las tangentes se llama PI y su ángulo alfa (α) [25]. Para los tramos rectos el MTOP sugiere una pendiente transversal llamada bombeo que se proporciona a la corona de la carretera para permitir el escurrimiento del agua que cae directamente a la calzada [25].

Según la normativa, para la vía en estudio se recomienda un bombeo del 2% de pendiente para la capa de rodadura y del 2 al 4% de pendiente para los espaldones. Para el diseño de la vía en estudio se ha tomado el 2% de bombeo tanto para la capa de rodadura y espaldones.

2.2.5.1.2 Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas [3] y pueden ser simples o compuestas y constan de los elementos siguientes:

Grado de curvatura (G_c): es un ángulo formado por un arco o radio de 20 metros; su valor máximo permite recorrer la curva con seguridad.

$$\frac{G_c}{20} = \frac{360}{2\pi R} \Rightarrow G_c = \frac{1145.92}{R} \quad \text{Ec. 13}$$

Radio de curvatura (R): radio de la curva circular

$$R = \frac{1145.92}{G_c} \quad \text{Ec. 14}$$

Para el diseño de curvas circulares se requiere conocer de:

Tasa de sobreelevación o peralte (e)

Sirve para contrarrestar las fuerzas centrífugas; cuando un vehículo es empujado hacia afuera mientras recorre una trayectoria circular y depende de las condiciones del clima, condiciones del terreno, la fricción entre llantas y calzada y si la vía es urbana o rural [27].

El valor de peralte no debe sobrepasar los valores máximos para evitar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando circula a baja velocidad, por lo cual, para compensar la acción de la fuerza centrífuga, se incluye el efecto de la fricción; aumentando el rozamiento lateral [25]. Para vías de dos carriles con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrada, se recomienda un valor máximo de peralte de 10%, mientras que para caminos con capa de rodadura granular con velocidades hasta 50 km/h, el valor máximo recomendado es del 8%.

Para el proyecto, al tratarse de un área rural montañosa y capa de rodadura asfáltica, la tasa de sobreelevación o peralte es de 10%, como se indica en la tabla.

Tabla 31. Factores de peralte o sobreelevación recomendados.

Área	Tasa de sobreelevación (e) en %
Rural montañosa	10
Rural plana	8
Suburbana	6
Urbana	4

Fuente: “Volumen No. 2 Libro A Norma para estudios y diseños viales”. MTOP, 2012.

Factor de fricción lateral

Depende principalmente de las condiciones de las llantas del vehículo, el tipo y estado de la superficie de rodadura, la velocidad del vehículo y los factores climáticos. La normativa AASHTO presenta los siguientes factores:

Tabla 32. Factores recomendados de fricción lateral.

Tipo de carretera	Velocidad (km/h)	Factor de fricción lateral
Carreteras rurales y urbanas	30 – 110	0.17 – 0.10
Vías urbanas de baja velocidad	30 – 70	0.30 – 0.16
Tramos de giro en intersecciones	20 – 70	0.33 – 0.15

Fuente: “Volumen No. 2 Libro A Norma para estudios y diseños viales”. MTOP, 2012.

Para el caso en estudio el factor de fricción lateral se encuentra en un rango de 0.17 a 0.10, dado que es una carretera rural; por lo cual se asume un valor de 0.17.

Radio mínimo de curvatura horizontal

Representa al valor más bajo en el cual se mantiene la seguridad en el tránsito dada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente de fricción lateral (f) correspondiente. El radio mínimo se adopta cuando la topografía del terreno es montañosa escarpada, en los cruces de caminos y de accidentes orográficos e hidrográficos y en vías urbanas [25].

$$R = \frac{V^2}{127(e+f)} \quad \text{Ec. 15}$$

Donde:

R= Radio mínimo de curvatura horizontal, m.

V= Velocidad de diseño, 40 km/h.

f= Coeficiente de fricción lateral, 0.17

e= Peralte de la curva, 0.1 m/m

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

$$R = \frac{(40)^2}{127(0.1 + 0.17)}$$

$$R = 46.6m$$

El radio mínimo calculado para curvas circulares simples es de 47 m.

Sobreancho

Es el aumento en la dimensión transversal de una calzada en curvas, con la finalidad de permitir el tránsito de vehículos con comodidad y seguridad, y mantener el espacio lateral de los vehículos [25] [47].

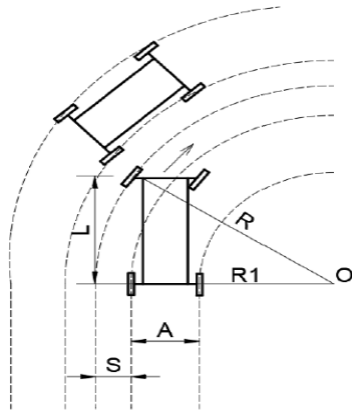


Figura 10. Sobreelevación.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Considerando la influencia de la velocidad de tránsito y para distintos números de carriles, el sobreelevación se calcula mediante:

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \text{Ec. 16}$$

Donde:

S= Sobreelevación, m

n= Número de carriles de la calzada, 2

R= Radio de la curva circular, 47 m

L= Longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño, 6m

V= Velocidad de diseño, 40 km/h

$$S = 2 \left(47 - \sqrt{47^2 - 6^2} \right) + \frac{40}{10\sqrt{47}}$$

$$S = 1.35m$$

El sobreebanco para condiciones mínimas calculado es de 1.35m para una velocidad de diseño de 40 km/h y un vehículo de diseño de 6 m de longitud entre la parte frontal y el eje posterior.

Los valores de diseño del sobreebanco por razones de costo son:

- Para velocidades de hasta 50 km/h, el sobreebanco es de 30 cm.
- Para velocidades mayores a los 50 km/h, el sobreebanco es de 40 cm [25].

Para la vía en estudio, se asume un sobreebanco para curvas de 1.35m

Elementos de las curvas circulares simples

Las curvas circulares simples, al ser arcos de circunferencia de un solo radio que constan de los siguientes elementos [3] [25]:

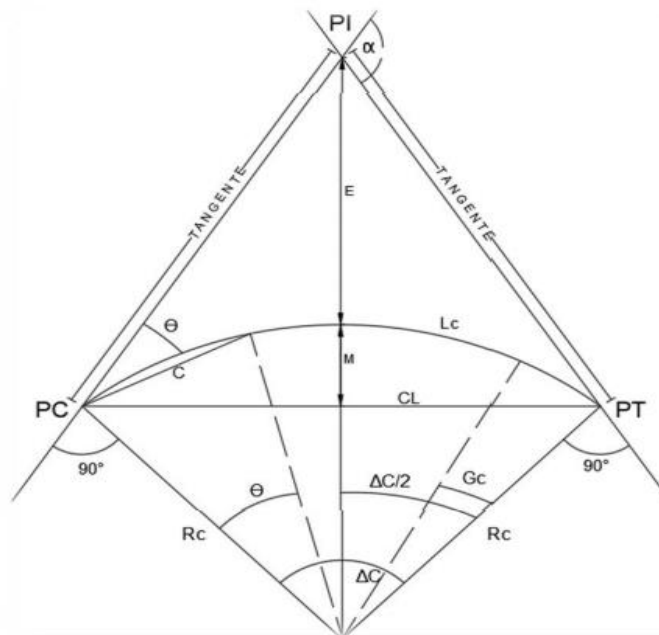


Figura 11. Curva circular simple.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Donde:

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

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

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

O = Centro de la curva circular.

α = Ángulo de deflexión de las tangentes

Δc = Ángulo central de la curva circular obtenido por PC-PT.

Gc = Grado de la curvatura de la curva circular

Rc = Radio de la curva circular simple.

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

Lc = Longitud de curva circular, distancia del PC al PT o a lo largo del arco circular.

CL = Cuerda larga, distancia del PC al PT.

C = Cuerda

E = Externa, distancia del PI al punto medio de la curva A.

M = Ordenada media, distancia desde el punto medio de la curva A al punto medio de la cuerda larga B.

θ = Deflexión en un punto cualquiera de la curva, ángulo entre la prolongación de las tangentes del PC y la tangente en un punto considerado.

\emptyset = Ángulo de cuerda, es el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la curva.

El cálculo de todos los elementos de las curvas circulares simples se lo realiza en el diseño geométrico mediante el uso del software Auto CAD Civil 3D.

2.2.5.1.3 Curvas de Transición

Son curvas que unen al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual; proporcionan una transición en la curvatura de la vía desde un tramo recto hasta una curvatura, o viceversa [47] con el desarrollo del peralte y sobreebancho; este tipo de curvas empalman la alineación recta con la parte circular, lo cual brinda seguridad durante el recorrido manteniendo a los vehículos dentro de su carril sin disminuir la velocidad [25].

2.2.5.1.4 Curva espiral

La curva espiral representa la transición entre dos rectas de distinta dirección.

- Longitud de la espiral

$$L_e = \frac{0.0178 * V^3}{R} \quad \text{Ec. 17}$$

Donde:

L_e = Longitud mínima de espiral, m

V = Velocidad de diseño, 40 km/h

R = Radio de la curva circular, 47m

$$L_e = \frac{0.0178 * 40^3}{47}$$

$$L_e = 24.24 \text{ m}$$

La longitud espiral mínima calculada es de 24.24 m para vías con velocidades de diseño de 40 km/h con radios mínimos de 47 m, sin embargo, la longitud espiral mínima para la vía en estudio debido a las condiciones orográficas se ha considerado de mínimo 30 m.

Longitud de transición

Para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y una peraltada para caminos con relieve montañoso complicado se requiere de una longitud mínima de transición, para lo cual se considera que:

$$L_{min} = 0.56 V \quad \text{Ec. 18}$$

Donde:

V= velocidad de diseño en km/h; 40 km/h

$$L_{min} = 0.56 \left(40 \frac{\text{km}}{\text{h}} \right)$$

$$L_{min} = 22.4 \text{ m}$$

Para la vía en estudio, la longitud de transición mínima calculada para una velocidad de diseño de 40 km/h es de 22.4 m y se verifica según los valores recomendados por el MTOP de la siguiente tabla:

Tabla 33. Longitud mínima de transición en función de la velocidad de diseño.

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente de Borde (%)	Transición mínima absoluta (m)	Longitud Tangencial- valor mínimo absoluto			
			e			
			0.10	0.08	0.06	0.04
Bombeo= 2 %						
20	0.800	11		3	4	6
25	0.775	14		4	5	7
30	0.750	17		4	6	8
35	0.725	20		5	7	10
40	0.700	22		6	7	11
45	0.675	25		6	8	13
50	0.650	28		7	9	14
60	0.600	34	7	8	11	17
70	0.550	39	8	10	13	20
80	0.500	45	9	11	15	22
90	0.470	50	10	13	17	25
100	0.430	56	11	14	19	28
110	0.400	62	12	15	21	31
120	0.370	67	13	17	22	34

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

De acuerdo con la tabla anterior, para la vía presente de una velocidad de diseño igual a 40 km/h, la longitud mínima de transición o de desarrollo adoptada para el cambio de inclinación transversal desde el bombeo hasta el peralte asumido es de 23 metros.

- Longitud tangencial

También llamada longitud de aplanamiento permite empezar a inclinar transversalmente la calzada o en el caso de una curva circular permite la transición de una posición inclinada a una posición horizontal. Se calcula mediante:

$$N = \frac{ei}{ed} L \quad \text{Ec. 19}$$

Dónde:

N = longitud de aplanamiento, m

e_i = bombeo normal de la vía, 2%

e_d = peralte de diseño, 10%

L = longitud de transición, 23m

$$N = \frac{2\%}{10\%} 23$$

$$N = 4.6 \text{ m}$$

La longitud mínima de aplanamiento para la vía en estudio es de 4.6 m.

2.2.5.2 Diseño geométrico vertical

A diferencia del alineamiento horizontal, que hace un estudio en planta, el alineamiento vertical considera las diferencias de altura entre los diversos puntos, es decir, estudia el eje de la vía visto en perfil. Los tramos rectos mantienen líneas de pendiente constante y las curvas verticales permiten el cambio de una pendiente a otra [47].

Las gradientes, por lo general deben tener valores bajos y deben adoptarse de acuerdo a la topografía del terreno para facilitar la conducción del vehículo y mantener los valores recomendados de velocidad de circulación [25]. De manera general las gradientes medias máximas que se adoptan dependen de las velocidades de diseño que está directamente relacionada al tipo de terreno y el volumen de tráfico como se indica en la Tabla siguiente:

Tabla 34. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas.

Tipo de carretera	Gradientes Longitudinales Máximas (%)					
	Valor recomendado			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R- II	2	3	4	3	4	6
I	3	4	6	3	5	7
II	3	4	7	4	6	8
III	4	6	7	6	7	9
IV	5	6	8	6	8	12
V	5	6	8	6	8	14

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

En función a las gradientes longitudinales máximas en %, el MTOP establece longitudes máximas; así:

- Para gradientes entre 8 y 10%, la longitud máxima es de 1000 m
- Para gradientes entre 10 y 12 %, la longitud máxima es de 500 m
- Para gradientes entre 12 y 14 %, la longitud máxima es de 250 m

Para el caso en estudio, al ser una vía clase III de terreno montañoso, se asume una gradiente longitudinal máxima de 9% y una longitud máxima de 1000 m; sin embargo, debido a las condiciones topográficas se presentan gradientes longitudinales desde el 0.53% al 13.71% en 16.96 m, las cuales cumplen con la normativa al respetar las longitudes máximas.

2.2.5.2.1 Curvas verticales

Son utilizadas para empalmar dos tramos de pendientes constantes, dichas curvas son proyectadas con el fin de suavizar el cambio de pendiente en el movimiento vertical de los vehículos, además que ayudan a la seguridad y correcto drenaje de la vía [27], [47]. El

alineamiento vertical de una vía se compone del perfil y de la rasante; donde, el perfil presenta elevaciones reales con respecto al nivel medio del mar, mientras que, la rasante está compuesta por tangentes y curvas [48].

Para determinar la longitud de las curvas verticales se selecciona el índice de curvatura K multiplicado por el valor absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes (A) dadas en porcentaje. Para determinar el valor de K se requiere de la distancia de visibilidad de parada cuyo valor es de 40 metros para utilizar las siguientes fórmulas:

- **Coefficiente K para curvas convexas:**

$$K = \frac{S^2}{426} \quad \text{Ec. 20}$$

En base a la distancia de visibilidad de parada del vehículo con la altura del ojo del conductor de 1.15m y una altura del objeto sobre la carretera de 0.15 m se puede determinar la longitud de la curva. Las curvas verticales convexas pueden presentar tres casos:

Caso 1: cuando $p > 0, q < 0$; las pendientes tienen diferente signo, presenta a lo largo de su trayectoria un punto de cota máxima.

Caso 2: cuando $p < 0, q < 0, p > q$; presenta el punto de cota máxima al inicio de la curva.

Caso 3: cuando $p > 0, q > 0, p > q$; presenta el punto de cota máxima al final de la curva.

El coeficiente K se puede determinar mediante las recomendaciones de la normativa como se indica:

Tabla 35. Valores mínimos de K para curvas verticales convexas.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada S (m)	Coeficiente $K=S^2/426$	
		Calculado	Recomendado
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 Carreteras”. MTOP, 2003

Para el caso en estudio el valor recomendado de coeficiente K es igual a 4; valor comprobado en la tabla siguiente

Tabla 36. Valores mínimos de diseño del coeficiente K para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas y cóncavas mínimas.

Clase de carretera	Valor recomendable			Valor absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

- **Coefficiente K para curvas cóncavas:**

$$K = \frac{S^2}{122+3.5*S} \quad \text{Ec. 21}$$

Para mantener el estado de seguridad en la vía, es necesario que las curvas verticales cóncavas sean lo suficientemente largas con el fin de garantizar una buena visibilidad nocturna [25]. En base a una altura de 60 cm para los faros del vehículo y que el eje del rayo de luz tenga un grado de divergencia hacia arriba con respecto al eje longitudinal del vehículo.

Las curvas verticales cóncavas pueden presentar tres casos:

Caso 4: cuando $p < 0, q > 0$; las pendientes tienen diferente signo, un punto presenta la cota mínima.

Caso 5: cuando $p > 0, q > 0, p < q$; presenta el punto de cota mínima al inicio de la curva.

Caso 6: cuando $p < 0, q < 0, p < q$; presenta el punto de cota mínima al final de la curva.

En la tabla siguiente se presenta los valores mínimos de diseño del coeficiente K para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas; dado para la vía en estudio un valor recomendado de 6.

Tabla 37. Valores mínimos de K para curvas verticales cóncavas.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada S (m)	Coeficiente $K=S^2/122+3.5 S$	
		Calculado	Recomendado
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 Carreteras”. MTOP, 2003

En la figura, se indican los elementos que conforman una curva vertical.

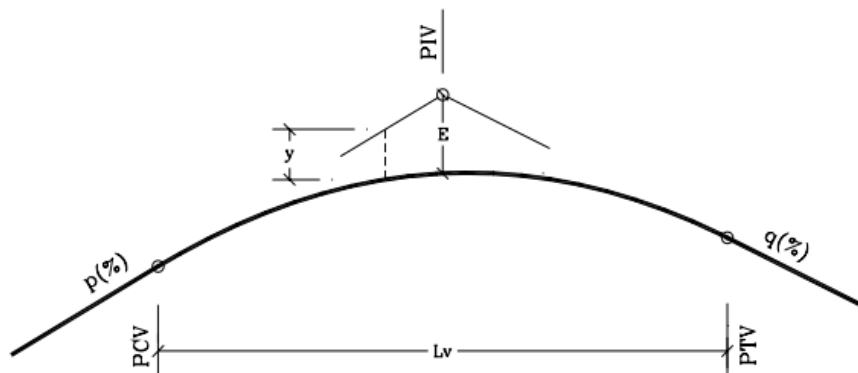


Figura 12. Elementos de la curva vertical.

Fuente: “Diseño Geométrico de Vías ajustado al Manual Colombiano”. J. Agudelo, 2002.

Donde:

PCV = Principio de curva vertical.

PIV= Punto de intersección vertical

PTV = Principio de tangente vertical. Final de la curva vertical

E = Externa. Distancia vertical entre el PIV y la curva.

L_v= Longitud de curva vertical

p(%) = Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje.

q(%) = Pendiente final o de salida expresada en porcentaje.

y = Corrección vertical

A = Diferencia algebraica de pendientes = q – p

La longitud mínima absoluta para este tipo de curvas (cóncavas y convexas) se expresa según la fórmula:

$$Lv_{min} = 0.6 V \quad \text{Ec. 22}$$

Donde:

L_{v_{min}}= Longitud mínima absoluta de curvas verticales cóncavas o curva vertical convexa, m.

V= velocidad de diseño; 40 km/h.

$$Lv_{min} = 0.6 (40km/h)$$

$$Lv_{min} = 24 m$$

Para la vía en estudio con una velocidad de diseño de 40 km/h, la longitud mínima para curvas es de 24 m.

2.2.5.3 Diseño de Sección Transversal

La sección transversal de una vía es el perfil del terreno en dirección normal al eje de la carretera; depende principalmente del volumen de tráfico y del terreno [25], [47]. En tramos rectos, la sección transversal de la calzada presenta inclinaciones desde el centro hacia cada borde llamadas bombeo, mientras que para los tramos en curva, el bombeo es sustituido por el peralte los cuales facilitan el drenaje superficial del agua [27]. La sección transversal de una vía está constituida por partes como las que se detallan en la figura siguiente:

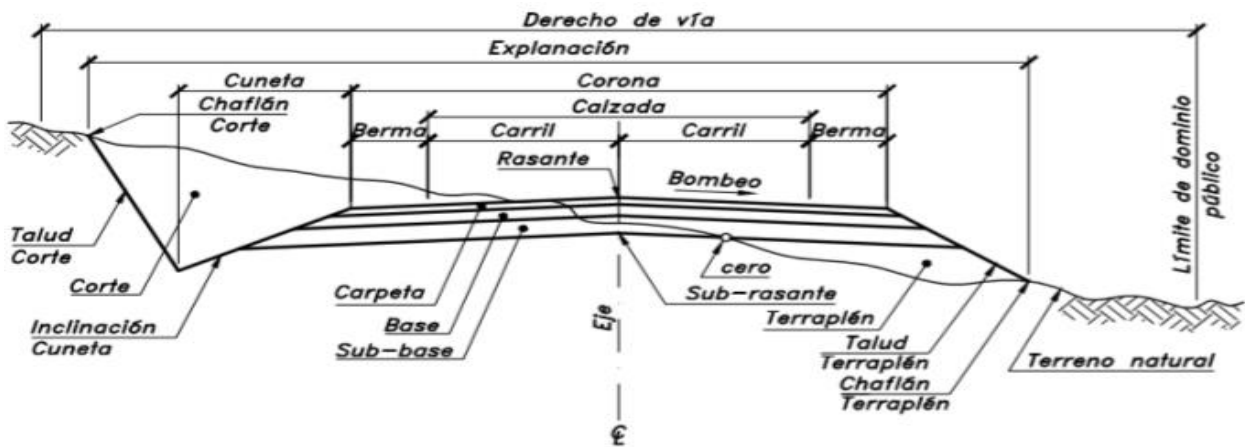


Figura 13. Sección típica de una vía.

Fuente: “Diseño Geométrico de carreteras”. J. Cárdenas Grisales, 2013

-Calzada: es la zona destinada a la circulación de vehículos; generalmente pavimentada o acondicionada con algún tipo de afirmado. El ancho del pavimento se determina en función del volumen del tráfico y velocidad de diseño, así, para un volumen de tráfico alto o para velocidad de diseño alto, se asigna el máximo ancho económicamente factible, mientras que, para volúmenes y velocidades de diseño moderadas el ancho debe ser

suficiente para evitar el deterioro de la capa de rodadura, misma que puede ser pavimentos de tipo superficial bituminosos o de grava [25]. Para la vía clase III en estudio, el ancho de calzada es de 6.00 metros con dos carriles de circulación de 3.0 metros cada uno, siendo un carril por sentido.

Tabla 38. Anchos de la calzada según el volumen de tráfico.

Clase de carretera	TPDA	Ancho de la calzada	
		Recomendado	Absoluto
R-I o R-II	> 8000	7.30	7.30
I	3000 a 8000	7.30	7.30
II	1000 a 3000	7.30	6.50
III	300 a 1000	6.70	6.00
IV	100 a 300	6.00	6.00
V	< 100	4.00	4.00

Fuente: “Normas de Diseño geométrico de carreteras”. MTOP, 2003

-Espaldones: sirven como espacio para estacionamiento temporal de vehículos para evitar accidentes, permiten una mejor visibilidad en curvas y ayudan al soporte lateral del pavimento [25]. De acuerdo con el tipo de carretera, el ancho de espaldones se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 39. Valores de diseño para el ancho de espaldones.

CLASE DE CARRETERA	ANCHO DE ESPALDONES (m)					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)	(1.2)
R-I o R-II > 8000 TPDA	3.0 *	3.0 *	2.5 *	3.0 *	3.0 *	2.0 *
I 3000 a 8000 TPDA	2.5 *	2.5 *	2.0 *	2.5 **	2.0 **	1.5 **
II 1000 a 3000 TPDA	2.5 *	2.5 *	1.5 *	2.5	2.0	1.5
III 300 a 1000 TPDA	2.0 **	1.5 **	1.0 *	1.5	1.0	0.5
IV 100 a 300 TPDA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V < 100 TPDA	Una parte del soporte lateral esta incorporado en el ancho de la superficie de rodadura, por lo cual no se considera como espaldón.					
L= Terreno Llano	O= Terreno Ondulado		M= Terreno Montañoso			

*La cifra en paréntesis es la medida del espaldón interior de cada calzada y la otra es para el espaldón exterior.
 Los dos espaldones deben pavimentarse con concreto asfáltico.
 **Se recomienda que el espaldón debe pavimentarse con el mismo material de la capa de rodadura del camino correspondiente.

Fuente: “Normas de Diseño geométrico de carreteras”. MTOP, 2003

Para una vía clase III el valor de ancho del espaldón es de 0.5 m, sin embargo, para la vía El Deseo – Punta Brava, el ancho de la berma o espaldón asumido es de 1.0 metro a cada lado de la calzada para fines de seguridad con una pendiente del 4%, los cuales deben ser pavimentados con concreto asfáltico.

El MTOP presenta un resumen de los parámetros necesarios para el diseño geométrico de una vía según el tipo de carretera:



República del Ecuador
 MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

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

Figura 14. Valores de diseño recomendados para carreteras de dos carriles y caminos vecinales de construcción.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

2.2.6 Diseño de pavimento

Para el diseño de pavimentos se siguen las fases de definición de factores externos, la selección del tipo de pavimento y la determinación de los espesores de cada capa [19]. Los tipos de pavimento pueden ser:

- **Pavimento flexible:** es un sistema multicapa donde las capas de mejor calidad se encuentran cerca de la superficie y se adaptan a las deformaciones del suelo sin que aparezcan tensiones adicionales [49].
- **Pavimento Semi-Rígido:** son estructuras con similitud al del pavimento flexible, con la diferencia que una de sus capas se encuentra rigidizada artificialmente con un aditivo que puede ser asfalto, cemento, cal, entre otros; con la finalidad de corregir las propiedades mecánicas del material [17].
- **Pavimento Rígido:** son estructuras que no se adaptan a las deformaciones del suelo debido a que están constituidos por una capa de rodadura de hormigón de cemento Portland [19], [17]. Debido a la rigidez de su losa se produce una buena distribución de cargas por lo que las tensiones en la subrasante son bajas.
- **Pavimento Articulado:** tienen su capa de rodadura conformada por adoquines o empedrados.

Teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen a altas velocidades de operación, el tipo de superficie de rodadura depende de la velocidad de diseño para facilitar el escurrimiento de agua y la deformabilidad de la superficie [25].

Tabla 40. Clasificación de superficies de rodadura.

SUPERFICIE DE RODADURA		
Clase de carretera	Tipo de superficie	Gradiente transversal (%)
R-I o R-II > 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 – 2
I 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1.5 – 2
II 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio	2
III 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural: Doble Tratamiento Superficial Bituminoso D.T.S. B	2
IV 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S. B	2.5 – 4 *
V < 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4
*Para caminos vecinales tipo 5 y 5E		

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

De acuerdo con el tráfico analizado; al ser una vía clase III, el pavimento del presente proyecto corresponde a pavimento flexible compuesto de un sistema multicapa como se indica a continuación.

- **Subrasante:** Soporta las cargas que transmite el pavimento, la importancia de su calidad radica en que mientras mejor es la calidad de la subrasante, el espesor del pavimento y el costo se reducen [19].
- **Sub-base:** sirve como drenaje del pavimento es colocada sobre un suelo de fundación aprobado y es la encargada de soportar la capa base.
- **Base:** absorbe las cargas de los vehículos y reduce los esfuerzos cortantes que se transmiten a capas inferiores.
- **Capa de rodadura:** cumple la función de impermeabilizar la superficie para evitar filtraciones de agua lluvia, de esta manera protege a la capa base y evita su desgaste por el tráfico de vehículos [19].

- **Rasante:** corresponde a la superficie de rodadura e indica la línea de gradiente a nivel de la superficie de rodadura del camino.

En el siguiente gráfico se presenta las secciones transversales de los tipos de pavimento con todas sus capas.



Figura 15. Capas de pavimento flexible.

Fuente: “Proceso constructivo del pavimento flexible”. Wong Aguinaga, 2019

Para el diseño de pavimento flexible se utiliza el método AASHTO 93. El método establece que la superficie de rodadura se resuelve con concreto asfáltico y tratamientos superficiales; asume que las estructuras soportaran niveles de tránsito mayores a 50 000 ejes equivalentes acumulados de 8.2 tn durante el periodo de diseño [19]. Se basa en buscar un número estructural “SN” que pueda soportar el nivel de carga requerido, para ello, se establece la siguiente ecuación que incluye varios parámetros:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0.20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2 - 1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_R) - 8.07 \quad \text{Ec. 23}$$

Diagrama de anotaciones para la ecuación:

- Desviación estándar normal* apunta a Z_R .
- Desviación estándar global* apunta a S_0 .
- Ejes equivalentes* apunta a W_{18} .
- Número estructural* apunta a SN .
- Cambio en la Servicialidad* apunta al término de ajuste de la fracción de ΔPSI .
- Módulo de resistencia* apunta a M_R .

2.2.6.1 Tránsito en ejes equivalentes acumulados para el período de diseño (W18)

El método contempla los ejes equivalentes de 18 000 lb (8.2 Tn) acumulados durante el período de diseño, los periodos de análisis es el tiempo total que una estrategia de diseño debe cubrir. Para la vía en estudio se ha escogido un período de diseño de 20 años.

Tabla 41. Período 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: “Pavimentos”. Fricson Moreira

Para determinar el W18 se parte de factores como:

Factor de daño (F_d): se refiere al deterioro que produce un vehículo en la estructura de pavimento según el número de ejes y tipo de vehículo entre los que intervienen vehículos simples, simple, simple doble, tándem y Trídem, de los cuales, según su peso se puede calcular con las siguientes fórmulas:

Tabla 42. Fórmulas para cálculo de factores de daño.

Tipo	Simple	Simple doble	Tándem	Trídem
Fórmula	$(P/6.6)^4$	$(P/8.2)^4$	$(P/15)^4$	$(P/23)^4$
Donde: P= carga en toneladas por cada eje del vehículo.				

Fuente: “Pavimentos”. Fricson Moreira

Para los tipos de vehículos que transitan la vía en estudio se determina los siguientes factores de daño:

Tabla 43. Factores de daño.

FACTORES DE DAÑO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEN		TRIDEN		FACTOR DAÑO
	tons	$(\frac{P}{6.6})^4$	tons	$(\frac{P}{8.2})^4$	tons	$(\frac{P}{15})^4$	tons	$(\frac{P}{23})^4$	
BUS	4	0.14	8	0.91		0		0	1.05
2D	3	0.04		0		0		0	0.18
	4	0.14		0		0		0	
2DA	3	0.04	7	0.53		0		0	0.57
2DB	7	1.27	11	3.24		0		0	4.51
3A	7	1.27		0	20	3.16		0	4.43
V2BD	7	1.27	11	3.24		0		0	4.51
V3A	7	1.27		0	20	3.16		0	4.43

Elaborado por: Lady Chico

Factor de distribución por carril D_L : según el número de carriles en una dirección se presenta el porcentaje de ejes equivalentes como se indica:

Tabla 44. Porcentaje de W18 para D_L .

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

Fuente: “Pavimentos”. Fricson Moreira

Dado que la vía tiene un carril para cada dirección, el porcentaje de ejes equivalentes para el factor de distribución por carril es de 100%.

Factor de distribución por dirección (D_d): presenta valores del porcentaje de ejes equivalentes en el carril de diseño, de acuerdo con el número de carriles en ambas direcciones como se indica:

Tabla 45. Porcentaje de W18 para D_d .

Número de carriles en ambas direcciones	Porcentaje del W18 en el carril de diseño, D_d
2	50
4	45
6 o más	40

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993.

La vía El Deseo – Punta Brava, al ser una vía con 2 carriles para ambas direcciones, el factor D_d , es de 50%.

El cálculo del número de ejes equivalentes W18 se realiza parcialmente, acumulados y por sentido; este último, es el número de ejes equivalentes para el carril de diseño y se calcula mediante:

$$W_{18 \text{ parcial}} = 365 * TPDA_{\text{futuro}} * F_d \quad \text{Ec. 24}$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = W_{18 \text{ parcial}} + \sum W_{18 \text{ parcial}} \quad \text{Ec. 25}$$

$$W_{18 \text{ carril de diseño}} = W_{18 \text{ acumulado}} * D_d * D_L \quad \text{Ec. 26}$$

Donde:

W_{18} = Número de ejes equivalentes

$TPDA_{\text{futuro}}$ = Tránsito Promedio Diario Anual futuro

F_d = Factor de daño

D_d = Factor de distribución por dirección

D_L = Factor de distribución por carril

De acuerdo con las fórmulas propuestas y los factores de daño calculados; para el año de diseño 2041, el número de ejes equivalentes utilizado para el diseño de pavimento es de 384116.88; valor con el cual recomienda los espesores para cada capa de pavimento flexible.

Tabla 46. Resultados W18

AÑO	TRÁFICO FUTURO										EJES EQUIVALENTES			
	INDICE DE CRECIMIENTO (%)			TRAFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL							W18 PARCIAL	W18 ACUMULADO	W18 CARRIL DE DISEÑO	
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS								TPDA FUTURO
						2D	2DA	2DB	3A	V3A				
2021	3.57	1.78	1.74	405	18	18	36	0	9	0	486	30123.45	30123.45	15061.73
2022	3.57	1.78	1.74	420	19	19	37	0	10	0	505	32397.40	62520.85	31260.43
2023	3.57	1.78	1.74	435	19	19	38	0	10	0	521	32605.45	95126.30	47563.15
2024	3.57	1.78	1.74	450	19	19	38	0	10	0	536	32605.45	127731.75	63865.88
2025	3.57	1.78	1.74	467	20	20	39	0	10	0	556	33262.45	160994.20	80497.10
2026	3.25	1.62	1.58	476	20	20	39	0	10	0	565	33262.45	194256.65	97128.33
2027	3.25	1.62	1.58	491	20	20	40	0	10	0	581	33470.50	227727.15	113863.58
2028	3.25	1.62	1.58	507	21	21	41	0	11	0	601	35744.45	263471.60	131735.80
2029	3.25	1.62	1.58	524	21	21	41	0	11	0	618	35744.45	299216.05	149608.03
2030	3.25	1.62	1.58	541	21	21	42	0	11	0	636	35952.50	335168.55	167584.28
2031	3.25	1.62	1.58	558	22	22	43	0	11	0	656	36609.50	371778.05	185889.03
2032	3.25	1.62	1.58	576	22	22	43	0	11	0	674	36609.50	408387.55	204193.78
2033	3.25	1.62	1.58	595	22	22	44	0	11	0	694	36817.55	445205.10	222602.55
2034	3.25	1.62	1.58	614	23	23	45	0	12	0	717	39091.50	484296.60	242148.30
2035	3.25	1.62	1.58	634	23	23	45	0	12	0	737	39091.50	523388.10	261694.05
2036	3.25	1.62	1.58	655	23	23	46	0	12	0	759	39299.55	562687.65	281343.83
2037	3.25	1.62	1.58	676	24	24	47	0	12	0	783	39956.55	602644.20	301322.10
2038	3.25	1.62	1.58	698	24	24	47	0	12	0	805	39956.55	642600.75	321300.38
2039	3.25	1.62	1.58	721	25	24	48	0	12	0	830	40547.85	683148.60	341574.30
2040	3.25	1.62	1.58	744	25	25	49	0	13	0	856	42438.55	725587.15	362793.58
2041	3.25	1.62	1.58	768	25	25	50	0	13	0	881	42646.60	768233.75	384116.88

Elaborado por: Lady Chico

2.2.6.2 Confiabilidad “R”

Se refiere al grado de incertidumbre de que un diseño puede llegar al fin de su período de análisis en buenas condiciones. La confiabilidad (R) es la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada, para ello, se recomiendan niveles de confiabilidad de acuerdo con el tipo de vía como:

Tabla 47. Niveles de confiabilidad R, recomendados.

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad, R	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99.9	80 – 99.9
Arterias principales	80 – 99	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 - 80

Fuente: “Pavimentos”. Fricson Moreira

La vía El Deseo-Punta Brava es una carretera colectoras ubicada en una zona rural, por lo cual, según indica la tabla, la probabilidad de que la estructura de pavimento tenga un comportamiento igual o mejor al previsto durante el período de diseño estimado va en un rango de 75 a 95 %, siendo el 85% el valor determinado para la vía en estudio.

2.2.6.3 Desviación estándar normal “Zr”

De acuerdo con los niveles de confiabilidad, la desviación estándar normal es el área bajo la curva de distribución normalizada, para lo cual se presentan los siguientes valores:

Tabla 48. Desviación estándar normal.

Confiabilidad, R (%)	Desviación estándar normal, Zr
50	-0.000
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: “Pavimentos”. Fricson Moreira

Para un nivel de confiabilidad “R” de 85%, la desviación estándar normal “Zr” es de -1.037.

2.2.6.4 Desviación estándar global “So”

Es un parámetro representativo que considera las posibles variaciones en la predicción del tránsito y el comportamiento del pavimento. Según la normativa, para pavimentos flexibles el valor de So debe estar entre 0.40 y 0.50, siendo 0.45 el valor asumido para la presente vía.

2.2.6.5 CBR de diseño

Con los valores de CBR puntuales obtenidos para cada muestra y el número de ejes equivalentes se determina el CBR de diseño estableciendo un percentil de diseño de acuerdo con la siguiente tabla:

Tabla 49. Percentil para CBR de diseño.

Número de ejes equivalentes en el carril de diseño	Percentil de diseño CBR (%)
< 10000	60
10000 – 1000000	75
> 1000000	87.5

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

Para determinar el CBR de diseño se ordenan de manera ascendente los valores de CBR determinados en los ensayos de suelos, indicando la frecuencia con la que se repite cada valor, con el fin de determinar el porcentaje de percentil y escoger el CBR de diseño de acuerdo con el percentil establecido.

Con el valor del número de ejes equivalentes para el año 2041 de 384116.88, el percentil de diseño de CBR de 75% según lo indicado en la tabla de percentiles para CBR de diseño y los valores de CBR para cada muestra se determina el CBR de diseño.

Tabla 50. Datos para CBR de diseño.

CBR % ordenado	Frecuencia	> CBR	% Percentil
14.33	1	4	100
22.23	1	3	75
42.25	1	2	50
43.36	1	1	25
Total	4		

Elaborado por: Lady Chico

Para el percentil de 75% se determina un CBR de diseño de 22.23%, valor con el cual se asume una Sub-rasante muy buena

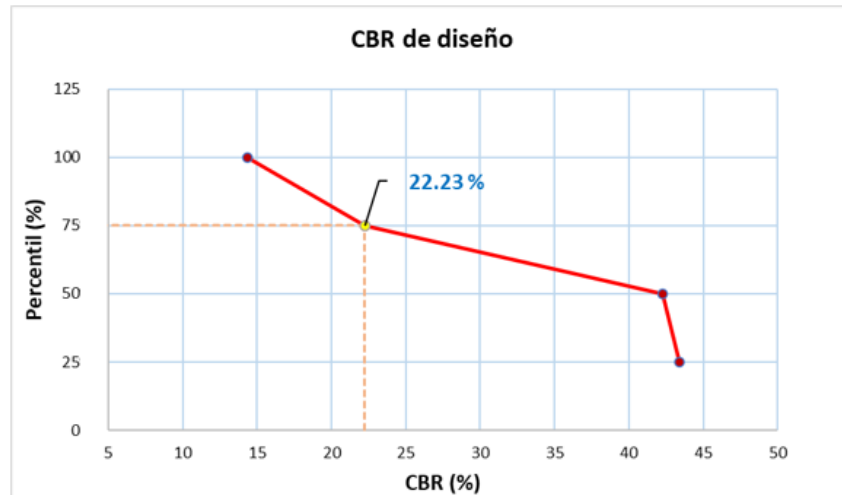


Figura 16. Determinación de CBR de diseño.

Elaborado por: Lady Chico

2.2.6.6 Módulo de resiliencia “Mr”

El módulo de resiliencia es una característica de la subrasante, la cual soporta todo el paquete estructural de la vía, para ello, se han ideado ensayos que permitan mejorar la calidad del suelo de fundación, sin embargo, el país no posee equipos especializados que permitan determinar el Mr directamente, por lo cual, la norma AASHTO 93 propone la correlación de CBR [19], [49] con las siguientes fórmulas:

- Para subrasantes con $CBR < 10\%$, ecuación sugerida por la AASHTO:

$$Mr(\text{psi}) = 1500 * CBR \quad \text{Ec. 27}$$

- Para subrasantes con CBR comprendido entre el 7.2% a 20%, ecuación desarrollada en Sudáfrica:

$$Mr(psi) = 3000 * CBR^{0.65} \quad \text{Ec. 28}$$

- Para subrasantes con CBR>20%, utilizada para suelos granulares y propuesta por la AASHTO:

$$Mr(psi) = 4326 * \ln CBR + 241 \quad \text{Ec. 29}$$

Para un CBR de diseño de 22.23%, el módulo de resiliencia es calculado mediante la fórmula **Ec. 29**, entonces:

$$Mr(psi) = 4326 * \ln CBR + 241$$

$$Mr(psi) = 4326 * \ln (22.23) + 241$$

$$\mathbf{Mr = 13657.84 \text{ psi}}$$

2.2.6.7 Índice de serviciabilidad “PSI”

La serviciabilidad de un pavimento es la condición que genera una conducción segura y confortable a los usuarios de la vía, por lo cual, se tiene un índice de serviciabilidad presente entre 0, para pavimentos de pésimas condiciones y de 5, para pavimentos en perfecto estado. Para el diseño de pavimentos se calcula la diferencia entre los índices de servicio inicial y final (ΔPSI), considerando:

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final} \quad \text{Ec. 30}$$

Dónde:

ΔPSI = Diferencia entre los índices de servicio inicial u original y el final o terminal deseado.

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

PSI_{final} = Índice de servicio final, recomendando valores de 2.5 o más para caminos muy importantes y 2.0 para caminos secundarios.

Dadas las condiciones de la vía, los valores a utilizar son:

$$PSI_{inicial} = 4.2$$

$$PSI_{final} = 2.0$$

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

2.2.6.8 Determinación de espesores por capa

Una vez obtenido el número estructural “SN” mediante la ecuación general básica de diseño usada en el software del método AASHTO 93, se busca obtener los espesores de cada capa del pavimento flexible mediante:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad \text{Ec. 31}$$

Dónde:

a_1, a_2 y a_3 = Coeficientes estructurales adimensionales de la carpeta asfáltica, base y subbase de la vía en estudio.

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

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

Para el cálculo del número estructural que requiere la estructura de pavimento se usa el software de la ecuación AASHTO 93 en el que se obtiene un SN igual 2.23:

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93". It contains several input fields and buttons. The "Tipo de Pavimento" section has "Pavimento flexible" selected. The "Confiability (R) and Standard Deviation (So)" section has "85 % Zr=-1.037" selected and "So" set to "0.45". The "Serviciabilidad inicial y final" section has "PSI inicial" set to "4.2" and "PSI final" set to "2.0". The "Módulo resiliente de la subrasante" section has "Mr" set to "13657.84 psi". The "Información adicional para pavimentos rígidos" section has four empty input fields for "Módulo de elasticidad del concreto - Ec (psi)", "Módulo de rotura del concreto - Sc (psi)", "Coeficiente de transmisión de carga - (J)", and "Coeficiente de drenaje - (Cd)". The "Tipo de Análisis" section has "Calcular SN" selected, with "W18" set to "384116.88". The "Número Estructural" section shows "SN = 2.23" in a box with an orange border. At the bottom, there are "Calcular" and "Salir" buttons.

Figura 17. Cálculo del número estructural SN.

Elaborado por: Lady Chico

Determinación de coeficientes estructurales (a_1, a_2, a_3)

Los coeficientes estructurales representan la capacidad estructural del material para resistir las cargas, los materiales usados en cada capa de la estructura del pavimento cumplen con el coeficiente estructural a_i , los cuales se pueden identificar mediante nomogramas [19].

- **Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1)**

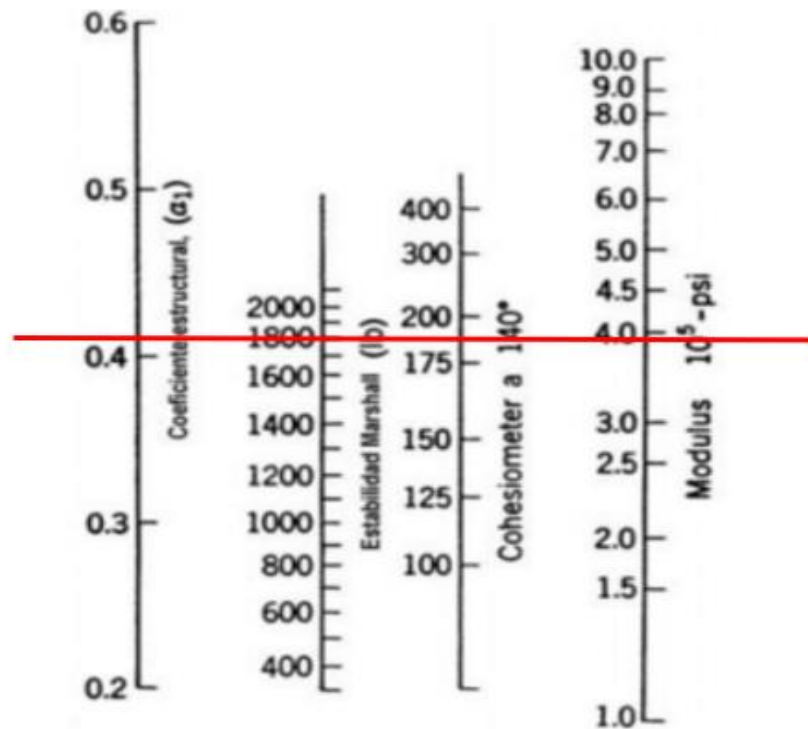


Figura 18. Nomograma para estimación del coeficiente estructural a_1 .

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

La estabilidad de Marshal para tráfico pesado es de 1800 libras; este valor es ubicado en el nomograma y mediante una línea horizontal se obtiene el valor del coeficiente estructural de la carpeta asfáltica y el módulo de resiliencia; donde se determina un módulo de resiliencia para la carpeta asfáltica de 395000 psi o 395 ksi y el coeficiente estructural a_1 de 0.415.

- **Coeficiente estructural de la base granular (a_2)**

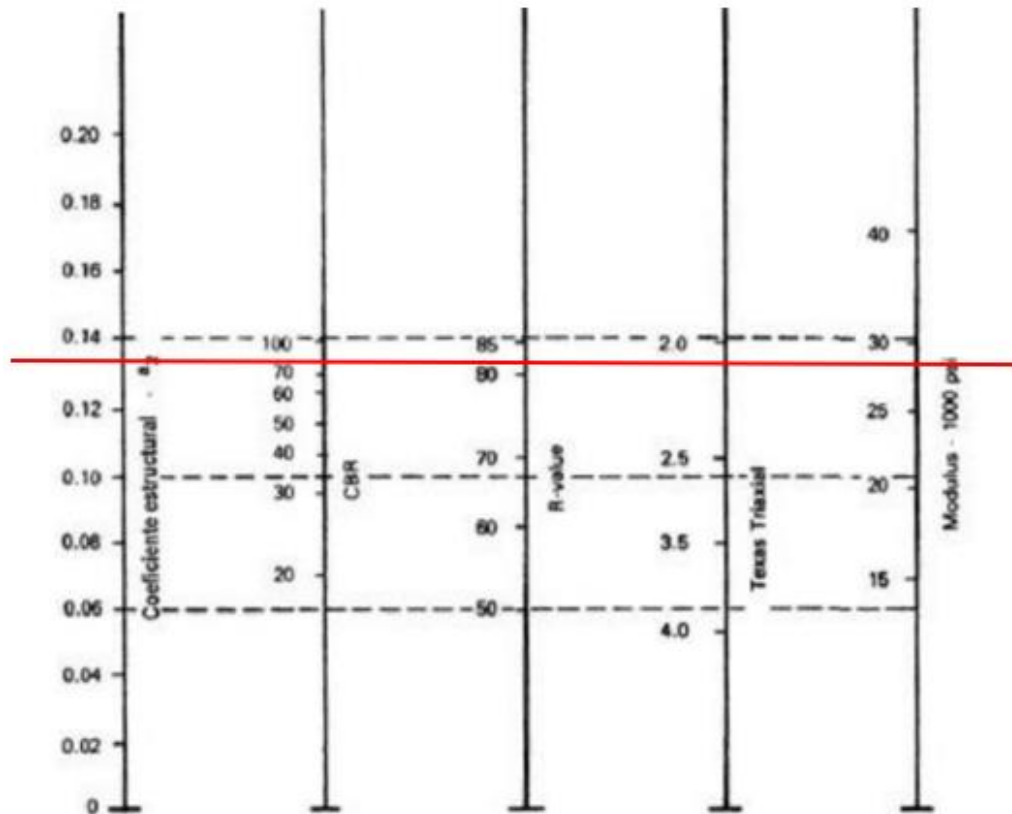


Figura 19. Nomograma de estimación de coeficiente estructural a_2 .

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

Para el coeficiente estructural de la base se ubica el valor de CBR establecido (para bases, mayor o igual a 80%) en el nomograma y se obtiene el coeficiente estructural de la base y el módulo de resiliencia de la capa. Al ubicar el CBR de 80% en el nomograma, se determina un valor de a_2 igual a 0.135 y el módulo resiliente de 28500 psi o 28.5 ksi.

- **Coeficiente estructural de la Sub-base granular (a_3)**

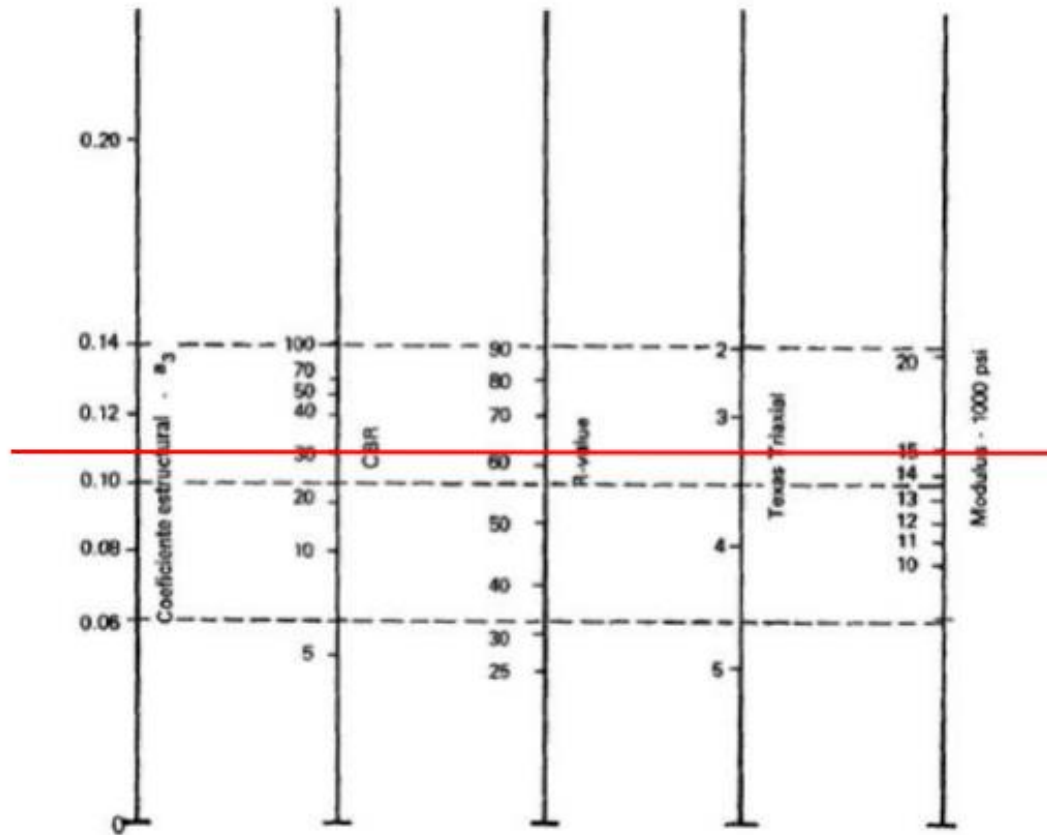


Figura 20. Nomograma de estimación del coeficiente estructural a_3 .

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

El CBR mínimo para Sub-base es de 30%, al ubicar el valor adoptado en el nomograma se obtiene el coeficiente estructural de la subbase a_3 de 0.109 y su módulo de resiliencia igual a 15000 psi o 15 ksi.

Determinación de coeficientes de drenaje (m_2 , m_3)

Un buen drenaje aumenta la capacidad portante de la subrasante; pues, el módulo resiliente aumenta cuando el contenido de humedad disminuye, mejorando la calidad de la vía y

reduciendo el espesor de las capas [49]. Según la normativa la calidad de drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares; para la vía en estudio se considera un drenaje regular.

Tabla 51. Tiempos de drenaje recomendados por la AASHTO.

Calidad de drenaje	Agua eliminada en:
Excelente	2 horas
Bueno	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Muy pobre	El agua no drena

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

Se presentan valores recomendados para los coeficientes de drenaje a base de la calidad del drenaje y el porcentaje de tiempo a lo largo de un año, en el cual la estructura pueda estar expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación.

Tabla 52. Valores recomendados para los coeficientes m_2 y m_3 .

Calidad del drenaje	Tiempo en que la estructura está expuesta a niveles próximos a la saturación			
	Menos del 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1.40-1.35	1.35-1.30	1.30-1.20	1.20
Buena	1.35-1.25	1.25-1.15	1.15-1.00	1.00
Regular	1.25-1.15	1.15-1.05	1.00-0.80	0.80
Pobre	1.15-1.05	1.05-0.80	0.80-0.60	0.60
Deficiente	1.05-0.95	0.95-0.75	0.75-0.40	0.40

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

El presente proyecto al ubicarse en el cantón Pangua y según sus condiciones climáticas presenta una calidad de drenaje regular con el tiempo que tarda el agua en ser evacuada

de 1 semana y el tiempo expuesto a niveles próximos a la saturación del 5 al 25% que corresponde valores de m_2 y m_3 de 1.00% al 0.80%, siendo 0.90% el valor seleccionado.

Estructura del pavimento, sistema multicapa

En base al número estructural, se establecen espesores mínimos con el fin de proteger las capas granulares no tratadas de las tensiones, evitando así, las deformaciones, para ello se utiliza un programa en Excel con el método AASHTO 93, en el que incluye los cálculos siguientes:

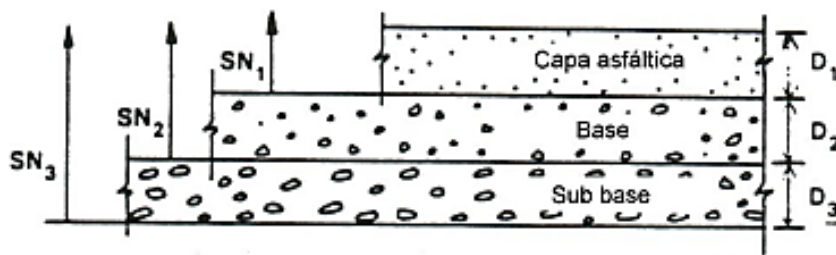


Figura 21. Espesores por capa.

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

- Espesor mínimo de la carpeta asfáltica:

$$D^{\circ}1 \geq \frac{SN1}{a_1} \quad \text{Ec. 32}$$

$$SN^{\circ}1 = a_1 D^{\circ}1 \geq SN1 \quad \text{Ec. 33}$$

- Espesor mínimo de la base:

$$D^{\circ}2 \geq \frac{SN2 - SN^{\circ}1}{a_2 m_2} \quad \text{Ec. 34}$$

$$SN^{\circ}1 + SN^{\circ}2 \geq SN2 \quad \text{Ec. 35}$$

- Espesor mínimo de la subbase:

$$D^{\circ 3} \geq \frac{SN3 - (SN^{\circ 1} + SN^{\circ 2})}{a_3 m_3} \quad \text{Ec. 36}$$

Para el cálculo de los espesores D_1 y D_2 se presentan valores mínimos a utilizar en función a los ejes equivalentes como se indica en la tabla:



Tabla 53. Espesores mínimos de concreto asfáltico y base granular.

Tráfico, W18	Concreto asfáltico, D_1 (in)	Capa Base, D_2 (in)
<50 000	1.0 (o trata, superficial)	4.0
50 001 a 150 000	2.0	4.0
150 001 a 500 000	2.5	4.0
500 001 a 2 000 000	3.0	6.0
2 000 001 a 7 000 000	3.5	6.0
>7 000 000	4.0	6.0

Fuente: “Diseño de Pavimentos”. AASHTO, 1993

Con todos los datos obtenidos se calculan los espesores para cada capa de pavimento flexible mediante el programa Excel con el método AASHTO 93 como se indica:

Tabla 54. Espesores de capa de pavimento flexible.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
MÉTODO AASHTO 1993			
TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”			
Fecha:	20 de Junio de 2022		
Abscisas:	km 24+00 a km 28+00	Realizado por:	Lady Chico
DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERÍSTICAS 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)			15.00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			384,117
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			85%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-1.037
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			13.66
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4.2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pt)			2.0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0.415
Base granular (a ₂)			0.135
Subbase (a ₃)			0.109
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			0.900
Subbase (m ₃)			0.900
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2.22		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.67		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.47		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.08		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO :			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	10.2 cm	5.0 cm	0.82
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	9.8 cm	15.0 cm	0.72
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	2.1 cm	20.0 cm	0.77
ESPESOR TOTAL (cm)		40.0 cm	2.31

Elaborado por: Lady Chico

Los espesores de las capas de pavimento flexible calculados son:

- Carpeta asfáltica (D_1): 5.0 cm
- Capa base (D_2): 15.0 cm
- Capa Sub-base (D_3): 20.0 cm

Con los espesores propuestos, se comprueba que el número estructural propuesto sea mayor que el número estructural requerido:

$$SN1 = a_1 D1$$

$$SN1 = 0.415 * 2''$$

$$SN1 = 0.83$$

$$SN2 = a_2 * m_2 * D2$$

$$SN2 = 0.135 * 0.900 * 5.9''$$

$$SN2 = 0.72$$

$$SN3 = a_3 * m_3 * D3$$

$$SN2 = 0.109 * 0.900 * 7.9''$$

$$SN2 = 0.77$$

$$SN_{\text{propuesto}} = SN1 + SN2 + SN3$$

$$SN_{\text{propuesto}} = 0.83 + 0.72 + 0.77$$

$$SN_{\text{propuesto}} = 2.32$$

Se comprueba que la estructura de pavimento cumple con el número estructural que se requiere.

$$SN_{\text{propuesto}} \geq SN_{\text{requerido}}$$

$$2.32 \geq 2.23 \quad (\text{cumple})$$

2.2.6.9 Propiedades de los materiales de las capas de pavimento

Para el diseño de pavimento es importante analizar las propiedades de los materiales de afirmado para cada capa ya que ayudan a mejorar características como el CBR de la subrasante, evitan el deterioro del suelo de fundación, entre otros [19]. Para las capas del pavimento se deben emplear materiales que cumplan con las especificaciones del MTOP considerado el sector donde se ubica el proyecto.

- Propiedades de la sub-base

Las sub-bases están compuestas de agregados gruesos o triturados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o suelo seleccionado; para los agregados de sub-base se recomienda material de fragmentos limpios, libre de partículas alargadas y sin material vegetal. Las sub -bases se dividen en tres tipos como se indica en la tabla; de los cuales, para la clase 1 y 2, al menos el 30% de los agregados deben ser por trituración [50].

Tabla 55. Tipos de Sub-base de acuerdo con la granulometría.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76,2mm)	-	-	100
2" (50,4mm)	-	100	-
1 1/2 (38,1mm)	100	70-100	-
No 4 (4,75mm)	30-70	30-70	30-70
No 40 (0,425mm)	10-35	15-40	-
No 200 (0,075mm)	0-15	0-20	0-20

Fuente: “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes”. MTOP, 2002.

Para la vía en estudio se recomienda una sub-base clase 3 constituida por agregados naturales y procesados bien graduados que cumplan con las siguientes especificaciones:

Coefficiente de desgaste: máximo 50%

Granulometría: según se especifica en la siguiente tabla anterior para la clase 3.

La porción que pase el tamiz No.40 debe cumplir:

Índice de plasticidad: < 6

Límite Líquido: < 25

CBR: ≥ 30%

- **Propiedades de la capa base**

La base está constituida 100% de agregados triturados, parcialmente o totalmente cribados y estabilizados con agregado fino proveniente de trituración con suelo fino seleccionado o con una mezcla de ambos [50]. Las bases se dividen en cuatro clases como se indica en la siguiente tabla:

Tabla 56. Tipos de base de acuerdo con la granulometría.

TAMIZ	BASE CLASE 1		BASE CLASE 2	BASE CLASE 3	BASE CLASE 4
	2" MAX	1 ½" MAX			
2" (50,4mm)	100	-	-	-	100
1 1/2 (38,1mm)	70-100	100	-	-	-
1" (25,4mm)	55-85	70-100	100	-	60-90
3/4" (19,0mm)	50-80	60-90	70-100	100	-
3/8" (9,5mm)	35-60	45-75	50-80	-	-
N 4 (4,75mm)	25-50	30-60	35-65	45-80	20-50
No 10 (2,00mm)	20-40	20-50	25-50	30-60	-
No 40 (0,0425mm)	10-25	10-25	15-30	20-35	-
No 200 (0,075mm)	2-12	2-12	3-15	3-15	0-15

Fuente: "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes". MTOP, 2002.

Debido a la ubicación del proyecto y su difícil acceso, se recomienda una base clase 4 que cumpla con las especificaciones establecidas de:

Coefficiente de desgaste: máximo 40%

Granulometría: según se especifica en la siguiente tabla:

La porción que pase el tamiz No.40 debe cumplir:

Índice de plasticidad: < 6

Límite Líquido: < 25

CBR: ≥ 80%

- **Propiedades de la capa de rodadura**

La mezcla asfáltica debe tener estabilidad, durabilidad, impermeabilidad, resistencia y flexibilidad, cumpliendo con parámetros como:

Coefficiente de desgaste: máximo 40%

Resistencia a la acción de sulfatos: < 12%

Granulometría: según se especifica en la siguiente tabla:

Tabla 57. Granulometría de los agregados de la mezcla asfáltica.

TAMIZ	% en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4"	1/2"	3/8"	No. 4
1" (25.4 mm)	100	-	-	-
3/4" (19.0 mm)	90-100	100	-	-
1/2" (12.7 mm)	-	90-100	100	-
3/8" (9.5 mm)	56-80	-	90-100	100

No 4" (4.75 mm)	35-65	44-74	55-85	80-100
No 8" (2.36 mm)	23-49	28-58	32-67	65-100
No 16" (1.18 mm)	-	-	-	40-80
No 30" (0.60 mm)	-	-	-	25-65
No 50" (0.30 mm)	5-19	5-21	7-23	7-70
No 100" (0.15 mm)	-	-	-	3-20
No 200" (0.075 mm)	2-8	2-10	2-10	2-10

Fuente: "Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes". MTOP, 2002.

La porción que pase el tamiz No.40 debe cumplir:

Índice de plasticidad: ≤ 4

2.2.7 Diseño de obras de arte de drenaje

Las obras de arte consideradas en el diseño son las obras de drenaje, las cuales son importantes para el correcto funcionamiento y operación de la carretera ya que son las encargadas de desalojar el agua lluvia de la calzada y controlar el nivel freático [25]. Los drenajes son: longitudinales (obras de captación y defensa) y drenajes transversales.

2.2.7.1 Cunetas

Con el fin de interceptar el agua lluvia que escurre la corona de la vía, se construyen canales en las zonas de corte a uno o ambos lados de la vía lo cual permite conducir el agua a un drenaje natural alejándola de la carretera. La cuneta es colocada entre el espaldón de la carretera y el pie del talud de corte con una pendiente similar al perfil

longitudinal de la vía de mínimo 0.50% y un máximo limitado por el revestimiento necesario de acuerdo a la velocidad del agua [25].

Tabla 58. Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.

MATERIAL	VELOCIDAD m/s	MATERIAL	VELOCIDAD m/s
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 – 4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 – 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5 – 7.5

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

El material empleado para las cunetas de la vía en estudio es hormigón por lo cual, la velocidad del agua está comprendida entre 4.5 a 7.5 m/s

En cuanto a la forma de la sección transversal, las cunetas pueden ser triangulares, rectangulares y trapezoidales de las cuales la mayormente utilizada es la sección triangular, en la que se recomienda que el talud hacia la vía tenga mínimo 3:1, preferencialmente 4:1 considerado para una lámina no mayor a 30 cm.

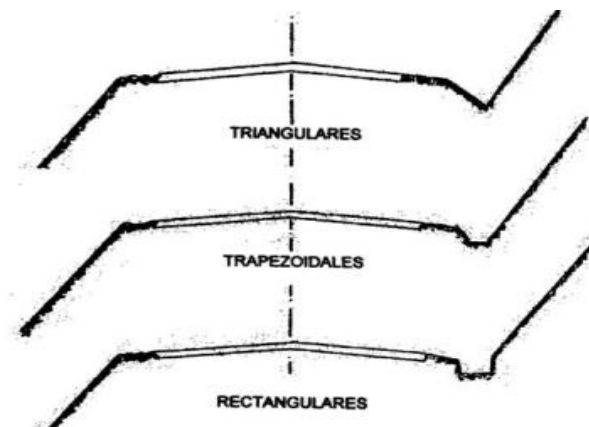


Figura 22. Secciones típicas de cunetas.

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Para el presente proyecto se realizará el diseño de cunetas triangulares por la facilidad de construcción y mantenimiento: las dimensiones propuestas para la cuneta son:

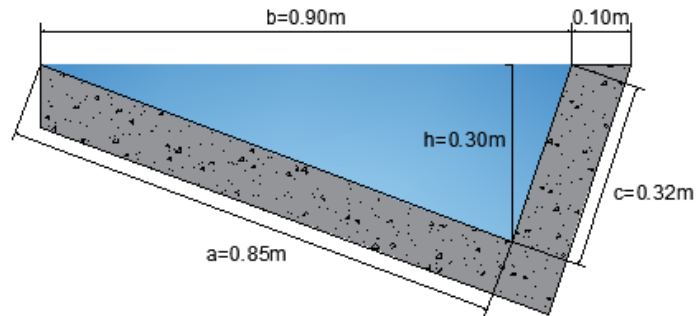


Figura 23. Cuneta propuesta.

Elaborado por: Lady Chico

Según la normativa para vías clase III, las cunetas triangulares son revestidas con hormigón de $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$. El diseño de cunetas se basa en datos obtenidos en el INAMHI y los principios de canales abiertos mediante la ecuación de continuidad y fórmula de Manning:

$$Q = V * A \quad \text{Ec. 37}$$

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec. 38}$$

Donde:

Q= Caudal de diseño, m^3/s

A= Área de la sección, m^2

V= Velocidad, m/s

n=Coficiente de rugosidad de Manning

R= Radio hidráulico, m

I= Pendiente de la cuneta, %

Las dimensiones propuestas son usadas para el cálculo de los elementos geométricos de la sección de un canal a cielo abierto, considerando que la cuneta trabaja totalmente llena, y se calculan los siguientes parámetros:

- **Área mojada (A)**

$$A = \frac{b \cdot h}{2} \quad \text{Ec. 39}$$

$$A = \frac{0.9 \cdot 0.3}{2}$$

$$A = 0.135 \text{ m}^2$$

- **Perímetro mojado (P)**

$$P = a + c \quad \text{Ec. 40}$$

$$P = 0.85 + 0.32$$

$$P = 1.17 \text{ m}$$

- **Radio Hidráulico (R)**

$$R = \frac{A}{P} \quad \text{Ec. 41}$$

$$R = \frac{0.135 \text{ m}^2}{1.17 \text{ m}}$$

$$R = 0.12 \text{ m}$$

Velocidad media del caudal (V)

La velocidad del flujo se calcula mediante la ecuación de Manning de la fórmula E.38, para lo cual se requiere conocer el coeficiente de rugosidad.

Tabla 59. Coeficientes de rugosidad de Manning

Superficie	n
Tierra lisa	0.02
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Fuente: “Mecánica de Fluidos e Hidráulica de Schaum”. Randal V. Giles

Según la tabla anterior, el valor adoptado de n es igual a 0.016, y el valor de la pendiente de la cuneta (I) es el máximo valor de pendiente del terrero de estudio con un valor de 14% y una longitud máxima de 150 m, con el cual se calcula la velocidad del agua.

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * I^{\frac{1}{2}}$$

$$V = \frac{1}{0.016} * (0.12)^{\frac{2}{3}} * (0.14)^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 5.68 \text{ m/s}$$

La velocidad calculada de 5.68 m/s cumple con la máxima permisible según la **Tabla 58**, comprendida entre 4.5 y 7.5 m/s.

Caudal admisible de diseño (Qadm)

Se calcula mediante los valores obtenidos para todos los parámetros necesarios reemplazados en la ecuación de continuidad **Ec.37**.

$$Q_{adm} = A * V$$

$$Q_{adm} = 0.135 \text{ m}^2 * 5.68 \text{ m/s}$$

$$Q_{adm} = 0.77 \text{ m}^3/\text{s}$$

Caudal máximo desalojado por la cuneta

Se lo calcula mediante la siguiente expresión:

$$Q = \frac{C * I * A}{360} \quad \text{Ec. 42}$$

Donde:

Q= Caudal, m³/s

C= Coeficiente de escurrimiento

I= Intensidad máxima de la precipitación pluvial, mm/h

- Coeficiente de escorrentía

El coeficiente de escorrentía establece la relación entre el total de agua lluvia que se precipita y la que se escurre; se puede determinar según la topografía, el tipo de suelo o la capa vegetal [25] como se detalla a continuación:

Tabla 60. Coeficientes de escorrentía C.

Característica	Coefficiente de escorrentía C
Topografía	Ct
Plana con pendiente 0.2 – 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendiente de 3.0-4.0 m/km	0.2
Colinas con pendientes 30 – 50 m/km	0.1
Tipo de suelo	Cs
Arcilla compactada impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
Capa vegetal	Cv
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: “Normas de Diseño Geométrico de Carreteras”. MTOP, 2003

Para el cálculo de coeficiente de escorrentía se usa la siguiente ecuación:

$$C = 1 - (Ct + Cs + Cv) \quad \text{Ec. 43}$$

Según la tabla anterior, la vía en estudio tiene un Ct igual a 0.2, un Cs igual 0.4 y un Cv igual a 0.1; valores que permiten calcular el coeficiente de escorrentía.

$$C = 1 - (0.2 + 0.4 + 0.1)$$

$$C = 0.3$$

- **Intensidad de precipitación**

La intensidad de precipitación es la cantidad de agua lluvia que cae en un punto durante un tiempo determinado [51]. La ecuación impuesta por el INAMHI para el cálculo de la intensidad es:

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * P_{max}}{t_c^{0.58}} \quad \text{Ec. 44}$$

Donde:

I= Intensidad de precipitación, mm/h

T= Periodo de retorno, años

Pmax= Precipitación máxima, mm/mes

tc= Tiempo de concentración, min

Según el Plan de Ordenamiento Territorial del cantón Pangua [5], las precipitaciones van desde los 1500 a los 3500 mm por año, de acuerdo con el sector en donde se ubica la vía en estudio, la precipitación que presenta es de 1500 mm por año, es decir 125 mm mensuales con un periodo de retorno asumido de 10 años.

Para el cálculo del tiempo de concentración (tc), se presenta la siguiente formula:

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0.385} \quad \text{Ec. 45}$$

Donde:

L: Longitud del área de drenaje.

H= Desnivel del inicio de la cuenca y el punto de descarga, m. Se calcula de la multiplicación de la longitud de área de drenaje (L) y la máxima pendiente de la vía (I).

$$H = L * I \quad \text{Ec. 46}$$

Para la vía en estudio se ha considerado la pendiente máxima de 14% y la mayor distancia de 200 m recomendados; con ello, se calcula el tiempo de concentración mediante la **Ec.45**

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

$$tc = 0.0195 \left(\frac{150^3}{150 * 0.14} \right)^{0.385}$$

$$tc = 1.91 \text{ min}$$

Con el tiempo de concentración de 1.91 min, mediante la fórmula **Ec. 44** se calcula la intensidad de precipitación.

$$I = \frac{4.14 * T^{0.18} * Pmax}{tc^{0.58}}$$

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 125}{1.91^{0.58}}$$

$$I = 538.16 \text{ mm/h}$$

- **Área de drenaje**

$$A = (\text{Ancho carril} + \text{espaldon} + \text{ancho cuneta}) * L \quad \text{Ec. 47}$$

$$A = (3.00m + 1.00m + 1.00m) * 150m$$

$$A = 0.075 \text{ Ha}$$

Con los valores del coeficiente de escorrentía, la intensidad de precipitación y el área de drenaje, se calcula el caudal máximo permisible mediante la formula **E.42** Con el fin de analizar si las dimensiones propuestas para la cuneta cumplen con la especificación:

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{C * I * A}{360}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{0.3 * 538.16 * 0.075}{360}$$

$$Q_{m\acute{a}x} = 0.034 \text{ m}^3/\text{s}$$

Las dimensiones propuestas para la cuneta son correctas ya que el caudal admisible es mayor que el caudal máximo permisible.

$$Q_{adm} > Q_{m\acute{a}x}$$

$$0.77 \text{ m}^3/\text{s} > 0.034 \text{ m}^3/\text{s}$$

2.2.7.2 Alcantarillas

Son conductos cerrados que se construyen por debajo del nivel de la subrasante con el fin de conducir transversalmente el agua lluvia de esteros, arroyos, canales de riego etc; que tengan una luz menor a 6m [25] compuestos por el ducto, cabezales y muros de ala.

Con el fin de reducir los riesgos de erosión, las alcantarillas deben instalarse siguiendo la alineación, pendiente y cotas de nivel de la corriente, mientras que para evitar la sedimentación la pendiente mínima será de 0.5 %; para las alcantarillas de la vía en estudio la pendiente a emplearse es de 2%.

Alcantarillas para drenaje de calzada

Para el diseño de alcantarillas se utiliza la fórmula de Talbot:

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

Ec. 48

Donde.

A: Área de la alcantarilla, m²

C: Coeficiente de escurrimiento Talbot

I: Intensidad de precipitación, mm/h

H: Área de drenaje, ha

Tabla 61. Coeficientes de escorrentía- formula Talbot.

Características topográficas	Coeficiente C
Montañosa fuertes pendientes	1.00
Montañas medianas pendientes	0.80
Montañas bajas pendientes	0.60
Muy ondulada	0.50
Ondulada	0.40
Casi llano	0.30
Llano	0.20

Fuente: “Desagues”. Oscar Savastero, 2016 [52]

El coeficiente de escorrentía es determinado de acuerdo con el tipo de terreno y la topografía como se muestra en la anterior tabla. Para el presente estudio se considera un coeficiente de escorrentía de 0.8, un área de 1.6 ha, y una intensidad de precipitación 538.16 mm/h con lo cual se obtiene el área de la alcantarilla de:

$$A = \frac{0.183 * 0.8 * (1.6)^{\frac{3}{4}} * 538.16}{100}$$

$$A = 1.12 \text{ m}^2$$

Con el valor del área se calcula el diámetro interior de la alcantarilla mediante:

$$D = \sqrt{\frac{4 * A}{\pi}} \quad \text{Ec. 49}$$

Donde

D: Diámetro de la alcantarilla, m

A: Área de la alcantarilla, 1.06 m²

$$D = \sqrt{\frac{4 * 1.12}{\pi}}$$

$$D = 1.19 \text{ m}$$

En base a los cálculos se obtiene un diámetro de alcantarilla de **1.20 m**, cuyos cabezales y cajones de entrada son de hormigón simple de 210 kg/cm² de resistencia.

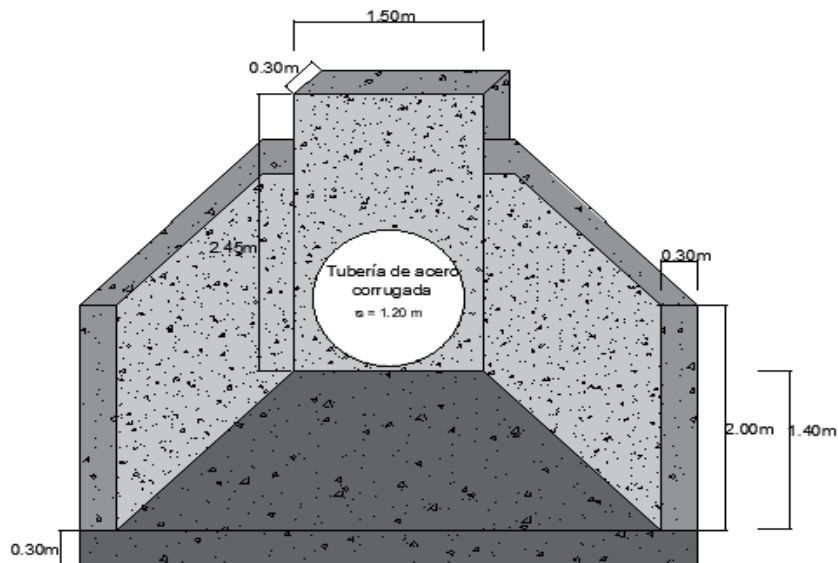


Figura 24. Dimensiones de alcantarilla para drenaje de calzada.

Elaborado por: Lady Chico

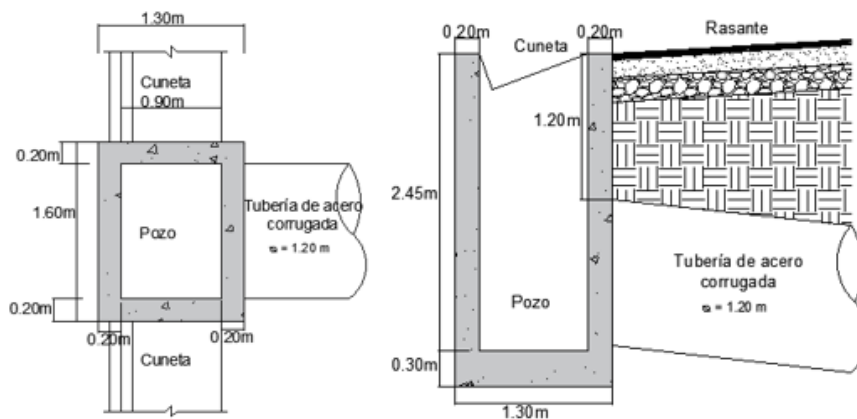


Figura 25. Cajón de entrada para alcantarilla para drenaje de calzada.

Elaborado por: Lady Chico

Alcantarillas como pasos de agua

En el estado actual de la vía se evidencian varias alcantarillas destinadas al paso de agua de pequeñas afluyentes y esteros; algunas de estas alcantarillas y puentes no se ajustan a los anchos de vía diseñados, por lo cual, se ha considerado el diseño de una alcantarilla tipo para pasos de agua, tomando como referencia una cuenca y la longitud de drenaje. Para la vía en estudio se estima una cuenca de 21.3 ha con una longitud de drenaje de 792 metros, una cota máxima de 392 m y una mínima 268 m, con ello, se obtiene el tiempo de concentración **Ec.45.**

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

Donde:

L: Longitud de drenaje, 792 m

H: desnivel entre los extremos de la cuenca, 124 m

$$t_c = 0.0195 \left(\frac{792^3}{124} \right)^{0.385}$$

$$t_c = 6.80 \text{ min}$$

Una vez obtenido el tiempo de concentración se calcula la intensidad de precipitación con la fórmula **Ec.44**

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

$$I = \frac{4.14 * 10^{0.18} * 125}{6.80^{0.58}}$$

$$I = 257.66 \text{ mm/h}$$

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

$$Q = \frac{0.3 * 257.66 * 21.3}{360}$$

$$Q = 4.58 \text{ m}^3/\text{s}$$

Con los datos de tiempo de concentración, caudal e intensidad de precipitación considerando el coeficiente de rugosidad n de tubos de hormigón de metal corrugado simple o revestido igual a 0.024 establecido en el MTOP [25] se determina el diámetro mediante:

$$D = \left(\frac{Q * 0.024 * 4^{5/3}}{\pi * \left(\frac{H}{L} \right)^{1/2}} \right)^{3/8} \quad \text{Ec. 50}$$

$$D = \left(\frac{4.58 * 0.024 * 4^{5/3}}{\pi * \left(\frac{124}{792}\right)^{\frac{1}{2}}} \right)^{\frac{3}{8}}$$

$$D = 0.98 \text{ m}$$

Las alcantarillas de pasos de agua para el presente proyecto adoptan un diámetro de 1.5 m para fines de seguridad y mantenimiento.

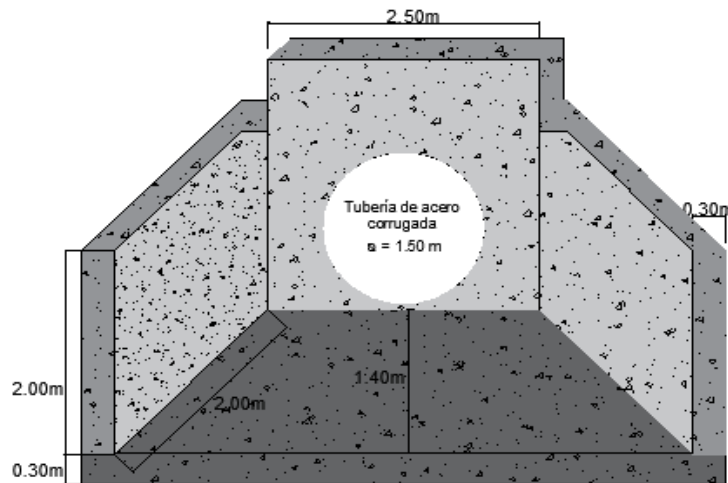


Figura 26. Alcantarilla para pasos de agua.

Elaborado por: Lady Chico

2.2.8 Señalización

La señalización son palabras o símbolos horizontales o verticales sobre la vía que permiten guiar el tránsito y a los peatones de manera visible que transmitan un mensaje claro y simple [53]; instrucciones que el usuario de la vía debe obedecer.

2.2.8.1 Señalización Horizontal

Son utilizadas para regular la circulación y guiar a los usuarios con el fin de mantener la seguridad en el tránsito. Las señales horizontales pueden ser:

- **Líneas longitudinales:** determinan carriles y calzadas, indican las zonas con o sin prohibición de adelantar, zonas de estacionamiento, entre otros.
- **Líneas transversales:** utilizadas en cruces, señalan el cruce de patones y el lugar hasta donde debe detenerse el vehículo.
- **Símbolos y leyendas:** utilizadas para regular la circulación.

Según el Instituto ecuatoriano de Normalización INEN, las señales horizontales cumplen con algunas características como:

- **Color de las líneas**

Amarillas

- Separan el tráfico en direcciones opuestas.
- Definen restricciones.
- Definen el borde izquierdo de la vía


Blancas

- Separan el tráfico en la misma dirección.
- Definen el borde derecho de la vía.
- Definen zonas de estacionamiento.

- Definen la proximidad de un cruce cebra.
- **Dimensiones y utilización**
- Una línea continua de color amarillo prohíbe el cruce o rebasamiento
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y el ancho máximo de 150 mm.
- Dos líneas continuas de color amarillo separadas por un espacio igual al ancho de la línea, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Las líneas segmentadas, indican una condición permisiva donde se puede adelantar

En base a lo mencionado, para la vía en estudio, se requieren líneas longitudinales empleadas para delimitar los carriles y las calzadas, las cuales son de color amarillo o blanco dependiendo de la ubicación.

Tabla 62. Señalización horizontal empleada.

Señal	Ubicación	Especificaciones	Símbolo
Líneas longitudinales	Desde km 23+931 a 27+755	Color: amarillas y blancas de 100 mm de ancho.	

Elaborado por: Lady Chico

2.2.8.2 Señalización Vertical

El INEN presenta las funciones y clasificación de las señales verticales:

Tabla 63. Clasificación de las señales verticales.

Tipo de señal	Código	Función
Regulatorias	R	Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal.
Preventivas	P	Advierten a los usuarios de condiciones inesperadas o peligrosas en la vía.
Información	I	Informan direcciones, distancias, destinos, rutas, etc.
Especiales delineadoras	D	Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco u obstrucciones de la vía.
Trabajos en la vía y propósitos especiales	T	Guían e informan a los usuarios transitar con seguridad en sitios de trabajo de la vía.
Turísticas y de servicio		Indican zonas turísticas y puntos de servicios aledaños

Fuente: “Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical”. INEN, 2011

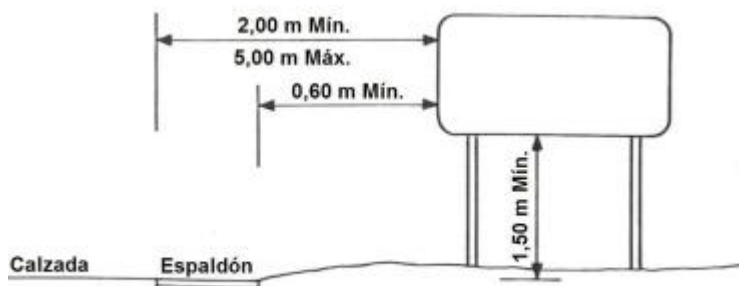




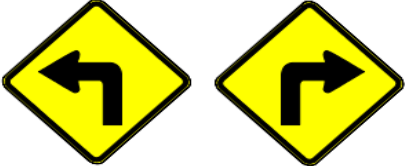
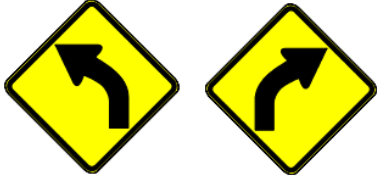
Figura 27. Colocación de señalética en zonas rurales.






Fuente: “Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical”. INEN, 2011

De acuerdo con la necesidad de la vía se ubican las diferentes señales presentadas en la tabla anterior indicando su ubicación, cantidad, símbolos y distancia mínima de 60 cm del borde de la berma según la normativa.

Las señales verticales utilizadas para la vía en estudio son:

Tabla 64. Señalización vertical empleada.

Señal	Ubicación	Especificaciones	Símbolo
Señales regulatorias (R)			
Límite máximo de velocidad	Km 24+00 Km 25+00 Km 26+00 Km 27+00	600x600mm con círculo rojo y fondo blanco retroreflectivo.	
Reduzca la velocidad	Km 25+065 Km 25+100 Km 26+115 Km 26+130 Km 27+080 Km 27+115	750x600mm con leyenda blanca y fondo rojo retroreflectivo	
Señales preventivas (P)			
Curva cerrada izquierda Curva cerrada derecha	Km 26+620 Km 26+730 Km 26+780 Km 26+870	600x600mm con fondo amarillo retroreflectivo	
Curva abierta derecha Curva abierta izquierda	Km 24+370 Km 24+390 Km 24+500 Km 24+520 Km 25+040 Km 25+140 Km 25+160 Km 25+240 Km 25+360 Km 25+410 Km 25+570 Km 25+615 Km 25+870 Km 25+950 Km 27+010 Km 27+060	600x600mm con fondo amarillo retroreflectivo	

Curva y contracurva abierta izquierda – derecha	Km 23+940 Km 24+100 Km 26+050 Km 26+170 Km 26+280 Km 26+250 Km 27+335 Km 27+435	600x600mm con fondo amarillo retroreflectivo	
Vía sinuosa primera izquierda – primera derecha	Km 24+600 Km 24+980 Km 27+530 Km 27+720	600x600mm con fondo amarillo retroreflectivo	
Señales informativas (I)			
Decisión de destino	Km 24+000	Letras minúsculas de 120 mm y mayúsculas de 150mm.	
Señales turísticas y de servicios			
Cascada	Km 26+800	Símbolo blanco y fondo café retroreflectivo	
Otros			
Baranda de seguridad	Km 23+980 Km 24+860 Km 25+880 Km 26+100	Baranda metálica colocada en curvas	

Elaborado por: Lady Chico

CAPÍTULO III.- RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de resultados



3.1.1 Levantamiento topográfico

Mediante el uso de estación total Trimble M3 DR2 se ha realizado el levantamiento topográfico de la vía El Deseo-Punta Brava, entre los km 24+000 hasta el 28+000 durante 5 días en los que se registró 1158 puntos con 46 cambios de estación, abscisas cada 20 metros y una faja topográfica de 50 metros a cada lado del eje vial como se detalla en el **ANEXO B1 PUNTOS TOPOGRÁFICOS** datos con los que se determina pendientes transversales entre 13% y 40% y pendientes longitudinales alrededor del 8% con lo cual, el terreno se clasifica como montañoso. Durante el levantamiento topográfico se ha evidenciado la presencia de puentes y alcantarillas de pasos de agua, así como también, casas y arroyos a ser considerados para los estudios de la carretera.

3.1.2 Conteo Vehicular

Tras el conteo vehicular realizado durante siete días, el día de mayor afluencia fue el domingo 21 de noviembre de 2021 con 444 vehículos y una hora pico comprendida desde las 15:45 pm hasta las 16:45 pm; tiempo en el que se ha obtenido un volumen de tránsito que permite determinar el TPDA actual de 360 vehículos por día, en base a cuál, se incluye el tránsito atraído, generado y desarrollado, con un resultado de tráfico actual igual a 486 vehículos /día; dado que el período de diseño es de 20 años, para el año 2041, se obtiene un TPDA futuro de 881 vehículos por día como se detalla en la tabla siguiente:

Tabla 65. Resumen-Tráfico futuro.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 											
TRÁFICO FUTURO											
AÑO	INDICE DE CRECIMIENTO (%)			TRAFFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL							TPDA FUTURO
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					
						2D	2DA	2DB	3A	V3A	
2021	3.57	1.78	1.74	405	18	18	36	0	9	0	486
2022	3.57	1.78	1.74	420	19	19	37	0	10	0	505
2023	3.57	1.78	1.74	435	19	19	38	0	10	0	521
2024	3.57	1.78	1.74	450	19	19	38	0	10	0	536
2025	3.57	1.78	1.74	467	20	20	39	0	10	0	556
2026	3.25	1.62	1.58	476	20	20	39	0	10	0	565
2027	3.25	1.62	1.58	491	20	20	40	0	10	0	581
2028	3.25	1.62	1.58	507	21	21	41	0	11	0	601
2029	3.25	1.62	1.58	524	21	21	41	0	11	0	618
2030	3.25	1.62	1.58	541	21	21	42	0	11	0	636
2031	3.25	1.62	1.58	558	22	22	43	0	11	0	656
2032	3.25	1.62	1.58	576	22	22	43	0	11	0	674
2033	3.25	1.62	1.58	595	22	22	44	0	11	0	694
2034	3.25	1.62	1.58	614	23	23	45	0	12	0	717
2035	3.25	1.62	1.58	634	23	23	45	0	12	0	737
2036	3.25	1.62	1.58	655	23	23	46	0	12	0	759
2037	3.25	1.62	1.58	676	24	24	47	0	12	0	783
2038	3.25	1.62	1.58	698	24	24	47	0	12	0	805
2039	3.25	1.62	1.58	721	25	24	48	0	12	0	830
2040	3.25	1.62	1.58	744	25	25	49	0	13	0	856
2041	3.25	1.62	1.58	768	25	25	50	0	13	0	881

Elaborado por: Lady Chico

3.1.3 Clasificación de las carreteras

Según el TPDA futuro proyectado a 20 años con 881 vehículos/día, la vía se clasifica de acuerdo con lo estipulado en la **Tabla 11** donde se evidencia que la carretera se encuentra dentro del rango de 300 a 1000 vehículos/día; corresponde a la Clase III, mientras que, de acuerdo con la jerarquía de la vía, al ser de clase III, la vía El Deseo-Punta Brava, es una vía colectoras; destinada a recibir el tráfico de caminos vecinales.

3.1.4 Estudio de suelos

3.1.4.1 Contenido de humedad

Los contenidos de humedad naturales para cada muestra se presentan en la **Tabla 15** , donde, la muestra 1 presenta el 56.98% de contenido de humedad, la muestra 2, el 59.83%, la muestra 3, el 49.90% y la muestra 4 el 7.19%, siendo la muestra del km 25+500 el suelo con mayor cantidad de agua y la muestra del km 27+500, el suelo que menor cantidad de agua retiene.

3.1.4.2 Granulometría

Mediante los cálculos realizados en el ensayo de granulometría se determina que todas las muestras corresponden a una arena mal distribuida, debido a que únicamente las muestras 2 y 4 cumplen con el coeficiente de uniformidad mayor a 6, sin embargo, el coeficiente de curvatura en todos los casos no cumple con los valores dispuestos entre 1 y 3.

Tabla 66. Granulometría por tramos.

Muestra No.	1	2	3	4
Abscisa	24+500	25+500	26+500	27+500
Pasa: No.4	90.65	90.04	100	50.03
No.10	88.04	79.72	90	42.41
No.40	49.83	52.98	40.12	22.11
No.200	2.31	12.08	2.86	1.62
Cu	4.54	8.24	5.40	50
Cc	0.75	0.60	0.60	0.29
Observación	Arena pobremente graduada	Arena pobremente graduada	Arena pobremente graduada	Arena pobremente graduada

Elaborado por: Lady Chico

3.1.4.3 Límites de Atterberg

Tras emplearse los ensayos de límite líquido y límite plástico en cada muestra de suelo como estudio previo para la determinación del tipo de suelo, se presentan los siguientes resultados:

Tabla 67. Resumen - Límites de Atterberg.

Muestra	Abscisa	Límites de Atterberg		
		LL%	LP%	IP%
1	Km 24+500	77.99	60.56	17.43
2	Km 25+500	44.92	39.73	5.19
3	Km 26+500	74.23	60.80	13.43
4	Km 27+500	21.25	22.66	NP

Elaborado por: Lady Chico

Mediante los resultados obtenidos se determina que la muestra 1 tiene una plasticidad media, mientras que, las muestras 2 y 3 presentan baja plasticidad y la muestra 4 no presenta plasticidad al ser un suelo compuesto por arenas finas con baja capacidad de retención de agua.

3.1.4.4 Clasificación de los suelos

De acuerdo con los límites de consistencia determinados anteriormente, los suelos han sido clasificados mediante el sistema SUCS y sistema AASHTO, dónde, el suelo predominante para los dos sistemas es una arena pobremente graduada con presencia de limos; en la tabla siguiente se presenta un resumen de la clasificación de los suelos en el que se descarta material limo arcilloso, por ende, el suelo de la subrasante no se considera malo.

Tabla 68. Resumen clasificación de los suelos.

Muestra	Abscisa	Tipo de suelo		
		SUCS	AASHTO	Nomenclatura
1	24+500	SP	A-2-7(0)	Arena pobremente graduada con limo
2	25+500	SM	A-2-5(0)	Arena limosa
3	26+500	SP	A-2-7(0)	Arena pobremente graduada con limo
4	27+500	SP	A-3(0)	Arena fina pobremente graduada

Elaborado por: Lady Chico

3.1.4.5 Proceso de compactación – Ensayo Próctor

Con el Ensayo Próctor modificado tipo B, se determina el contenido de humedad óptimo del suelo que produce la densidad seca máxima, con ello, se mejora la capacidad de carga del suelo. Los resultados de este ensayo para cada muestra se detallan a continuación:

Tabla 69. Resultados Ensayo Próctor.

Muestra	Abscisa	Densidad seca máxima γ_d (gr/cm ³)	Contenido de humedad óptimo $\omega\%$
1	24+500	1.088	44.32
2	25+500	1.225	32.72
3	26+500	1.250	34.56
4	27+500	1.955	9.47

Elaborado por: Lady Chico

Los resultados obtenidos indican que el suelo expuesto a la mayor densidad que puede alcanzar al compactarse con su contenido óptimo de humedad es la muestra correspondiente a la abscisa 27+500, la cual alcanza los 1.955 gr/cm³ con 9.47% de agua.

3.1.4.6 Ensayo California Bearing Ratio (CBR)

Tras procesarse cada muestra de suelo seco con su respectivo contenido óptimo de humedad y ser ensayado en la máquina de CBR puntual los resultados obtenidos son:

Tabla 70. Resumen de resultados de CBR.

Muestra	Abscisa	% CBR
1	24+500	22.23
2	25+500	42.25
3	26+500	14.33
4	27+500	43.36

Elaborado por: Lady Chico

Con los resultados de CBR obtenidos se puede clasificar al suelo según lo establece la **Tabla 26**, donde, la muestra 3 corresponde a una subrasante de regular a buena, la muestra 1 corresponde a una subrasante muy buena y las muestras 2 y 4 a subbase buena. Como resultado general, al tener resultados de CBR mayores a 6%, no es necesario desechar el suelo, por ello, cualitativamente se tiene un suelo de buena calidad en todo el tramo de vía.

3.1.5 Diseño geométrico de la vía

El diseño geométrico de la vía El Deseo – Punta Brava tiene como punto de inicio la abscisa 23931.190 hasta la abscisa 27755.849 con una longitud de vía diseñada de 3824.659 m, realizado mediante las especificaciones impuestas por la Norma del Diseño Geométrico de Carreteras del MTOP 2003, en base a cuál, se han determinado los siguientes parámetros de diseño de la carretera en estudio:

Tabla 71. Resumen de parámetros de diseño

Parámetro	Valor
Categoría de la vía	Clase III
Relieve	Montañoso
Velocidad de diseño	40 km/h
Velocidad de circulación	37 km/h
Distancia de visibilidad de parada	40 m
Distancia de visibilidad de adelantamiento	270 m

Elaborado por: Lady Chico

3.1.5.1 Diseño geométrico horizontal

Curvas circulares

Para el diseño de curvas circulares se consideran parámetros del MTOP detallados en el capítulo II, según las características descritas de la vía como el tipo de carretera, la velocidad de diseño y el relieve de la misma, con ello se ha determinado:

Tabla 72. Resumen de parámetros de diseño para curvas circulares

Parámetro	Valor
Tasa de sobreelevación o peralte (e)	10%
Factor de fricción lateral (f)	0.17
Radio mínimo de curvatura	47 m
Sobreelevación	1.35 m

Elaborado por: Lady Chico

Durante el diseño geométrico de la vía para su ampliación se han determinado 33 puntos de inflexión con su respectivo ángulo de deflexión (**ANEXO D1. PUNTOS DE INFLEXIÓN**), mediante los cuales se han diseñado 22 curvas circulares que cumplen con el radio mínimo estipulado y sus respectivos parámetros detallados en el **ANEXO D2. CURVAS CIRCULARES SIMPLES**.

Curva espiral

Se han implementado 6 curvas espirales cuya longitud de la curva espiral calculada mediante la fórmula **Ec. 17** es de 24.24 m, sin embargo, dadas las condiciones topográficas de la vía en estudio se ha asumido un valor de 30 m mínimo para mejorar la comodidad y la seguridad de los usuarios de la vía, los parámetros determinados para curvas espirales se detallan en el **ANEXO D3. CURVAS ESPIRALES**

Curvas de Transición

La longitud mínima de transición para mantener la seguridad de los vehículos sin disminuir la velocidad dentro de una curva es de 23 metros, mientras que la longitud tangencial calculada es de 4.6 metros para una carretera con el 2% de bombeo; los valores para cada curva se detallan en el **ANEXO D4. LONGITUD DE TRANSICIÓN Y APLANAMIENTO**

Tangentes

En el diseño geométrico para tramos rectos se ha utilizado una pendiente transversal de 2% para el bombeo de la capa de rodadura y para los espaldones; las abscisas y longitudes de las tangentes se detallan en el **ANEXO D6. TANGENTES**

3.1.5.2 Diseño geométrico vertical

De acuerdo con el tipo de terreno y el volumen de tráfico, para la vía en estudio de clase III en un terreno montañoso, la gradiente longitud máxima es de 9%, sin embargo, la topografía del sector y su tipo de relieve hace que se presenten gradientes de hasta 13.54% en el diseño, con ello, la longitud máxima presentada en el proyecto para pendientes mayores al 8% es de 108.51m, la cual no asciende los 250m máximos permitidos.

Curvas verticales

El valor del coeficiente K utilizado para determinar la longitud de las curvas tanto cóncavas como convexas que permiten empalmar dos tramos de pendientes constantes son: para las curvas convexas es de 4, mientras que para las curvas cóncavas el valor es de 6; con lo cual, la longitud mínima absoluta de las curvas cóncavas y convexas es de 24 m. Los valores calculados para cada curva vertical se detallan en el **ANEXO D7. CURVAS VERTICALES.**

3.1.5.3 Sección transversal

La zona destinada a la circulación de vehículos conocida como calzada según la clase de carretera, la vía en estudio tiene un ancho recomendado de 6.00m (**Tabla 38**), con dos carriles de circulación de 3.0 m cada uno, siendo un carril por sentido, mientras que, el espacio destinado como soporte lateral del pavimento llamado berma o espaldón es de 1.0 m a cada lado de la vía. El bombeo utilizado para la calzada y los espaldones es de 2% en tangentes y en curvas; el peralte máximo es de 10% en calzada y 4% en espaldones.

El diseño geométrico de la vía El Deseo – Punta Brava en los tramos diseñados, tanto diseño horizontal, vertical y transversal se detalla en el **ANEXO H. PLANOS**

3.1.6 Diseño de pavimento flexible

El diseño de pavimento flexible se realiza mediante la normativa AASHTO 93, en la que se establecen los espesores de cada capa mediante el cálculo del número estructural SN, para ello se ha determinado los siguientes parámetros:

Tabla 73. Parámetros para el cálculo de SN.

Tipo de pavimento:	Flexible
Periodo de diseño	20 años
Número de ejes equivalentes (W18)	384116.88
Confiabilidad (R)	85%
Desviación estándar normal (Zr)	-1.037
Desviación estándar global (So)	0.45
CBR de diseño	22.23%
Módulo de resiliencia (Mr)	13657.84 psi
Índice de serviciabilidad inicial (PSI_{inicial})	4.2
Índice de serviciabilidad final (PSI_{final})	2.0

Elaborado por: Lady Chico

Mediante los parámetros usados en el software de la ecuación AASHTO 93 se obtiene un número estructural igual a 2.23.

Determinación de espesores por capa

Para determinar los espesores por capa, es necesario conocer el número estructural “SN”, para ello, se ha utilizado el software del método AASHTO 93 para lo cual, en base a nomogramas, se han determinado coeficientes estructurales para las capas base, sub-base y superficie de rodadura, además se han considerado los coeficientes de drenaje de acuerdo con la ubicación de la vía.

Tabla 74. Datos para el cálculo de los espesores de capa.

Tipo de pavimento:	Flexible
Período de diseño	20 años
Número de ejes equivalentes (W18)	384116.88
Confiabilidad (R)	85%
Desviación estándar normal (Zr)	-1.037
Desviación estándar global (So)	0.45
Módulo de resiliencia (Mr)	13657.84 psi
Índice de serviciabilidad inicial (PSIinicial)	4.2
Índice de serviciabilidad final (PSIfinal)	2.0
Módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica (Mr ca)	395 ksi
Módulo de elasticidad de la capa base (Mr b)	28.5 ksi
Módulo de elasticidad de la capa sub-base (Mr sb)	15 ksi
Coefficiente estructural de la carpeta asfáltica (a_1)	0.415
Coefficiente estructural de la capa base (a_2)	0.135
Coefficiente estructural de la capa sub-base (a_3)	0.109
Coefficiente de drenaje base (m_2)	0.9
Coefficiente de drenaje sub-base (m_3)	0.9

Elaborado por: Lady Chico

De acuerdo con todos los parámetros especificados en la tabla anterior y el uso del programa Excel con la norma AASHTO 93 los espesores de las capas de pavimento flexible calculados son:

- Carpeta asfáltica (D_1): 5.0 cm
- Capa base (D_2): 15.0 cm
- Capa Sub-base (D_3): 20.0 cm

La estructura del pavimento tiene un espesor total de 40cm; dado que la calidad del

material de la subrasante es buena, se opta por una capa de carpeta asfáltica de 5 cm, una base de 15 cm y una sub-base de 20 cm; los espesores propuestos cumplen con las especificaciones, demostrando que el número estructural SN propuesto de 2.32 es mayor al SN requerido de 2.23.

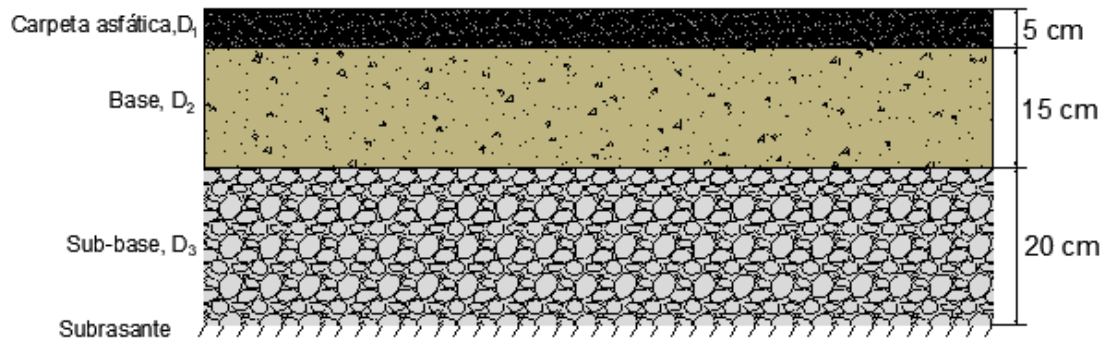


Figura 28. Espesores de las capas de pavimento flexible.

Elaborado por: Lady Chico

Para las capas del pavimento se deben emplear materiales que cumplan con las especificaciones del MTOP considerado el sector donde se ubica el proyecto; con un desgaste de máximo 50% para la Sub-base clase 3 y de 40% para la base clase 4 y la superficie de rodadura, índice de plasticidad menor a 6 y límite líquido menor a 25 para base y subbase, además de un valor de CBR de 80% para base y 30% para subbase.

3.1.7 Diseño de obras de arte de drenaje

3.1.7.1 Cunetas

Para el tramo en estudio de la vía El Deseo – Punta Brava se ha diseñado una cuneta para cada lado de la carreta con la misma pendiente longitudinal de la vía y dimensiones especificadas en la **Figura 23**; donde tiene un ancho de 90 cm y una altura de 30 cm cuyo

revestimiento es de 10 cm de hormigón con un $f'c= 180 \text{ kg/cm}^2$; la cuneta lleva el flujo a una velocidad de 5.68 m/s, la cual se encuentra dentro del rango de 4.5 a 7.5 m/s recomendada para una superficie de hormigón; además, el caudal admisible de $0.77 \text{ m}^3/\text{s}$ es mayor al caudal máximo de $0.05 \text{ m}^3/\text{s}$ que se puede presentar para la cuneta.

3.1.7.2 Alcantarillas

La pendiente utilizada transversalmente para evitar la sedimentación es del 2%; a lo largo del tramo de estudio se requieren de alcantarillas que sirvan como drenaje de la calzada y otras que ayudan a llevar el agua de los esteros y arroyos.

En el proyecto se utilizan 2 alcantarillas para las zonas donde se requiere el drenaje de la calzada con un ducto de 1.2 m de diámetro de acero corrugado, pendiente del 2%, a una profundidad de 1.2 m desde la superficie hasta la tubería corrugada; el cajón de entrada es de 1.6 m por 1.3 m y una profundidad de 2.45 m y cabezales y muros de hormigón de 210 kg/cm^2 ubicados en las abscisas 25+910 y 27+740 km. Las características antes mencionadas, se representan gráficamente en la **Figura 24** y **Figura 25** del capítulo II.



La vía en estado actual cuenta con alcantarillas para el paso de agua de pequeños arroyos, sin embargo, estas deben reubicarse de acuerdo al ancho de la carretera generado en el diseño geométrico, para ello se ha identificado una alcantarilla tipo para pases de agua con un ducto de acero corrugado de 1.50 m de diámetro. Las alcantarillas cuentan con cabezales a los dos extremos del ducto y se ubican en las abscisas 24+050, 24+456, 24+820, 25+440, 25+812, 26+250, 26+377, 26+660 y 27+456 con un total de 9 alcantarillas para pasos de agua.

3.1.8 Señalización

La vía requiere de señalización tanto horizontal como vertical que permitan a los usuarios de la vía transitar de manera correcta, cómoda y segura mediante elementos como líneas longitudinales, señales regulatorias, preventivas, informativas, delineadoras y de servicios detallados en la **Tabla 62** y **Tabla 63** con sus especificaciones de medidas de 600x600mm con fondo retroreflectivo con un total de 3825 m de líneas longitudinales como señalización horizontal y 35 señales verticales, ubicados según requiera el diseño.

3.1.9 Presupuesto referencial

Tabla 75. Presupuesto referencial de la obra.

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”					
Nº	Rubro/Descripción	Unidad	Cantidad	Precio Unitario	Precio Global
OBRAS PRELIMINARES					
1	Replanteo y nivelación con equipo topográfico	Km	3.825	540.59	2067.74
1.2	Remoción de alcantarillas	m	34.43	3.32	114.21
MOVIMIENTO DE TIERRA					
2	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	7.65	472.25	3612.72
2.2	Excavación sin clasificar, incluye desalojo	m³	74646.63	3.56	266045.80
2.3	Relleno y compactado con suelo natural	m³	66657.56	5.29	352941.98
DRENAJE					
3	Excavación y relleno para alcantarillas	m³	78.4	2.26	177.21
3.2	Suministro y colocación de tubería de acero corrugado D=1.2m	m	20	293.33	5866.53
3.3	Suministro y colocación de tubería de acero corrugado D=1.5m	m	90	356.93	32123.39
3.4	Replanteo f'c= 180 kg/cm2	m³	1.25	117.64	147.05
3.5	Hormigón simple para cunetas f'c= 180 kg/cm2	m³	971.55	111.32	108151.47
3.6	Hormigón simple f'c=210kg/cm2 para cajones de entrada	m³	4.9	178.18	873.10
3.7	Hormigón f'c=210 kg/cm² con encofrado (alcantarillas)	m³	99.27	209.41	20787.81
ESTRUCTURA DE PAVIMENTO					
4	Suministro y colocación de sub-base clase 3, e= 20cm	m³	7344	23.29	171029.94
4.2	Suministro y colocación de base clase 4, e= 15cm	m³	5508	17.89	98529.26
4.3	Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta e= 5cm	m²	33048	11.75	388471.47
SEÑALÉTICA					
5	Señalización horizontal	m	11475	0.70	8068.83
5.2	Señalización vertical	U	44	139.51	6138.24
5.3	Suministro y colocación de barandas metálicas de seguridad	m	120	50.28	6033.10
TOTAL					1471179.86
SON: UN MILLON CUATROCIENTOS SETENTA Y UN MIL CIENTO SETENTA Y NUEVE, 86/100 DÓLARES					
ESTE PRECIO REFERENCIAL NO INCLUYEN IVA					
AMBATO, SEPTIEMBRE 2022					

Elaborado por: Lady Chico

CAPÍTULO IV.- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

El levantamiento topográfico realizado en la vía en estudio de ampliación presenta una faja topográfica de 50m a cada lado de la vía y un ancho promedio de 4.5m en estado actual en el que se han identificado pendientes alrededor del 14% correspondientes a un terreno montañoso según lo indica el volumen 2 de la norma para estudios y diseños viales.

El tráfico promedio diario anual TPDA futuro proyectado para el año 2041 es de 881 vehículos por día, valor que, según lo determina el Cuadro III-1 de la norma de diseño geométrico de carreteras MTOP 2003 se clasifica a la vía como colectora clase III.

Mediante los ensayos de granulometría y límites de Atterberg se obtiene como suelo predominante arenas mal graduadas con presencia de limos, cuya plasticidad es media para la muestra de la abscisa 24+500, baja para las abscisas 25+500 y 26+500 y nula para la abscisa 27+500, mientras que, el CBR de diseño obtenido es de 22.23%, valor correspondiente a una subrasante muy buena.

Con el diseño geométrico realizado en base a la normativa MOP 2003 se obtiene una longitud total de vía de 3825m, considerando una velocidad de diseño de 40km/h, tasa de sobreelevación o peralte máximo de 10% y un radio de curvatura de 47 m.

Para el diseño geométrico vertical se han tomado gradientes longitudinales de hasta 13.71%, mientras que, para el diseño de la sección transversal se determina un ancho de calzada de 6.0 m con dos carriles de circulación, 1.0 m de berma o espaldón, sobreelevación

de 1.35m en curvas y un bombeo de 2% para calzada y espaldones en tramos rectos y de 4% para espaldones en curvas.

El diseño de pavimento flexible realizado mediante el método AASHTO 93 con un periodo de diseño de 20 años determina una estructura de pavimento de 40cm de espesor, de los cuales, 20 cm corresponden a una sub-base clase 3, 15 cm a una base clase 4 y 5 cm a la carpeta asfáltica

Para el diseño de obras de arte de drenaje se ha considerado para drenaje longitudinal cunetas triangulares de 0.90m de ancho y 0.30m de calado, según las recomendaciones del apartado 2.1.3 de la normativa MOP 2003 con un revestimiento de 10 cm de hormigón que admite un caudal admisible de 0.77 m³/s y una velocidad de 5.7 m/s

En cuanto al drenaje transversal se establecen 2 alcantarillas para drenaje de calzada con un ducto de 1200mm de diámetro ubicadas en las abscisas 25+910 y 27+740 y 9 alcantarillas destinadas al paso de agua con un diámetro de 1500mm ubicadas en las abscisas 24+050, 24+456, 24+820, 25+440, 25+812, 26+250, 26+377, 26+660 y 27+456 con una pendiente transversal del 2% para los dos tipos de alcantarilla.

El presupuesto referencial de la obra en base a precios y salarios correspondientes al año 2022 es de un millón cuatrocientos setenta y un mil ciento setenta y nueve dólares con ochenta y seis centavos (1471179.86 USD) sin considerar el IVA.

4.2 Recomendaciones

Se recomienda implementar dos puentes de 30 m de largo con sus estudios hidrológicos y estructurales pertinentes en las abscisas 25+071.66 y 27+082.04 y un puente de 10 m de largo en la abscisa 26+120 debido al paso de arroyos.

Se recomienda utilizar normativas vigentes como la MOP 2003 para el diseño geométrico de la vía.

Se recomienda realizar un plan de mantenimiento vial para brinda comodidad y seguridad a los usuarios.

Se recomienda controlar la calidad de los materiales a emplearse en la ejecución del proyecto, basándose en especificaciones técnicas y en normativas vigentes.

C. MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA

- [1] J. M. Coronado Tordesillas and R. Ruiz, “Carreteras, territorio e historia: una propuesta de clasificación tipológica,” *I Congr. Int. Carreteras, Cult. y Territ.*, vol. A Coruña, no. March, p. 22, 2010.
- [2] MTOP, “Estado de la red vial estatal,” p. 1200000, 2020.
- [3] J. Cárdenas Grisales, *DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS*, Segunda. Bogotá, 2013.
- [4] M. del P. Arroyave *et al.*, “Impactos de las carreteras sobre la fauna silvestre y sus principales medidas de manejo,” *Rev. EIA*, no. 5, pp. 45–57, 2006, doi: 10.24050/reia.v3i5.146.
- [5] Gobierno Autónomo Descentralizado Municipal del Canton de Pangua, “Actualización Del Plan De Desarrollo Y Ordenamiento Territorial del canton Pangua,” *Inf. del Gob. del Cantón Pangua*, vol. 2, no. 2019, p. 517, 2019.
- [6] G. Cotopaxi, “Plan de desarrollo vial integral de la provincia de Cotopaxi 2019,” *Angew. Chemie Int. Ed.* 6(11), 951–952., 2019.
- [7] H. Karim and R. Magnusson, “Road design for future maintenance problems and possibilities,” *J. Transp. Eng.*, vol. 134, no. 12, pp. 523–531, 2008, doi: 10.1061/(ASCE)0733-947X(2008)134:12(523).
- [8] A. Borsos, S. Birth, and H. J. Vollpracht, “The role of human factors in road design,” *6th IEEE Conf. Cogn. Infocommunications, CogInfoCom 2015 - Proc.*, no. July, pp. 363–367, 2016, doi: 10.1109/CogInfoCom.2015.7390620.
- [9] F. Corriere and A. Rizzo, “Sustainability in Road Design: A Methodological Proposal for the Drafting of Guideline,” *Procedia - Soc. Behav. Sci.*, vol. 53, pp.

- 39–48, 2012, doi: 10.1016/j.sbspro.2012.09.858.
- [10] P. D. Valle and N. Thom, “Variability in Pavement Design,” *Int. J. Pavement Eng. Asph. Technol.*, vol. 16, no. 2, pp. 50–67, 2016, doi: 10.1515/ijpeat-2015-0009.
- [11] P. A. Pérez López, *Topografía*, 1a ed. Medellín, 2010.
- [12] S. VenkatCharyulu and G. K. Viswanadh, “Flexible pavement design of district road,” *E3S Web Conf.*, vol. 309, p. 01210, 2021, doi: 10.1051/e3sconf/202130901210.
- [13] G. Kollaros, “Aesthetic rules concerning road design and adaptation to the environment,” no. July 2014, 2017.
- [14] M. A. Salleh, N. Narendranathan, E. C. Lee, and Q. N. Rusli, “Performance based pavement design and construction,” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 512, no. 1, 2019, doi: 10.1088/1757-899X/512/1/012053.
- [15] C. Giordane and D. Leone, “Pavimento,” *Univ. Tecnológica Nac.*, vol. 1, no. encofrado, pp. 1–6, 2010.
- [16] S. S. Sayyed, A. B. Tapase, R. P. Patil, A. C. Attar, and P. G. Chanda, “Performance evaluation of flexible pavement for critical parameters causing premature failure,” *Int. J. Innov. Technol. Explor. Eng.*, vol. 9, no. 1, pp. 4969–4976, 2019, doi: 10.35940/ijitee.A4950.119119.
- [17] A. Moreno Fonseca, *Ingeniería de pavimentos para carreteras*, 2da ed., vol. 7, no. 1. Bogotá, 1999.
- [18] M. Ābols, O. Dārziņš, and M. Spilva, “Road Design And Construction On Low Bearing Capacity Soils Using Piling Method: Experience Of SLLC ‘Latvian State Roads,’” *IOP Conf. Ser. Mater. Sci. Eng.*, vol. 1202, no. 1, p. 012020, 2021, doi: 10.1088/1757-899x/1202/1/012020.
- [19] F. Moreira, “Pavimentos,” Ambato.

- [20] A. García Martín, M. Rosique Campoy, and F. Segado Vásquez, *Topografía Básica para Ingenieros*. Murcia, 1994.
- [21] J. C. Castro Moreira and M. A. Vélez Gilces, “La importancia de la topografía en las ingenierías y arquitectura,” *Polo del Conoc.*, vol. 2, no. 7, p. 1071, 2017, doi: 10.23857/pc.v2i7.331.
- [22] M. Rincón, W. Vargas, and C. Gonzáles, “TOPOGRAFÍA: Conceptos y Aplicaciones,” *Topogr. Conceptos Y Apl.*, p. 121, 2011.
- [23] AristaSur, “Curvas de nivel,” 2012. <https://www.aristasur.com/contenido/que-son-las-curvas-de-nivel-en-un-mapa-topografico>.
- [24] L. Valencia Hernández, “Manual De Operación De La Estación Total,” *Abreco.Com.Mx*, p. 77, 2011.
- [25] MTOP, “Normas de Diseño Geometrico de Carreteras,” *Mtop*, vol. 2, p. 475, 2003.
- [26] P. Chiquito, “Estudios De Factibilidad Y Diseños Definitivos De La Via Laurel-Junquillal,” Salitre, 2014.
- [27] Ministerio de Transporte y Obras Públicas del Ecuador, “Volumen No. 2 - Libro A Norma para estudios y diseños viales,” *Minist. Transp. y Obras Públicas del Ecuador*, vol. Volumen 2A, pp. 1–382, 2012.
- [28] R. Cal, M. Reyes, and J. Cárdenas Grisales, *INGENIERÍA DE TRÁNSITO FUNDAMENTOS Y APLICACIONES*, 7a ed. México, 1994.
- [29] A. 2. ASAMBLEA NACIONAL DEL ECUADOR, “Lotaip 5 - Ley Sistema Nacional De Infraestructura Vial Transporte Terrestre,” p. 14, 2017.
- [30] R. Valle Rodas, “Carreteras, Calles Y Autopistas,” p. 476, 1980.
- [31] F. García Hermoso, “Estudios geotécnicos,” *ABC Geotechnical Consulting*, 2006. <https://geotecniaymecanicasuelosabc.com/humedad-suelos/>.
- [32] L. Pérez Maldonado, “Macánica de suelos,” Ambato, 2010.



- [33] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Determinación del Contenido de Agua - Método del Secado al Horno INEN 690,” 1982.
- [34] Editores técnicos asociados s.a, *Mecánica de suelos*, 1a ed. Barcelona, 1975.
- [35] C. Maria, D. Nóbrega, and M. Teresa, “Análisis Granulométrico De Un Sistema Pedológico En El Municipio De Tamboara–Pr, Brasil: Comparación De Dos Técnicas Para La Determinación,” *Rev. Geográfica América Cent.*, vol. 2, pp. 1–19, 2011.
- [36] NTE INEN, “Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso. INEN 696,” *Determ. del tamaño Part. en Arid. fino y grueso.*, vol. 1, no. Primera Edición, p. 5, 2014.
- [37] D. Mejía, “Ensayos de laboratorio de suelos,” *Ensayos de laboratorio de suelos*, 2015. <https://ensayosdelaboratoriosuelos.wordpress.com/gravedad-especifica-de-los-suelos/>.
- [38] Instituto Ecuatoriano de Normalización, “Mecánica de Suelos. Determinación del limite liquido. Método de Casa Grande. INEN 691,” 1982.
- [39] J. Pérez Valcárcel, *Conceptos Generales De La Mecánica Del Suelo*. 2008.
- [40] U. T. de Chile, “Unidad de Aprendizaje N ° 2 : Propiedades Índices de los Suelos .,” vol. 1, no. c, pp. 1–18, 1916.
- [41] R. Valle Rodas, *Carreteras, Calles y Aeropistas*, 4ta ed. Caracas, 1963.
- [42] C. Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 5ta ed. México, 2004.
- [43] ASTM D 1883, “Método de prueba estándar para California Bearing Ratio (CBR) de suelos compactados en laboratorio,” pp. 1–11, 2016.
- [44] “AASHTO T 193 The California Bearing Ratio,” 2002.
- [45] D. F. De Oliveira, A. A. De Lima Friche, D. A. Da Silva Costa, S. A. Mingoti, and W. T. Calaffa, “Do speed cameras reduce speeding in urban areas ?,” *Cad. Saude*

Publica, vol. 31, pp. S208–S218, 2015, doi: 10.1590/0102-311X00101914.






- [46] J. J. Posada, S. Cadavid, and L. Castro, “Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras,” *Ing. Solidar.*, vol. 10, no. 17, pp. 39–47, 2014, doi: 10.16925/in.v9i17.803.
- [47] P. A. Chocontá Rojas, *Diseño Geométrico de Vías*, 2nd ed. Bogotá, 2004.
- [48] J. J. Agudelo, “Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano,” 2002.
- [49] AASHTO, “Diseño de Pavimentos(AASHTO 93),” *AASHTO Des. Proced. New Pavements*, 2003.
- [50] MTOP, “Especificaciones Generales para la Construcción de Caminos y Puentes,” p. 772, 2002.
- [51] INAMHI, “Determinación de ecuaciones para el cálculo de intensidades máximas de precipitación,” *Inst. Nac. Meteorol. e Hidrol.*, no. 2, p. 282, 2015.
- [52] O. Savastero, “DESAGUES,” 2016.
- [53] INEN, “SEÑALIZACIÓN VIAL. PARTE 1. SEÑALIZACIÓN VERTICAL,” *INEN. (2011). REGLAMENTO TÉCNICO ECUATORIANO Primera revisión. 2(SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL), 103.*, vol. 2, no. SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL. Ecuador, p. 103, 2011.

ANEXOS

ANEXO A. EQUIPOS Y MATERIALES

EQUIPOS Y MATERIALES DE OFICINA	
	
A.1 Libreta de apuntes	A.2 Computador

EQUIPOS Y MATERIALES DE CAMPO	
Equipo Topográfico	
	
A.3 Estación Total	A.4 Prisma

	
<p>A.5 Trípode</p>	<p>A.6 Bastones</p>
	
<p>A.7 Jalones</p>	<p>A.8 Radios de comunicación</p>
<p>Herramienta Menor</p>	
	
<p>A.9 Cinta métrica</p>	<p>A.10 Estacas de madera</p>
	
<p>A.11 Combo</p>	<p>A.12 Barra</p>



A.13 Pintura esmalte



A.14 Brocha



A.15 Flexómetro



A.16 Pala

Herramienta Mayor

A.17 Retroexcavadora



EQUIPOS Y MATERIALES DE LABORATORIO

Materia prima

A.18 Muestras de suelo



Equipos electrónicos



A.19 Horno








A.20 Balanza



A.21 Copa Casagrande



A.22 Tamizadora

<p>A.23 Máquina de compresión</p>	
<p>Utensilios</p>	
	
<p>A.24 Recipientes metálicos</p>	<p>A.25 Probeta</p>
	
<p>A.26 Recipiente de porcelana</p>	<p>A.27 Mortero</p>



A.28 Ranurador



A.29 Placa de vidrio



A.30 Bandejas



A.31 Molde



A.32 Espátula



A.33 Tamices

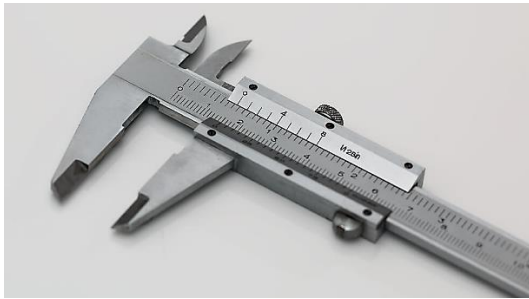


A.34 Enrasador



A.35 Palustre

Equipos de medición



A.36 Calibrador pie de rey



A.37 Dial

Herramienta menor



A.38 Retorta




A.39 Pesas

A.40 Martillo de compactación



ANEXO B. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ANEXO B1 PUNTOS TOPOGRÁFICOS

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 									
PUNTOS TOPOGRÁFICOS					PUNTOS TOPOGRÁFICOS				
Fecha:	Marzo 2022				Realizado por:			Lady Chico	
No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
6891	9890151.21	697312.5697	315.547	EST	6921	9890103.285	697258.1538	304.973	PUEN
6892	9890159.416	697333.127	318.469	BM4	6922	9890098.649	697264.4824	304.997	PUEN
6893	9890154.609	697334.0736	318.342	BM4	6923	9890097.05	697260.8587	305.034	PUEN
6894	9890119.384	697342.2156	322.335	DET	6924	9890100.387	697259.2538	304.977	EJE
6895	9890125.664	697306.2308	315.585	DET	6925	9890075.492	697269.2217	302.207	RIO
6896	9890126.619	697297.7968	313.935	DET	6926	9890069.484	697278.2407	301.824	RIO
6897	9890150.112	697314.7843	315.57	EJE	6927	9890121.879	697251.4389	299.459	RIO
6898	9890148.632	697315.3653	315.544	VIA	6928	9890129.349	697255.7254	298.912	RIO
6899	9890152.412	697314.1644	315.485	VIA	6929	9890094.071	697239.3423	305.522	EJE
6900	9890199.707	697339.2633	306.494	DET	6930	9890094.838	697239.1646	305.49	VIA
6901	9890207.097	697273.4153	301.127	DET	6931	9890091.647	697239.9506	305.578	VIA
6902	9890144.807	697295.6838	312.34	PI	6932	9890087.785	697220.5592	308.548	EJE
6903	9890144.121	697296.2115	312.309	VIA	6933	9890089.78	697219.7643	308.488	VIA
6904	9890141.151	697298.3766	312.361	VIA	6934	9890086.539	697220.9536	308.425	VIA
6905	9890136.625	697272.7609	308.881	DET	6935	9890084.961	697212.0426	309.718	EJE
6906	9890130.306	697281.8853	308.665	VIA	6936	9890086.884	697211.4004	309.659	VIA
6907	9890322.476	697335.9277	301.122	RIO	6937	9890083.64	697212.7833	309.66	VIA
6908	9890128.772	697284.3878	308.668	VIA	6938	9890077.082	697247.4747	312.114	DET
6909	9890140.361	697291.3742	311.305	EST	6939	9890124.657	697233.0008	302.334	DET
6910	9890128.7	697284.3862	308.696	EJE	6940	9890078.037	697200.5314	310.674	EST
6911	9890112.562	697273.0818	305.544	EJE	6941	9890040.687	697205.607	315.382	VIA
6912	9890113.445	697272.0083	305.56	VIA	6942	9890040.728	697208.908	315.304	VIA
6913	9890111.654	697274.6253	305.547	VIA	6943	9890051.57	697206.6372	314.17	VIA
6914	9890110.699	697285.7959	309.797	DET	6944	9890051.676	697210.0637	314.222	VIA
6915	9890071.651	697255.0417	313.186	DET	6945	9890064.127	697203.7742	312.54	VIA
6916	9890102.161	697262.9246	304.988	EJE	6946	9890065.822	697208.3163	312.52	VIA
6917	9890103.629	697262.3565	304.961	VIA	6947	9890071.806	697198.659	311.134	VIA
6918	9890100.432	697263.651	304.972	VIA	6948	9890075.887	697205.3462	310.959	VIA
6919	9890098.704	697262.1369	305.01	EST	6949	9890070.63	697194.8637	310.917	VIA
6920	9890104.76	697261.642	305.028	PUEN	6950	9890078.905	697206.7398	310.455	VIA

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
6951	9890060.015	697213.5717	313.819	CASA	7002	9890008.33	697024.298	306.39	CASA
6952	9890047.669	697213.0912	314.938	CASA	7003	9890001.608	697026.9051	306.762	CASA
6953	9890078.983	697203.0769	310.654	EJE	7004	9889967.889	697012.549	309.042	CASA
6954	9890063.131	697191.2265	311.867	CASA	7005	9889965.824	697007.5026	309.042	CASA
6955	9890059.424	697181.2557	311.752	CASA	7006	9889957.911	696990.3774	307.441	CASA
6956	9890093.288	697206.8464	309.981	CASA	7007	9889956.632	696980.8698	307.363	CASA
6957	9890091.786	697195.3332	309.9390:::	CASA	7008	9889973.736	696988.8322	306.256	EJE
6958	9890081.211	697191.1346	310.044	VIA	7009	9889974.71	696988.3837	306.232	VIA
6959	9890077.736	697189.4654	310.23	VIA	7010	9889971.83	696989.7888	306.3	VIA
6960	9890067.571	697186.6101	311.306	EJE	7011	9889970.378	696980.7606	305.965	PI
6961	9890069.036	697185.3891	311.242	VIA	7012	9889967.795	696982.0424	305.965	VIA
6962	9890065.924	697187.7541	311.293	VIA	7013	9889963.747	696971.549	305.706	EJE
6963	9890056.17	697170.1523	311.634	EJE	7014	9889964.772	696970.9715	305.656	VIA
6964	9890057.103	697169.6236	311.554	VIA	7015	9889962.145	696972.4212	305.669	VIA
6965	9890054.624	697171.4013	311.62	VIA	7016	9889979.536	696973.8024	304.293	CASA
6966	9890048.104	697158.3995	311.651	EJE	7017	9889977.801	696965.7987	303.598	CASA
6967	9890049.697	697157.5532	311.556	VIA	7018	9889952.1	696955.319	305.492	EJE
6968	9890046.443	697159.3484	311.603	VIA	7019	9889953.942	696954.1028	305.443	VIA
6969	9890045.25	697153.4278	311.648	EJE	7020	9889951.321	696955.8312	305.489	VIA
6970	9890043.59	697154.4831	311.633	VIA	7021	9889945.391	696946.0642	305.475	PI
6971	9890046.582	697152.5449	311.561	VIA	7022	9889946.361	696945.1153	305.412	VIA
6972	9890035.375	697136.1043	312.742	EJE	7023	9889944.253	696946.9889	305.414	VIA
6973	9890034.236	697136.7705	312.733	VIA	7024	9889939.032	696940.1285	305.346	EJE
6974	9890036.544	697135.3349	312.753	VIA	7025	9889940.249	696938.7653	305.322	VIA
6975	9890025.344	697118.8442	313.911	PIEST	7026	9889938.075	696940.9125	305.346	VIA
6976	9890035.958	697153.9072	312.461	CASA	7028	9889932.135	696934.0891	305.131	EST
6977	9890017.761	697135.9352	313.691	DET	7029	9889938.119	696941.011	305.372	VIA
6978	9889999.737	697125.3026	315.117	DET	7030	9889909.703	696945.8708	311.014	VIA
6979	9890035.881	697121.605	313.454	CASA	7031	9889911.845	696933.8258	307.421	VIA
6980	9889994.695	697115.501	317.648	DET	7032	9889958.481	696925.4699	302.247	DET
6981	9889996.688	697100.3344	315.696	DET	7033	9889936.926	696905.5755	300.153	DET
6982	9890027.935	697101.07	313.524	DET	7034	9889924.215	696926.4774	304.38	EJE
6983	9890017.87	697100.1887	313.242	EJE	7035	9889925.145	696925.4063	304.352	VIA
6984	9890019.025	697099.8235	313.225	VIA	7036	9889923.154	696927.9538	304.397	VIA
6985	9890016.435	697100.9572	313.192	VIA	7037	9889909.571	696912.9951	302.847	EJE
6986	9890010.52	697081.6642	311.346	EJE	7038	9889910.5	696911.9338	302.759	VIA
6987	9890011.529	697081.4273	311.374	VIA	7039	9889908.626	696914.0497	302.867	VIA
6988	9890008.688	697082.4855	311.327	VIA	7040	9889880.692	696906.6515	309.76	DET
6989	9890003.132	697063.0783	309.311	EJE	7041	9889906.294	696912.8453	302.663	ALC
6990	9890004.286	697062.79	309.312	VIA	7042	9889903.903	696910.5982	302.895	ALC
6991	9890001.426	697063.9618	309.314	VIA	7043	9889930.384	696908.6005	302.147	ALC
6992	9889995.704	697044.5101	308.246	EJE	7044	9889892.799	696894.9464	304.299	EST
6993	9889996.792	697044.3259	308.234	VIA	7045	9889880.73	696893.0004	309.034	DET
6994	9889994.23	697045.3738	308.235	VIA	7046	9889898.145	696888.249	303.536	CASA
6995	9889988.352	697025.9373	307.625	EJE	7047	9889904.813	696886.4891	303.513	CASA
6996	9889987.072	697026.561	307.63	VIA	7048	9889896.182	696880.3205	303.732	CASA
6997	9889989.609	697025.5899	307.583	VIA	7049	9889864.022	696904.0795	313.02	DET
6998	9889980.968	697007.3546	307.152	EJE	7050	9889896.915	696898.4893	303.758	EJE
6999	9889979.684	697008.0654	307.157	VIA	7051	9889895.854	696899.1821	303.773	VIA
7000	9889982.052	697006.8952	307.128	VIA	7052	9889898.261	696897.5971	303.746	VIA
7001	9889971.394	696982.5743	305.985	EST	7053	9889909.224	696907.9386	302.662	ALC

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7054	9889906.836	696905.6048	302.712	ALC	7105	9889771.591	696785.1321	321.398	VIA
7055	9889884.03	696882.426	306.249	EJE	7106	9889771.768	696766.1595	324.095	EJE
7056	9889885.413	696881.3165	306.257	VIA	7107	9889774.063	696766.3066	324.05	VIA
7057	9889883.148	696883.1637	306.179	VIA	7108	9889771.394	696766.0205	324.11	VIA
7058	9889878.413	696875.5563	307.343	PI	7109	9889771.486	696746.5285	327.14	EJE
7059	9889879.202	696874.7566	307.377	VIA	7110	9889772.88	696746.2379	327.158	VIA
7060	9889877.085	696877.0501	307.182	VIA	7111	9889769.953	696746.8812	327.114	VIA
7061	9889868.787	696869.9421	308.021	EJE	7112	9889771.291	696739.7087	328.22	PI
7062	9889868.433	696870.6856	308.037	VIA	7113	9889771.891	696739.6762	328.242	VIA
7063	9889870.097	696867.6562	308.136	VIA	7114	9889768.831	696740.3008	328.186	VIA
7064	9889874.939	696871.4623	307.84	EST	7115	9889768.388	696731.9087	329.477	EST
7065	9889882.999	696866.3958	306.705	CASA	7116	9889765.65	696727.936	330.16	EJE
7066	9889879.596	696860.3848	306.876	CASA	7117	9889767.315	696727.4531	330.14	VIA
7067	9889851.481	696859.955	308.735	EJE	7118	9889764.572	696728.5103	330.123	VIA
7068	9889850.662	696861.4179	308.771	VIA	7119	9889756.846	696709.9497	331.846	EJE
7069	9889852.01	696858.6929	308.655	VIA	7120	9889757.732	696709.6114	331.882	VIA
7070	9889859.762	696870.4041	309.47	CASA	7121	9889754.982	696710.8402	331.895	VIA
7071	9889864.444	696881.429	310.065	CASA	7122	9889753.809	696703.7301	332.117	EJE
7072	9889834.118	696850.0343	309.352	EJE	7123	9889755.118	696703.3597	332.075	VIA
7073	9889834.422	696849.5403	309.324	VIA	7124	9889752.5	696704.2124	332.124	VIA
7074	9889832.708	696852.3771	309.43	VIA	7125	9889749.389	696690.385	332.336	EJE
7075	9889816.809	696840.049	310.626	EJE	7126	9889748.551	696690.7114	332.336	VIA
7076	9889817.61	696838.8938	310.568	VIA	7127	9889752.411	696694.5845	332.284	EST
7077	9889815.886	696841.38	310.634	VIA	7128	9889712.013	696719.9761	345.404	DET
7078	9889799.518	696830.2372	312.657	EJE	7129	9889751.879	696689.8302	332.274	VIA
7079	9889800.565	696827.9464	312.806	VIA	7130	9889743.326	696672.3969	331.726	EJE
7080	9889799.242	696830.7408	312.625	VIA	7131	9889741.176	696673.8755	331.779	VIA
7081	9889782.229	696820.3986	315.316	EJE	7132	9889743.739	696672.0723	331.73	VIA
7082	9889782.717	696819.3725	315.267	VIA	7133	9889742.439	696669.2926	331.636	PI
7083	9889781.13	696822.2782	315.361	VIA	7134	9889741.788	696669.8906	331.605	VIA
7084	9889775.171	696813.1373	316.868	VIA	7135	9889739.302	696671.5233	331.634	VIA
7085	9889772.089	696815.2555	317.034	VIA	7136	9889795.838	696733.3045	321.795	RIO
7086	9889772.656	696814.8839	317.032	PI EST	7137	9889791.047	696730.8143	323.743	RIO
7087	9889821.174	696857.7046	315.242	DET	7138	9889734.322	696666.2746	331.263	EST
7088	9889835.188	696898.7665	320.761	DET	7139	9889726.587	696663.4514	330.92	EJE
7089	9889772.289	696814.1068	317.144	EST	7140	9889727.627	696660.7036	330.77	VIA
7090	9889866.8	696850.1749	305.924	DET	7141	9889726.338	696664.2332	330.911	VIA
7091	9889832.033	696831.8415	306.176	DET	7142	9889733.342	696677.2349	334.66	CASA
7092	9889814.17	696814.8688	305.496	DET	7143	9889707.827	696656.5637	330.263	EJE
7093	9889793.985	696796.4757	310.181	DET	7144	9889708.133	696655.952	330.247	VIA
7094	9889773.71	696829.5225	320.021	DET	7145	9889706.853	696658.9584	330.347	VIA
7095	9889755.458	696819.4929	324.777	DET	7146	9889737.011	696654.6164	327.567	DET
7096	9889725.53	696828.6983	339.069	DET	7147	9889745.524	696669.1587	330.006	DET
7097	9889756.977	696790.6332	327.856	DET	7148	9889695.574	696648.1405	330.079	ALC
7098	9889794.211	696793.3017	311.072	DET	7149	9889695.766	696646.4363	329.993	ALC
7099	9889816.835	696816.678	304.959	DET	7150	9889702.753	696650.7793	329.977	ALC
7100	9889772.413	696806.8699	318.088	EJE	7151	9889697.089	696649.0698	330.079	EST
7101	9889773.422	696807.1084	317.984	VIA	7152	9889684.202	696689.1594	347.452	DET
7102	9889769.903	696807.3916	318.176	VIA	7153	9889664.83	696651.0115	335.006	DET
7103	9889772.017	696785.1505	321.374	EJE	7154	9889665.941	696653.3321	335.233	DET
7104	9889774.667	696785.3564	321.346	VIA	7155	9889689.091	696627.829	337.063	DET

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7156	9889702.531	696647.0998	329.955	ALC	7207	9889584.475	696463.2153	311.605	DET
7157	9889699.676	696645.48	329.997	EJE	7208	9889642.631	696562.8837	317.707	EST
7158	9889700.738	696645.6999	329.966	VIA	7209	9889646.272	696564.6393	318.435	PI
7159	9889697.345	696644.9929	330.047	VIA	7210	9889647.232	696562.1479	318.414	VIA
7160	9889714.12	696650.7727	327.875	VIA	7211	9889646.181	696564.8278	318.362	VIA
7161	9889719.588	696631.8126	326.172	VIA	7212	9889640.547	696579.7597	323.499	DET
7162	9889708.671	696627.5676	330.087	VIA	7213	9889641.907	696574.2013	322.178	DET
7163	9889706.559	696626.2311	330.065	VIA	7214	9889640.866	696588.7597	328.337	DET
7164	9889709.303	696628.274	330.032	VIA	7215	9889631.131	696556.5139	315.582	EJE
7165	9889705.322	696671.2165	337.046	DET	7216	9889631.753	696555.4748	315.57	VIA
7166	9889717.598	696609.6751	330.21	EJE	7217	9889630.671	696558.138	315.61	VIA
7167	9889718.437	696610.0307	330.239	VIA	7218	9889613.842	696547.1851	312.289	PI
7168	9889715.304	696609.4109	330.187	VIA	7219	9889615.032	696545.9547	312.213	VIA
7169	9889722.756	696608.6804	330.184	EST	7220	9889613.183	696548.1328	312.265	VIA
7170	9889718.967	696606.7266	330.113	PI	7221	9889598.747	696534.3779	309.327	VIA
7171	9889718.691	696606.7664	330.079	VIA	7222	9889485.559	696480.2964	320.121	DET
7172	9889715.624	696606.234	330.035	VIA	7223	9889561.981	696502.7453	306.51	DET
7173	9889712.147	696591.3742	328.692	EJE	7224	9889600.598	696532.2092	310.386	VIA
7174	9889711.297	696591.7488	328.718	VIA	7225	9889599.741	696533.0887	310.34	EJE
7175	9889713.837	696590.6575	328.632	VIA	7226	9889585.654	696518.9289	308.177	EJE
7176	9889744.151	696624.0547	319.924	DET	7227	9889586.667	696517.7864	308.126	VIA
7177	9889724.329	696618.4009	327.23	DET	7228	9889584.691	696519.9472	308.157	VIA
7178	9889728.441	696604.9357	327.084	DET	7229	9889586.91	696516.5561	307.748	ALC
7179	9889727.027	696593.5579	325.792	DET	7230	9889583.782	696519.9514	307.968	ALC
7180	9889704.075	696573.087	327.09	EJE	7231	9889586.078	696522.0599	308.256	ALC
7181	9889705.557	696572.2842	327.127	VIA	7232	9889589.31	696519.3237	308.181	ALC
7182	9889703.147	696574.0495	326.992	VIA	7233	9889570.905	696505.3536	308.007	PI
7183	9889693.352	696617.1823	341.747	VIA	7234	9889569.058	696507.6507	307.881	VIA
7184	9889689.684	696586.9223	334.787	VIA	7235	9889572.443	696505.8524	308.18	PI
7185	9889701.269	696566.6947	326.57	PI	7236	9889572.23	696506.2631	308.016	VIA
7186	9889700.779	696567.1041	326.451	VIA	7237	9889552.054	696499.1319	307.287	PI
7187	9889698.615	696570.0133	326.367	VIA	7238	9889552.224	696500.4169	307.231	VIA
7188	9889700.421	696564.4406	326.391	EST	7239	9889552.806	696496.9265	307.31	VIA
7189	9889730.396	696469.8194	294.25	DET	7240	9889469.012	696478.8612	327.691	DET
7190	9889685.532	696547.8766	316.403	DET	7241	9889531.695	696498.7763	307.298	EJE
7191	9889744.004	696562.5871	308.999	DET	7242	9889531.688	696498.7763	306.299	EJE
7192	9889688.439	696566.2578	324.929	EJE	7243	9889518.845	696490.6266	306.387	EST
7193	9889688.715	696563.6644	325.043	VIA	7244	9889531.84	696501.5026	306.353	VIA
7194	9889688.434	696566.6799	324.914	VIA	7245	9889520.141	696498.4281	306.569	PI
7195	9889690.085	696588.6128	334.664	DET	7246	9889525.45	696494.0435	306.168	VIA
7196	9889668.722	696565.496	321.866	EJE	7247	9889533.312	696524.0909	315.493	DET
7197	9889668.612	696564.5435	321.816	VIA	7248	9889500.775	696515.9232	311.613	DET
7198	9889668.799	696567.2359	321.85	VIA	7249	9889518.795	696496.0405	306.346	VIA
7199	9889668.569	696564.2012	321.887	BM5	7250	9889521.329	696488.5986	306.343	VIA
7200	9889668.985	696567.8693	321.982	BM5	7251	9889516.964	696490.7381	306.39	VIA
7201	9889614.248	696461.999	308.96	BM5	7252	9889512.157	696471.2175	306.213	EJE
7202	9889626.835	696473.3892	305.137	BM5	7253	9889512.648	696470.9892	306.12	VIA
7203	9889648.882	696564.8107	318.76	EJE	7254	9889507.801	696469.2122	306.270	VIA
7204	9889649.462	696562.8712	318.813	VIA	7255	9889507.577	696455.358	307.969	PI
7205	9889648.759	696565.5272	318.814	VIA	7256	9889508.39	696455.9117	307.901	VIA
7206	9889669.861	696528.972	305.339	VIA	7257	9889511.96	696458.9349	307.792	VIA

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7258	9889510.943	696456.1691	308.054	EJE	7312	9889640.063	696379.0159	327.265	EJE
7259	9889510.273	696454.3982	308.226	VIA	7313	9889638.132	696379.0703	327.209	VIA
7260	9889512.742	696458.3485	307.938	VIA	7314	9889641.535	696379.1052	327.255	VIA
7261	9889477.026	696419.6005	317.883	DET	7315	9889659.968	696366.229	331.174	CASA
7262	9889545.677	696483.7711	304.517	DET	7316	9889638.847	696359.0133	325.945	EJE
7263	9889527.297	696458.5487	310.157	EST	7317	9889638.233	696359.0801	325.945	VIA
7264	9889517.862	696490.3976	306.432	EJE	7318	9889641.057	696359.5013	326.052	VIA
7265	9889506.136	696481.697	312.274	DET	7319	9889638.761	696356.1656	325.536	VIA
7266	9889488.196	696470.6823	317.898	DET	7320	9889638.293	696356.2459	325.52	VIA
7267	9889469.628	696453.715	322.326	DET	7321	9889641.131	696356.7547	325.668	VIA
7268	9889482.073	696447.7067	313.213	DET	7322	9889686.764	696379.2722	327.087	DET
7269	9889496.122	696434.6064	313.752	DET	7323	9889639.049	696354.2614	325.271	EST
7270	9889530.176	696460.804	310.485	EJE	7324	9889643.082	696339.6309	322.858	EJE
7271	9889529.691	696463.2764	310.452	VIA	7325	9889644.45	696340.156	322.882	VIA
7272	9889531.002	696459.5201	310.46	VIA	7326	9889641.713	696339.0987	322.82	VIA
7273	9889548.264	696462.1244	311.818	VIA	7327	9889645.702	696329.756	321.206	PI
7274	9889548.717	696465.7157	311.854	VIA	7328	9889645.109	696329.518	321.189	VIA
7275	9889549.614	696464.881	311.987	EJE	7329	9889647.864	696330.7957	321.17	VIA
7276	9889549.687	696465.5588	311.961	EJE	7330	9889649.967	696321.2295	319.75	EJE
7277	9889549.433	696462.1001	311.928	VIA	7331	9889648.802	696320.6162	319.713	VIA
7278	9889548.659	696465.1847	311.895	PI EST	7332	9889651.722	696322.3685	319.747	VIA
7279	9889568.103	696457.5804	314.106	EJE	7333	9889658.909	696303.3586	317.473	EJE
7280	9889567.84	696456.5371	314.086	VIA	7334	9889656.987	696302.6045	317.507	VIA
7281	9889568.736	696459.6254	314.062	VIA	7335	9889660.559	696304.2204	317.369	VIA
7282	9889586.6	696450.2723	316.124	EJE	7336	9889667.79	696285.5075	315.922	EJE
7283	9889587.255	696452.1111	316.055	VIA	7337	9889666.506	696284.5811	315.875	VIA
7284	9889586.245	696448.9903	316.1	VIA	7338	9889592.886	696353.0355	341.908	DET
7285	9889605.215	696442.913	317.832	EJE	7339	9889597.905	696318.0429	337.014	DET
7286	9889604.847	696441.8721	317.809	VIA	7340	9889624.071	696307.344	327.321	DET
7287	9889606.112	696444.7536	317.717	VIA	7341	9889638.126	696274.7621	332.352	DET
7288	9889623.131	696435.0144	319.835	EJE	7342	9889669.486	696286.5135	315.874	VIA
7289	9889623.508	696435.5483	319.867	VIA	7343	9889679.56	696251.3211	312.952	EST
7290	9889619.759	696433.2172	319.611	VIA	7344	9889677.069	696267.728	314.392	PI
7291	9889622.682	696435.9651	319.796	PI EST	7345	9889678.266	696268.0324	314.396	VIA
7292	9889622.423	696436.7267	319.658	VIA	7346	9889674.24	696267.0895	314.4	VIA
7293	9889531.289	696420.916	331.687	DET	7347	9889676.909	696247.8773	312.576	EJE
7294	9889551.206	696422.9472	329.544	DET	7348	9889675.829	696247.8268	312.575	VIA
7295	9889576.815	696432.039	329.675	DET	7349	9889679.348	696247.5861	312.559	VIA
7296	9889570.69	696493.817	303.379	DET	7350	9889673.257	696228.733	309.593	EJE
7297	9889630.49	696416.6208	322.348	EJE	7351	9889671.7	696229.3035	309.516	VIA
7298	9889629.946	696416.395	322.307	VIA	7352	9889675.235	696228.1805	309.591	VIA
7299	9889633.662	696417.6665	322.369	VIA	7353	9889666.139	696210.2616	306.306	EJE
7300	9889659.109	696522.1364	306.8	CASA	7354	9889663.916	696210.9408	306.232	VIA
7301	9889651.599	696442.3794	312.254	DET	7355	9889667.733	696209.8478	306.248	VIA
7302	9889657.308	696409.8287	320.482	DET	7356	9889659.92	696194.4433	304.883	PI
7303	9889637.968	696398.309	325.411	EJE	7357	9889659.266	696194.5279	304.947	VIA
7304	9889639.521	696398.6571	325.447	VIA	7358	9889662.653	696194.8534	304.755	VIA
7305	9889635.954	696397.8132	325.37	VIA	7359	9889658.175	696195.6724	304.911	ALC
7306	9889637.514	696391.1807	326.239	VIA	7360	9889658.906	696191.9754	304.796	ALC
7307	9889640.547	696391.3982	326.359	VIA	7361	9889662.798	696196.3731	304.765	ALC
7308	9889640.76	696391.4664	326.387	PI EST	7362	9889663.408	696192.3895	304.661	ALC
7309	9889602.547	696402.6312	338.358	DET	7363	9889661.409	696191.8342	304.864	EJE
7310	9889615.938	696370.6508	336.155	DET	7364	9889659.55	696191.5352	304.837	VIA
7311	9889615.905	696370.6238	334.273	DET	7365	9889663.039	696191.7219	304.818	VIA

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7366	9889670.531	696174.204	306.656	EJE	7420	9889630.729	696068.0829	323.53	VIA
7367	9889671.866	696174.8166	306.687	VIA	7421	9889643.48	696030.3922	314.809	VIA
7368	9889670.004	696171.853	306.943	VIA	7422	9889641.625	696021.3193	316.202	VIA
7369	9889679.802	696156.6154	308.551	EJE	7424	9889691.055	695997.1035	301.735	EST
7370	9889679.144	696155.8977	308.553	VIA	7426	9889658.186	695981.6988	314.946	EST
7371	9889682.249	696157.5612	308.614	VIA	7427	9889670.593	695943.9322	311.533	DET
7372	9889680.595	696151.8797	308.616	VIA	7428	9889702.55	696024.5363	292.792	DET
7373	9889683.53	696152.3446	308.723	VIA	7429	9889721.627	696001.594	288.782	DET
7374	9889682.225	696152.1091	308.686	PI EST	7430	9889694.183	695988.2052	300.832	VIA
7375	9889644.915	696244.9805	327.794	DET	7431	9889691.824	695987.8902	300.69	EJE
7376	9889638.62	696217.8698	321.959	DET	7432	9889690.816	695987.5962	300.648	VIA
7377	9889655.33	696218.0498	314.153	DET	7434	9889690.865	695969.2449	297.909	EJE
7378	9889643.563	696143.2434	311.329	DET	7435	9889692.365	695968.9314	297.927	VIA
7379	9889728.483	696300.4166	314.34	DET	7436	9889689.468	695969.3825	297.878	VIA
7380	9889726.868	696260.9884	299.944	DET	7437	9889690.315	695948.2736	295.695	PI
7381	9889723.496	696220.3182	294.078	DET	7438	9889692.075	695948.3777	295.638	VIA
7382	9889718.869	696170.6666	299.986	DET	7439	9889689.005	695948.3936	295.662	VIA
7383	9889706.441	696150.8924	304.956	DET	7440	9889693.724	695928.618	293.521	EJE
7384	9889679.217	696137.5428	308.096	EJE	7441	9889692.294	695928.2609	293.484	VIA
7385	9889678.727	696137.6047	308.063	VIA	7442	9889695.319	695930.0883	293.621	VIA
7386	9889682.014	696137.116	308.071	VIA	7443	9889696.626	695911.6333	290.961	PI
7387	9889675.028	696118.0216	307.388	EJE	7444	9889694.399	695911.88	291.113	VIA
7388	9889673.021	696118.7453	307.487	VIA	7445	9889697.599	695911.7085	290.859	VIA
7389	9889676.138	696117.8159	307.285	VIA	7446	9889696.098	695909.0386	290.512	EJE
7390	9889670.753	696098.4365	307.194	EJE	7447	9889694.413	695909.2924	290.607	VIA
7391	9889668.762	696098.8307	307.31	VIA	7448	9889697.815	695909.118	290.486	VIA
7392	9889672.047	696098.2748	307.088	VIA	7449	9889697.813	695908.491	290.447	EST
7393	9889668.936	696089.8194	307.073	PI	7450	9889686.319	695912.218	297.783	DET
7394	9889667.781	696089.9806	307.114	VIA	7451	9889691.986	695890.5215	286.582	EJE
7395	9889670.943	696089.5925	306.956	VIA	7453	9889694.023	695890.1441	286.659	VIA
7396	9889667.931	696078.6335	306.753	EJE	7455	9889686.975	695875.2864	283.764	VIA
7397	9889666.94	696078.7331	306.762	VIA	7458	9889686.971	695870.1765	283.064	VIA
7398	9889670.079	696078.4164	306.694	VIA	7459	9889688.681	695870.2062	283.047	EJE
7399	9889665.914	696058.6877	306.286	EJE	7460	9889714.539	695909.5574	281.293	DET
7400	9889664.873	696058.9455	306.268	VIA	7461	9889689.462	695850.3148	280.85	EJE
7401	9889662.232	696040.0254	305.347	EST	7462	9889688.328	695850.2324	280.727	VIA
7402	9889667.883	696057.37	306.25	VIA	7463	9889670.657	695852.3207	282.14	DET
7403	9889663.915	696038.8221	305.129	EJE	7464	9889691.996	695896.1641	290.094	DET
7404	9889665.634	696038.9386	304.981	VIA	7465	9889636.564	695778.4362	289.443	DET
7405	9889662.573	696038.773	305.224	VIA	7466	9889679.984	695707.1831	283.008	DET
7406	9889663.421	696033.881	304.732	PI	7467	9889680.211	695785.338	278.705	EST
7407	9889662.897	696033.6539	304.742	VIA	7468	9889692.191	695850.4405	280.824	VIA
7408	9889666.443	696034.7697	304.537	VIA	7469	9889690.283	695830.4276	279.663	PI
7409	9889672.162	696021.6058	303.409	EJE	7470	9889691.482	695830.1842	279.61	VIA
7410	9889672.654	696022.2054	303.399	VIA	7471	9889688.616	695830.5549	279.636	VIA
7411	9889670.277	696020.1873	303.4	VIA	7472	9889686.065	695816.8112	279.272	ALC
7412	9889683.601	696005.23	302.426	EJE	7473	9889686.734	695819.1989	279.335	ALC
7413	9889685.037	696006.5272	302.398	VIA	7474	9889688.981	695814.9563	279.217	ALC
7414	9889682.711	696004.5974	302.457	VIA	7475	9889689.669	695817.1151	279.228	ALC
7415	9889691.935	695993.2693	301.365	PI	7476	9889686.284	695810.8474	279.171	EJE
7416	9889692.783	695993.6115	301.449	VIA	7477	9889684.793	695811.2222	279.142	VIA
7417	9889689.972	695992.4118	301.288	VIA	7478	9889687.587	695810.3924	279.103	VIA
7418	9889687.448	696069.152	302.326	VIA	7479	9889688.008	695810.4488	279.187	BM6
7419	9889688.517	696048.6431	297.409	VIA	7480	9889683.312	695811.5175	279.33	BM6

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7481	9889682.389	695791.131	278.835	EJE	7535	9889646.106	695563.832	286.488	EJE
7482	9889684.808	695790.992	278.809	VIA	7536	9889645.642	695564.150	286.489	VIA
7483	9889678.433	695792.117	278.934	VIA	7537	9889648.571	695562.537	286.372	VIA
7484	9889659.002	695799.521	282.086	CASA	7538	9889639.308	695548.516	286.036	PI
7485	9889658.723	695787.152	281.536	CASA	7539	9889638.530	695549.313	286.066	VIA
7486	9889668.080	695819.593	280.464	DET	7540	9889638.962	695548.803	286.061	EST
7487	9889708.715	695858.282	282.058	DET	7541	9889667.847	695565.235	275.514	DET
7488	9889678.416	695771.275	278.184	PI	7542	9889655.845	695516.693	270.019	DET
7489	9889677.520	695771.307	278.182	VIA	7543	9889636.619	695510.020	273.684	DET
7490	9889682.175	695771.668	277.917	VIA	7544	9889636.187	695548.151	286.008	EJE
7491	9889684.113	695752.111	276.480	EJE	7545	9889636.336	695547.735	285.987	VIA
7492	9889685.064	695752.458	276.425	VIA	7546	9889634.137	695551.161	285.954	VIA
7493	9889681.487	695751.264	276.457	VIA	7547	9889636.490	695553.007	286.073	VIA
7494	9889685.058	695754.201	276.424	ALC	7548	9889637.957	695566.343	293.012	DET
7495	9889680.784	695752.978	276.566	ALC	7549	9889629.380	695560.719	294.318	DET
7496	9889685.791	695750.697	276.329	ALC	7550	9889616.255	695546.468	283.809	EJE
7497	9889681.171	695748.720	276.093	ALC	7551	9889616.334	695548.487	283.786	VIA
7498	9889689.560	695732.897	275.983	EJE	7552	9889616.256	695544.782	283.831	VIA
7499	9889687.958	695732.304	275.887	VIA	7553	9889596.420	695544.584	281.848	PI
7500	9889732.704	695740.037	268.690	DET	7554	9889596.102	695545.347	281.826	VIA
7501	9889696.045	695697.249	277.515	EST	7555	9889598.596	695542.054	281.823	VIA
7502	9889748.885	695641.447	271.673	DET	7556	9889600.992	695542.869	281.820	ALC
7503	9889691.754	695733.742	275.931	VIA	7557	9889596.979	695547.500	281.959	ALC
7504	9889688.022	695732.459	275.897	VIA	7558	9889591.609	695542.775	281.736	ALC
7505	9889695.180	695713.683	276.168	EJE	7559	9889594.954	695539.208	281.799	ALC
7506	9889696.863	695713.825	276.106	VIA	7560	9889552.157	695538.578	299.930	DET
7507	9889693.191	695713.488	276.129	VIA	7561	9889579.382	695545.402	286.574	DET
7508	9889696.856	695708.098	276.454	PI	7562	9889591.394	695534.353	282.071	EST
7509	9889697.420	695708.061	276.402	VIA	7563	9889589.547	695570.952	292.783	DET
7510	9889693.672	695707.952	276.378	VIA	7564	9889569.790	695572.967	290.064	DET
7511	9889693.407	695694.476	277.979	EJE	7565	9889588.598	695526.142	282.627	EJE
7512	9889692.425	695694.547	277.896	VIA	7566	9889589.326	695525.998	282.621	VIA
7513	9889696.593	695693.904	277.943	VIA	7567	9889585.740	695527.106	282.589	VIA
7514	9889688.563	695675.273	281.153	EJE	7568	9889595.193	695528.729	282.172	CASA
7515	9889687.764	695675.253	281.168	VIA	7569	9889590.256	695517.722	282.638	CASA
7516	9889691.044	695674.109	281.141	VIA	7570	9889603.630	695526.654	279.903	DET
7517	9889682.853	695657.191	284.154	PI	7571	9889580.784	695507.740	283.674	EJE
7518	9889681.288	695657.801	284.309	VIA	7572	9889579.631	695508.164	283.635	VIA
7519	9889684.499	695656.594	284.063	VIA	7573	9889583.229	695506.836	283.618	VIA
7520	9889677.513	695637.238	287.095	EJE	7574	9889574.537	695492.858	283.647	PI
7521	9889675.895	695637.688	287.050	VIA	7575	9889573.598	695493.357	283.540	VIA
7522	9889678.836	695636.930	287.099	VIA	7576	9889577.175	695492.058	283.638	VIA
7523	9889673.634	695630.140	287.531	VIA	7577	9889573.364	695489.140	283.506	EJE
7524	9889676.505	695628.965	287.547	VIA	7578	9889572.145	695489.634	283.470	VIA
7525	9889674.982	695629.312	287.590	PI EST	7579	9889575.538	695488.124	283.450	VIA
7526	9889670.333	695618.716	288.027	EJE	7580	9889567.224	695470.101	282.723	EJE
7527	9889668.850	695619.583	287.913	VIA	7581	9889565.360	695470.719	282.816	VIA
7528	9889671.801	695618.088	288.007	VIA	7582	9889568.723	695469.289	282.658	VIA
7529	9889662.336	695600.417	287.856	EJE	7583	9889577.180	695486.168	283.129	CASA
7530	9889660.722	695601.071	287.891	VIA	7584	9889592.012	695494.677	281.357	DET
7531	9889663.646	695600.000	287.762	VIA	7585	9889562.974	695466.689	282.644	ALC
7532	9889654.189	695582.041	287.038	EJE	7586	9889562.022	695463.860	282.633	ALC
7533	9889653.317	695582.564	286.935	VIA	7587	9889566.484	695462.044	282.399	ALC
7534	9889656.384	695580.745	286.949	VIA	7588	9889567.620	695464.893	282.503	ALC

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7589	9889564.423	695465.697	282.627	EST	7644	9889539.300	695316.261	271.272	CASA
7590	9889584.847	695483.344	280.593	CASA	7645	9889523.067	695369.371	284.882	CASA
7591	9889584.507	695457.627	278.293	DET	7646	9889533.507	695376.780	283.991	CASA
7592	9889580.889	695457.875	278.285	DET	7647	9889571.035	695280.374	270.333	EJE
7593	9889560.074	695450.481	282.145	EJE	7648	9889572.468	695280.710	270.322	VIA
7594	9889558.419	695450.983	282.172	VIA	7649	9889568.304	695279.635	270.312	VIA
7595	9889562.143	695449.561	282.128	VIA	7650	9889575.644	695271.044	270.339	VIA
7596	9889556.507	695437.476	281.740	PI	7651	9889575.060	695270.769	270.499	EST
7597	9889554.877	695437.839	281.770	VIA	7652	9889586.620	695268.879	269.736	CASA
7598	9889558.563	695436.641	281.685	VIA	7653	9889593.076	695288.174	269.465	CASA
7599	9889548.822	695446.994	283.727	CASA	7654	9889542.842	695265.136	273.233	CASA
7600	9889553.019	695457.302	284.092	CASA	7655	9889536.061	695232.131	273.593	CASA
7601	9889570.969	695440.432	280.130	CASA	7656	9889556.158	695227.956	270.038	CASA
7602	9889563.136	695434.291	280.284	CASA	7657	9889574.034	695261.308	270.501	EJE
7603	9889572.792	695446.476	280.159	CASA	7658	9889575.240	695261.370	270.449	VIA
7604	9889568.808	695432.459	279.711	CASA	7659	9889570.270	695261.565	270.566	VIA
7605	9889581.716	695458.747	278.697	DET	7660	9889571.609	695241.428	269.971	EJE
7606	9889555.224	695431.859	281.374	EJE	7661	9889573.817	695240.981	269.955	VIA
7607	9889553.527	695432.314	281.373	VIA	7662	9889569.902	695241.656	270.040	VIA
7608	9889557.288	695431.412	281.339	VIA	7663	9889569.280	695221.622	269.241	EJE
7609	9889555.527	695412.582	278.768	VIA	7664	9889567.459	695222.043	269.276	VIA
7610	9889550.706	695412.396	279.693	EJE	7665	9889571.426	695220.738	269.221	VIA
7611	9889548.353	695413.163	279.698	VIA	7666	9889566.275	695197.351	268.889	EJE
7612	9889552.127	695412.127	279.624	VIA	7667	9889564.024	695197.859	268.929	VIA
7613	9889546.148	695392.943	278.331	EJE	7668	9889568.695	695196.987	268.854	VIA
7614	9889543.938	695393.506	278.276	VIA	7669	9889564.501	695181.943	268.671	EJE
7615	9889547.663	695392.334	278.293	VIA	7670	9889562.455	695182.261	268.657	VIA
7616	9889541.660	695373.539	276.495	EJE	7671	9889566.569	695181.674	268.641	VIA
7617	9889539.278	695374.238	276.540	VIA	7672	9889589.741	695202.564	265.153	DET
7618	9889542.939	695373.447	276.434	VIA	7673	9889588.995	695256.841	268.689	DET
7619	9889537.732	695359.842	274.973	VIA	7674	9889603.474	695263.583	267.111	DET
7620	9889538.403	695359.668	274.972	VIA	7675	9889562.192	695162.114	267.837	DET
7621	9889538.400	695359.663	274.972	PI EST	7676	9889559.992	695162.550	267.960	VIA
7622	9889584.060	695357.298	271.967	CASA	7677	9889564.077	695162.041	267.899	VIA
7623	9889521.561	695454.947	292.114	CASA	7678	9889560.450	695161.448	267.892	EST
7624	9889514.624	695429.688	304.263	DET	7679	9889570.709	695197.484	268.610	CASA
7625	9889526.232	695415.321	296.609	DET	7680	9889569.530	695187.379	268.672	CASA
7627	9889540.622	695354.406	274.218	EJE	7681	9889568.179	695177.384	268.608	CASA
7628	9889538.951	695354.251	274.289	VIA	7682	9889567.274	695172.030	268.419	CASA
7629	9889543.127	695354.751	274.154	VIA	7683	9889566.254	695163.557	268.058	CASA
7630	9889548.024	695336.028	271.559	EJE	7684	9889581.308	695162.761	265.830	CASA
7631	9889549.515	695337.099	271.587	VIA	7685	9889565.085	695153.722	267.382	CASA
7632	9889545.700	695335.022	271.504	VIA	7686	9889563.869	695143.994	266.447	CASA
7633	9889555.607	695317.584	270.089	EJE	7687	9889578.508	695150.311	265.555	CASA
7634	9889553.962	695316.897	270.076	VIA	7688	9889534.989	695151.959	267.571	CASA
7635	9889557.176	695318.336	270.088	VIA	7689	9889559.798	695142.232	266.801	EJE
7636	9889575.964	695357.545	269.600	CASA	7690	9889560.706	695142.285	266.736	VIA
7637	9889557.233	695308.018	269.598	ALC	7691	9889556.931	695142.581	266.826	VIA
7638	9889561.249	695310.423	269.879	ALC	7692	9889557.797	695123.192	266.437	EJE
7639	9889563.129	695304.999	269.390	ALC	7693	9889558.440	695123.192	266.405	VIA
7640	9889559.605	695302.350	269.532	ALC	7694	9889554.204	695123.516	266.538	VIA
7641	9889564.357	695297.217	269.826	EJE	7695	9889555.030	695102.528	266.411	EJE
7642	9889562.304	695296.256	269.713	VIA	7696	9889556.990	695102.344	266.422	VIA
7643	9889566.228	695297.602	269.773	VIA	7697	9889551.891	695102.423	266.491	VIA

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7698	9889562.605	695128.376	266.217	CASA	7752	9889495.175	695009.627	268.229	CASA
7699	9889561.087	695116.215	266.102	CASA	7753	9889504.320	694987.322	265.865	CASA
7700	9889552.667	695082.690	266.242	EJE	7754	9889483.931	694983.423	268.205	CASA
7701	9889550.723	695082.886	266.332	VIA	7755	9889525.258	694998.360	265.027	EJE
7702	9889555.037	695082.590	266.220	VIA	7756	9889525.383	694996.715	264.995	VIA
7703	9889557.041	695083.677	266.093	CASA	7757	9889525.303	695000.119	264.977	VIA
7704	9889551.570	695062.716	265.829	EJE	7758	9889505.447	694995.706	266.366	EJE
7705	9889553.422	695062.664	265.785	CASA	7759	9889505.240	694994.132	266.277	VIA
7706	9889549.101	695062.954	265.884	CASA	7760	9889505.347	694997.089	266.342	VIA
7707	9889550.465	695042.756	264.916	EJE	7761	9889485.613	694994.558	267.381	VIA
7708	9889552.216	695042.885	264.987	EJE	7762	9889485.577	694990.989	267.378	VIA
7709	9889547.694	695042.797	265.075	EJE	7763	9889485.626	694993.113	267.401	EJE
7710	9889545.816	695146.424	267.141	DET	7764	9889465.839	694990.495	268.656	VIA
7711	9889542.732	695143.007	267.075	DET	7765	9889466.122	694988.323	268.658	VIA
7712	9889549.353	695022.817	263.151	EJE	7766	9889465.792	694992.049	268.569	VIA
7713	9889547.729	695022.974	263.229	VIA	7767	9889446.233	694987.896	270.568	PI
7714	9889551.916	695022.761	263.146	VIA	7768	9889445.934	694990.267	270.542	VIA
7715	9889551.784	695021.404	263.091	EST	7769	9889446.318	694986.279	270.456	VIA
7716	9889537.919	695110.651	268.837	CASA	7770	9889425.832	694987.714	272.529	VIA
7717	9889536.586	695102.449	268.637	CASA	7771	9889425.723	694984.234	272.569	VIA
7718	9889522.921	695104.711	268.874	CASA	7772	9889425.623	694985.904	272.544	EJE
7719	9889514.766	695068.707	267.288	CASA	7773	9889426.102	694988.084	272.533	BM7
7720	9889523.570	695059.030	266.360	CASA	7774	9889425.863	694983.119	272.803	BM7
7721	9889499.550	695027.314	266.274	CASA	7775	9889406.502	694983.862	274.224	EJE
7722	9889501.106	695013.671	266.404	CASA	7776	9889406.508	694981.669	274.335	VIA
7723	9889590.900	695017.768	258.848	PUEN	7777	9889406.522	694986.357	274.324	VIA
7724	9889593.026	695022.165	258.642	PUEN	7778	9889398.079	694983.028	274.986	PI
7725	9889612.708	695015.166	258.765	PUEN	7779	9889398.529	694985.583	274.925	VIA
7726	9889613.281	695019.687	258.763	PUEN	7780	9889394.052	694980.681	275.431	VIA
7727	9889554.640	695034.360	264.160	CASA	7781	9889395.378	694979.452	275.416	EST
7728	9889563.563	695033.405	263.547	CASA	7782	9889358.579	694978.981	277.528	VIA
7729	9889559.718	695024.357	262.264	VIA	7783	9889358.378	694981.989	277.504	VIA
7730	9889555.409	695026.902	262.930	VIA	7784	9889372.772	694983.279	276.515	VIA
7731	9889560.441	695018.508	262.065	VIA	7785	9889373.258	694980.412	276.502	VIA
7732	9889557.145	695015.793	262.591	ALC	7786	9889393.813	694985.081	275.257	VIA
7733	9889556.079	695014.278	262.665	ALC	7787	9889402.006	694978.417	274.898	VIA
7734	9889548.359	695019.754	263.085	ALC	7788	9889399.926	694974.650	275.032	VIA
7735	9889547.496	695018.361	263.099	ALC	7789	9889397.006	694971.448	275.153	EJE
7736	9889548.632	695008.445	263.437	PI	7790	9889398.899	694971.262	275.048	VIA
7737	9889548.069	695008.873	263.421	VIA	7791	9889395.297	694971.834	275.153	VIA
7738	9889545.334	695012.081	263.384	VIA	7792	9889397.750	695061.021	289.078	DET
7739	9889543.679	695005.695	263.720	EJE	7793	9889394.868	694951.578	274.629	EJE
7740	9889542.095	695007.282	263.690	VIA	7794	9889393.325	694951.724	274.668	VIA
7741	9889544.555	695004.827	263.759	VIA	7795	9889396.551	694951.375	274.589	VIA
7742	9889539.030	694999.822	264.221	VIA	7796	9889386.289	694949.275	275.005	VIA
7743	9889535.015	694998.502	264.436	VIA	7797	9889381.915	694975.684	276.014	VIA
7744	9889537.117	695003.448	264.059	VIA	7798	9889394.328	694945.909	274.361	PI
7745	9889540.411	695000.482	264.190	EST	7799	9889393.530	694945.983	274.417	VIA
7746	9889519.032	694976.544	264.755	CASA	7800	9889396.332	694945.755	274.355	VIA
7747	9889517.535	694987.787	265.583	CASA	7801	9889395.514	694931.638	273.811	EJE
7748	9889536.974	694976.989	263.726	CASA	7802	9889393.540	694931.636	273.858	VIA
7749	9889522.662	694969.468	263.947	CASA	7803	9889396.838	694931.816	273.832	VIA
7750	9889542.712	694977.271	263.625	CASA	7804	9889396.631	694919.961	273.007	PI
7751	9889487.920	694930.075	266.634	CASA	7805	9889395.471	694919.998	273.053	VIA

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7806	9889397.972	694920.007	273.011	VIA	7860	9889362.408	694727.721	259.889	RIO
7807	9889396.978	694911.615	272.594	EJE	7861	9889353.718	694723.421	259.791	RIO
7808	9889395.926	694911.562	272.575	VIA	7862	9889357.124	694720.793	259.913	RIO
7809	9889398.718	694911.542	272.573	VIA	7863	9889355.235	694714.873	261.273	PI
7810	9889397.821	694891.660	270.979	EJE	7864	9889357.024	694715.151	261.333	VIA
7811	9889396.752	694891.690	271.016	VIA	7865	9889353.782	694714.179	261.241	VIA
7812	9889399.448	694891.716	270.990	VIA	7866	9889357.038	694709.137	262.244	EJE
7813	9889398.465	694871.555	269.683	EJE	7867	9889358.546	694709.731	262.226	VIA
7814	9889397.051	694871.602	269.682	VIA	7868	9889355.743	694708.540	262.132	VIA
7815	9889399.962	694871.701	269.722	VIA	7869	9889362.506	694690.138	265.208	EJE
7816	9889399.266	694851.502	268.995	PI	7870	9889364.717	694690.555	265.181	VIA
7817	9889397.993	694851.584	268.977	VIA	7871	9889361.575	694689.987	265.234	VIA
7818	9889400.698	694851.748	268.980	VIA	7872	9889365.971	694678.009	267.028	PI
7819	9889398.656	694844.642	268.919	EST	7873	9889365.711	694678.058	266.966	VIA
7820	9889426.087	694883.406	268.611	DET	7874	9889363.069	694677.779	267.017	VIA
7821	9889458.775	694871.178	265.533	DET	7875	9889364.643	694670.844	267.902	EJE
7822	9889455.949	694831.810	265.419	DET	7876	9889365.757	694670.856	267.903	VIA
7823	9889438.083	694797.191	265.261	DET	7877	9889363.051	694671.015	267.856	VIA
7824	9889436.576	694764.679	265.008	DET	7878	9889362.703	694656.148	269.481	EST
7825	9889372.598	694817.888	270.003	DET	7879	9889348.080	694693.208	267.333	DET
7826	9889343.960	694821.900	270.917	DET	7880	9889317.280	694690.500	268.282	DET
7827	9889343.753	694859.603	270.824	DET	7881	9889305.169	694657.458	269.872	DET
7828	9889389.295	694860.189	269.339	DET	7882	9889336.699	694636.104	269.225	DET
7829	9889402.311	694811.731	269.044	EJE	7883	9889390.928	694634.465	268.411	DET
7830	9889401.699	694811.744	269.066	VIA	7884	9889411.204	694667.037	267.392	DET
7831	9889404.471	694811.595	269.015	VIA	7885	9889360.993	694651.405	269.894	EJE
7832	9889403.828	694791.809	269.213	EJE	7886	9889360.055	694651.520	269.840	VIA
7833	9889402.601	694791.762	269.165	VIA	7887	9889362.393	694651.257	269.834	VIA
7834	9889405.322	694791.564	269.170	VIA	7888	9889370.524	694674.031	267.518	VIA
7835	9889404.913	694777.256	268.844	PI	7889	9889359.681	694748.001	261.538	VIA
7836	9889406.351	694777.130	268.787	VIA	7890	9889359.312	694642.906	270.226	PI
7837	9889403.595	694777.238	268.841	VIA	7891	9889360.822	694642.735	270.164	VIA
7838	9889405.293	694771.685	268.604	EJE	7892	9889358.236	694643.039	270.186	VIA
7839	9889404.200	694771.799	268.666	VIA	7893	9889356.825	694631.836	270.042	EJE
7840	9889407.039	694772.103	268.591	VIA	7894	9889358.121	694631.643	269.972	VIA
7841	9889408.966	694758.820	267.886	EST	7895	9889355.613	694632.219	269.998	VIA
7842	9889372.304	694792.487	270.576	DET	7896	9889352.407	694612.275	269.431	EJE
7843	9889387.201	694754.657	267.956	DET	7897	9889353.948	694611.960	269.350	VIA
7844	9889451.430	694728.487	264.028	DET	7898	9889351.265	694612.551	269.363	VIA
7845	9889422.388	694771.923	266.124	DET	7899	9889348.051	694592.732	268.644	EJE
7846	9889428.114	694816.150	265.090	DET	7900	9889349.459	694592.325	268.559	VIA
7847	9889406.629	694751.877	267.189	EJE	7901	9889346.998	694592.845	268.648	VIA
7848	9889405.076	694752.466	267.142	VIA	7902	9889344.818	694585.787	268.332	EST
7849	9889409.077	694752.581	267.326	VIA	7903	9889368.660	694578.482	268.368	CASA
7850	9889406.938	694744.792	266.734	PI	7904	9889365.814	694566.936	268.050	CASA
7851	9889402.604	694747.283	266.502	VIA	7905	9889343.610	694573.164	267.332	EJE
7852	9889361.178	694695.231	264.389	EST	7906	9889342.339	694573.341	267.373	VIA
7853	9889399.948	694723.463	262.467	DET	7907	9889345.195	694573.028	267.277	VIA
7854	9889375.301	694735.941	262.131	EJE	7908	9889337.014	694567.249	266.723	CASA
7855	9889374.427	694737.599	262.042	VIA	7909	9889336.728	694557.015	266.446	CASA
7856	9889375.814	694734.929	262.081	VIA	7910	9889314.843	694573.352	265.791	DET
7857	9889362.163	694728.586	259.826	VIA	7911	9889314.195	694625.224	269.041	DET
7858	9889359.054	694731.369	260.146	VIA	7912	9889351.543	694591.013	267.972	DET
7859	9889358.556	694730.786	259.664	RIO	7913	9889339.764	694556.291	266.397	PI

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
7914	9889342.501	694555.786	266.299	VIA	7968	9889332.462	694359.413	254.514	VIA
7915	9889339.404	694556.336	266.422	VIA	7969	9889330.310	694360.317	254.664	EJE
7916	9889339.842	694553.463	266.163	EJE	7970	9889334.451	694340.694	253.200	VIA
7917	9889342.335	694553.516	266.196	VIA	7971	9889336.670	694341.004	253.084	VIA
7918	9889339.201	694553.545	266.253	VIA	7972	9889333.134	694340.447	253.310	VIA
7919	9889340.538	694533.587	264.300	EJE	7973	9889328.199	694350.528	254.365	VIA
7920	9889341.589	694533.505	264.401	VIA	7974	9889309.583	694361.757	255.520	DET
7921	9889338.804	694533.508	264.383	VIA	7975	9889336.560	694320.997	251.218	VIA
7922	9889341.077	694517.715	263.402	PI	7976	9889338.560	694321.244	251.178	EJE
7923	9889342.119	694517.796	263.374	VIA	7977	9889335.504	694327.219	251.808	EST
7924	9889338.989	694518.042	263.330	VIA	7978	9889337.251	694320.773	251.241	VIA
7925	9889339.952	694513.731	263.128	EJE	7979	9889346.256	694319.042	249.118	RIO
7926	9889341.687	694513.060	263.171	VIA	7980	9889297.265	694320.186	260.269	CASA
7927	9889338.262	694514.162	263.081	VIA	7981	9889303.481	694293.646	257.376	DET
7928	9889336.036	694494.068	261.420	VIA	7982	9889333.133	694300.851	250.524	EJE
7929	9889332.789	694459.706	261.157	EST	7983	9889331.585	694301.028	250.528	VIA
7930	9889366.777	694511.668	267.204	CASA	7984	9889335.029	694300.353	250.440	VIA
7931	9889304.967	694500.063	262.903	CASA	7985	9889328.031	694281.390	250.084	VIA
7932	9889274.149	694455.412	272.826	CASA	7986	9889331.387	694281.136	250.039	VIA
7933	9889314.200	694438.215	264.133	CASA	7987	9889329.609	694281.264	249.997	EJE
7934	9889333.264	694494.902	261.457	VIA	7988	9889327.449	694265.583	248.540	PI
7935	9889334.550	694494.472	261.532	EJE	7989	9889325.820	694265.487	248.547	VIA
7936	9889335.908	694493.633	261.451	EJE	7990	9889329.721	694265.511	248.417	VIA
7937	9889329.378	694475.100	261.259	EJE	7991	9889328.670	694261.204	248.007	EJE
7938	9889327.625	694475.083	261.270	VIA	7992	9889326.118	694260.920	248.094	VIA
7939	9889330.745	694474.717	261.205	VIA	7993	9889329.969	694261.238	248.024	VIA
7940	9889332.844	694476.869	261.165	ALC	7994	9889327.469	694257.762	247.782	EST
7941	9889326.732	694476.077	261.205	ALC	7995	9889326.137	694257.570	247.795	VIA
7942	9889327.530	694478.548	261.246	ALC	7996	9889317.223	694263.023	254.770	DET
7943	9889332.309	694474.693	261.147	ALC	7997	9889331.636	694258.201	247.198	RIO
7944	9889327.477	694468.464	261.373	PI	7998	9889333.996	694241.858	245.946	EJE
7945	9889330.496	694468.304	261.170	VIA	7999	9889334.953	694242.129	245.999	VIA
7946	9889332.682	694456.210	261.177	VIA	8000	9889331.241	694240.886	246.031	VIA
7947	9889329.516	694455.026	261.160	VIA	8001	9889337.827	694221.863	244.416	VIA
7948	9889331.457	694455.760	261.271	EJE	8002	9889341.419	694223.477	244.203	VIA
7949	9889337.484	694436.582	260.536	VIA	8003	9889339.327	694222.635	244.198	EJE
7950	9889338.729	694436.974	260.542	VIA	8004	9889342.280	694211.564	243.429	PI
7951	9889335.841	694436.011	260.473	VIA	8005	9889340.229	694211.538	243.439	VIA
7952	9889340.067	694450.489	260.673	DET	8006	9889343.925	694211.549	243.469	VIA
7953	9889343.517	694417.524	259.138	EJE	8007	9889342.376	694202.960	242.702	VIA
7954	9889341.535	694417.273	259.068	VIA	8008	9889342.449	694205.813	242.920	EST
7955	9889344.439	694417.565	259.153	VIA	8009	9889340.347	694203.279	242.756	EJE
7956	9889345.859	694410.156	258.403	VIA	8010	9889338.261	694203.677	242.725	VIA
7957	9889342.513	694409.723	258.413	VIA	8011	9889333.675	694184.248	241.903	VIA
7958	9889345.540	694410.072	258.480	PIEST	8012	9889337.377	694183.319	241.898	VIA
7959	9889342.065	694398.547	257.265	EJE	8013	9889335.288	694183.942	241.899	EJE
7960	9889340.842	694398.814	257.175	VIA	8014	9889319.675	694223.357	251.250	DET
7961	9889344.026	694398.100	257.248	VIA	8015	9889289.375	694202.907	250.813	DET
7962	9889348.115	694397.856	256.224	RIO	8016	9889230.857	694127.601	242.857	DET
7963	9889315.176	694397.954	259.195	DET	8017	9889346.449	694197.837	242.447	RIO
7964	9889336.190	694379.404	255.401	EJE	8018	9889330.121	694164.600	241.713	EJE
7965	9889335.623	694379.622	255.347	VIA	8019	9889331.818	694164.116	241.727	VIA
7966	9889338.891	694378.447	255.410	VIA	8020	9889328.206	694165.203	241.607	VIA
7967	9889328.390	694361.136	254.597	VIA	8021	9889329.999	694158.285	241.599	VIA

No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.	No.	NORTE	ESTE	ELEVA.	DESCRIP.
8022	9889327.170	694159.553	241.529	VIA	8050	9889313.869	694007.612	238.704	RIO
8023	9889328.872	694158.840	241.589	PI	8055	9888260.557	697461.657	764.269	VIA
8024	9889321.328	694147.651	241.618	EJE	8056	9888262.828	697459.700	764.242	VIA
8025	9889322.293	694146.714	241.611	VIA	8057	9888263.848	697462.769	764.672	EJE
8026	9889322.465	694147.469	241.639	EST	8058	9888261.679	697463.911	764.596	VIA
8027	9889319.985	694148.618	241.608	VIA	8059	9888265.156	697461.901	764.561	VIA
8028	9889308.499	694131.021	241.301	EJE	8060	9888263.859	697470.064	765.046	VIA
8029	9889309.704	694130.214	241.279	VIA	8061	9888269.646	697467.471	765.328	PIEST
8030	9889307.157	694132.111	241.229	VIA	8062	9888263.901	697469.957	765.024	VIA
8031	9889316.942	694125.789	240.726	RIO	8063	9888275.552	697486.970	764.743	VIA
8032	9889303.089	694123.488	241.331	PI	8064	9888271.485	697488.112	764.676	VIA
8033	9889304.678	694122.614	241.246	VIA	8065	9888274.487	697510.657	764.835	VIA
8034	9889301.441	694124.354	241.242	VIA	8066	9888278.408	697509.438	764.997	VIA
8035	9889299.226	694113.394	241.125	EJE	8067	9888281.444	697538.033	766.278	PI
8036	9889300.322	694112.892	241.103	VIA	8068	9888285.322	697535.182	766.178	VIA
8037	9889297.171	694114.130	240.999	VIA	8070	9888296.641	697545.731	768.611	VIA
8038	9889295.276	694107.160	241.002	EST	8072	9888320.540	697577.314	775.805	VIA
8039	9889291.950	694094.661	240.933	EJE	8073	9888325.632	697580.524	775.688	VIA
8040	9889293.741	694094.141	240.904	VIA	8074	9888319.027	697585.041	776.175	VIA
8041	9889290.741	694094.944	240.902	VIA	8075	9888307.141	697572.143	776.706	VIA
8042	9889288.257	694075.276	240.646	VIA	8076	9888292.348	697572.797	777.218	VIA
8043	9889290.875	694074.815	240.646	VIA	8077	9888291.218	697569.993	777.162	VIA
8044	9889289.645	694075.135	240.674	EJE	8078	9888284.862	697575.822	777.344	VIA
8045	9889287.713	694075.213	240.773	BM8	8079	9888286.170	697577.517	777.313	VIA
8046	9889291.171	694074.803	240.742	BM8	8080	9888328.236	697603.199	775.710	VIA
8047	9889215.667	694141.592	242.807	DET	8081	9888331.839	697601.281	775.673	VIA
8048	9889243.534	694096.900	241.091	DET	8082	9888338.075	697618.616	775.086	VIA
8049	9889280.661	694077.280	242.028	DET	8083	9888338.075	697618.616	775.086	EST

ANEXO C. CONTEO VEHICULAR

ANEXO C1. PESOS Y MEDIDAS PARA EL ECUADOR

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	2,60	4,30

ANEXO C2. CONTEO VEHICULAR POR DÍAS

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
CONTEO DE TRÁFICO												
Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos			Elaborado por:	Lady Chico	Fecha:	Sab 20-11-2021		
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora	
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	Total			
6:00-6:15	9	1	2	0	0	0	0	0	2	12		
6:15-6:30	5	1	0	1	1	0	0	0	2	8		
6:30-6:45	8	0	1	0	0	2	1	0	4	12		
6:45-7:00	7	1	1	2	0	0	0	0	3	11	43	
7:00-7:15	3	0	0	0	1	0	0	1	2	5	36	
7:15-7:30	10	1	0	0	0	1	0	0	1	12	40	
7:30-7:45	4	1	2	0	1	0	0	0	3	8	36	
7:45-8:00	9	0	0	0	0	1	0	0	1	10	35	
8:00-8:15	7	1	1	0	0	0	0	0	1	9	39	
8:15-8:30	5	0	0	1	0	0	0	0	1	6	33	
8:30-8:45	6	0	1	0	0	0	1	0	2	8	33	
8:45-9:00	3	1	0	0	0	2	0	0	2	6	29	
9:00-9:15	1	0	2	1	1	0	0	0	4	5	25	
9:15-9:30	0	2	0	1	0	0	0	0	1	3	22	
9:30-9:45	2	1	1	0	0	0	0	0	1	4	18	
9:45-10:00	4	0	0	0	2	0	0	0	2	6	18	
10:00-10:15	6	1	1	0	0	0	0	0	1	8	21	
10:15-10:30	11	0	1	2	0	0	0	0	3	14	32	
10:30-10:45	9	0	0	0	0	1	0	0	1	10	38	
10:45-11:00	4	1	0	0	1	0	0	0	1	6	38	
11:00-11:15	5	0	1	0	0	0	0	0	1	6	36	
11:15-11:30	6	1	0	1	0	0	0	0	1	8	30	
11:30-11:45	3	0	0	0	1	0	0	0	1	4	24	
11:45-12:00	9	1	0	0	0	0	0	0	0	10	28	
12:00-12:15	6	0	1	0	0	0	0	0	1	7	29	
12:15-12:30	6	0	0	2	1	2	0	0	5	11	32	
12:30-12:45	8	0	0	0	1	0	0	0	1	9	37	
12:45-13:00	7	0	0	0	1	0	0	0	1	8	35	
13:00-13:15	5	0	1	0	0	0	0	0	1	6	34	
13:15-13:30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	30	
13:30-13:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25	
13:45-14:00	2	2	0	0	1	1	0	0	2	6	23	
14:00-14:15	4	0	1	2	0	0	0	0	3	7	24	
14:15-14:30	6	2	0	0	0	0	0	0	0	8	25	
14:30-14:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26	
14:45-15:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	25	
15:00-15:15	8	0	0	0	2	0	1	0	3	11	29	
15:15-15:30	11	1	0	0	0	0	0	0	0	12	33	
15:30-15:45	10	0	0	1	0	0	0	1	2	12	40	
15:45-16:00	12	0	1	0	0	1	0	0	2	14	49	
16:00-16:15	9	2	0	1	0	0	0	0	1	12	50	
16:15-16:30	8	1	0	0	0	0	1	0	1	10	48	
16:30-16:45	11	0	0	1	0	0	0	0	1	12	48	
16:45-17:00	11	0	0	0	1	0	0	0	1	12	46	
17:00-17:15	9	2	1	0	0	0	0	0	1	12	46	
17:15-17:30	4	1	0	1	0	0	0	0	1	6	42	
17:30-17:45	12	0	0	1	0	0	0	0	1	13	43	
17:45-18:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	41	
										410		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTEO DE TRÁFICO

Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos	Elaborado por:			Lady Chico	Fecha:	Dom 21-11-2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A			
6:00-6:15	13	2	3	1	0	0	0	0	4	19	
6:15-6:30	8	1	0	1	1	0	0	0	2	11	
6:30-6:45	7	0	1	0	0	0	0	0	1	8	
6:45-7:00	6	2	1	0	0	0	1	0	2	10	48
7:00-7:15	8	0	0	0	1	0	0	0	1	9	38
7:15-7:30	11	1	0	0	0	1	0	0	1	13	40
7:30-7:45	9	1	2	0	1	0	0	0	3	13	45
7:45-8:00	11	0	0	0	0	1	0	0	1	12	47
8:00-8:15	8	1	1	1	0	0	0	0	2	11	49
8:15-8:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	40
8:30-8:45	5	0	1	0	0	0	0	0	1	6	33
8:45-9:00	6	2	0	1	0	2	0	0	3	11	32
9:00-9:15	4	0	0	0	1	0	0	0	1	5	26
9:15-9:30	2	0	0	0	0	0	1	0	1	3	25
9:30-9:45	4	1	1	0	0	0	0	0	1	6	25
9:45-10:00	4	0	0	2	0	0	0	0	2	6	20
10:00-10:15	8	1	1	1	0	0	0	0	2	11	26
10:15-10:30	10	0	1	0	0	0	0	0	1	11	34
10:30-10:45	10	0	0	1	0	1	1	0	3	13	41
10:45-11:00	6	1	0	1	1	0	0	0	2	9	44
11:00-11:15	5	0	1	1	0	0	0	0	2	7	40
11:15-11:30	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	33
11:30-11:45	5	0	0	1	1	0	0	0	2	7	27
11:45-12:00	8	1	0	0	0	0	0	0	0	9	27
12:00-12:15	3	2	1	0	0	0	0	0	1	6	26
12:15-12:30	5	0	0	1	1	0	0	0	2	7	29
12:30-12:45	11	0	0	1	1	0	0	0	2	13	35
12:45-13:00	7	0	0	1	1	0	0	0	2	9	35
13:00-13:15	4	0	1	0	0	0	0	0	1	5	34
13:15-13:30	7	0	0	1	0	0	0	0	1	8	35
13:30-13:45	2	0	0	1	0	0	0	0	1	3	25
13:45-14:00	2	1	0	0	0	1	0	0	1	4	20
14:00-14:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	19
14:15-14:30	6	2	0	0	0	0	0	0	0	8	19
14:30-14:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19
14:45-15:00	5	0	2	0	0	0	0	0	2	7	22
15:00-15:15	8	0	0	0	2	0	0	0	2	10	28
15:15-15:30	11	1	0	0	0	0	0	0	0	12	32
15:30-15:45	10	0	0	1	0	0	0	0	1	11	40
15:45-16:00	12	0	0	0	0	1	0	0	1	13	46
16:00-16:15	9	2	0	3	0	0	0	0	3	14	50
16:15-16:30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	46
16:30-16:45	16	0	2	1	0	0	0	0	3	19	54
16:45-17:00	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	52
17:00-17:15	9	1	1	0	0	0	0	0	1	11	49
17:15-17:30	4	0	0	1	0	0	1	0	2	6	47
17:30-17:45	14	0	0	1	0	0	0	0	1	15	43
17:45-18:00	17	1	0	1	0	0	0	0	1	19	51

444



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTEO DE TRÁFICO

Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos	Elaborado por:		Lady Chico	Fecha:	Lun 22-11-2021		
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	Total		
6:00-6:15	7	1	0	0	0	0	0	0	0	8	
6:15-6:30	9	2	0	0	2	0	2	0	4	15	
6:30-6:45	4	0	0	0	0	0	0	1	1	5	
6:45-7:00	6	1	1	0	0	0	0	0	1	8	36
7:00-7:15	10	0	0	0	0	1	0	0	1	11	39
7:15-7:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	28
7:30-7:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	26
7:45-8:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	19
8:00-8:15	11	1	0	0	0	0	0	0	0	12	20
8:15-8:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	21
8:30-8:45	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	27
8:45-9:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	30
9:00-9:15	10	0	0	0	0	0	1	0	1	11	29
9:15-9:30	13	0	0	0	0	0	0	0	0	13	37
9:30-9:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	32
9:45-10:00	8	0	0	0	1	0	0	0	1	9	37
10:00-10:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	32
10:15-10:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	21
10:30-10:45	1	1	0	0	0	0	0	0	0	2	19
10:45-11:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	15
11:00-11:15	14	0	1	0	0	0	0	0	1	15	24
11:15-11:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23
11:30-11:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	23
11:45-12:00	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5	23
12:00-12:15	7	0	0	0	0	2	0	0	2	9	17
12:15-12:30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	22
12:30-12:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	24
12:45-13:00	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	28
13:00-13:15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	27
13:15-13:30	2	1	0	0	0	0	1	0	1	4	25
13:30-13:45	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	32
13:45-14:00	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	32
14:00-14:15	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	29
14:15-14:30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	35
14:30-14:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	30
14:45-15:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	28
15:00-15:15	2	2	0	0	0	0	2	0	2	6	29
15:15-15:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
15:30-15:45	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	17
15:45-16:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14
16:00-16:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	14
16:15-16:30	9	1	0	0	0	0	0	0	0	10	23
16:30-16:45	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	30
16:45-17:00	4	0	0	0	0	1	0	0	1	5	31
17:00-17:15	8	0	0	0	2	0	0	0	2	10	35
17:15-17:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	28
17:30-17:45	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	29
17:45-18:00	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	29

322



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTEO DE TRÁFICO

Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos		Elaborado por:		Lady Chico	Fecha:	Mart 23-11-2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A			
6:00-6:15	8	1	0	0	0	0	0	0	0	9	
6:15-6:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	
6:30-6:45	9	0	0	2	0	0	0	1	0	3	
6:45-7:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	33
7:00-7:15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	35
7:15-7:30	5	0	1	0	0	0	0	0	1	6	36
7:30-7:45	6	2	0	0	0	0	0	1	1	9	33
7:45-8:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	33
8:00-8:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	24
8:15-8:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	21
8:30-8:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	18
8:45-9:00	4	0	0	0	0	1	0	0	1	5	16
9:00-9:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
9:15-9:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	16
9:30-9:45	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	18
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	14
10:00-10:15	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	16
10:15-10:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
10:30-10:45	5	0	0	1	0	0	0	0	1	6	13
10:45-11:00	9	2	2	0	0	0	0	0	2	13	25
11:00-11:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	24
11:15-11:30	4	0	0	0	1	0	0	0	1	5	27
11:30-11:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	26
11:45-12:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
12:00-12:15	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	23
12:15-12:30	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	23
12:30-12:45	7	0	0	0	0	0	0	1	1	8	26
12:45-13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25
13:00-13:15	4	0	0	0	1	0	0	0	1	5	19
13:15-13:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16
13:30-13:45	3	2	0	0	0	0	0	0	0	5	13
13:45-14:00	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	21
14:00-14:15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	25
14:15-14:30	8	0	0	0	0	1	0	0	1	9	32
14:30-14:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	32
14:45-15:00	4	0	1	0	0	0	0	0	1	5	28
15:00-15:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
15:15-15:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14
15:30-15:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	14
15:45-16:00	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	12
16:00-16:15	4	0	0	1	0	0	0	0	1	5	16
16:15-16:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	15
16:30-16:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	14
16:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	12
17:00-17:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	13
17:15-17:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	14
17:30-17:45	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	15
17:45-18:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	16

250



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTEO DE TRÁFICO

Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos		Elaborado por:		Lady Chico	Fecha:	Miérc 24-11-2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A	Total		
6:00-6:15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	
6:15-6:30	2	0	1	0	0	0	0	0	1	3	
6:30-6:45	7	2	0	0	0	0	0	0	0	9	
6:45-7:00	6	0	0	1	0	0	0	0	1	7	28
7:00-7:15	8	0	0	0	0	0	1	0	1	9	28
7:15-7:30	1	0	0	0	1	0	0	0	1	2	27
7:30-7:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	22
7:45-8:00	11	0	2	0	0	0	0	0	2	13	28
8:00-8:15	8	1	0	0	0	2	0	0	2	11	30
8:15-8:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	31
8:30-8:45	10	0	0	0	0	1	0	0	1	11	38
8:45-9:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	30
9:00-9:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26
9:15-9:30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	32
9:30-9:45	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	33
9:45-10:00	7	2	0	0	0	0	0	0	0	9	37
10:00-10:15	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	36
10:15-10:30	9	0	0	1	0	0	0	0	1	10	37
10:30-10:45	4	0	2	0	0	0	0	0	2	6	31
10:45-11:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	27
11:00-11:15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	29
11:15-11:30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	25
11:30-11:45	10	0	1	0	0	0	0	0	1	11	30
11:45-12:00	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	34
12:00-12:15	4	1	0	0	0	0	0	0	0	5	31
12:15-12:30	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	33
12:30-12:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	28
12:45-13:00	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	26
13:00-13:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	23
13:15-13:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	18
13:30-13:45	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	20
13:45-14:00	9	0	0	1	0	0	0	1	2	11	24
14:00-14:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	29
14:15-14:30	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	37
14:30-14:45	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	34
14:45-15:00	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	29
15:00-15:15	3	0	0	0	1	0	0	0	1	4	26
15:15-15:30	8	0	2	0	0	0	0	0	2	10	25
15:30-15:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	23
15:45-16:00	4	0	0	0	1	2	0	0	3	7	24
16:00-16:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	27
16:15-16:30	5	1	0	0	0	0	1	0	1	7	24
16:30-16:45	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	24
16:45-17:00	6	0	1	0	2	0	0	0	3	9	26
17:00-17:15	7	0	0	2	0	0	0	0	2	9	28
17:15-17:30	8	1	0	0	0	2	0	1	3	12	33
17:30-17:45	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	39
17:45-18:00	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	38

351



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTEO DE TRÁFICO

Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos		Elaborado por:	Lady Chico		Fecha:	Jueves 25-11-2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A			
6:00-6:15	5	1	0	0	0	0	0	0	0	6	
6:15-6:30	11	1	1	0	2	0	0	0	3	15	
6:30-6:45	2	1	1	0	0	0	0	1	2	5	
6:45-7:00	6	2	0	0	0	1	2	0	3	11	37
7:00-7:15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	40
7:15-7:30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	35
7:30-7:45	5	0	0	1	0	0	0	0	1	6	36
7:45-8:00	8	0	0	0	0	0	1	0	1	9	34
8:00-8:15	3	0	2	0	0	0	0	0	2	5	30
8:15-8:30	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	24
8:30-8:45	9	0	0	1	0	0	0	0	1	10	28
8:45-9:00	11	0	0	0	0	0	0	0	0	11	30
9:00-9:15	5	0	0	0	0	1	1	0	2	7	32
9:15-9:30	7	0	0	0	1	0	0	0	1	8	36
9:30-9:45	9	1	0	0	1	0	0	0	1	11	37
9:45-10:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	36
10:00-10:15	6	0	0	2	0	0	0	0	2	8	37
10:15-10:30	3	0	0	0	2	0	0	2	4	7	36
10:30-10:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	27
10:45-11:00	5	0	0	0	0	0	0	0	0	5	22
11:00-11:15	6	0	0	0	0	1	0	0	1	7	21
11:15-11:30	9	0	1	0	0	0	0	0	1	10	24
11:30-11:45	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	24
11:45-12:00	3	0	1	0	1	0	1	0	3	6	25
12:00-12:15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	26
12:15-12:30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	26
12:30-12:45	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	31
12:45-13:00	6	0	1	0	0	0	0	0	1	7	32
13:00-13:15	12	0	0	2	0	0	0	0	2	14	38
13:15-13:30	3	0	0	0	0	1	0	0	1	4	32
13:30-13:45	8	2	0	0	1	0	0	0	1	11	36
13:45-14:00	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	33
14:00-14:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	22
14:15-14:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	20
14:30-14:45	8	0	0	2	0	0	0	0	2	10	19
14:45-15:00	10	1	0	0	0	0	0	0	0	11	26
15:00-15:15	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	26
15:15-15:30	9	1	0	0	1	0	0	1	2	12	36
15:30-15:45	6	0	0	0	1	0	1	0	2	8	34
15:45-16:00	12	0	1	0	0	0	0	0	1	13	36
16:00-16:15	8	0	0	1	0	0	0	0	1	9	42
16:15-16:30	7	0	0	1	0	0	0	0	1	8	38
16:30-16:45	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	36
16:45-17:00	8	0	1	0	2	0	0	0	3	11	34
17:00-17:15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	35
17:15-17:30	4	2	0	1	0	0	1	0	2	8	35
17:30-17:45	6	0	0	0	1	0	0	0	1	7	36
17:45-18:00	9	1	0	0	0	0	0	0	0	10	35
										380	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



CONTEO DE TRÁFICO

Vía:	El Deseo - Punta Brava		Sentido:	Ambos		Elaborado por:		Lady Chico	Fecha:	Viernes 26-11-2021	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS						Total	TOTAL	Acumulado por hora
			2D	2DA	2DB	3A	V2DB	V3A			
6:00-6:15	11	1	2	0	0	0	0	0	2	14	
6:15-6:30	8	1	0	2	0	0	2	0	4	13	
6:30-6:45	3	1	1	0	0	1	0	0	2	6	
6:45-7:00	5	2	0	0	0	0	0	0	0	7	40
7:00-7:15	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	36
7:15-7:30	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	32
7:30-7:45	6	0	2	0	1	0	0	1	4	10	36
7:45-8:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	31
8:00-8:15	8	1	0	0	0	0	1	0	1	10	31
8:15-8:30	7	0	0	0	2	0	0	0	2	9	31
8:30-8:45	4	0	0	0	0	0	0	0	0	4	25
8:45-9:00	6	0	1	1	0	0	0	0	2	8	31
9:00-9:15	8	0	0	0	0	0	0	0	0	8	29
9:15-9:30	2	1	0	0	0	0	0	0	0	3	23
9:30-9:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	20
9:45-10:00	5	0	0	2	0	1	0	0	3	8	20
10:00-10:15	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	21
10:15-10:30	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	25
10:30-10:45	6	1	0	0	0	0	0	0	0	7	31
10:45-11:00	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	33
11:00-11:15	4	0	0	0	1	0	0	0	1	5	29
11:15-11:30	3	1	0	0	0	0	0	0	0	4	26
11:30-11:45	8	0	0	1	0	0	0	0	1	9	28
11:45-12:00	9	0	0	1	0	0	1	0	2	11	29
12:00-12:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	26
12:15-12:30	3	0	0	0	0	0	0	0	0	3	25
12:30-12:45	9	2	0	0	1	0	0	0	1	12	28
12:45-13:00	11	0	1	0	1	0	0	0	2	13	30
13:00-13:15	7	0	0	0	0	0	0	0	0	7	35
13:15-13:30	6	0	0	0	0	0	0	0	0	6	38
13:30-13:45	3	0	0	2	0	0	0	0	2	5	31
13:45-14:00	4	1	0	0	0	1	0	0	1	6	24
14:00-14:15	12	0	0	0	0	0	0	0	0	12	29
14:15-14:30	6	0	0	0	2	0	0	0	2	8	31
14:30-14:45	8	0	0	0	0	0	1	0	1	9	35
14:45-15:00	3	0	0	0	0	2	0	0	2	5	34
15:00-15:15	9	0	1	0	0	0	0	0	1	10	32
15:15-15:30	4	0	2	0	2	0	0	0	4	8	32
15:30-15:45	9	0	0	0	0	0	0	0	0	9	32
15:45-16:00	7	0	0	2	1	0	2	0	5	12	39
16:00-16:15	5	2	0	0	0	0	0	0	0	7	36
16:15-16:30	10	0	0	0	0	0	0	0	0	10	38
16:30-16:45	3	0	0	0	0	2	0	0	2	5	34
16:45-17:00	9	0	0	0	0	0	0	1	1	10	32
17:00-17:15	10	0	0	0	2	0	0	0	2	12	37
17:15-17:30	9	1	0	0	0	0	0	0	0	10	37
17:30-17:45	11	0	0	1	0	0	0	0	1	12	44
17:45-18:00	2	0	0	0	0	0	0	0	0	2	36
										379	

ANEXO D. DISEÑO GEOMÉTRICO

ANEXO D1. PUNTOS DE INFLEXIÓN

PUNTOS DE INFLEXIÓN				
IDEN PI	ABSCISADO	ANGULO DE DEFLEXIÓN Δ	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
1	K 23+987.79	43.9820	9,890,152.50	697,304.16
2	K 24+046.70	34.1025	9,890,103.48	697,267.32
3	K 24+098.51	10.7585	9,890,086.34	697,217.47
4	K 24+216.36	4.8591	9,890,027.88	697,115.10
5	K 24+377.73	16.2539	9,889,960.01	696,968.70
6	K 24+509.39	21.4268	9,889,873.29	696,869.38
7	K 24+623.16	65.4466	9,889,771.74	696,816.63
8	K 24+729.78	57.2082	9,889,777.89	696,695.03
9	K 24+809.32	76.6683	9,889,697.09	696,657.99
10	K 24+887.73	99.9384	9,889,724.12	696,578.63
11	K 24+966.99	26.8441	9,889,625.71	696,563.28
12	K 25+062.69	54.1148	9,889,547.57	696,507.11
13	K 25+124.59	81.5252	9,889,547.38	696,443.25
14	K 25+205.56	68.3488	9,889,632.45	696,430.31
15	K 25+379.83	15.2791	9,889,673.51	696,252.47
16	K 25+953.10	10.2780	9,889,665.02	696,039.13
17	K 25+725.60	4.8026	9,889,683.48	695,907.83
18	K 25+913.37	20.9779	9,889,693.95	695,720.35
19	K 26+085.60	54.0981	9,889,641.11	695,555.56
20	K 26+144.06	57.6413	9,889,580.79	695,535.82
21	K 26+315.69	36.2549	9,889,537.30	695,364.42
22	K 26+416.27	29.4226	9,889,575.83	695,269.14
23	K 26+688.94	77.8206	9,889,540.55	694,997.60
24	K 26+838.11	92.3249	9,889,380.60	694,984.24
25	K 27+036.74	46.5162	9,889,408.06	694,763.74
26	K 27+082.04	9.7531	9,889,377.78	694,726.90
27	K 27+112.27	21.1931	9,889,362.82	694,700.63
28	K 27+349.15	21.6540	9,889,327.93	694,466.33
29	K 27+416.60	21.2074	9,889,343.36	694,400.44
30	K 27+548.33	27.4765	9,889,324.93	694,269.66
31	K 27+617.81	47.7012	9,889,348.26	694,203.62
32	K 27+664.81	4.8174	9,889,324.06	694,158.58
33	K 27+700.98	17.6233	9,889,304.32	694,128.26

ANEXO D2. CURVAS CIRCULARES SIMPLES

DATOS DEL ALINEAMIENTO			RADIO DE LA CURVA				
NÚMERO CURVA SIMPLE	IDEN PUNTO INFLEXIÓN	ANGULO DE DEFLEXIÓN Δ	VELOCIDAD ESPECIFICA Ve Km/h	PERALTE MÁXIMO e_{max} %	FACTOR FRICCIÓN f	Radio mínimo R min m	Radio asumido R asumido m
1	1	43.9820	40.00	10.00	0.17	46.66	60.00
2	2	34.1025	40.00	10.00	0.17	46.66	50.00
3	3	10.7585	40.00	10.00	0.17	46.66	55.00
4	5	16.2539	40.00	10.00	0.17	46.66	100.00
5	6	21.4268	40.00	10.00	0.17	46.66	150.00
6	7	65.4466	40.00	10.00	0.17	46.66	50.00
7	11	26.8441	40.00	10.00	0.17	46.66	60.00
8	14	68.3488	40.00	10.00	0.17	46.66	50.00
9	15	15.2791	40.00	10.00	0.17	46.66	150.00
10	16	10.2780	40.00	10.00	0.17	46.66	200.00
11	18	20.9779	40.00	10.00	0.17	46.66	200.00
12	19	54.0981	40.00	10.00	0.17	46.66	65.00
13	20	57.6413	40.00	10.00	0.17	46.66	55.00
14	21	36.2549	40.00	10.00	0.17	46.66	100.00
15	22	29.4226	40.00	10.00	0.17	46.66	100.00
16	24	92.3249	40.00	10.00	0.17	46.66	50.00
17	25	46.5162	40.00	10.00	0.17	46.66	50.00
18	28	21.6540	40.00	10.00	0.17	46.66	50.00
19	29	21.2074	40.00	10.00	0.17	46.66	80.00
20	30	27.4765	40.00	10.00	0.17	46.66	60.00
21	31	47.7012	40.00	10.00	0.17	46.66	80.00
22	33	17.6233	40.00	10.00	0.17	46.66	100.00

ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE						
NÚMERO CURVA SIMPLE	GRADO DE CURVATURA	LONGITUD L	TANGENTE T	EXTERNAL E	ORDENADA MEDIA M	CUERDA LARGA LC
	o	m	m	m	m	m
1	19.10	46.06	24.23	4.71	4.37	44.94
2	22.92	29.76	15.34	2.30	2.20	29.32
3	20.83	10.33	5.18	0.24	0.24	10.31
4	11.46	28.37	14.28	1.01	1.00	28.27
5	7.64	56.10	28.38	2.66	2.61	55.77
6	22.92	57.11	32.13	9.43	7.94	54.06
7	19.10	28.11	14.32	1.68	1.64	27.85
8	22.92	59.65	33.95	10.44	8.63	56.17
9	7.64	40.00	20.12	1.34	1.33	39.88
10	5.73	35.88	17.99	0.81	0.80	35.83
11	5.73	73.23	37.03	3.40	3.34	72.82
12	17.63	61.37	33.19	7.98	7.11	59.12
13	20.83	55.33	30.26	7.78	6.81	53.03
14	11.46	63.28	32.74	5.22	4.96	62.23
15	11.46	51.35	26.26	3.39	3.28	50.79
16	22.92	80.57	52.07	22.19	15.37	72.13
17	22.92	40.59	21.49	4.42	4.06	39.49
18	22.92	18.90	9.56	0.91	0.89	18.78
19	14.32	29.61	14.98	1.39	1.37	29.44
20	19.10	28.77	14.67	1.77	1.72	28.50
21	14.32	66.60	35.37	7.47	6.83	64.70
22	11.46	30.76	15.50	1.19	1.18	30.64

ANEXO D3. CURVAS ESPIRALES

DATOS DEL ALINEAMIENTO			RADIO DE LA CURVA				DATOS DE LA ESPIRAL							
NÚMERO CURVA	IDEN PUNTO INFLEXIÓN	ANGULO DE DEFLEXIÓN Δ	VELOCIDAD ESPECIFICA Ve Km/h	PERALTE MÁXIMO e _{max} %	FACTOR FRICCIÓN f	Radio mínimo R min m	ANGULO DEFLEXIÓN ESPIRAL θ e o	LONGITUD MÍNIMA TRANSICIÓN (GENERAL) m	LONGITUD MÍNIMA TRANSICIÓN (CLASE III) m	LONGITUD TRANSICIÓN ASUMIDA m	RADIO CALCULADO m	TANGENTE CURVA E-E Te m	EXTERNA CURVA E-E Ee m	LONGITUD CURVA E-E LCe m
1	8	57.2082	40.00	10.00	0.17	46.66	28.6041	55.01	20.68	55.00	55.09	58.55	10.24	110.00
2	9	76.6683	40.00	10.00	0.17	46.66	38.3342	18.60	81.96	37.30	27.87	42.04	10.27	74.60
3	10	99.9384	40.00	10.00	0.17	46.66	49.9692	39.94	49.75	40.00	22.93	50.17	17.12	80.00
4	12	54.1148	40.00	10.00	0.17	46.66	27.0574	15.02	71.65	30.00	31.77	31.71	5.22	60.00
5	13	81.5252	40.00	10.00	0.17	46.66	40.7626	14.94	108.50	55.00	38.66	63.12	16.61	110.00
6	23	77.8206	40.00	10.00	0.17	46.66	38.9103	42.51	36.40	30.00	22.09	33.95	8.44	60.00

ANEXO D4. LONGITUD DE TRANSICIÓN Y APLANAMIENTO

IDEN CURVA	TIPO DE CURVA	VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve km/h	RADIO CURVA R m	LONGITUD					PERLATE INICIO ei %	PERALTE FINAL		PENDIENTE RANPA PERALTES Δs %
				TANGENTE INICIO	TANGENTE SALIDA	CURVA CIRCULAR	ESPIRAL INICIO	ESPIRAL SALIDA		VER ANEXO TABLA e d	ANEXAR DEL C3D e d	
				m	m	m	m	m		%	%	
1	C_CIRCULAR	40.00	60.00	32.37	21.74	46.06			2.00	10.00	9.60	0.96
2	C_CIRCULAR	40.00	50.00	21.74	32.21	29.76			2.00	10.00	9.60	0.96
3	C_CIRCULAR	40.00	55.00	32.21	112.71	10.33			2.00	10.00	9.60	0.96
4	C_CIRCULAR	40.00	100.00	147.10	89.19	28.37			2.00	10.00	10.00	0.96
5	C_CIRCULAR	40.00	150.00	89.19	53.93	56.10			2.00	10.00	10.00	0.96
6	C_CIRCULAR	40.00	50.00	53.93	29.33	57.11			2.00	10.00	10.00	0.96
7	C_ESP_ESP	40.00					55.00	55.00	2.00	10.00	10.00	0.96
8	C_ESP_ESP	40.00					37.30		2.00	10.00	10.00	0.96
9	C_ESP_ESP	40.00					40.00	40.00	2.00	10.00	10.00	0.96
10	C_CIRCULAR	40.00	60.00	32.75	56.68	35.93			2.00	10.00	10.00	0.96
11	C_ESP_ESP	40.00					30.00	30.00	2.00	10.00	10.00	0.96
12	C_ESP_ESP	40.00	50.00	39.66	128.45	59.65			2.00	10.00	10.00	0.96
13	C_CIRCULAR	40.00	150.00	128.45	175.40	40.00			2.00	10.00	10.00	0.96
14	C_CIRCULAR	40.00	200.00	175.40	114.61	35.88			2.00	10.00	6.00	0.96
15	C_CIRCULAR	40.00	200.00	152.92	102.69	69.01			2.00	10.00	5.00	0.96
16	C_CIRCULAR	40.00	65.00	102.69	0.13	64.57			2.00	10.00	9.40	0.96
17	C_CIRCULAR	40.00	55.00	0.13	112.81	56.88			2.00	10.00	9.40	0.96
18	C_CIRCULAR	40.00	100.00	112.81	43.79	63.28			2.00	10.00	9.40	0.96
19	C_CIRCULAR	40.00	100.00	43.79	195.14	51.35			2.00	10.00	9.40	0.96
20	C_CIRCULAR	40.00	50.00						2.00	10.00	9.40	0.96
21	C_ESP_ESP	40.00					55.00		2.00	10.00	10.00	0.96
22	C_CIRCULAR	40.00	50.00	64.54	148.63	80.57			2.00	10.00	10.00	0.96
23	C_CIRCULAR	40.00	50.00	148.63	26.20	40.59			2.00	10.00	9.60	0.96
24	C_CIRCULAR	40.00	80.00	227.31	43.14	18.90			2.00	10.00	9.60	0.96
25	C_CIRCULAR	40.00	60.00	43.14	102.43	29.61			2.00	10.00	9.60	0.96
26	C_CIRCULAR	40.00	60.00	102.43	20.00	28.77			2.00	10.00	9.60	0.96
27	C_CIRCULAR	40.00	80.00	20.00	15.76	66.60			2.00	10.00	9.60	0.96
28	C_CIRCULAR	40.00	100.00	20.67	39.61	30.76			2.00	10.00	9.60	0.96

IDEN CURVA	TIPO DE CURVA	NÚMERO CARRILES GIRAN n l	FACTOR AJUSTE bw	ANCHO CARRIL a m	LONGITUD	LONGITUD	NOTA	LONGITUD	LONGITUD
					TRANSICIÓN L m	MÍNIMA TRANSICIÓN Lmin m		TRANSICIÓN ASUMIDA L m	APLANAMIE NTO N m
1	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
2	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
3	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
4	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
5	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
6	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
7	C_ESP_ESP	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
8	C_ESP_ESP	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
9	C_ESP_ESP	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
10	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
11	C_ESP_ESP	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
12	C_ESP_ESP	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
13	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
14	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	18.75	22.40	AUMENTAR	23.00	7.67
15	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	15.63	22.40	AUMENTAR	23.00	9.20
16	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	29.38	22.40	CORRECTO	30.00	6.38
17	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	29.38	22.40	CORRECTO	30.00	6.38
18	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	29.38	22.40	CORRECTO	30.00	6.38
19	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	29.38	22.40	CORRECTO	30.00	6.38
20	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	29.38	22.40	CORRECTO	30.00	6.38
21	C_ESP_ESP	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
22	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	31.25	22.40	CORRECTO	32.00	6.40
23	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
24	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
25	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
26	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
27	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25
28	C_CIRCULAR	1.00	1.00	3.00	30.00	22.40	CORRECTO	30.00	6.25

ANEXO D5. SOBREANCHO

	TIPO DE CURVA	VELOCIDAD ESPECÍFICA Ve km/h	RADIO CURVA R m	NUMERO CARRILES n %	LONG. VEH. FRONTAL AL EJE POSTERIOR L m	SOBRE ANCHO CARRIL INTERIOR S m	VALOR MÍNIMO DE SOBRE ANCHO Smin m	FACTOR DE REDUCCIÓN	SOBRE ANCHO ASUMIDO Sa m	SOBREANCHO		LONGITUD DESARROLLO SOBRESANCHO ASUMIDO L m
										LONGITUD TRANSICIÓN PERALTE L m	LONGITUD TRANSICIÓN TABLA L m	
1	C_CIRCULAR	40.00	60.00	2	6.00	1.12	0.40	0.38	0.43	30.00	55.00	55.00
2	C_CIRCULAR	40.00	50.00	2	6.00	1.29	0.40	0.38	0.49	30.00	55.00	55.00
3	C_CIRCULAR	40.00	55.00	2	6.00	1.20	0.40	0.38	0.46	30.00	55.00	55.00
4	C_CIRCULAR	40.00	100.00	2	6.00	0.76	0.40	0.38	0.29	32.00	55.00	55.00
5	C_CIRCULAR	40.00	150.00	2	6.00	0.57	0.40	0.38	0.22	32.00	55.00	55.00
6	C_CIRCULAR	40.00	50.00	2	6.00	1.29	0.40	0.38	0.49	32.00	55.00	55.00
7	C_CIRCULAR	40.00	60.00	2	6.00	1.12	0.40	0.38	0.43	32.00	55.00	55.00
8	C_CIRCULAR	40.00	150.00	2	6.00	0.57	0.40	0.38	0.22	32.00	55.00	55.00
9	C_CIRCULAR	40.00	200.00	2	6.00	0.46	0.40	0.38	0.17	23.00	55.00	55.00
10	C_CIRCULAR	40.00	200.00	2	6.00	0.46	0.40	0.38	0.17	23.00	55.00	55.00
11	C_CIRCULAR	40.00	65.00	2	6.00	1.05	0.40	0.38	0.40	30.00	55.00	55.00
12	C_CIRCULAR	40.00	55.00	2	6.00	1.20	0.40	0.38	0.46	30.00	55.00	55.00
13	C_CIRCULAR	40.00	100.00	2	6.00	0.76	0.40	0.38	0.29	30.00	55.00	55.00
14	C_CIRCULAR	40.00	100.00	2	6.00	0.76	0.40	0.38	0.29	30.00	55.00	55.00
15	C_CIRCULAR	40.00	50.00	2	6.00	1.29	0.40	0.38	0.49	30.00	55.00	55.00
16	C_CIRCULAR	40.00	50.00	2	6.00	1.29	0.40	0.38	0.49	32.00	55.00	55.00
17	C_CIRCULAR	40.00	50.00	2	6.00	1.29	0.40	0.38	0.49	30.00	55.00	55.00
18	C_CIRCULAR	40.00	50.00	2	6.00	1.29	0.40	0.38	0.49	30.00	55.00	55.00
19	C_CIRCULAR	40.00	60.00	2	6.00	1.12	0.40	0.38	0.43	30.00	55.00	55.00
20	C_CIRCULAR	40.00	60.00	2	6.00	1.12	0.40	0.38	0.43	30.00	55.00	55.00
21	C_CIRCULAR	40.00	80.00	2	6.00	0.90	0.40	0.38	0.34	30.00	55.00	55.00
22	C_CIRCULAR	40.00	100.00	2	6.00	0.76	0.40	0.38	0.29	30.00	55.00	55.00

ANEXO D6. TANGENTES

TANGENTES HORIZONTALES							
IDEN	ABSCISADO		LONGITUD TANGENTE (m)	VELOCIDAD DISEÑO (km/h)	LONGITUD MINIMA		LONGITUD MÁXIMA (m)
	INICIO	FINAL			L s (m)	L o (m)	
1	23931.19	23963.561	32.37	40.00	55.60	111.20	668.00
2	24009.618	24031.362	21.74	40.00	55.60	111.20	668.00
3	24061.122	24093.328	32.21	40.00	55.60	111.20	668.00
4	24103.655	24216.362	112.71	40.00	55.60	111.20	668.00
5	24216.362	24363.452	147.09	40.00	55.60	111.20	668.00
6	24391.82	24481.01	89.19	40.00	55.60	111.20	668.00
7	24537.105	24593.178	56.07	40.00	55.60	111.20	668.00
8	24647.193	24671.229	24.04	40.00	55.60	111.20	668.00
9	24818.929	24837.56	18.63	40.00	55.60	111.20	668.00
10	24917.56	24952.67	35.11	40.00	55.60	111.20	668.00
11	24980.781	25041.664	60.88	40.00	55.60	111.20	668.00
12	25071.664	25101.952	30.29	40.00	55.60	111.20	668.00
13	25131.952	25171.613	39.66	40.00	55.60	111.20	668.00
14	25231.259	25359.711	128.45	40.00	55.60	111.20	668.00
15	25399.712	25575.115	175.40	40.00	55.60	111.20	668.00
16	25610.992	25725.599	114.61	40.00	55.60	111.20	668.00
17	25725.599	25876.345	150.75	40.00	55.60	111.20	668.00
18	25949.57	26052.407	102.84	40.00	55.60	111.20	668.00
19	26169.127	26282.953	113.83	40.00	55.60	111.20	668.00
20	26346.229	26390.015	43.79	40.00	55.60	111.20	668.00
21	26441.367	26636.505	195.14	40.00	55.60	111.20	668.00
22	26721.505	26786.044	64.54	40.00	55.60	111.20	668.00
23	26866.612	27015.247	148.63	40.00	55.60	111.20	668.00
24	27055.84	27082.04	26.20	40.00	55.60	111.20	668.00
25	27082.04	27112.274	30.23	40.00	55.60	111.20	668.00
26	27112.274	27339.589	227.31	40.00	55.60	111.20	668.00
27	27112.274	27339.589	227.31	40.00	55.60	111.20	668.00
28	27358.485	27401.624	43.14	40.00	55.60	111.20	668.00
29	27431.235	27533.662	102.43	40.00	55.60	111.20	668.00
30	27562.435	27582.438	20.00	40.00	55.60	111.20	668.00
31	27649.042	27664.806	15.76	40.00	55.60	111.20	668.00
32	27664.806	27685.477	20.67	40.00	55.60	111.20	668.00
33	27716.236	27755.849	39.61	40.00	55.60	111.20	668.00

ANEXO D7. CURVAS VERTICALES

CURVA VERTICAL CONVEXA											
No CURVA CONVEXA	GRADIENTES		DIFERENCIA ALGEBRAICA A	VELOCIDAD ESPECIFICA km/h	DISTANCIA VISIBILIDAD S	COEFICIENTE K		LONGITUD CURVA CONVEXA			
	P1 o G1 %	P2 o G2 %				CALCULADO	ASUMIDO	L minimo m	L m	L1 m	L2 m
1	3.15	-5.41	8.56	40.00	40.00	3.76	9.57	24.00	81.92	61.00	37.75
2	10.23	-11.19	21.42	40.00	40.00	3.76	12.54	24.00	268.61	134.31	134.31
3	11.63	-13.39	25.02	40.00	40.00	3.76	6.00	24.00	150.12	100.00	50.00
4	-2.92	-12.28	9.36	40.00	40.00	3.76	18.82	24.00	176.16	88.08	88.08
5	9.28	-9.56	18.84	40.00	40.00	3.76	7.74	24.00	145.82	72.91	72.91
6	0.53	-4.52	5.05	40.00	40.00	3.76	27.80	24.00	140.39	70.20	70.20

CURVA VERTICAL CONCAVA											
No CURVA CONCAVA	GRADIENTES		DIFERENCIA ALGEBRAICA A	VELOCIDAD ESPECIFICA km/h	DISTANCIA VISIBILIDAD S	COEFICIENTE K		LONGITUD CURVA CONCAVAS SIMETRICAS			
	P1 o G1 %	P2 o G2 %				CALCULADO	ASUMIDO	L minimo m	L m	L1 m	L2 m
1	-13.71	3.15	16.86	40.00	40.00	6.11	7.25	24.00	122.24	80.30	41.90
2	-5.41	10.23	15.64	40.00	40.00	6.11	13.65	24.00	213.49	106.75	106.75
3	-11.19	11.63	22.82	40.00	40.00	6.11	6.08	24.00	138.75	69.38	69.38
4	-13.39	-2.92	10.47	40.00	40.00	6.11	8.06	24.00	84.39	42.20	42.20
5	-12.28	9.28	21.56	40.00	40.00	6.11	6.77	24.00	145.96	72.98	72.98
6	-9.46	0.53	9.99	40.00	40.00	6.11	19.79	24.00	197.70	98.85	98.85

ANEXO D8. VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Abscisa	Área de relleno (m ²)	Área de corte (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno (m ³)	Volumen acumulado de corte (m ³)
23+931.19	3	1.26	0	0	0	0
23+940.00	1.91	3.94	21.61	22.91	21.61	22.91
23+960.00	0.93	7.22	28.42	111.63	50.03	134.54
23+980.00	2.17	4.04	33.02	109.41	83.05	243.95
24+000.00	8.78	1.16	114.23	49.2	197.28	293.15
24+020.00	28.9	0	382.08	11.13	579.37	304.28
24+040.00	72.74	0	992.61	0	1571.97	304.28
24+060.00	72.21	0	1363.22	0	2935.19	304.28
24+080.00	47.16	0	1190.25	0	4125.44	304.28
24+100.00	10.89	0.06	587.8	0.6	4713.25	304.88
24+120.00	2.42	1.85	133.88	18.84	4847.12	323.72
24+140.00	2.83	0.74	52.51	25.87	4899.63	349.59
24+160.00	6.53	0.02	93.63	7.58	4993.26	357.17
24+180.00	6.54	0.03	130.76	0.52	5124.02	357.69
24+200.00	1.33	0.36	78.77	3.94	5202.78	361.63
24+220.00	0	4.87	13.38	52.39	5216.16	414.01
24+240.00	3.56	0.21	35.62	50.8	5251.78	464.81
24+260.00	16.72	0	202.81	2.08	5454.59	466.89
24+280.00	25.95	0	426.71	0	5881.3	466.89
24+300.00	24.16	0	501.09	0	6382.39	466.89
24+320.00	15.56	0	397.22	0	6779.61	466.89
24+340.00	8.15	0.55	237.11	5.52	7016.72	472.41
24+360.00	9.27	0.19	174.17	7.41	7190.89	479.82
24+380.00	5.8	1.55	153.35	16.7	7344.24	496.52
24+400.00	2.05	4.32	79.87	57.32	7424.11	553.84
24+420.00	3.34	2.88	53.9	72.02	7478.01	625.86
24+440.00	25.51	0	288.48	28.8	7766.49	654.67
24+460.00	48.35	0	738.6	0	8505.09	654.67
24+480.00	31.65	0	799.95	0	9305.04	654.67
24+500.00	11.48	0.46	437.79	4.4	9742.83	659.06
24+520.00	17.6	0.14	295.26	5.78	10038.1	664.84
24+540.00	37.37	0	557.74	1.4	10595.84	666.24
24+560.00	64.1	0	1014.76	0	11610.6	666.24
24+580.00	74	0	1381.07	0	12991.67	666.24
24+600.00	51.13	0	1214.97	0	14206.65	666.24
24+620.00	68.82	0	1123.9	0	15330.55	666.24
24+640.00	22.75	1.5	846.69	16.69	16177.24	682.93
24+660.00	7.39	7.57	290.52	93.65	16467.76	776.58
24+680.00	0.37	12.95	77.63	205.17	16545.39	981.74
24+700.00	0	24.82	3.85	372.44	16549.24	1354.18
24+720.00	0	23.13	0	467.35	16549.24	1821.53



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Abscisa	Área de relleno (m ²)	Área de corte (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno (m ³)	Volumen acumulado de corte (m ³)
24+740.00	0	32.64	0	541.45	16549.24	2362.98
24+760.00	0	54.72	0	859.08	16549.24	3222.07
24+780.00	0	69.63	0	1233.4	16549.24	4455.47
24+800.00	0	24.27	0	981.68	16549.24	5437.15
24+820.00	5.53	1.24	48.45	301.3	16597.69	5738.45
24+840.00	1.43	17.85	69.64	190.95	16667.33	5929.4
24+860.00	0	29.5	15.4	451.62	16682.73	6381.02
24+880.00	0.26	14.13	3.08	391.1	16685.81	6772.12
24+900.00	0	39.21	3.01	483.9	16688.82	7256.02
24+920.00	8.69	7.07	89.54	450.4	16778.36	7706.42
24+940.00	34.39	0.5	430.8	75.66	17209.16	7782.07
24+960.00	30.09	0.08	628.17	5.94	17837.33	7788.02
24+980.00	31.6	2.34	578.7	26.43	18416.03	7814.45
25+000.00	37.14	0.61	687.41	29.53	19103.44	7843.98
25+020.00	34.83	0	719.75	6.17	19823.19	7850.15
25+040.00	21.5	0.01	563.33	0.11	20386.52	7850.26
25+060.00	41.37	0	601.62	0.08	20988.14	7850.34
25+080.00	49.39	0	878.21	0	21866.35	7850.34
25+100.00	9.31	0	587.07	0	22453.42	7850.34
25+120.00	0	61.67	95.44	626.37	22548.86	8476.71
25+140.00	0	183.76	0	2947.28	22548.86	11423.99
25+160.00	0	158.23	0	3419.86	22548.86	14843.85
25+180.00	2.23	32.77	23.4	1810.85	22572.26	16654.7
25+200.00	4.27	14.09	70.49	431.23	22642.74	17085.93
25+220.00	0.37	9.93	49.65	221.98	22692.39	17307.92
25+240.00	0	29.38	3.87	388.33	22696.26	17696.25
25+260.00	0	38.73	0	681.11	22696.26	18377.36
25+280.00	0	12.93	0.04	516.52	22696.31	18893.88
25+300.00	35.8	0	358.02	129.25	23054.32	19023.13
25+320.00	41.16	0	769.57	0	23823.89	19023.13
25+340.00	20.68	0.61	618.4	6.13	24442.29	19029.27
25+360.00	4.21	16.98	248.96	175.89	24691.25	19205.15
25+380.00	2.59	18.83	69.79	348.33	24761.04	19553.49
25+400.00	22.99	1.69	261.52	199.72	25022.55	19753.21
25+420.00	106.66	0	1296.45	16.93	26319.01	19770.14
25+440.00	79.36	0	1860.2	0	28179.2	19770.14



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Abscisa	Área de relleno (m ²)	Área de corte (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno (m ³)	Volumen acumulado de corte (m ³)
25+460.00	36.67	0	1160.28	0	29339.48	19770.14
25+480.00	0	4.54	366.67	45.42	29706.15	19815.56
25+500.00	0.04	3.53	0.43	80.74	29706.59	19896.3
25+520.00	1	2.23	10.48	57.63	29717.06	19953.93
25+540.00	0.54	13.17	15.41	154.03	29732.48	20107.96
25+560.00	0.61	9.38	11.43	225.54	29743.91	20333.5
25+580.00	4.46	4.1	50.36	135.51	29794.27	20469.01
25+600.00	10.72	1.72	148.91	59.55	29943.18	20528.56
25+620.00	0.17	22.86	107.94	248.02	30051.12	20776.57
25+640.00	0	109.83	1.74	1326.89	30052.86	22103.46
25+660.00	0	120.36	0	2301.94	30052.86	24405.41
25+680.00	0	149.18	0	2695.37	30052.86	27100.78
25+700.00	0	126.24	0	2754.19	30052.86	29854.97
25+720.00	0	45.16	0	1714.03	30052.86	31569
25+740.00	34.7	1.25	356.46	460.96	30409.31	32029.96
25+760.00	101.81	0	1365.1	12.5	31774.41	32042.47
25+780.00	128.13	0	2299.38	0	34073.79	32042.47
25+800.00	95.84	0	2239.68	0	36313.47	32042.47
25+820.00	65.57	0	1614.11	0	37927.58	32042.47
25+840.00	37.89	0	1034.62	0	38962.19	32042.47
25+860.00	21.64	0	595.31	0	39557.51	32042.47
25+880.00	23	0	447.23	0	40004.74	32042.47
25+900.00	5.59	0.64	289.2	6.18	40293.94	32048.65
25+920.00	0	28.12	56.76	283.02	40350.7	32331.67
25+940.00	0	79.46	0	1060.33	40350.7	33391.99
25+960.00	0	100.48	0	1790.77	40350.7	35182.77
25+980.00	0	98.73	0	1992.15	40350.7	37174.91
26+000.00	0	98.9	0	1976.37	40350.7	39151.28
26+020.00	0	93.57	0	1924.71	40350.7	41075.99
26+040.00	0	56.93	0	1504.95	40350.7	42580.94
26+060.00	0	23.6	0	801.92	40350.7	43382.86
26+080.00	0.37	56.02	4.05	769.59	40354.75	44152.45
26+100.00	24.68	3.85	266.22	572.84	40620.97	44725.3
26+120.00	99.53	0	1255.87	37.67	41876.83	44762.97
26+140.00	69.47	0	1638.46	0	43515.3	44762.97
26+160.00	13.92	5.28	803.77	57.04	44319.07	44820.01
26+180.00	5.22	8.53	184.74	142.93	44503.81	44962.94
26+200.00	0.77	7.25	59.93	157.83	44563.74	45120.76
26+220.00	0	16.64	7.73	238.84	44571.47	45359.61
26+240.00	0	32.75	0	493.9	44571.47	45853.51
26+260.00	0	53.14	0	858.96	44571.47	46712.46



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Abscisa	Área de relleno (m ²)	Área de corte (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno (m ³)	Volumen acumulado de corte (m ³)
26+280.00	0	62.48	0	1156.26	44571.47	47868.72
26+300.00	0	63.98	0	1297.82	44571.47	49166.54
26+320.00	0	23.51	0	896.96	44571.47	50063.5
26+340.00	0	6.49	0	301.39	44571.47	50364.89
26+360.00	1.3	0.42	12.95	69.24	44584.42	50434.13
26+380.00	1.16	0.95	24.61	13.74	44609.03	50447.88
26+400.00	0	14.09	11.7	149.8	44620.74	50597.68
26+420.00	0	22.94	0	367.58	44620.74	50965.26
26+440.00	0	19.1	0	417.14	44620.74	51382.4
26+460.00	0	10.53	0	296.3	44620.74	51678.7
26+480.00	0	5.66	0	161.89	44620.74	51840.59
26+500.00	0.01	1.01	0.06	66.66	44620.8	51907.24
26+520.00	7.25	0	72.54	10.09	44693.33	51917.33
26+540.00	26.25	0	334.96	0	45028.3	51917.33
26+560.00	33.87	0	601.19	0	45629.49	51917.33
26+580.00	35.36	0	692.35	0	46321.84	51917.33
26+600.00	38.53	0	738.98	0	47060.82	51917.33
26+620.00	51.37	0	899.06	0	47959.88	51917.33
26+640.00	67.61	0	1189.79	0	49149.67	51917.33
26+660.00	106.42	0	1760.02	0	50909.69	51917.33
26+680.00	94.52	0	2064.52	0	52974.21	51917.33
26+700.00	67.73	0	1656.61	0	54630.83	51917.33
26+720.00	42.44	0	1108.44	0	55739.27	51917.33
26+740.00	22.45	0	648.91	0	56388.18	51917.33
26+760.00	6.37	0	288.21	0.02	56676.39	51917.35
26+780.00	0	17.19	63.71	171.87	56740.1	52089.23
26+800.00	0	40.39	0	578.11	56740.1	52667.34
26+820.00	0	59.23	0	998.75	56740.1	53666.09
26+840.00	0	61.8	0	1211.82	56740.1	54877.91
26+860.00	0	50.34	0	1121.23	56740.1	55999.14
26+880.00	0	31.8	0	821.33	56740.1	56820.47
26+900.00	0	13.57	0	453.71	56740.1	57274.18
26+920.00	4.49	0.07	44.88	136.44	56784.97	57410.62
26+940.00	19.84	0	243.31	0.71	57028.28	57411.33
26+960.00	27.6	0	474.41	0	57502.7	57411.33
26+980.00	29.34	0	569.4	0	58072.1	57411.33
27+000.00	31.95	0	612.95	0	58685.05	57411.33
27+020.00	39.17	0	716.7	0	59401.75	57411.33
27+040.00	46.31	0	879.71	0	60281.46	57411.33
27+060.00	100.69	0	1500.82	0	61782.28	57411.33
27+080.00	182.14	0	2828.33	0	64610.62	57411.33



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL





VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Abscisa	Área de relleno (m ²)	Área de corte (m ²)	Volumen de relleno (m ³)	Volumen de corte	Volumen acumulado de relleno (m ³)	Volumen acumulado de corte (m ³)
27+100.00	59.29	0	2435.12	0	67045.74	57411.33
27+120.00	63.71	0	1223.53	0	68269.27	57411.33
27+140.00	6.1	0.03	698.07	0.26	68967.35	57411.59
27+160.00	0	24.65	61.02	246.73	69028.37	57658.32
27+180.00	0	40.65	0	653.02	69028.37	58311.34
27+200.00	0	46.2	0	868.59	69028.37	59179.93
27+220.00	0	47.1	0	933.08	69028.37	60113.01
27+240.00	0	44.06	0	911.64	69028.37	61024.65
27+260.00	0	40.89	0	849.57	69028.37	61874.22
27+280.00	0	28.62	0	695.18	69028.37	62569.39
27+300.00	0	24.26	0	528.78	69028.37	63098.18
27+320.00	0	14.75	0	390.09	69028.37	63488.27
27+340.00	0	22.32	0	370.7	69028.37	63858.97
27+360.00	0	34.81	0	571.66	69028.37	64430.62
27+380.00	0	39.88	0	746.86	69028.37	65177.49
27+400.00	0	30.8	0	706.76	69028.37	65884.25
27+420.00	0	13.32	0	437.34	69028.37	66321.59
27+440.00	1.14	2.89	11.67	160.11	69040.04	66481.7
27+460.00	2.96	1.87	40.97	47.59	69081.01	66529.29
27+480.00	3.5	2.59	64.59	44.64	69145.6	66573.93
27+500.00	4.78	3.39	82.81	59.85	69228.42	66633.79
27+520.00	4.19	2.51	89.69	59.08	69318.11	66692.87
27+540.00	2.27	7.1	63.59	98.13	69381.7	66791
27+560.00	19.88	0.82	216.9	84.49	69598.61	66875.49
27+580.00	39.64	0	593.86	8.34	70192.46	66883.82
27+600.00	52.68	0	940.87	0	71133.33	66883.82
27+620.00	74.08	0	1304.4	0	72437.73	66883.82
27+640.00	69.27	0	1473.84	0	73911.58	66883.82
27+660.00	44.37	0	1148.17	0	75059.75	66883.82
27+680.00	28.73	0	734.79	0	75794.54	66883.82
27+700.00	24.8	0	533.93	0	76328.46	66883.82
27+720.00	15.45	0	403.46	0	76731.93	66883.82
27+740.00	5.24	0.07	206.93	0.72	76938.86	66884.55
27+755.85	0	2.48	41.57	20.23	76980.43	66904.78

ANEXO E. ENSAYO DE SUELOS

ANEXO E1. CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL									
CONTENIDO DE HUMEDAD NATURAL									
TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”									
Fecha:	26 de Abril de 2022			Normas:	AASHTO T 265				
Realizado por:	Lady Chico				ASTM D 2216 - 71				
					INEN 690				
1.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD									
Muestra		1		2		3		4	
Abscisa		KM 5+00		KM 6+00		KM 7+00		KM 8+00	
Recipiente Número		7	24	6	60	95	51	41	32
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	59.40	61.07	75.79	77.03	78.61	64.02	146.53	164.38
Peso seco + recipiente	Ws + rec	48.39	47.56	56.95	59.64	63.39	52.96	138.66	155.28
Peso recipiente	rec	28.79	24.18	24.78	31.18	33.45	30.37	31.08	26.45
Peso del agua	Ww	11.01	13.51	18.84	17.39	15.22	11.06	7.87	9.10
Peso de los sólidos	WS	19.60	23.38	32.17	28.46	29.94	22.59	107.58	128.83
Contenido de humedad	ω%	56.17	57.78	58.56	61.10	50.84	48.96	7.32	7.06
Contenido de humedad promedio	ω%	56.98		59.83		49.90		7.19	

ANEXO E2. GRANULOMETRÍA



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



GRANULOMETRÍA

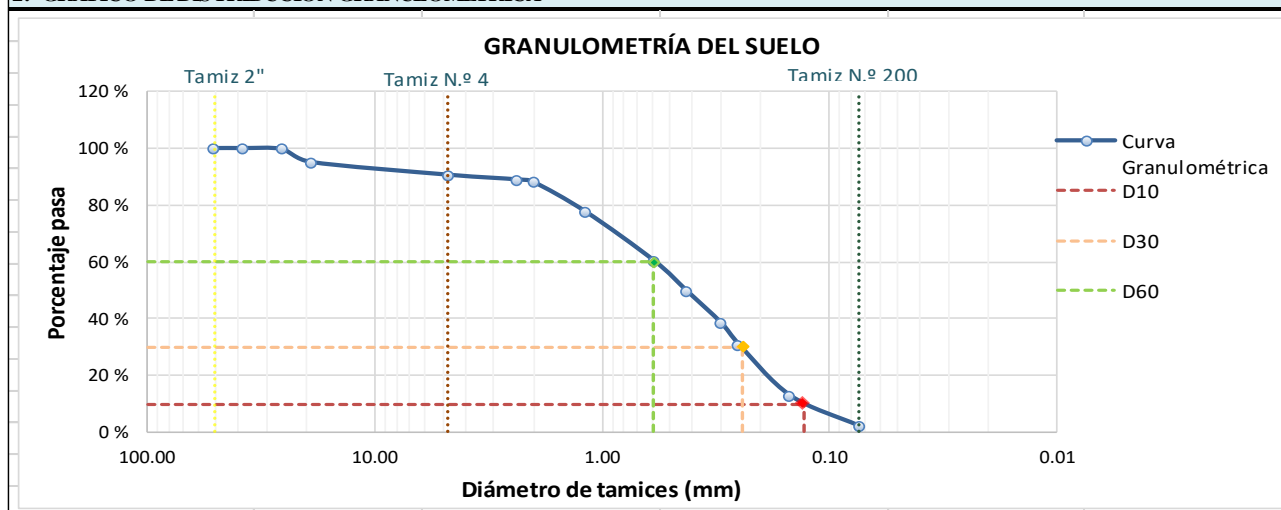
TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Muestra:	1	Fecha: 27 Abril de 2022	Norma:	AASHTO T-88
Abscisa:	24+500			ASTM D-421-58
Elaborado por:	Lady Chico	Muestra inicial (gr):	1000	INEN 696

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/TAMIZ gr	PESO RET/ACUM gr	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	3.26	3.26	0.33	99.67
¾"	19.10	45.32	48.58	4.86	95.14
N.º 4	4.76	44.90	93.48	9.35	90.65
PASA N.º 4		906.52	906.52	90.65	9.35
N.º 8	2.38	8.30	8.30	1.67	88.98
N.º 10	2.00	4.64	12.94	2.61	88.04
N.º 16	1.18	51.77	64.71	13.05	77.61
N.º 30	0.59	85.60	150.31	30.30	60.35
N.º 40	0.425	52.15	202.46	40.82	49.83
N.º 50	0.30	55.96	258.42	52.10	38.55
N.º 60	0.25	38.01	296.43	59.76	30.89
N.º 100	0.149	88.79	385.22	77.67	12.99
N.º 200	0.074	52.94	438.16	88.34	2.31
PASA N.º 200		11.47	11.47	2.31	
TOTAL (gr)			1000		
Peso del cuarteo (gr)			449.63		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS

Diámetro Efectivo (D10) (mm)	0.13	Fraciones de partículas	
Diámetro Equiparable (D30) (mm)	0.24	Grava (%)	11.96
Diámetro Dimensional (D60) (mm)	0.59	Arena (%)	85.73
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	4.54	Finos (%)	2.31
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.75		



GRANULOMETRÍA

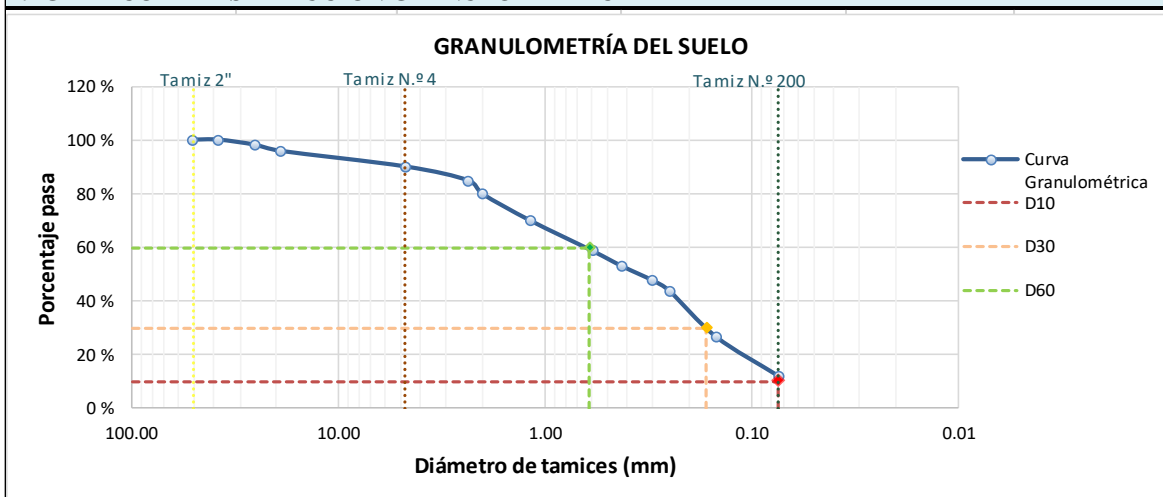
TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	2	Fecha: 27 Abril de 2022	Norma:	AASHTO T-88
Abscisa:	25+500			ASTM D-421-58
Elaborado por:	Lady Chico	Muestra inicial (gr):	1000	INEN 696

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/TAMIZ g	PESO RET/ACUM g	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	18.85	18.85	1.89	98.12
¾"	19.10	22.79	41.64	4.16	95.84
N.º 4	4.76	57.93	99.57	9.96	90.04
PASA N.º 4		900.43	900.43	90.04	9.96
N.º 8	2.36	27.02	27.02	5.18	84.86
N.º 10	2.00	26.77	53.79	10.32	79.72
N.º 16	1.18	51.09	104.88	20.12	69.92
N.º 30	0.59	58.81	163.69	31.40	58.64
N.º 40	0.425	29.52	193.21	37.06	52.98
N.º 50	0.30	28.24	221.45	42.48	47.56
N.º 60	0.25	20.03	241.48	46.32	43.72
N.º 100	0.149	88.49	329.97	63.30	26.75
N.º 200	0.074	76.46	406.43	77.96	12.08
PASA N.º 200		62.98	62.98	12.08	
TOTAL (gr)			1000		
Peso del cuarteo (gr)			469.41		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS

Diámetro Efectivo (D10) (mm)	0.074	Fraciones de partículas	
Diámetro Equiparable (D30) (mm)	0.165	Grava (%)	20.28
Diámetro Dimensional (D60) (mm)	0.61	Arena (%)	67.64
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	8.24	Finos (%)	12.08
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.60		



GRANULOMETRÍA

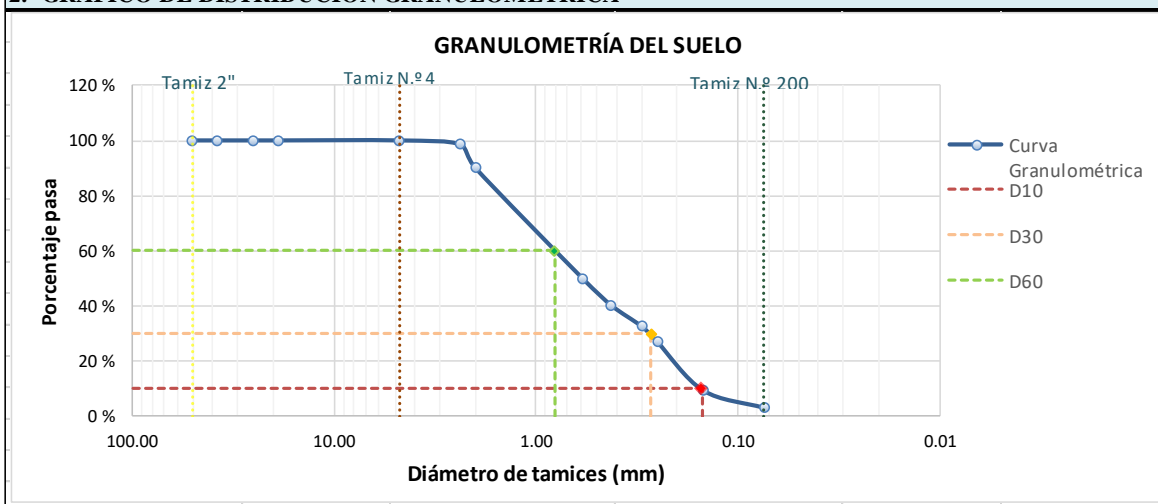
TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	3	Fecha: 27 Abril de 2022	Norma:	AASHTO T-88
Abscisa:	26+500			ASTM D-421-58
Elaborado por:	Lady Chico	Muestra inicial (gr):	1000	INEN 696

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/TAMIZ gr	PESO RET/ACUM gr	% RETENIDO	% QUEPASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	0.00	0.00	0.00	100.00
1"	25.40	0.00	0.00	0.00	100.00
¾"	19.10	0.00	0.00	0.00	100.00
N.º 4	4.76	0	0.00	0.00	100.00
PASA N.º 4		1000	1000.00	100.00	0.00
N.º 8	2.36	7.68	7.68	1.54	98.46
N.º 10	2.00	42.31	49.99	10.00	90.00
N.º 16	1.18	96.43	146.42	29.28	70.72
N.º 30	0.59	103.88	250.30	50.06	49.94
N.º 40	0.425	49.090	299.39	59.88	40.12
N.º 50	0.30	38.29	337.68	67.54	32.46
N.º 60	0.25	28.86	366.54	73.31	26.69
N.º 100	0.149	87.310	453.85	90.77	9.23
N.º 200	0.074	31.840	485.69	97.14	2.86
PASA N.º 200		14.31	14.31	2.86	
TOTAL (gr)			1000		
Peso del cuarteo (gr)			500.00		

2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS

Diámetro Efectivo (D10) (mm)	0.15	Fracciones de partículas	
Diámetro Equiparable (D30) (mm)	0.27	Grava (%)	10.00
Diámetro Dimensional (D60) (mm)	0.81	Arena (%)	87.14
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	5.40	Finos (%)	2.86
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.60		



GRANULOMETRÍA

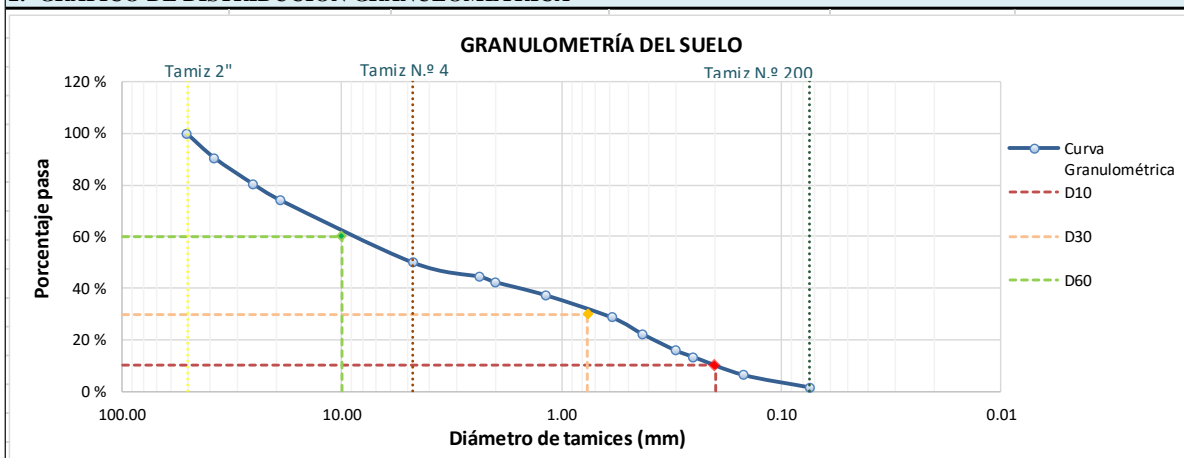
TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Muestra:	4	Fecha: 27 Abril de 2022	Norma:	AASHTO T-88
Abscisa:	27+500			ASTM D-421-58
Elaborado por:	Lady Chico	Muestra inicial (gr):	1000	INEN 696

1.- DETERMINACIÓN DE LA GRANULOMETRÍA DEL SUELO

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/TAMIZ gr	PESO RET/ACUM gr	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50.80	0.00	0.00	0.00	100.00
1 ½"	38.10	94.19	94.19	9.42	90.58
1"	25.40	100.93	195.12	19.51	80.49
¾"	19.10	62.69	257.81	25.78	74.22
N.º 4	4.76	241.94	499.75	49.98	50.03
PASA N.º 4		500.25	500.25	50.03	49.98
N.º 8	2.36	51.71	51.71	5.52	44.50
N.º 10	2.00	19.58	71.29	7.61	42.41
N.º 16	1.18	47.65	118.94	12.70	37.32
N.º 30	0.59	80.94	199.88	21.34	28.68
N.º 40	0.425	61.53	261.41	27.91	22.11
N.º 50	0.30	58.94	320.35	34.21	15.82
N.º 60	0.25	23.00	343.35	36.66	13.36
N.º 100	0.149	64.41	407.76	43.54	6.48
N.º 200	0.074	45.52	453.28	48.40	1.62
PASA N.º 200		15.21	15.21	1.62	
TOTAL (gr)			1000		
Peso del cuarteo (gr)			468.49		



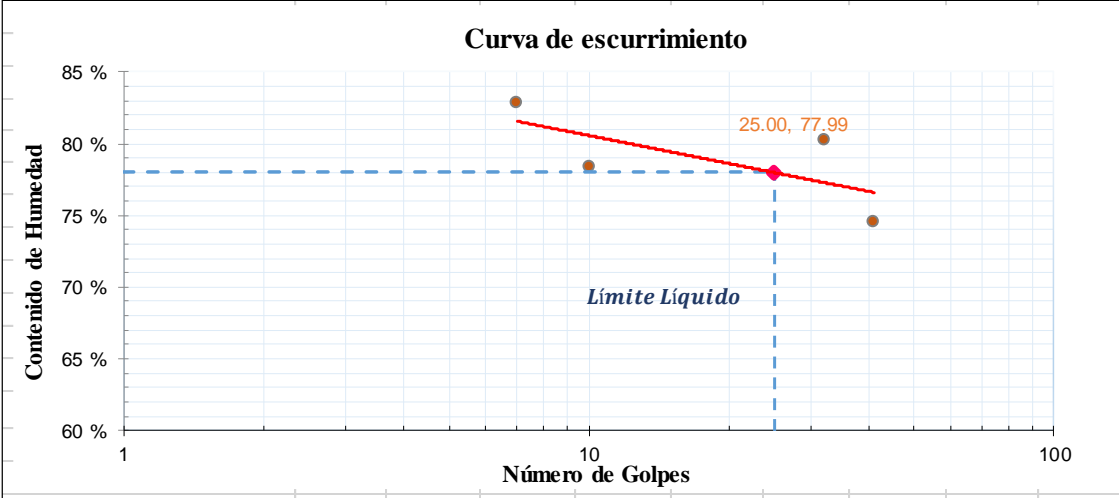
2.- GRÁFICO DE DISTRIBUCIÓN GRANULOMÉTRICA



3.- PARÁMETROS GRANULOMÉTRICOS

Parámetro	Valor	Fracciones de partículas	
Diámetro Efectivo (D10) (mm)	0.2	Grava (%)	57.59
Diámetro Equiparable (D30) (mm)	0.76	Arena (%)	40.79
Diámetro Dimensional (D60) (mm)	10.00	Finos (%)	1.62
Coefficiente de Uniformidad (Cu)	50.00		
Coefficiente de Curvatura (Cc)	0.29		

ANEXO E3. LÍMITES DE ATTERBERG

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL							
LÍMITES DE ATTERBERG									
TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"									
Muestra:	1		Fecha: 29 Abril de 2022		Norma:	AASHTO T-89			
Abscisa:	24+500		Elaborado por: Lady Chico			ASTM D-424 INEN 691 y 692			
1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO									
Rango de golpes		0-15		15-25		25-35		35-45	
Número de golpes		7		10		32		41	
Recipiente Número		70	31	2	15	19	66 a	23	61
Peso húmedo + recipiente	W _{m+ rec}	17.05	17.06	18.88	19.74	22.04	20.40	20.53	22.52
Peso seco + recipiente	W _{s + rec}	14.23	14.46	15.38	16.08	17.33	16.17	16.49	17.76
Peso recipiente	rec	10.82	11.33	10.91	11.42	11.51	10.85	11.08	11.36
Peso del agua	W _w	2.82	2.60	3.50	3.66	4.71	4.23	4.04	4.76
Peso de los sólidos	W _S	3.41	3.13	4.47	4.66	5.82	5.32	5.41	6.40
Contenido de humedad	ω%	82.70	83.07	78.30	78.54	80.93	79.51	74.68	74.37
Contenido de humedad promedio	ω%	82.88		78.42		80.22		74.53	
									
2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO									
Recipiente Número		9	24	51	49	32	Límite líquido (%)=		77.99
Peso húmedo + recipiente	W _{m+ rec}	7.05	7.20	7.31	7.14	6.22	Límite plástico (%)=		60.56
Peso seco + recipiente	W _{s + rec}	6.64	6.83	6.80	6.77	5.88	Índice plástico (%)=		17.43
Peso recipiente	rec	6.03	6.24	5.94	6.12	5.28	Clasificación		
peso del agua	W _w	0.41	0.37	0.51	0.37	0.34	SUCS	AASHTO	
Peso de los sólidos	W _S	0.61	0.59	0.86	0.65	0.60	SP	A-2-7(0)	
Contenido de humedad	ω%	67.21	62.71	59.30	56.92	56.67	Arena pobremente graduada con limo.		
Contenido de humedad promedio	ω%	60.56							



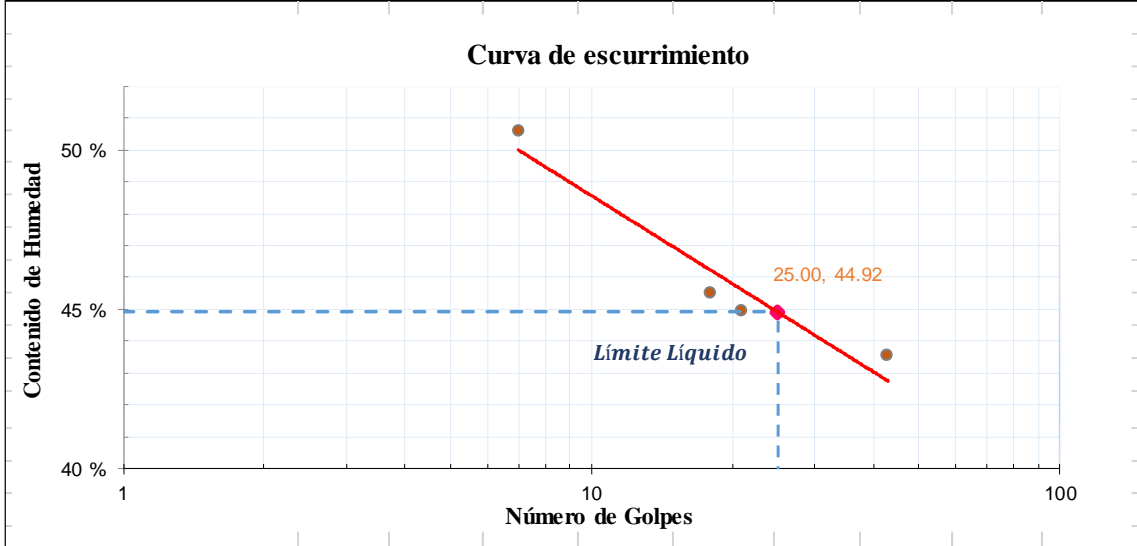
LÍMITES DE ATTERBERG

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	2	Fecha: 29 Abril de 2022	Norma:
Abscisa:	25+500	Elaborado por: Lady Chico	
			AASHTO T-89
			ASTM D-424
			INEN 691 y 692

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO

Rango de golpes		0-15		15-25		25-35		35-45	
Número de golpes		7		18		21		43	
Recipiente Número		2	15	19	23	31	61	66	70
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	24.40	28.96	24.36	28.06	25.76	22.38	25.78	24.30
Peso seco + recipiente	Ws + rec	19.89	23.05	20.34	22.76	21.28	18.98	21.27	20.22
Peso recipiente	rec	10.92	11.44	11.50	11.12	11.33	11.40	10.91	10.85
Peso del agua	Ww	4.51	5.91	4.02	5.30	4.48	3.40	4.51	4.08
Peso de los sólidos	WS	8.97	11.61	8.84	11.64	9.95	7.58	10.36	9.37
Contenido de humedad	ω%	50.28	50.90	45.48	45.53	45.03	44.85	43.53	43.54
Contenido de humedad promedio	ω%	50.59		45.50		44.94		43.54	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		9	24	32	49	51	Límite líquido (%)=	44.92
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	7.47	7.96	7.09	7.69	7.1	Límite plástico (%)=	39.73
Peso seco + recipiente	Ws + rec	7.05	7.46	6.58	7.26	6.78	Índice plástico (%)=	5.19
Peso recipiente	rec	6.03	6.24	5.29	6.14	5.95	Clasificación	
peso del agua	Ww	0.42	0.50	0.51	0.43	0.32	SUCS	AASHTO
Peso de los sólidos	WS	1.02	1.22	1.29	1.12	0.83	SM	A-2-5(0)
Contenido de humedad	ω%	41.18	40.98	39.53	38.39	38.55	Arena limosa	
Contenido de humedad promedio	ω%	39.73						



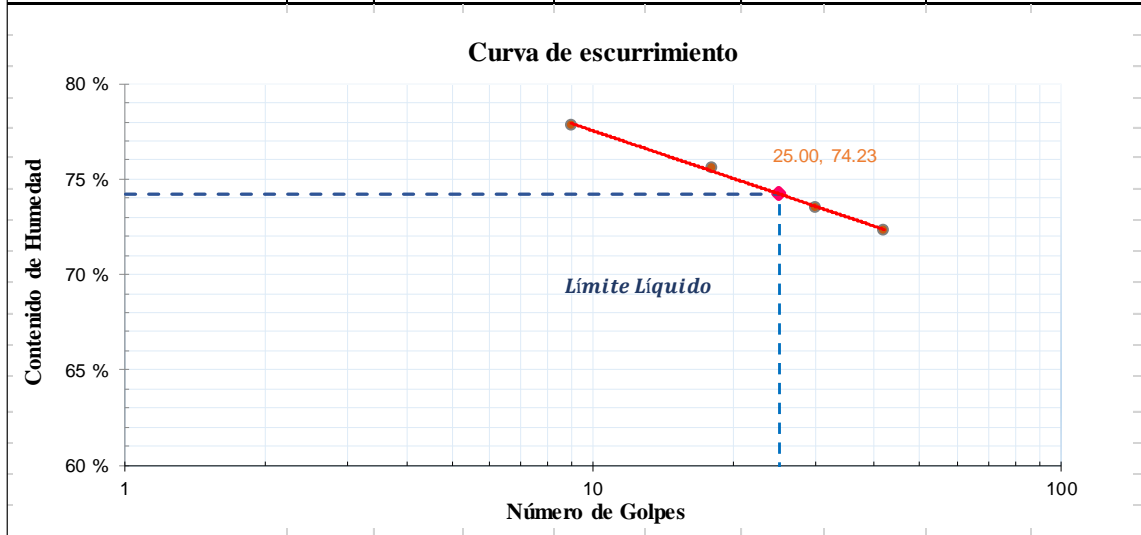
LÍMITES DE ATTERBERG

TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Muestra:	3	Fecha: 02 Mayo de 2022	Norma:
Abscisa:	26+500	Elaborado por: Lady Chico	
			AASHTO T-89
			ASTM D-424
			INEN 691 y 692

1.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Rango de golpes		0-15		15-25		25-35		35-45	
Número de golpes		9		18		30		42	
Recipiente Número		1a1	3	p3	p4	80	82	90	202
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	19.87	20.90	23.57	21.46	22.21	22.25	22.20	22.73
Peso seco + recipiente	Ws + rec	15.89	16.40	18.05	16.81	17.36	17.38	17.40	17.68
Peso recipiente	rec	10.76	10.64	10.74	10.66	10.74	10.78	10.75	10.71
Peso del agua	Ww	3.98	4.50	5.52	4.65	4.85	4.87	4.80	5.05
Peso de los sólidos	WS	5.13	5.76	7.31	6.15	6.62	6.60	6.65	6.97
Contenido de humedad	ω%	77.58	78.13	75.51	75.61	73.26	73.79	72.18	72.45
Contenido de humedad promedio	ω%	77.85		75.56		73.53		72.32	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		2	4	6	12	62	Límite líquido (%)=	74.23
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	5.52	5.73	5.29	8.72	5.77	Límite plástico (%)=	60.80
Peso seco + recipiente	Ws + rec	5.07	5.22	4.91	8.29	5.23	Índice plástico (%)=	13.43
Peso recipiente	rec	4.36	4.40	4.27	7.57	4.32	Clasificación	
peso del agua	Ww	0.45	0.51	0.38	0.43	0.54	SUCS	AASHTO
Peso de los sólidos	WS	0.71	0.82	0.64	0.72	0.91	SP	A-2-7(0)
Contenido de humedad	ω%	63.38	62.20	59.37	59.72	59.34	Arena pobremente graduada con limo	
Contenido de humedad promedio	ω%	60.80						



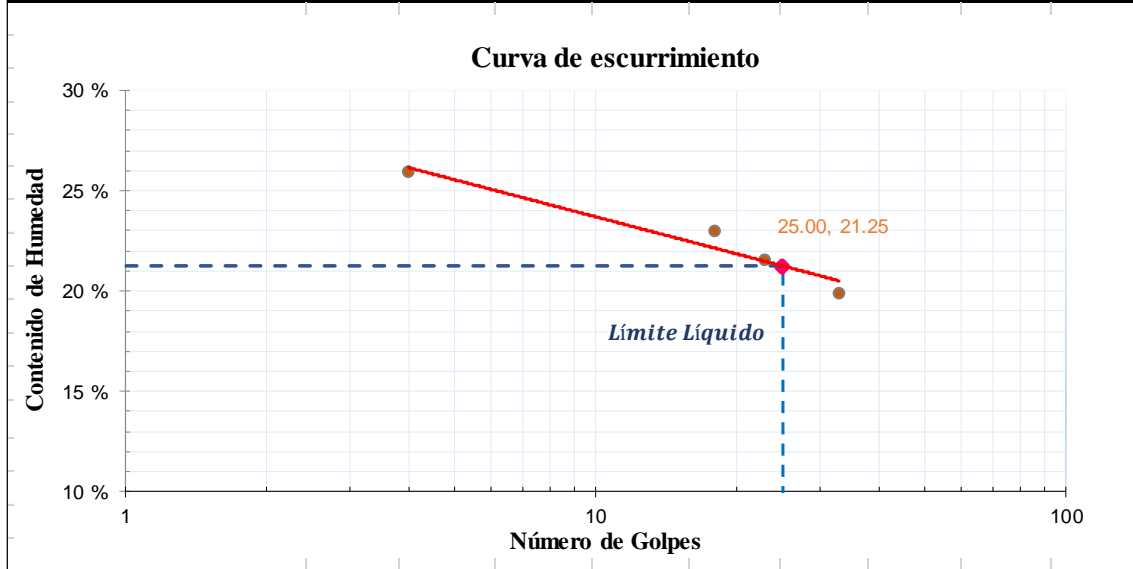
LÍMITES DE ATTERBERG

TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Muestra:	4	Fecha: 02 Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-89
Abscisa:	27+500	Elaborado por: Lady Chico		ASTM D-424 INEN 691 y 692

1.- DETERMINACIÓN DEL ÍMITE LÍQUIDO



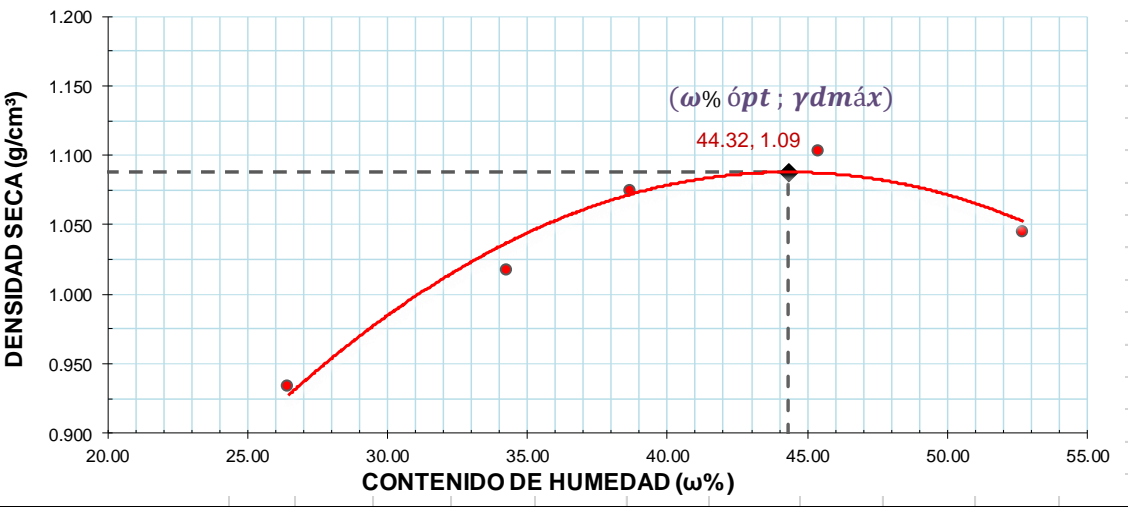
	0-15		15-25		25-35		35-45		
Rango de golpes									
Número de golpes	4		18		23		33		
Recipiente Número	5	111	202	15	85	51	9	32	
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	24.67	23.36	26.14	39.60	44.76	17.33	18.22	17.48
Peso seco + recipiente	Ws + rec	21.78	20.79	23.32	36.93	42.23	15.35	16.21	15.45
Peso recipiente	rec	10.72	10.77	10.82	25.53	30.69	5.96	6.03	5.29
Peso del agua	Ww	2.89	2.57	2.82	2.67	2.53	1.98	2.01	2.03
Peso de los sólidos	WS	11.06	10.02	12.50	11.40	11.54	9.39	10.18	10.16
Contenido de humedad	ω%	26.13	25.65	22.56	23.42	21.92	21.09	19.74	19.98
Contenido de humedad promedio	ω%	25.89		22.99		21.51		19.86	



2.- DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Número		17	54	3	1	15	Límite líquido(%)=	21.25
Peso húmedo + recipiente	Wm+ rec	14.65	13.57	13.98	12.3	13.66	Límite plástico (%)=	22.66
Peso seco + recipiente	Ws + rec	13.96	13.03	13.38	12.01	13.13	índice plástico (%)=	-1.41
Peso recipiente	rec	10.89	10.70	10.80	10.74	10.67	Clasificación	
Peso del agua	Ww	0.69	0.54	0.60	0.29	0.53	SUCS	AASHTO
Peso de los sólidos	WS	3.07	2.33	2.58	1.27	2.46	SP	A-3 (0)
Contenido de humedad	ω%	22.48	23.18	23.26	22.83	21.54	Arena fina	
Contenido de humedad promedio	ω%	22.66						

ANEXO E4. PRÓCTOR MODIFICADO

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL											
PRÓCTOR MODIFICADO											
TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"											
Muestra:	1	Fecha:	03 Mayo de 2022								
Abscisa:	24+500	Método:	Próctor Modificado								
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B								
		Norma:	AASHTO T-180 ASTM D-1557								
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO											
NÚMERO DE GOLPES:	56	VOLUMEN MOLDE cm ³ :	2316.56								
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE (g):	14128.00								
		ENERGÍA COMP:									
		TAMIZ:	No.4								
		PESO MARTILLO:	10 lb								
		N.º CAPAS:	5								
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO											
Muestra N.º		1	2	3	4	5					
Peso inicial	gr	6000	6000	6000	6000	6000					
Humedad inicial añadida	%	5	10	15	20	25					
Humedad inicial añadida	cm ³	300	600	900	1200	1500					
P molde + suelo húmedo	gr	16864.00	17293.00	17579.00	17845.00	17825.00					
Peso suelo húmedo	gr	2736.00	3165.00	3451.00	3717.00	3697.00					
Densidad Húmeda	gr/cm ³	1.181	1.366	1.490	1.605	1.596					
2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD											
Recipiente N.º		10	15	79	83	83 f	85	31	32	1	2
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	84.69	96.02	84.92	75.96	99.02	75.85	77.86	95.65	203.33	254.51
Peso seco + recipiente	Ws+rec	71.93	81.27	71.19	64.41	80.40	63.31	61.49	73.71	159.45	204.39
Peso del recipiente	rec	23.57	25.53	30.92	30.80	32.34	30.79	24.57	26.44	75.87	109.7
Peso del agua	Ww	12.76	14.75	13.73	11.55	18.62	12.54	16.37	21.94	43.88	50.12
Peso suelo seco	Ws	48.36	55.74	40.27	33.61	48.06	32.52	36.92	47.27	83.58	94.69
Contenido humedad	ω%	26.38544	26.46	34.09486	34.36	38.74324	38.56	44.33911	46.41	52.5006	52.93
Contenido humedad promedio	ω%	26.42		34.23		38.65		45.38		52.72	
Densidad Seca	γd	0.934		1.018		1.074		1.104		1.045	
DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD											
 <p style="text-align: center;">(ω% ópt ; γdmáx) 44.32, 1.09</p>											
ω% óptima =		44.32				γd máxima=		1.088			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRÓCTOR MODIFICADO

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	2	Fecha:	04 Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-180
Abscisa:	25+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1557
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES:	56	VOLUMEN MOLDE cm³:	2346.94	ENERGÍA COMP:		PESO MARTILLO:	10 lb
ALtura DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE (gr):	15906.00	TAMIZ:	No.4	N.º CAPAS:	5

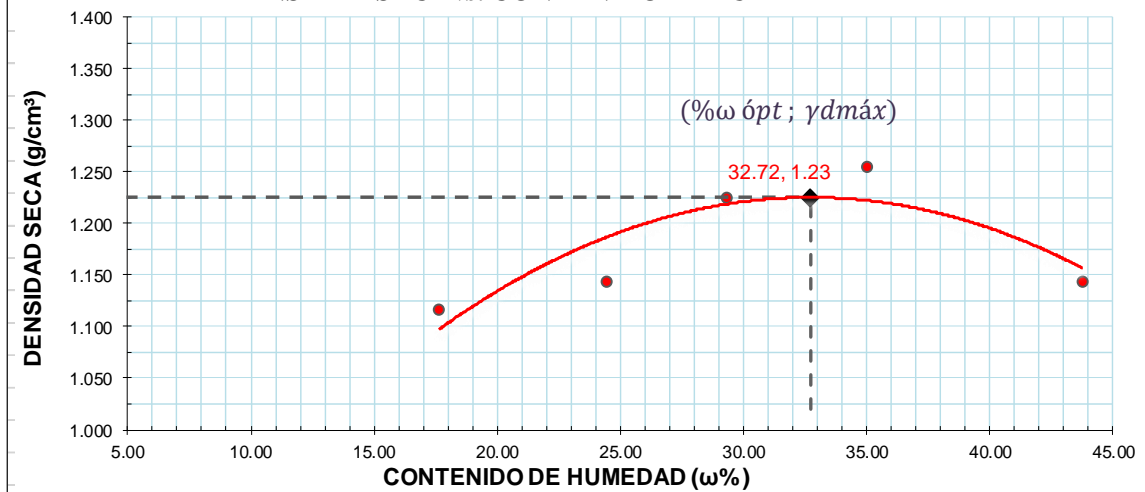
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra N.º		1	2	3	4	5
Peso inicial	gr	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida	%	5	10	15	20	25
Humedad inicial añadida	cm³	300	600	900	1200	1500
P molde + suelo húmedo	gr	18989.00	19248.00	19622.00	19883.00	19767.00
Peso suelo húmedo	gr	3083.00	3342.00	3716.00	3977.00	3861.00
Densidad Húmeda	gr/cm³	1.314	1.424	1.583	1.695	1.645

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N.º		1	5	61	7	64	83 m	1 m	2m	2	1n
Peso húmedo + recipiente	/m+rec	71.03	95.99	96.59	103.23	102.14	116.97	240.19	238.20	409.53	113.27
Peso seco + recipiente	/Vs+rec	64.63	85.57	83.58	88.50	85.90	97.83	197.85	195.40	319.23	85.72
Peso del recipiente	rec	23.76	32.56	30.15	28.79	30.76	32.33	75.86	74.51	109.75	23.76
Peso del agua	Ww	6.4	10.42	13.01	14.73	16.24	19.14	42.34	42.80	90.3	27.55
Peso suelo seco	Ws	40.87	53.01	53.43	59.71	55.14	65.50	121.99	120.89	209.48	61.96
Contenido humedad	ω%	15.66	19.66	24.3496	24.67	29.452	29.22	34.708	35.40	43.107	44.46
Contenido humedad promedio	ω%	17.66		24.51		29.34		35.06		43.79	
Densidad Seca	γd	1.116		1.144		1.224		1.255		1.144	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



ω% óptima =	32.72	γd máxima=	1.225
--------------------	-------	-------------------	-------



PRÓCTOR MODIFICADO

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	3	Fecha:	04 Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-180
Abscisa:	26+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1557
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES:	56	VOLUMEN MOLDE cm³ :	2346.94	ENERGÍA COMP:		PESO MARTILLO:	10 lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE (g):	15892.00	TAMIZ:	No.4	N.º CAPAS:	5

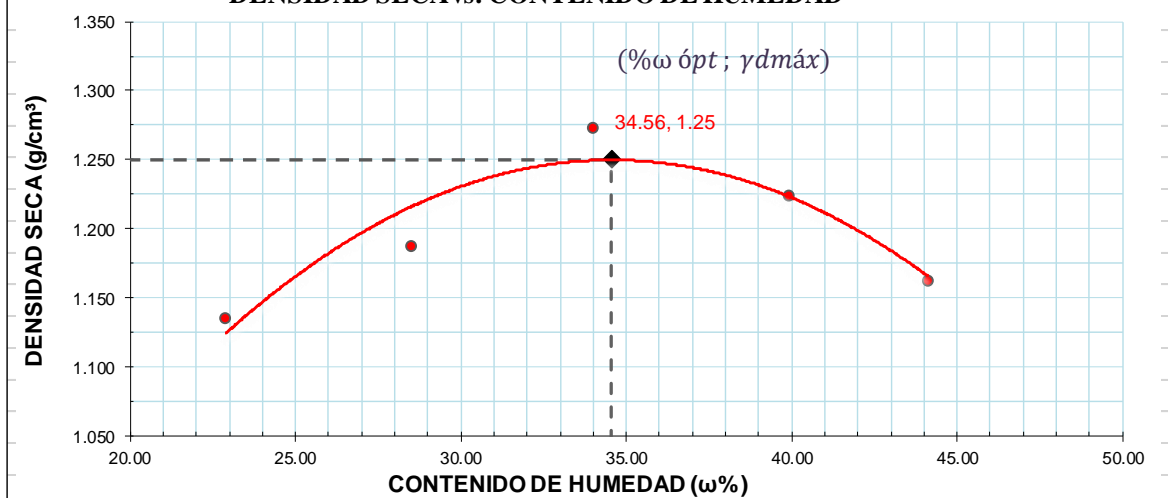
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra N.º		1	2	3	4	5
Peso inicial	gr	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida	%	5	10	15	20	25
Humedad inicial añadida	cm³	300	600	900	1200	1500
P molde + suelo húmedo	gr	19164.00	19473.00	19849.00	19897.00	19821.00
Peso suelo húmedo	gr	3272.00	3581.00	4002.00	4015.00	3929.00
Densidad Húmeda	gr/cm³	1.394	1.526	1.705	1.711	1.674

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N.º		7	60	6	95	41	32	17	51	20	24
Peso húmedo + recipiente	/m+rec	108.9	92.83	84.59	112.80	94.28	90.37	160.09	105.07	85.11	109.82
Peso seco + recipiente	Vs+rec	95.12	81.03	71.29	95.20	78.32	74.09	123.30	83.75	66.58	83.63
Peso del recipiente	rec	32.9	31.17	24.78	33.38	31.08	26.47	31.1	30.35	24.67	24.16
Peso del agua	Ww	13.75	11.80	13.3	17.60	15.96	16.28	36.79	21.32	18.53	26.19
Peso suelo seco	Ws	62.22	49.86	46.51	61.82	47.24	47.62	92.2	53.40	41.91	59.47
Contenido humedad	ω%	22.1	23.67	28.596	28.47	33.7849	34.19	39.902	39.93	44.214	44.04
Contenido humedad promedio	ω%	22.88		28.53		33.99		39.91		44.13	
Densidad Seca	γd	1.135		1.187		1.273		1.223		1.162	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



ω% óptima =	34.56	γd máxima=	1.250
--------------------	-------	-------------------	-------



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRÓCTOR MODIFICADO

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	4	Fecha:	05 Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-180 ASTM D-1557
Abscisa:	27+500	Método:	Próctor Modificado		
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

NÚMERO DE GOLPES:	56	VOLUMEN MOLDE cm³ :	2346.94	ENERGÍA COMP:		PESO MARTILLO:	10 lb
ALTURA DE CAÍDA:	18"	PESO MOLDE (g):	15903.00	TAMIZ:	No.4	N.º CAPAS:	5

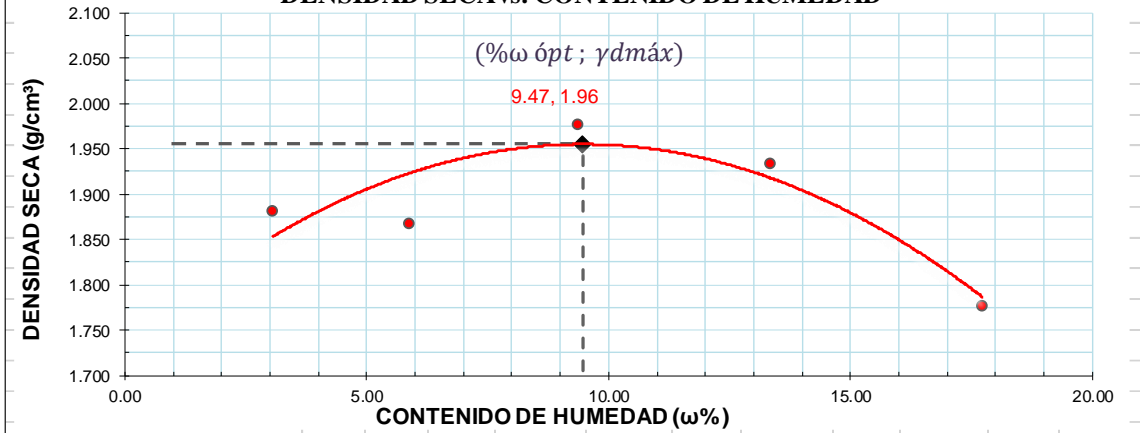
1.- PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO

Muestra N.º		1	2	3	4	5
Peso inicial	gr	6000	6000	6000	6000	6000
Humedad inicial añadida	%	0	4	8	12	16
Humedad inicial añadida	cm³	0	240	480	720	960
P molde + suelo húmedo	gr	20451.00	20542.00	20978.00	21047.00	20811.00
Peso suelo húmedo	gr	4548.00	4639.00	5075.00	5144.00	4908.00
Densidad Húmeda	gr/cm³	1.938	1.977	2.162	2.192	2.091

2.- DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD



Recipiente N.º		7	60	83	64	1	94	102	8	35	17
Peso húmedo + recipiente	Wm+rec	91.05	92.83	162.78	119.12	137.93	180.44	133.60	131.36	118.68	158.87
Peso seco + recipiente	Ws+rec	89.04	91.24	155.22	114.42	128.10	167.93	121.64	118.94	104.45	139.77
Peso del recipiente	rec	30.55	31.17	32.32	30.74	23.78	33.64	31.34	26.77	24.83	31.27
Peso del agua	Ww	2.01	1.59	7.56	4.70	9.83	12.51	11.96	12.42	14.23	19.10
Peso suelo seco	Ws	58.49	60.07	122.9	83.68	104.32	134.29	90.3	92.17	79.62	108.50
Contenido humedad	ω%	3.4365	2.65	6.15134255	5.62	9.42293	9.32	13.2447	13.48	17.8724	17.60
Contenido humedad promedio	ω%	3.04		5.88		9.37		13.36		17.74	
Densidad Seca	γd	1.881		1.867		1.977		1.933		1.776	

DENSIDAD SECA vs. CONTENIDO DE HUMEDAD



ω% óptima =	9.47	γd máxima=	1.955
--------------------	------	-------------------	-------

ANEXO E5. VALOR RELATIVO DE SOPORTE DE UN SUELO (CBR)

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL												
ENSAYO CBR														
TEMA: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”														
Muestra:	1		Fecha: 18 de Mayo de 2022						Norma:		AASHTO T-193-63			
Abscisa:	24+500		Método:		Próctor Modificado						ASTM D-1883			
Elaborado por	Lady Chico		Tipo:		B									
ENSAYO CBR														
N.º DE MOLDE		M007				M009				M003				
N.º DE CAPAS		5				5				5				
N.º 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		
PESO HÚMEDO + MOLDE	gr	10751.00	10793.00	12938.00	13385.00	11165.00	11597.00							
PESO MOLDE	gr	7085.00	7085.00	9568.00	9568.00	7912.00	7912.00							
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr	3666.00	3708.00	3370.00	3817.00	3253.00	3685.00							
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2256.39	2256.39	2340.43	2340.43	2401.50	2401.50							
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.625	1.643	1.440	1.631	1.355	1.534							
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.105	1.061	0.989	1.057	0.940	0.942							
DENSIDAD SECA PROMEDIO	gr/cm ³	1.083		1.023		0.941								
CONTENIDO DE HUMEDAD														
TARRO N.º		39	63	78	47	18	87	93	15	26	74	42	62	
PESO HÚMEDO + TARRO	gr	89.43	93.47	92.73	98.85	90.23	81.54	83.14	90.92	94.86	103.06	92.86	92.36	
PESO MUESTRA SECA + TARRO	gr	69.22	73.34	70.79	74.87	69.89	65.78	62.81	69.86	73.14	80.80	65.70	66.32	
PESO AGUA	gr	20.21	20.13	21.94	23.98	20.34	15.76	20.33	21.06	21.72	22.26	27.16	26.04	
PESO TARRO	gr	25.99	30.86	30.81	31.20	25.76	30.80	25.92	30.38	23.11	31.19	24.18	23.10	
PESO MUESTRA SECA	gr	43.23	42.48	39.98	43.67	44.13	34.98	36.89	39.48	50.03	49.61	41.52	43.22	
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	46.75	47.39	54.88	54.91	46.09	45.05	55.11	53.34	43.41	44.87	65.41	60.25	
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	47.07		54.89		45.57		54.23		44.14		62.83		
AGUA ABSORBIDA	%	7.83				8.65				18.69				



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	1	Fecha:	18 de Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	24+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1883
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

DATOS DE ESPONJAMIENTO

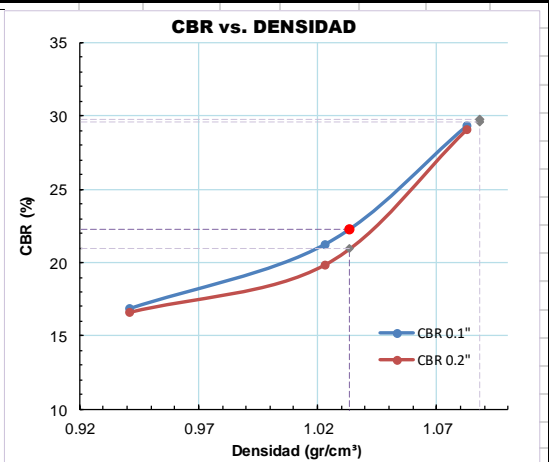
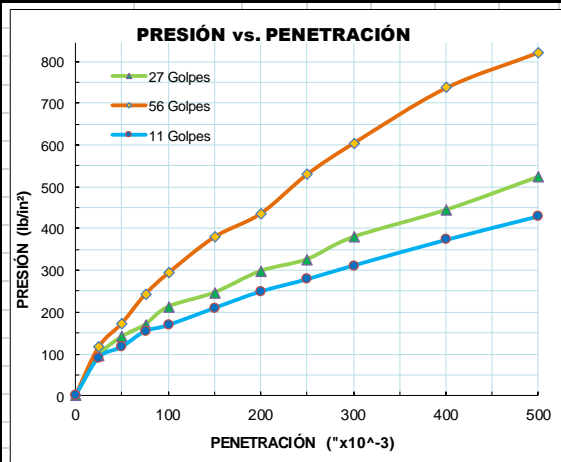
LECTURA DIAL en (in x 10⁻²)

MOLDENÚMERO			M007				M009				M003			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	DIAL	Mues	in	%	DIAL	Mues	in	%	DIAL	Mues	in	%
			in	in	x10 ⁻²		in	in	x10 ⁻²		in	in	x10 ⁻²	
18- Mayo	10:00:00 AM	0	0.000	5.00	0.00	0.00	0.000	5.00	0.00	0.00	0.000	5.00	0.00	0.00
18- Mayo	11:00:00 AM	0	0.003		0.30	0.06	0.002		0.20	0.04	0.001		0.13	0.03
18- Mayo	13:00:00 PM	0	0.005		0.45	0.09	0.003		0.30	0.06	0.002		0.23	0.05
18- Mayo	17:00:00 PM	0	0.006		0.60	0.12	0.004		0.40	0.08	0.004		0.16	0.03
19- Mayo	8:00:00 AM	1	0.008		0.80	0.16	0.005		0.45	0.09	0.006		0.59	0.12
19- Mayo	17:00:00 PM	1	0.009		0.90	0.18	0.007		0.70	0.14	0.008		0.76	0.15

ENSAYO DE CARGA PENETRACIÓN

CONSTANTE DE CELDA 2 204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3 in²

MOLDENÚMERO		M007				M009				M003					
Rango	PENET. "x10 ⁻³	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR		
		LECT	LEÍDA	CORRG		LECT	LEÍDA	CORRG		LECT	LEÍDA	CORRG			
		DIAL	lb/in ²			DIAL	lb/in ²			DIAL	lb/in ²				
1	0	0.0	0			0.0	0			0.0	0				
2	25	158.0	116.1			129.2	94.9			123.3	90.6				
3	50	235.2	172.8			191.6	140.8			158.6	116.5				
4	75	328.6	241.4			230.5	169.3			209.5	153.9				
5	100	398.7	292.9	292.9	29.3	289.0	212.3	212.3	21.2	229.3	168.5	168.5	16.8		
6	150	516.8	379.7			335.2	246.3			285.3	209.6				
7	200	593.3	435.9	435.9	29.1	405.3	297.8	297.8	19.9	339.0	249.1	249.1	16.6		
8	250	720.6	529.4			423.0	325.8			379.0	278.4				
9	300	821.7	603.7			515.6	378.8			423.5	311.1				
10	400	1002.5	736.5			603.8	443.6			507.2	372.6				
11	500	1118.3	821.6			711.2	522.5			584.0	429.0				
CBR corregido 0.1"						29.3					21.2				
CBR corregido 0.2"						29.1					19.9				



Densidad Seca γ_d	vs.	Resistencia CBR				Densidad Máxima Seca:	1.088	gr/cm ³
gr/cm ³	1.083	29.29	%	29.1	%	95% de DMS :	1.034	gr/cm ³
gr/cm ³	1.023	21.23	%	19.9	%	CBR PUNTUAL AL 100 %		29.75 %
gr/cm ³	0.941	16.85	%	16.6	%	CBR PUNTUAL AL 95 %		22.23 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	2	Fecha: 18 de Mayo de 2022			Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	25+500	Método:	Próctor Modificado			ASTM D-1883
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B			

ENSAYO CBR

		M003		M007		M009	
N.º DE MOLDE		5		5		5	
N.º DE CAPAS		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
PESO HÚMEDO + MOLDE	gr	11796.00	12136.00	11735.00	12096.00	11335.00	11883.00
PESO MOLDE	gr	7924.00	7924.00	8391.00	8391.00	8264.00	8264.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr	3872.00	4212.00	3344.00	3705.00	3071.00	3619.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2401.50	2401.50	2256.39	2256.39	2340.43	2340.43
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.612	1.754	1.482	1.642	1.312	1.546
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.229	1.272	1.103	1.068	0.978	0.995
DENSIDAD SECA PROMEDIO	gr/cm ³	1.251		1.085		0.986	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO N.º		40	90	59	28	81	38	104	49	10	z	15	67
PESO HÚMEDO + TARRO	gr	106.82	101.24	89.60	94.03	89.63	93.24	92.84	96.17	104.22	82.55	91.36	91.29
PESO MUESTRA SECA + TARRO	gr	87.42	84.27	72.44	75.76	74.74	75.62	71.17	72.94	83.47	69.31	66.43	70.99
PESO AGUA	gr	19.40	16.97	17.16	18.27	14.89	17.62	21.67	23.23	20.75	13.24	24.93	20.30
PESO TARRO	gr	24.07	30.72	30.73	23.09	30.73	25.22	30.06	30.57	23.58	30.10	25.51	30.30
PESO MUESTRA SECA	gr	63.35	53.55	41.71	52.67	44.01	50.40	41.11	42.37	59.89	39.21	40.92	40.69
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	30.62	31.69	41.14	34.69	33.83	34.96	52.71	54.83	34.65	33.77	60.92	49.89
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	31.16		37.91		34.40		53.77		34.21		55.41	
AGUA ABSORBIDA	%	6.76			19.37			21.20					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	2	Fecha:	24 de Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	25+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1883
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

DATOS DE ESPONJAMIENTO

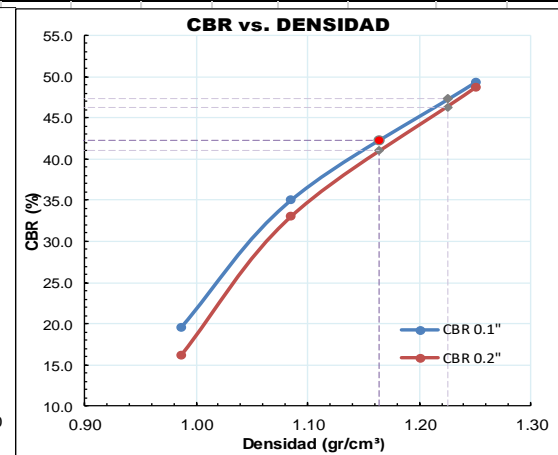
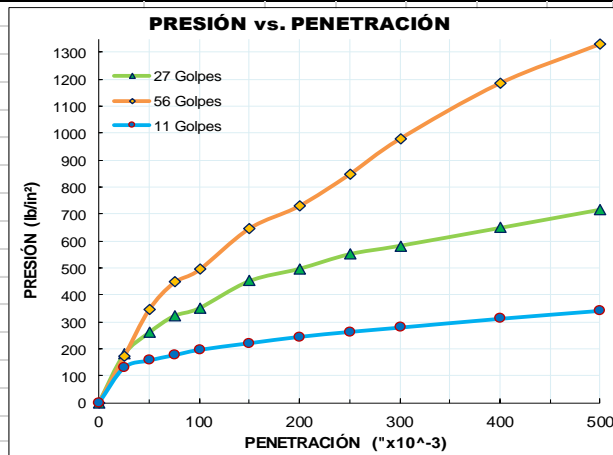
LECTURA DIAL en (in x 10⁻²)

MOLDE NÚMERO			M003				M007				M009			
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO HORA	DÍAS	LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
			DIAL in	Mues in	in	%	DIAL in	Mues in	in	%	DIAL in	Mues in	in	%
24-Mayo	10:00:00 AM	0	0.000	5.00	0.00	0.00	0.020	5.00	0.00	0.00	0.000	5.00	0.00	0.00
24-Mayo	11:00:00 AM	1	0.001		0.08	0.02	0.022		0.20	0.04	0.006		0.60	0.12
24-Mayo	13:00:00 PM		0.002		0.21	0.04	0.023		0.30	0.06	0.009		0.90	0.18
24-Mayo	17:00:00 PM		0.003		0.29	0.06	0.030		1.00	0.20	0.014		1.40	0.28
25-Mayo	8:00:00 AM		0.004		0.41	0.08	0.036		1.60	0.32	0.022		2.20	0.44
25-Mayo	17:00:00 PM		0.004		0.44	0.09	0.039		1.90	0.38	0.023		2.30	0.46
26-Mayo	8:00:00 AM		0.005		0.49	0.10	0.042		2.20	0.44	0.023		2.30	0.46

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2 204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3 in²

MOLDE NÚMERO	Rango	PENET. "x10 ⁻³	M003				M007				M009							
			Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR	Q		PRESIONES		CBR	
			LECT	LEÍDA	LEÍDA	CORRG		LECT	LEÍDA	LEÍDA	CORRG		LECT	LEÍDA	LEÍDA	CORRG		
	1	0	0.0	0			0.0	0			0.0	0						
	2	25	231.3	169.9			243.3	178.7			176.6	129.7						
	3	50	469.2	344.7			353.8	259.9			213.3	156.7						
	4	75	607.5	446.3			438.2	321.9			239.7	176.1						
	5	100	671.6	493.4	493.4	49.3	490.7	350.5	350.5	35.1	266.3	195.6	195.6	19.6				
	6	150	880.4	646.8			613.8	450.9			299.8	220.3						
	7	200	994.9	730.9	730.9	48.7	689.2	496.6	496.6	33.1	331.6	243.6	243.6	16.2				
	8	250	1153.9	847.7			749.4	550.6			356.3	261.8						
	9	300	1332.6	979.0			791.5	581.5			377.8	277.6						
	10	400	1614.2	1185.9			881.6	647.7			422.0	310.0						
	11	500	1812.6	1331.7			973.3	715.1			461.8	339.3						
	CBR corregido 0.1"						49.3				35.1				19.6			
	CBR corregido 0.2"						48.7				33.1				16.2			



Densidad Seca γ _d		vs.	Resistencia CBR				Densidad Máxima Seca:	1.225	gr/cm ³
gr/cm ³	1.251		49.34	%	48.7	%	95% de DMS:	1.164	gr/cm ³
gr/cm ³	1.085		35.05	%	33.1	%	CBR PUNTUAL AL 100 %		47.29 %
gr/cm ³	0.986		19.56	%	16.2	%	CBR PUNTUAL AL 95 %		42.25 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	3	Fecha:	26 de Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	26+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1883
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

ENSAYO CBR

		M003		M007		M009	
N.º DE MOLDE		5		5		5	
N.º DE CAPAS		56		27		11	
		ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUÉS DEL REMOJO
PESO HÚMEDO + MOLDE	gr	12103.00	12282.00	12103.00	12175.00	12024.00	12100.00
PESO MOLDE	gr	7924.00	7924.00	8392.00	8392.00	8268.00	8268.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr	4179.00	4358.00	3731.00	3783.00	3776.00	3832.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2410.50	2410.50	2256.39	2256.39	2340.43	2340.43
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	1.734	1.808	1.654	1.677	1.613	1.637
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	1.240	1.256	1.192	1.136	1.168	1.108
DENSIDAD SECA PROMEDIO	gr/cm ³	1.248		1.164		1.138	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO N.º		20	90	39	36	42	1	78	53	25	93	88	H5
PESO HÚMEDO + TARRO	gr	90.98	99.24	73.46	82.14	92.37	105.94	90.38	82.70	99.06	132.55	135.12	130.22
PESO MUESTRA SECA + TARRO	gr	72.40	79.51	59.01	64.54	73.43	85.45	70.79	66.36	78.33	105.32	102.01	98.70
PESO AGUA	gr	18.58	19.73	14.45	17.60	18.94	20.49	19.59	16.34	20.73	27.23	33.11	31.52
PESO TARRO	gr	24.82	30.76	25.88	24.79	24.76	32.21	30.80	30.99	24.32	33.54	32.58	32.97
PESO MUESTRA SECA	gr	47.58	48.75	33.13	39.75	48.67	53.24	39.99	35.37	54.01	71.78	69.43	65.73
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	39.05	40.47	43.62	44.28	38.92	38.49	48.99	46.20	38.38	37.94	47.69	47.95
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	39.76		43.95		38.70		47.59		38.16		47.82	
AGUA ABSORBIDA	%	4.19				8.89				9.66			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	3	Fecha:	26 de Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	26+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1883
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

DATOS DE ESPONJAMIENTO

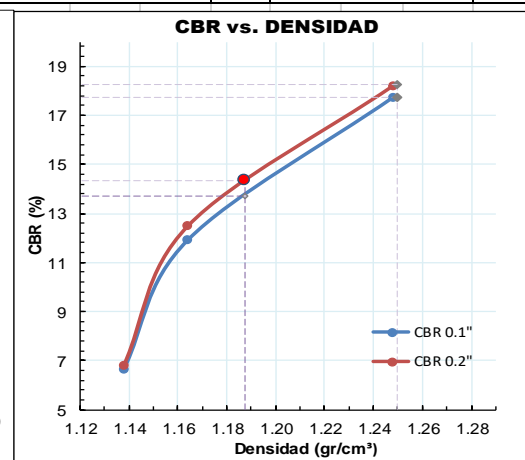
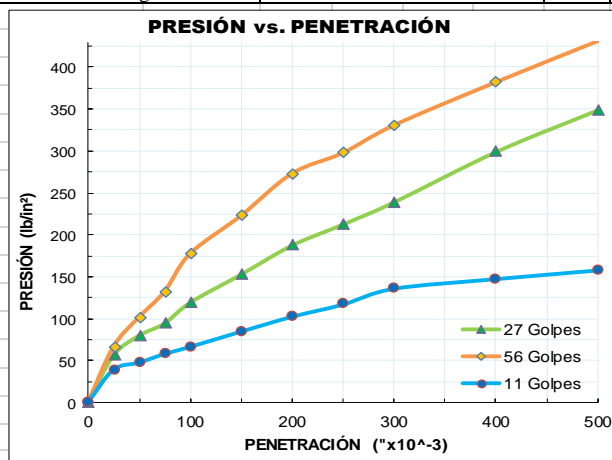
LECTURA DIAL en (in x 10⁻²)

MOLDE NÚMERO			M003				M007				M009			
FECHA	TIEMPO		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ		LECT	h	ESPONJ	
DÍA Y MES	HORA	DÍAS	DIAL	Mues	in	%	DIAL	Mues	in	%	DIAL	Mues	in	%
			in	in	x10 ⁻²		in	in	x10 ⁻²		in	in	x10 ⁻²	
26-Mayo	14:00:00 PM	0	0.000	5.00	0.00	0.00	0.811	5.00	0.00	0.00	0.000	5.00	0.00	0.00
26-Mayo	15:00:00 PM	0	0.005		0.50	0.10	0.820		0.90	0.18	0.003		0.30	0.06
26-Mayo	17:00:00 PM	0	0.006		0.55	0.11	0.824		1.30		0.006		0.55	0.11
27-Mayo	8:00:00 AM	1	0.007		0.70	0.14	0.826		1.50		0.011		1.10	0.22
27-Mayo	17:00:00 PM	1	0.026		2.60	0.52	0.831		2.00		0.012		1.20	0.24
30-Mayo	8:00:00 AM	4	0.029		2.90	0.58	0.832		2.10		0.016		1.60	0.32

ENSAYO DE CARGA PENETRACION

CONSTANTE DE CELDA 2 204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3 in²

MOLDE NÚMERO		PENET. "x10 ⁻³	M003				M007				M009			
Rango	Q		PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	Q	PRESIONES		CBR	
			LECT	LEÍDA			CORRG	LECT			LEÍDA	CORRG		LECT
	DIAL	lb/in ²	%	DIAL	lb/in ²	%	DIAL	lb/in ²	%	DIAL	lb/in ²	%		
1	0	0.0	0		0.0	0		0.0	0		0.0	0		
2	25	90.4	66.4		76.3	56.1		53.3	39.2		53.3	39.2		
3	50	138.3	101.6		108.6	79.8		64.8	47.6		64.8	47.6		
4	75	179.8	132.1		128.3	94.3		78.9	58.0		78.9	58.0		
5	100	241.1	177.1	177.1	17.7	162.1	119.1	119.1	11.9	90.4	66.4	66.4	6.6	
6	150	303.0	222.6		207.9	152.7		115.3	84.7		115.3	84.7		
7	200	371.2	272.7	272.7	18.2	255.1	187.4	187.4	12.5	139.5	102.5	102.5	6.8	
8	250	404.8	297.4		289.3	212.5		159.5	117.2		159.5	117.2		
9	300	449.6	330.3		325.4	239.1		185.2	136.1		185.2	136.1		
10	400	519.5	381.7		407.2	299.2		200.9	147.6		200.9	147.6		
11	500	586.2	430.7		475.3	349.2		215.1	158.0		215.1	158.0		
CBR corregido 0.1"					17.7			11.9					6.6	
CBR corregido 0.2"					18.2			12.5					6.8	



Densidad Seca γ _d	vs.	Resistencia CBR		Densidad Máxima Seca:	1.250	gr/cm ³
gr/cm ³	1.248	17.71	%	95% de DMS:	1.188	gr/cm ³
gr/cm ³	1.164	11.91	%	CBR PUNTUAL AL 100 %		18.25 %
gr/cm ³	1.138	6.64	%	CBR PUNTUAL AL 95 %		14.33 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	4	Fecha:	26 de Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	27+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1883
Elaborado por:	Lady Chico	Tipo:	B		

ENSAYO CBR

N.º DE MOLDE		M006		M001		M056	
N.º DE CAPAS		5		5		5	
N.º 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
PESO HÚMEDO + MOLDE	gr	13352.00	13460.00	13611.00	13810.00	11356.00	11554.00
PESO MOLDE	gr	8282.00	8282.00	8741.00	8741.00	6910.00	6910.00
PESO MUESTRA HÚMEDA	gr	5070.00	5178.00	4870.00	5069.00	4446.00	4644.00
VOLUMEN DE LA MUESTRA	cm ³	2207.55	2207.55	2308.37	2308.37	2189.40	2189.40
DENSIDAD HÚMEDA	gr/cm ³	2.297	2.346	2.110	2.196	2.031	2.121
DENSIDAD SECA	gr/cm ³	2.102	2.075	1.920	1.919	1.853	1.838
DENSIDAD SECA PROMEDIO	gr/cm ³	2.089		1.920		1.846	

CONTENIDO DE HUMEDAD

TARRO N.º		62	19	58	62	36	97	20	30	89	58	820	1
PESO HÚMEDO + TARRO	gr	122.39	101.56	107.74	117.03	108.55	167.68	109.53	104.38	165.30	127.36	119.80	151.54
PESO MUESTRA SECA + TARRO	gr	114.64	95.20	98.49	107.50	101.03	155.59	98.48	94.63	153.27	119.19	107.62	136.04
PESO AGUA	gr	7.75	6.36	9.25	9.53	7.52	12.09	11.05	9.75	12.03	8.17	12.18	15.50
PESO TARRO	gr	30.57	26.48	30.87	30.57	24.75	33.17	24.66	24.26	31.79	30.87	30.85	32.23
PESO MUESTRA SECA	gr	84.07	68.72	67.62	76.93	76.28	122.42	73.82	70.37	121.48	88.32	76.77	103.81
CONTENIDO DE HUMEDAD	%	9.22	9.25	13.68	12.39	9.86	9.88	14.97	13.86	9.90	9.25	15.87	14.93
CONTENIDO DE HUMEDAD PROMEDIO	%	9.24		13.03		9.87		14.41		9.58		15.40	
AGUA ABSORBIDA	%	3.80				4.54				5.82			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



ENSAYO CBR

TEMA: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Muestra:	4	Fecha:	26 de Mayo de 2022	Norma:	AASHTO T-193-63
Abscisa:	27+500	Método:	Próctor Modificado		ASTM D-1883
Elaborado p	Lady Chico	Tipo:	B		

DATOS DE ESPONJAMIENTO

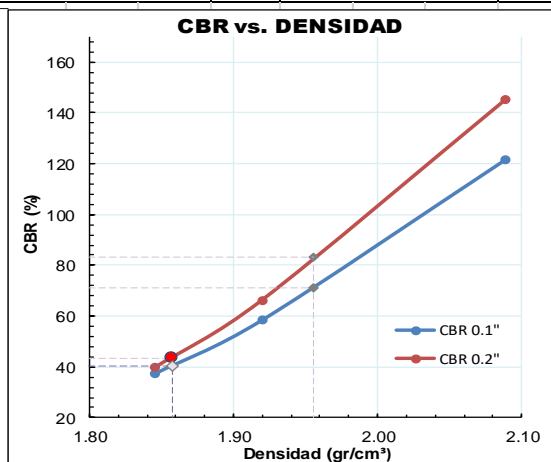
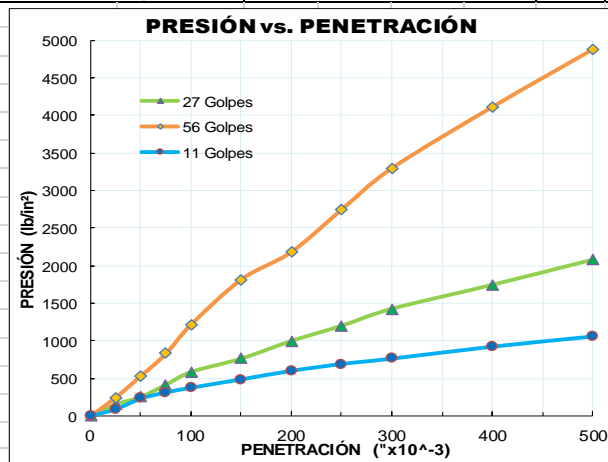
LECTURA DIAL en (in x 10⁻²)

MOLDE NÚMERO			M006				M001				M056			
FECHA DÍA Y MES	TIEMPO		LECT DIAL in	h	ESPONJ		LECT DIAL in	h	ESPONJ		LECT DIAL in	h	ESPONJ	
	HORA	DÍAS		Mues in	in	% x10 ⁻²		Mues in	in	% x10 ⁻²		Mues in	in	% x10 ⁻²
26-Mayo	14:00:00 PM	0	0.010	5.00	0.00	0.00	0.000	5.00	0.00	0.00	0.000	5.00	0.00	0.00
26-Mayo	15:00:00 PM	0	0.011		0.05	0.01	0.001		0.10	0.02	0.002		0.17	0.03
26-Mayo	17:00:00 PM	0	0.011		0.10	0.02	0.002		0.15	0.03	0.002		0.22	0.04
27-Mayo	8:00:00 AM	1	0.012		0.20	0.04	0.002		0.20	0.04	0.003		0.30	0.06
27-Mayo	17:00:00 PM	1	0.013		0.30	0.06	0.002		0.20	0.04	0.004		0.35	0.07
30-Mayo	8:00:00 AM	4	0.014		0.40	0.08	0.003		0.30	0.06	0.004		0.40	0.08

ENSAYO DE CARGA PENETRACION



CONSTANTE DE CELDA 2 204 lb ÁREA DEL PISTÓN: 3 in²

Rango	PENET. x10 ⁻³	M006			M001			M056				
		Q	PRESIONES	CBR	Q	PRESIONES	CBR	Q	PRESIONES	CBR		
		LECT DIAL	LEÍDA lb/in ²	CORRG %	LECT DIAL	LEÍDA lb/in ²	CORRG %	LECT DIAL	LEÍDA lb/in ²	CORRG %		
1	0	0.0	0		0.0	0		0.0	0			
2	25	333.8	245.2		208.2	153.0		123.4	90.7			
3	50	723.4	531.5		343.8	252.6		313.2	230.1			
4	75	1126.3	827.5		563.1	413.7		423.6	311.2			
5	100	1653.2	1214.6	1214.6	794.3	583.5	583.5	58.4	508.7	373.7	373.7	37.4
6	150	2468.7	1813.7		1035.5	760.7		659.3	484.4			
7	200	2969.0	2181.2	2181.2	1353.8	994.6	994.6	66.3	813.1	597.4	597.4	39.8
8	250	3734.3	2743.5		1628.3	1196.3		936.2	687.8			
9	300	4483.7	3294.0		1933.9	1420.8		1032.9	758.8			
10	400	5591.6	4108.0		2366.1	1738.3		1248.3	917.1			
11	500	6632.5	4872.7		2820.4	2072.1		1431.5	1051.7			
CBR corregido 1"					121.5			58.4			37.4	
CBR corregido 2"					145.4			66.3			39.8	



Densidad Seca γ_d	vs.	Resistencia CBR				Densidad Máxima Seca	1.955	gr/cm ³
gr/cm ³	2.089	121.46	%	145.4	%	95% de DMS	1.857	gr/cm ³
gr/cm ³	1.920	58.35	%	66.3	%	CBR PUNTUAL AL 100 % c		83.13 %
gr/cm ³	1.846	37.37	%	39.8	%	CBR PUNTUAL AL 95 % c		43.36 %

ANEXO F. ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL 					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”					
Rubro	1.1			Unidad	Km
Descripción	Replanteo y nivelación con equipo			Hoja 1	De 18
EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO O	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					5.45
Equipo topográfico	1	20.00	20.00	14.20	284.00
SUBTOTAL M					289.45
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H R	COSTO HORA	RENDIMIENTO O	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Topógrafo C1	1	4.31	4.31	14.20	61.20
Cadenero D2	2	3.89	7.78	14.20	110.48
Peón E2	2	3.84	7.68	14.20	109.06
SUBTOTAL N					109.06
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
			A	B	C=AxB
Pintura esmalte		gl	1	21.98	21.98
Estacas de madera de 2cm x 2cm x 20cm		u	150	0.20	30.00
SUBTOTAL O					51.98
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN		UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
			A	B	C=AxB
SUBTOTAL P					
TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)					450.49
INDIRECTOS (%)				20.00%	90.10
UTILIDAD (%)				0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO					540.59
VALOR UNITARIO					540.59
SON: QUINIENTOS CUARENTA, 59/100 DÓLARES					
ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA					
AMBATO, AGOSTO 2022					



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Rubro	1.2	Unidad	m
Descripción	Remoción de alcantarillas	Hoja 2	De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Retroexcavadora	1	25.00	25.00	0.08	2.00
SUBTOTAL M					2.00

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de retroexcavadora C1	1	4.31	4.31	0.08	0.34
Peón E2	2	3.84	7.68	0.08	0.61
SUBTOTAL N					0.61

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL O				

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Desalojo	m3	1	0.15	0.15
SUBTOTAL P				0.15

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.76
	INDIRECTOS (%)	20.00%
	UTILIDAD (%)	0.00%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.32
	VALOR UNITARIO	3.32

SON: TRES. 32/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Rubro	2.1	Unidad	Ha
Descripción	Desbroce, desbosque y limpieza	Hoja 3	De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					5.88
Retroexcavadora	1	35	35	6	210
Motosierra	2	5	10	6	60
SUBTOTAL M					275.88

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de retroexcavadora C1	1	4.31	4.31	6.00	25.86
Operador de motosierra C2	2	3.81	7.62	6.00	45.72
Peon E2	2	3.84	7.68	6.00	46.08
SUBTOTAL N					117.66

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL O				

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	393.54
	INDIRECTOS (%)	20.00% 78.71
	UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	472.25
	VALOR UNITARIO	472.25

SON: CUATROCIENTOS SETENTA Y DOS. 25/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Rubro	2.2	Unidad m ³
Descripción	Excavación sin clasificar, incluye desalojo	Hoja 4 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.014
Excavador de oruga	1	40	40	0.021	0.840
Cargadora frontal	1	35	35	0.021	0.735
Volqueta (8m3)	2	25	50	0.008	0.400
SUBTOTAL M					1.99

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de excavadora C1	1	4.31	4.31	0.021	0.09
Operador de cargadora frontal C1	1	4.31	4.31	0.021	0.09
Chofer: volquetas C1	2	5.65	11.31	0.008	0.09
SUBTOTAL N					0.27

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
		A	B	C=AxB
				0.000
SUBTOTAL O				0.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDA D	PRECIO UNIT. B	COSTO C=AxB
		A	B	C=AxB
Desalojo	m ³	1	0.71	0.71
SUBTOTAL P				0.71

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2.97
	INDIRECTOS (%) 20.00%	0.59
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	3.56
	VALOR UNITARIO	3.56

SON: TRES, 56/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Rubro	2.3	Unidad m ³
Descripción	Relleno y compactado con suelo natural	Hoja 5 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.05
Motoniveladora	1	40	40	0.023	0.92
Rodillo vibratorio	1	30	30	0.023	0.69
Cargadora frontal	1	35	35	0.023	0.81
Volqueta (8m3)	1	25	25	0.023	0.58
Tanquero de agua	1	20	20	0.023	0.46
SUBTOTAL M					3.50

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de motoniveladora C1	1	4.31	4.31	0.023	0.10
Operador de cargadora frontal C1	1	4.31	4.31	0.023	0.10
Operador de rodillo C1	1	4.10	4.10	0.023	0.09
Chofer tanqueros C1	1	5.65	5.65	0.023	0.13
Chofer volquetas C1	1	5.65	5.65	0.023	0.13
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	0.023	0.10
Peón E2	3	3.84	11.52	0.023	0.26
SUBTOTAL N					0.92

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)	4.41
INDIRECTOS (%) 20.00%	0.88
UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	5.29
VALOR UNITARIO	5.29

SON: CINCO, 29/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Rubro	3.1	Unidad m ³
Descripción	Excavación y relleno para alcantarillas	Hoja 6 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.02
Retroexcavadora	1	35	35	0.023	0.81
Rodillo vibratorio	1	30	30	0.023	0.69
SUBTOTAL M					1.51

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Operador de retroexcavadora C1	1	4.31	4.31	0.023	0.10
Operador de rodillo C1	1	4.10	4.10	0.023	0.09
Peón E2	2	3.84	7.68	0.023	0.18
SUBTOTAL N					0.37

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)	1.88
	INDIRECTOS (%) 20.00%	0.38
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	2.26
	VALOR UNITARIO	2.26

SON: DOS, 26/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Rubro	3.2	Unidad m
Descripción	Suministro y colocación de tubería de acero corrugado D=1.2m	Hoja 7 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.54
Amoladora	1	0.80	0.80	0.050	0.04
SUBTOTAL M					0.58

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro de obra C2	1	4.10	4.10	0.40	1.64
Peón E2	6	3.84	23.04	0.40	9.22
SUBTOTAL N					10.86

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Alcantarilla metálica D=1200mm y e=2.0mm	m	1	233.00	233.00
SUBTOTAL O				233.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	244.44
	INDIRECTOS (%) 20.00%	48.89
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	293.33
	VALOR UNITARIO	293.33

SON: DOSCIENTOS NOVENTA Y TRES, 33/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”**

Rubro	3.3	Unidad m
Descripción	Suministro y colocación de tubería de acero corrugado D=1.5m	Hoja 8 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.54
Amoladora	1	0.80	0.80	0.050	0.04
SUBTOTAL M					0.58

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro de obra C2	1	4.10	4.10	0.40	1.64
Peón E2	6	3.84	23.04	0.40	9.22
SUBTOTAL N					10.86

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Alcantarilla metálica D=1500mm y e=2.0mm	m	1	286.00	286.00
SUBTOTAL O				286.00

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	297.44
	INDIRECTOS (%)	20.00%
	UTILIDAD (%)	0.00%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	356.93
	VALOR UNITARIO	356.93

SON: TRESCIENTOS CINCUENTA Y SEIS, 93/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"**

Rubro	3.4	Unidad m ³
Descripción	Replanto f'c= 180 kg/cm ²	Hoja 9 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					1.06
Concretera	1	4.00	4.00	1.33	5.32
SUBTOTAL M					6.38

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	1.33	5.73
Albañil D2	1	3.89	3.89	1.33	5.17
Peón E2	2	3.84	7.68	1.33	10.21
SUBTOTAL N					21.12

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Cemento	Kg	400.00	0.16	64.00
Arena	m ³	0.54	6.50	3.51
Ripio	m ³	0.55	5.50	3.03
Agua	m ³	0.18	0.50	0.09
SUBTOTAL O				70.54

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	98.03
	INDIRECTOS (%) 20.00%	19.61
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	117.64
	VALOR UNITARIO	117.64

SON: CIENTO DIEZ Y SIETE, 64/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"**

Rubro	3.5	Unidad m ³
Descripción	Hormigón simple para cunetas f _c = 180 kg/cm ³	Hoja 10 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.81
Concretera	1	4.00	4.00	0.80	3.20
SUBTOTAL M					4.01

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Residente de obra B1	1	4.33	4.33	0.80	3.464
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	0.80	3.45
Albañil D2	1	3.89	3.89	0.80	3.11
Peón E2	2	3.84	7.68	0.80	6.14
SUBTOTAL N					16.17

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Cemento	Kg	400.00	0.16	64.00
Arena	m ³	0.54	6.50	3.51
Ripio	m ³	0.55	5.50	3.03
Agua	m ³	0.18	0.50	0.09
Clavos 2"	Kg	0.20	2.82	0.56
Tabla para encofrado 30 cm *3m	u	1.00	1.40	1.40
SUBTOTAL O				72.59

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB

SUBTOTAL P

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	92.77
INDIRECTOS (%)	20.00% 18.55
UTILIDAD (%)	0.00% 0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	111.32
VALOR UNITARIO	111.32

SON: CIENTO ONCE, 32/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"**

Rubro	3.6	Unidad m ³
Descripción	Hormigón simple f'c=210kg/cm ² para cajones de entrada	Hoja 11 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					2.23
Vibrador	1	3.00	3.00	1.60	4.80
Concreteira	1	4.00	4.00	1.60	6.40
SUBTOTAL M					13.43

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/ HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Residente de obra B1	1	4.33	4.33	1.60	6.93
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	1.60	6.90
Albañil D2	1	3.89	3.89	1.60	6.22
Peón E2	4	3.84	15.36	1.60	24.58
SUBTOTAL N					44.62

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Cemento	Kg	450.00	0.16	72.00
Arena	m ³	0.52	6.50	3.38
Ripio	m ³	0.53	5.50	2.92
Agua	m ³	0.18	0.50	0.09
Clavos 2"	Kg	0.30	2.82	0.85
Tabla para encofrado 30 cm *3m	u	8.00	1.40	11.20
SUBTOTAL O				90.43

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	148.49
	INDIRECTOS (%) 20.00%	29.70
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	178.18
	VALOR UNITARIO	178.18

SON: CIENTO SETENTA Y OCHO, 18/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Rubro	3.7	Unidad	m ³
Descripción	Hormigón f ^c =210 kg/cm ² con encofrado (alcantarillas)	Hoja 12	De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					2.85
Vibrador	1	3.00	3.00	1.60	4.80
Concretera	1	4.00	4.00	1.60	6.40
SUBTOTAL M					14.05

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Residente de obra B1	1	4.33	4.33	1.60	6.93
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	1.60	6.90
Albañil D2	1	3.89	3.89	1.60	6.22
Peón E2	6	3.84	23.04	1.60	36.86
SUBTOTAL N					56.91

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Cemento	Kg	450.00	0.16	72.00
Arena	m ³	0.52	6.50	3.38
Ripio	m ³	0.53	5.50	2.92
Agua	m ³	0.18	0.50	0.09
Clavos 2"	Kg	0.30	2.82	0.85
Tabla para encofrado 30 cm *3m	u	10.00	1.40	14.00
Acero de refuerzo fy=4200kg/cm ²	Kg	6.00	1.61	9.66
Alambre galvanizado #18	Kg	0.30	2.19	0.66
SUBTOTAL O				103.55

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB

SUBTOTAL P

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	174.51
INDIRECTOS (%)	20.00%
UTILIDAD (%)	0.00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	209.41
VALOR UNITARIO	209.41

SON: DOSCIENTOS NUEVE, 41/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Rubro	4.1	Unidad	m ³
Descripción	Suministro y colocación de sub-base clase 3, e= 20cm	Hoja 13	De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.024
Motoniveladora	1	40	40	0.015	0.600
Rodillo vibrador	1	35	35	0.015	0.525
Volqueta (8m ³)	2	25	50	0.015	0.750
Tanquero	1	30	30	0.015	0.450
SUBTOTAL M					2.349

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Residente de obra B1	1	4.33	4.33	0.015	0.06
Operador de motoniveladora C1	1	4.31	4.31	0.015	0.06
Operador de rodillo C1	1	4.10	4.10	0.015	0.06
Chofer volquetas C1	1	5.65	5.65	0.015	0.08
Chofer tanqueros C1	1	5.65	5.65	0.015	0.08
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	0.015	0.06
Peón E2	1	3.84	3.84	0.015	0.06
SUBTOTAL N					0.48

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Sub-base clase 3	m ³	1.20	13.75	16.50
Agua	m ³	0.15	0.50	0.08
SUBTOTAL O				16.58

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB

SUBTOTAL P

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	19.41
	INDIRECTOS (%)	20.00%
	UTILIDAD (%)	0.00%
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	23.29
	VALOR UNITARIO	23.29

SON: VEINTE Y TRES, 29/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"**

Rubro	4.2	Unidad m ³
Descripción	Suministro y colocación de base clase 4, e= 15cm	Hoja 14 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	O	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.024
Motoniveladora	1	40	40	0.015	0.600
Rodillo vibrador	1	35	35	0.015	0.525
Volqueta (8m3)	2	25	50	0.015	0.750
Tanquero	1	30	30	0.015	0.450
SUBTOTAL M					2.349

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/H	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	O	D=CxR
Residente de obra B1	1	4.33	4.33	0.015	0.06
Operador de motoniveladora C1	1	4.31	4.31	0.015	0.06
Operador de rodillo C1	1	4.10	4.10	0.015	0.06
Chofer volquetas C1	1	5.65	5.65	0.015	0.08
Chofer tanqueros C1	1	5.65	5.65	0.015	0.08
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	0.015	0.06
Peón E2	1	3.84	3.84	0.015	0.06
SUBTOTAL N					0.48

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Base clase 4	m3	1.20	10.00	12.00
Agua	m3	0.15	0.50	0.08
SUBTOTAL O				12.08

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	14.91
	INDIRECTOS (%) 20.00%	2.98
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	17.89
	VALOR UNITARIO	17.89

SON: DIEZ Y SIETE, 89/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"

Rubro	4.3	Unidad	m ²
Descripción	Capa de rodadura asfáltica mezclado en planta e=5cm	Hoja 15	De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.01
Planta asfáltica	1	160	160	0.005	0.80
Cargadora frontal	1	35	35	0.005	0.18
Volqueta (8m3)	1	25	25	0.005	0.13
Escoba mecánica	1	25	25	0.005	0.13
Rodillo neumatico	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 C1	1	4.31	4.31	0.005	0.02
Operador de cargadora frontal C1	1	4.31	4.31	0.005	0.02
Chofer volquetas C1	1	5.65	5.65	0.005	0.03
Operador distribuidor de asfalto C2	1	4.10	4.10	0.005	0.02
Operador de acabadora de pavimento asfáltico C2	1	4.10	4.10	0.005	0.02
Operador de barredora autopropulsada C2	1	4.10	4.10	0.005	0.02
Operador de rodillo C1	1	4.10	4.10	0.005	0.02
Residente de obra B1	1	4.33	4.33	0.005	0.02
Maestro mayor C1	1	4.31	4.31	0.005	0.02
Peón E2	1	3.84	3.84	0.005	0.02
SUBTOTAL N					0.22

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Asfalto AC 10	gl	1.90	2.50	4.75
Arena para asfalto	m3	0.04	8.04	0.32
Agregados triturados	m3	0.05	12.50	0.56
Asfalto RC 250 para imprimación	gl	0.45	3.00	1.35
Diésel	gl	0.30	1.70	0.51
SUBTOTAL O				7.49

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB

SUBTOTAL P				
	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			9.80
	INDIRECTOS (%)	20.00%		1.96
	UTILIDAD (%)	0.00%		0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			11.75
	VALOR UNITARIO			11.75

SON: ONCE, 75/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"**

Rubro	5.1	Unidad	m
Descripción	Señalización horizontal	Hoja	16 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.005
Elementos de señalización	1.0	0.3	0.25	0.004	0.001
Carro con el equipo de pintura	1.0	3.0	3.00	0.004	0.012
SUBTOTAL M					0.018

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Pintor D2	2.00	3.89	7.78	0.004	0.03
Peón E2	2.00	3.84	7.68	0.004	0.03
Chofer C1	1.00	3.88	3.88	0.004	0.02
Inspector de obra B3	1.00	4.32	4.32	0.004	0.02
SUBTOTAL N					0.09

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Disolvente	gl	0.01	7.36	0.07
Pintura de tráfico	gl	0.02	20.00	0.40
SUBTOTAL O				0.47

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			0.59
	INDIRECTOS (%)	20%		0.12
	UTILIDAD (%)	0%		
	COSTO TOTAL DEL RUBRO			0.70
	VALOR UNITARIO			0.70

SON: CERO, 70/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

**PROYECTO: "AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI"**

Rubro	5.2	Unidad	U
Descripción	Señalización vertical	Hoja	17 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.59
Concreteira 1 saco	1.0	5.00	5.00	1.000	5.00
SUBTOTAL M					5.59

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Técnico en obras civiles C2	1	4.10	4.10	1.00	4.1
Peón E2	1	3.84	3.84	1.00	3.84
Albañil D2	1	3.89	3.89	1.00	3.89
SUBTOTAL N					11.83

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Rótulo señal vertical 600x600mm, poste	u	1.00	90.00	90.00
Cemento	Kg	50.00	0.16	8.00
Arena	m³	0.068	6.50	0.44
Ripio	m³	0.069	5.50	0.38
Agua	m³	0.023	0.50	0.01
SUBTOTAL O				98.83

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
SUBTOTAL P				

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)			116.25
INDIRECTOS (%)	20.00%		23.25
UTILIDAD (%)	0.00%		0.00
COSTO TOTAL DEL RUBRO			139.51
VALOR UNITARIO			139.51

SON: CIENTO TREINA Y NUEVE, 51/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



PRESUPUESTO REFERENCIAL

PROYECTO: “AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO – PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI”

Rubro	5.3	Unidad m
Descripción	Suministro y colocación de barandas metálicas de seguridad	Hoja 18 De 18

EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Herramienta menor 5% de M.O					0.59
Concreteira 1 saco	1.0	5.00	5.00	1.000	5.00
SUBTOTAL M					5.59

MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO HORA	RENDIMIENTO	COSTO
	A	B	C=AxB	R	D=CxR
Técnico en obras civiles C2	1	4.10	4.10	1.00	4.1
Peón E2	1	3.84	3.84	1.00	3.84
Albañil D2	1	3.89	3.89	1.00	3.89
SUBTOTAL N					11.83

MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB
Guarda camino e=2.67mm	m	0.60	17.32	10.39
Terminal guardacaminos	u	0.25	21.00	5.25
Cemento	Kg	50.00	0.16	8.00
Arena	m³	0.068	6.50	0.44
Ripio	m³	0.069	5.50	0.38
Agua	m³	0.023	0.50	0.01
SUBTOTAL O				24.48

TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNIT.	COSTO
		A	B	C=AxB

SUBTOTAL P

	TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	41.90
	INDIRECTOS (%) 20.00%	8.38
	UTILIDAD (%) 0.00%	0.00
	COSTO TOTAL DEL RUBRO	50.28
	VALOR UNITARIO	50.28

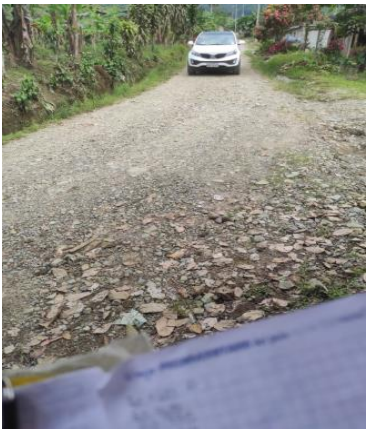



SON: CINCUENTA, 28/100 DÓLARES

ESTE VALOR UNITARIO NO INCLUYEN IVA

AMBATO, AGOSTO 2022

ANEXO G. FOTOGRAFÍAS

ANEXO G1. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO Y CONTEO VEHICULAR

CONTEO VEHICULAR	
	
G1.1 Punto de conteo	G1.2 Registro de paso de vehículos
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO	
	
G1.3 Alineamiento de la vía.	G1.4 Tomando puntos con estación total



G1.5 Sosteniendo el prisma.



G1.6 Anotando detalles de los puntos.

TOMA DE MUESTRAS



G1.7 Cavando la calicata.



G1.8 Recogiendo la muestra de suelo.

ANEXO G2. ENSAYO DE SUELOS

CONTENIDO DE HUMEDAD



G2.1 Pesando el suelo + recipiente.



G2.2 Secando las muestras

GRANULOMETRÍA



G2.3 Pesando las muestras



G2.4 Tamizando la muestra.

LÍMITES DE ATTERBERG



G2.5 Ensayo en la copa Casagrande.



G2.6 Rollitos de suelo en placa de vidrio.

PRÓCTOR MODIFICADO



G2.7 Molde con suelo compactado.



G2.8 Pesando el molde con suelo húmedo.

ENSAYO CBR





G2.9 Midiendo el esponjamiento.

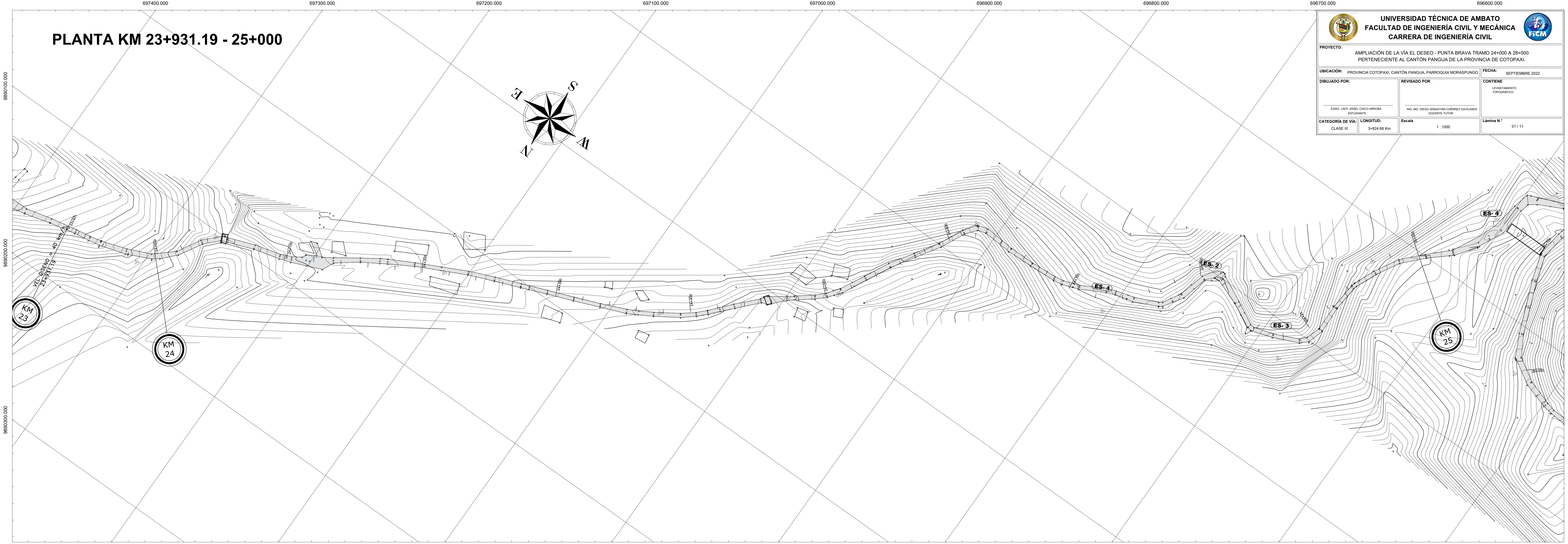


G2.10 Ensayo CBR.

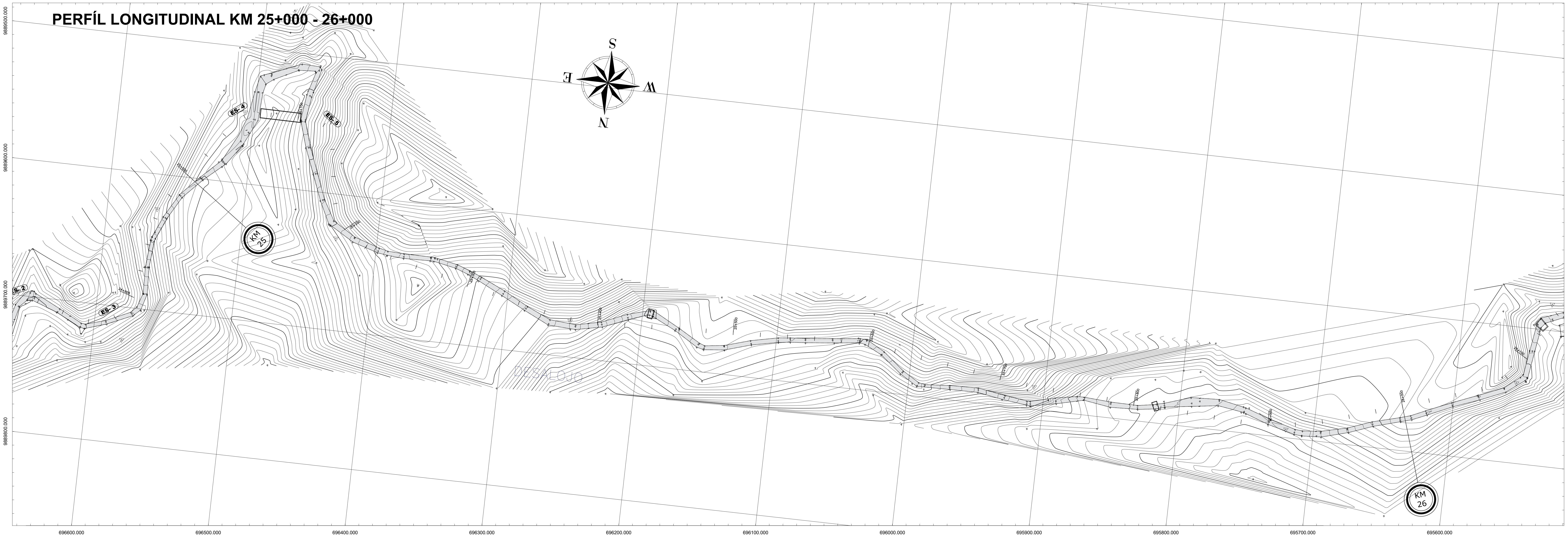
ANEXO H. PLANOS

PLANTA KM 23+931.19 - 25+000

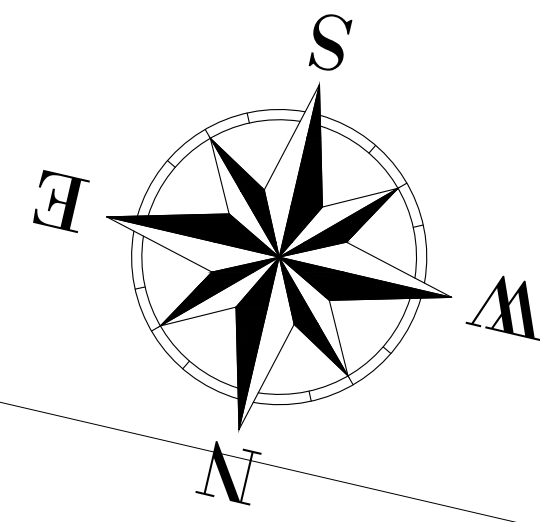
 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.		
UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPLUNGO		FECHA: SEPTIEMBRE 2022
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO
ESO: LADY JIREL CHICO ARRIOLA ESTUDIANTE	ING. MSc DIEGO SEBASTIÁN CHÉREZ GAVILANES DOCENTE TUTOR	
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III	LONGITUD: 3+824.89 Km	Escala: 1:1000
		Lámina N.º: 01 / 11



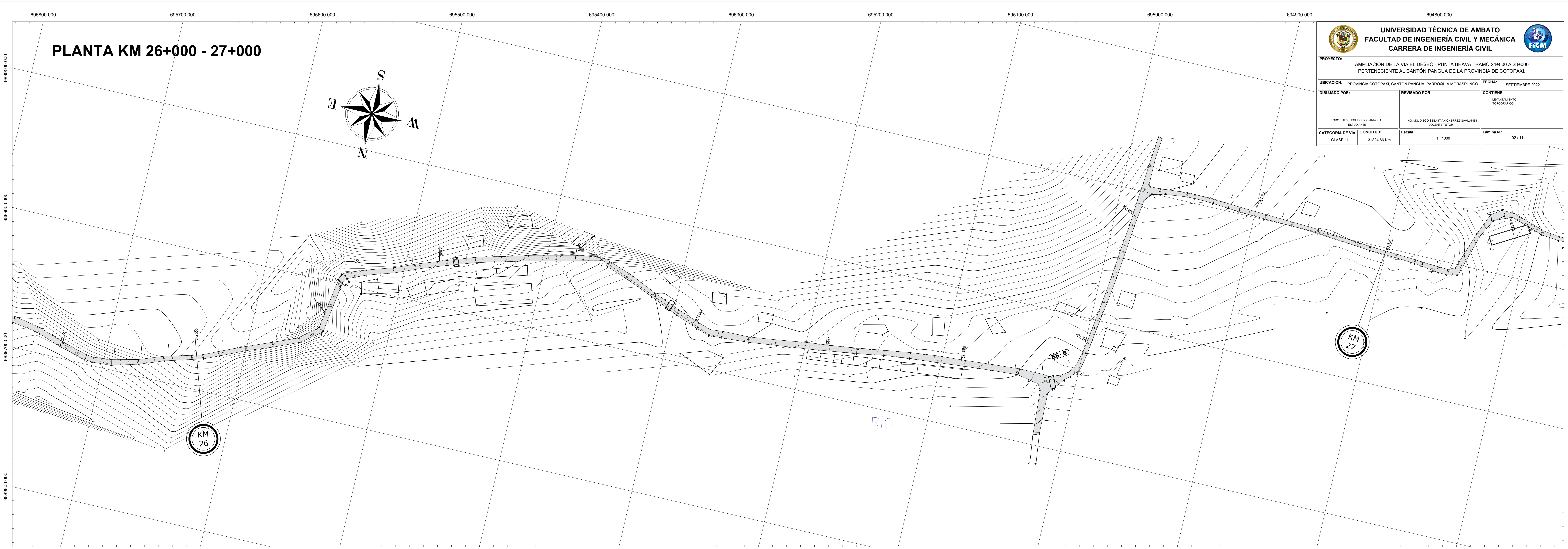
PERFÍL LONGITUDINAL KM 25+000 - 26+000



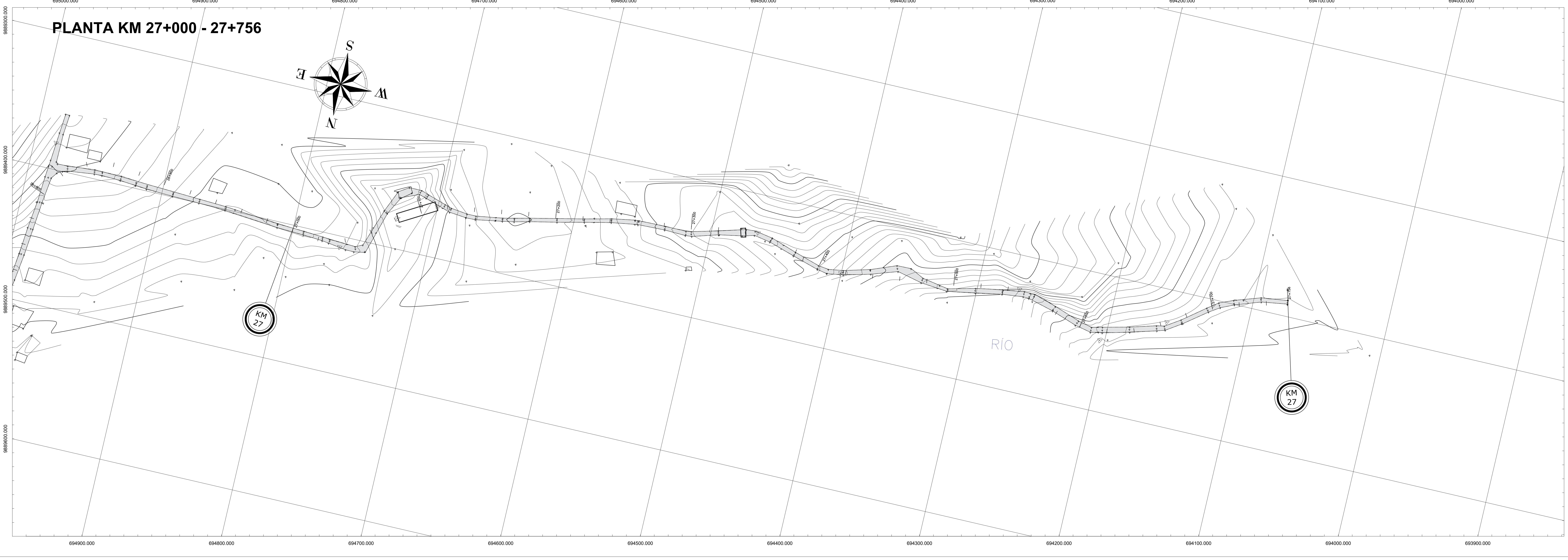
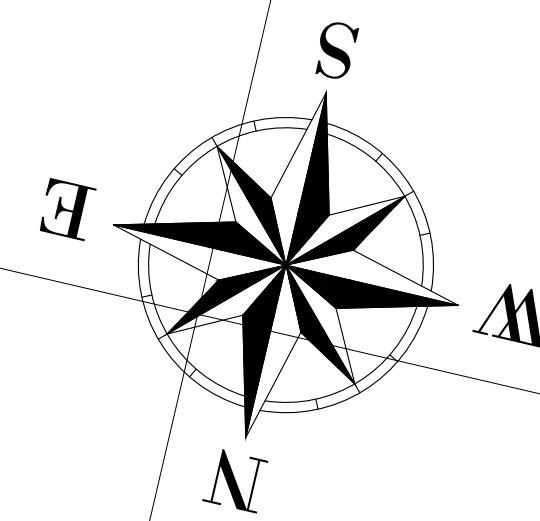
PLANTA KM 26+000 - 27+000



		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO		
		FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		
		CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL		
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.				
UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPLUNGO		FECHA: SEPTIEMBRE 2022		
DIBUJADO POR:	REVISADO POR:	CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO		
EGDO. LADY JIREL CHICO ARROBA ESTUDIANTE	ING. MSc. DIEGO SEBASTIÁN CHÉREZ GAVILANES DOCENTE TUTOR			
CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III	LONGITUD: 3+824.89 Km	Escala: 1:1000	Lámina N.º: 02 / 11	



PLANTA KM 27+000 - 27+756



PLANTA KM 25+000 - 26+000



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



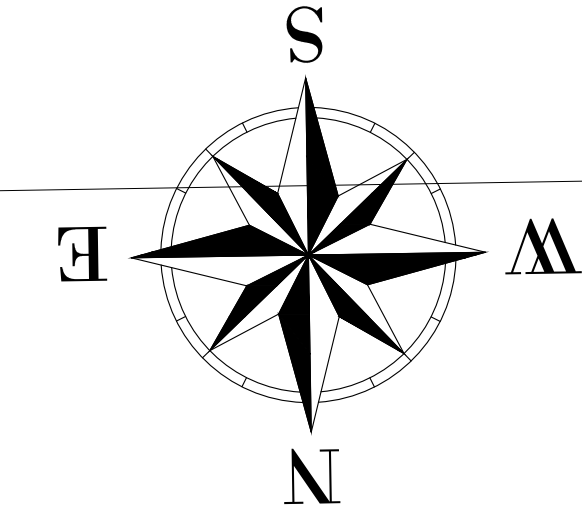
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000
 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNDO FECHA: SEPTIEMBRE 2022

DIBUJADO POR: REVISADO POR: CONTIENE:
 DISEÑO HORIZONTAL
 DISEÑO VERTICAL
 SECCIÓN TÍPICA

ESD: LADY IREBEL CHICO ARRIOLA ESTUDIANTE ING. MSc. DIEGO SEBASTIÁN CHÉREZ GAVILANES DOCENTE TUTOR

CATEGORÍA DE VÍA: ELASE III LONGITUD: 3+824.86 Km Escala: 1:1000 Lámina N.º: 04 / 11



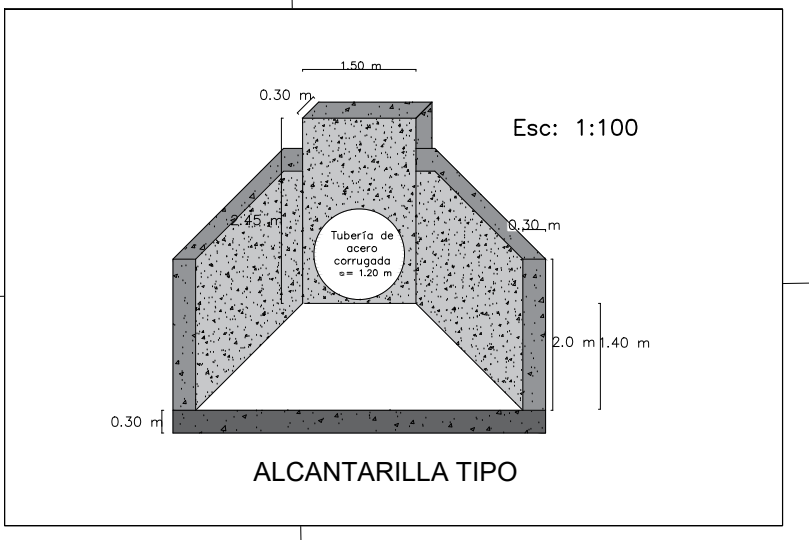
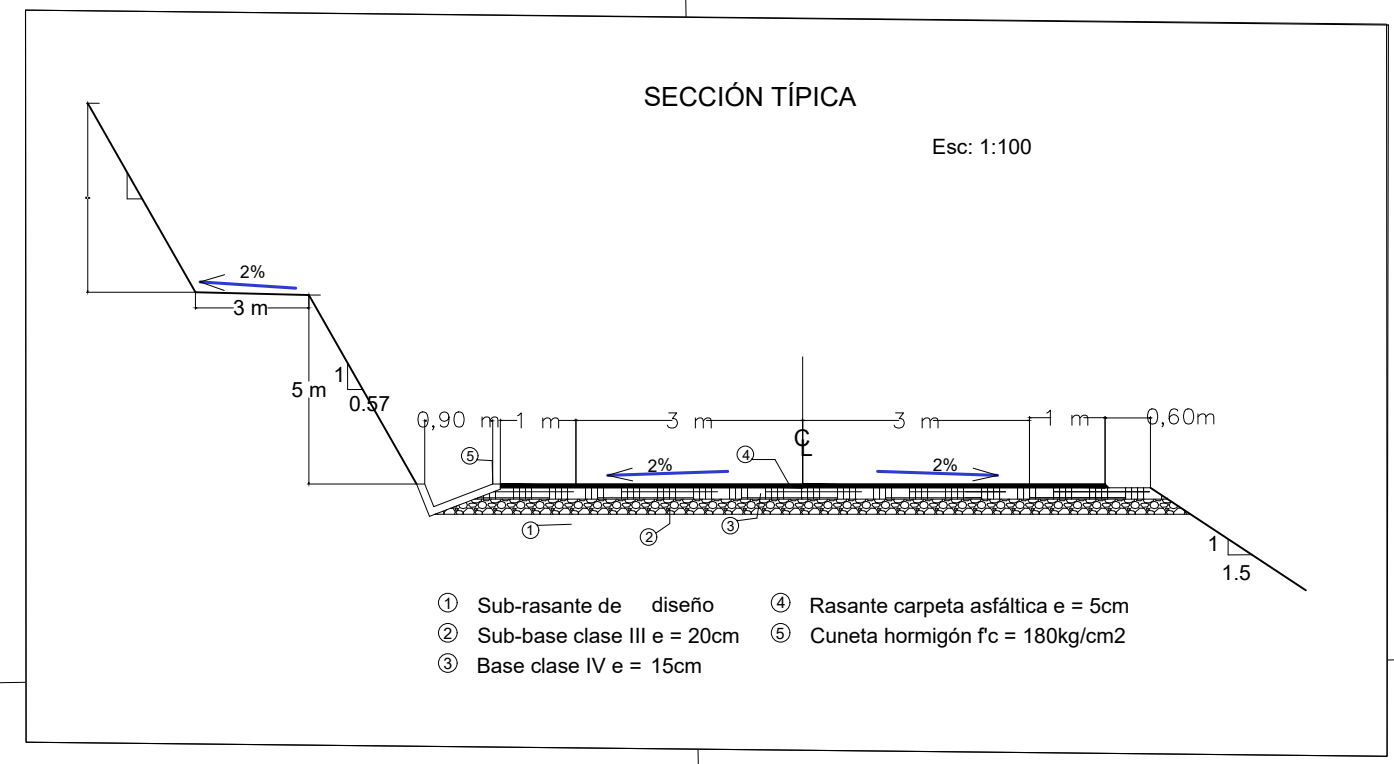
Espiral
 L=1: 30.000 m
 PI: 25+062.69
 Δ: 54.1148
 K: 14.965 m
 P: 2.287 m
 Xc: 27.432 m
 Yc: 8.860 m

CURVA SIMPLE
 PI N: 989832.4452
 PI E: 696430.3145
 M: 8.633
 Lc: 59.646 m
 Rc min: 47.000 m
 Rc: 50.000 m
 T: 33.947 m
 E: 10.435 m
 PI: 25+205.56
 Δ: 68.3488
 PC: 25+171.61
 PT: 25+231.26

CURVA SIMPLE
 PI N: 989865.0226
 PI E: 696298.1329
 M: 0.804
 Lc: 35.877 m
 Rc min: 47.000 m
 Rc: 200.000 m
 T: 17.987 m
 E: 0.807 m
 PI: 25+593.10
 Δ: 10.2780
 PC: 25+515.12
 PT: 25+610.99

CURVA SIMPLE
 PI N: 9898073.5078
 PI E: 696252.4739
 M: 1.331
 Lc: 40.001 m
 Rc min: 47.000 m
 Rc: 150.000 m
 T: 20.120 m
 E: 1.343 m
 PI: 25+379.83
 Δ: 15.2791
 PC: 25+359.71
 PT: 25+399.71

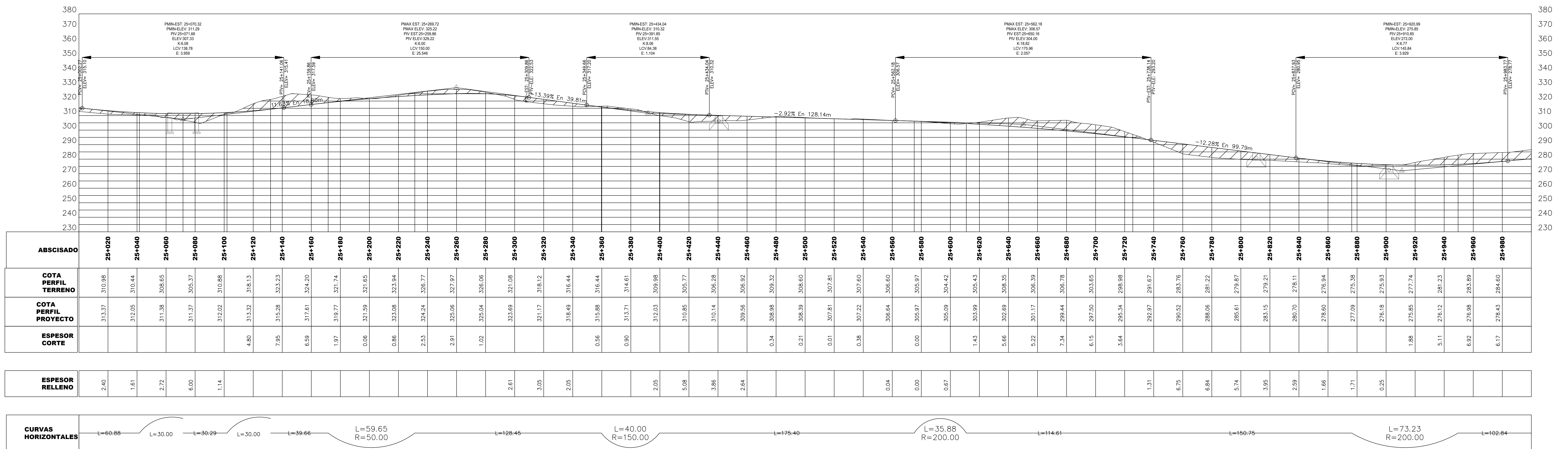
CURVA SIMPLE
 PI N: 9898693.9516
 PI E: 695720.3495
 M: 3.342
 Lc: 73.225 m
 Rc min: 47.000 m
 Rc: 200.000 m
 T: 37.667 m
 E: 3.399 m
 PI: 25+913.37
 Δ: 20.9776
 PC: 25+876.34
 PT: 25+949.57



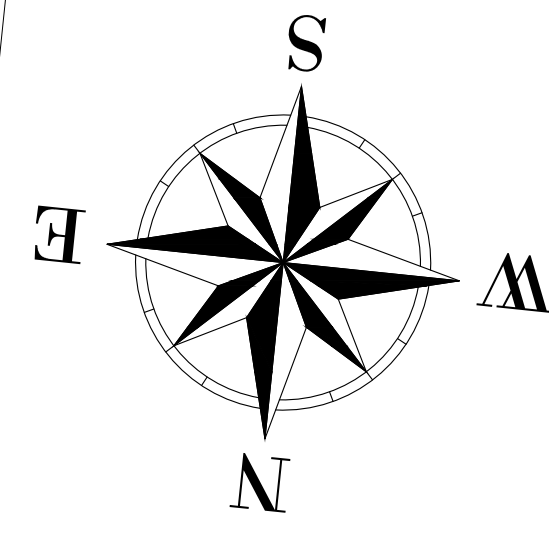
SIMBOLOGÍA	
	EJE DEFINITIVO
	CAMINO EXISTENTE
	PUNTO DE INFLEXIÓN HORIZONTAL
	PUNTO DE INFLEXIÓN VERTICAL
	CURVAS DE NIVEL
	PUENTE
	CONSTRUCCIÓN
	LINDERO O MURO DIVISORIO
	DELIMITACIÓN DE CARRIL
	CUNETA DE DRENAJE
	Alcantarilla

PERFÍL LONGITUDINAL KM 25+000 - 26+000

PERFÍL LONGITUDINAL



PLANTA KM 27+000 - 27+755.85



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANGUA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.

UBICACIÓN: PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANGUA, PARROQUIA MORASPUNGO

FECHA: SEPTIEMBRE 2022

DIBUJADO POR: ESTUDIANTE

REVISADO POR: DOCENTE TUTOR

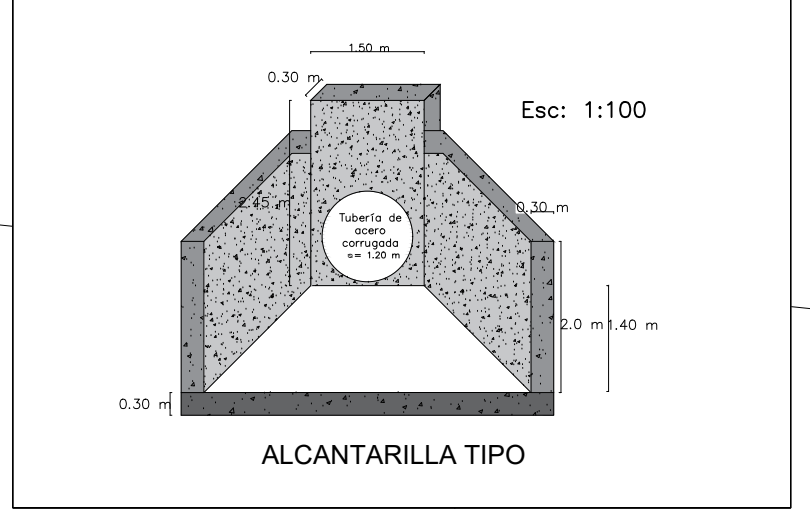
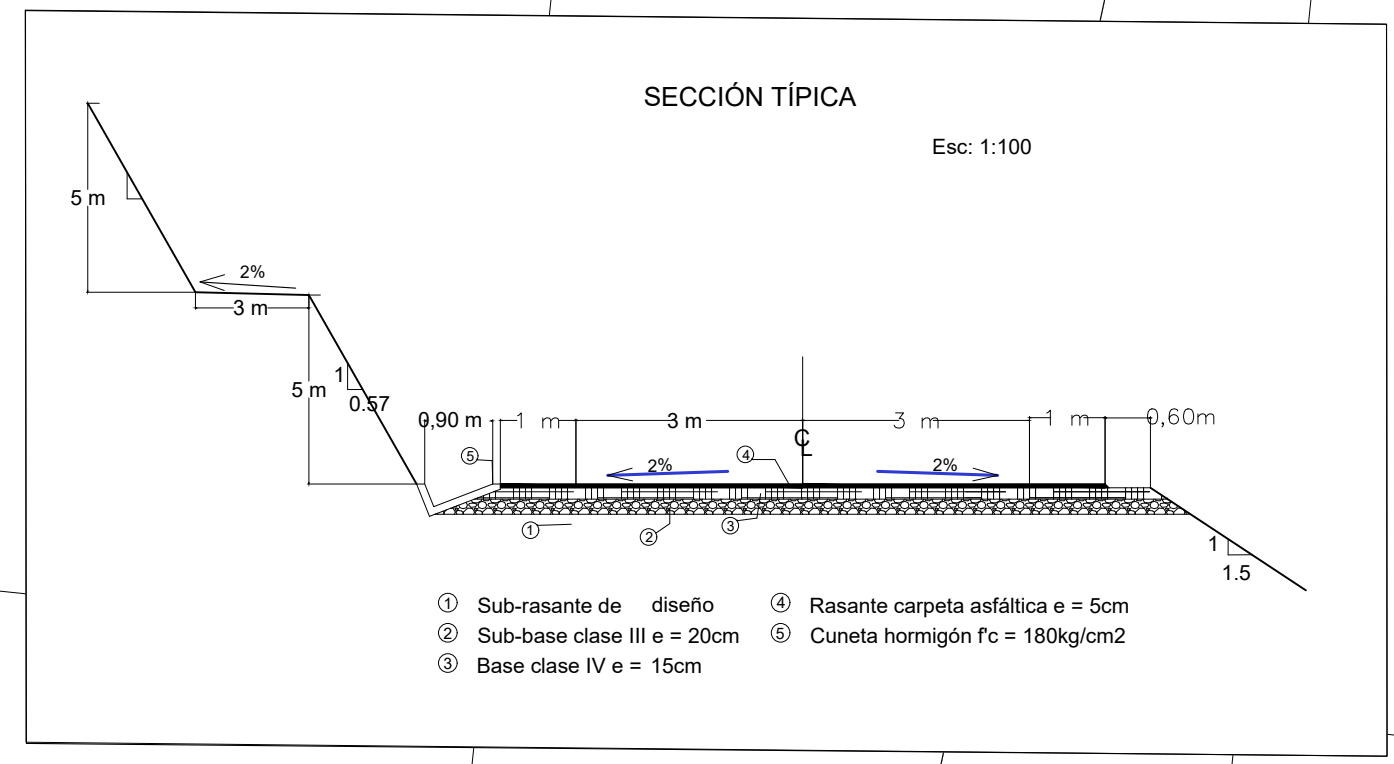
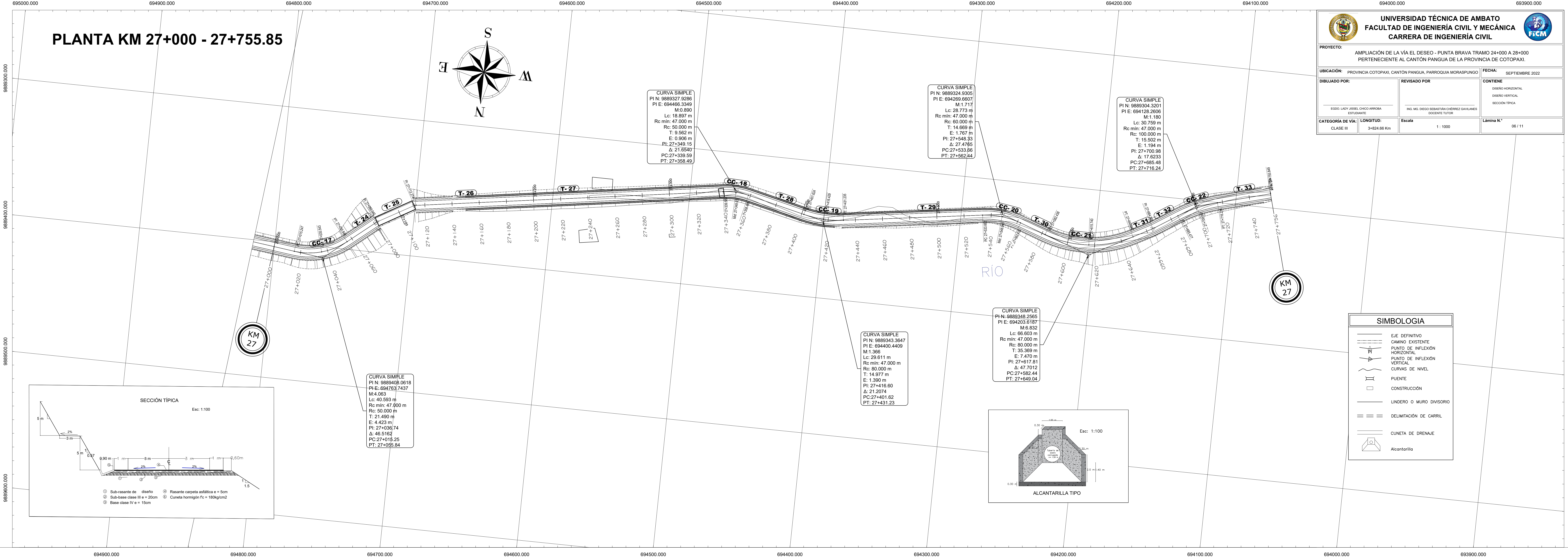
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL, DISEÑO VERTICAL, SECCIÓN TÍPICA

CATEGORÍA DE VÍA: CLASE III

LONGITUD: 3+824.86 Km

Escala: 1:1000

Lámina N.º: 06/11

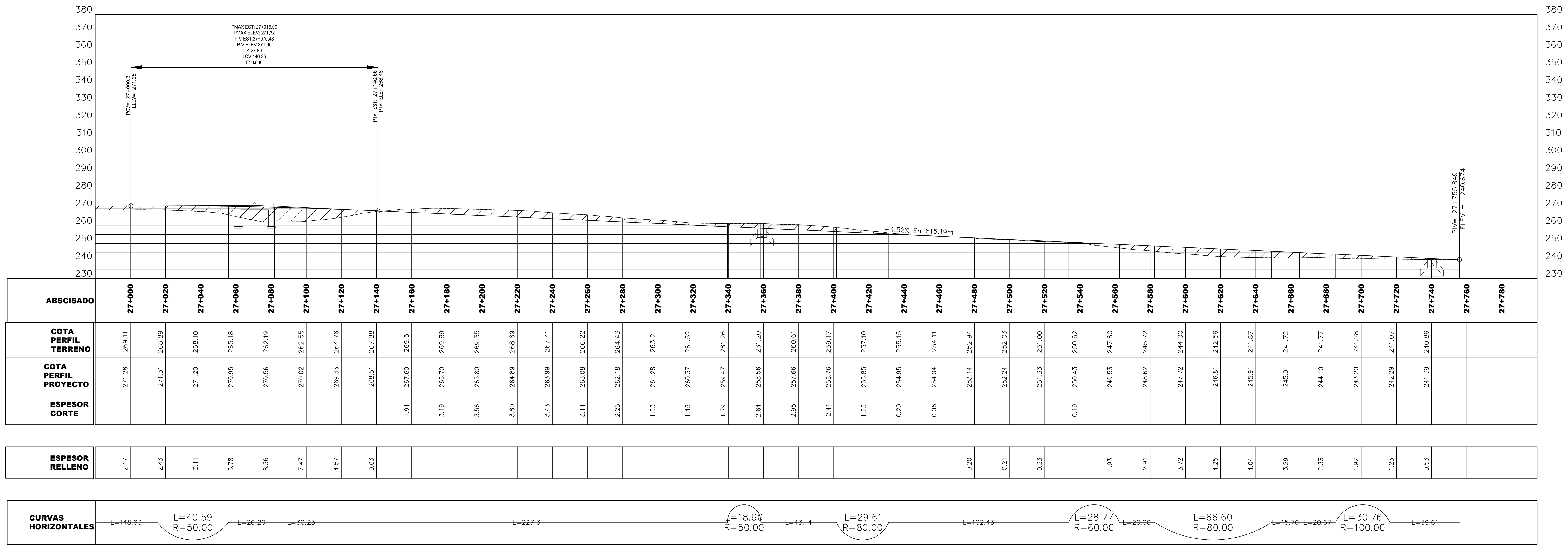


SIMBOLOGÍA

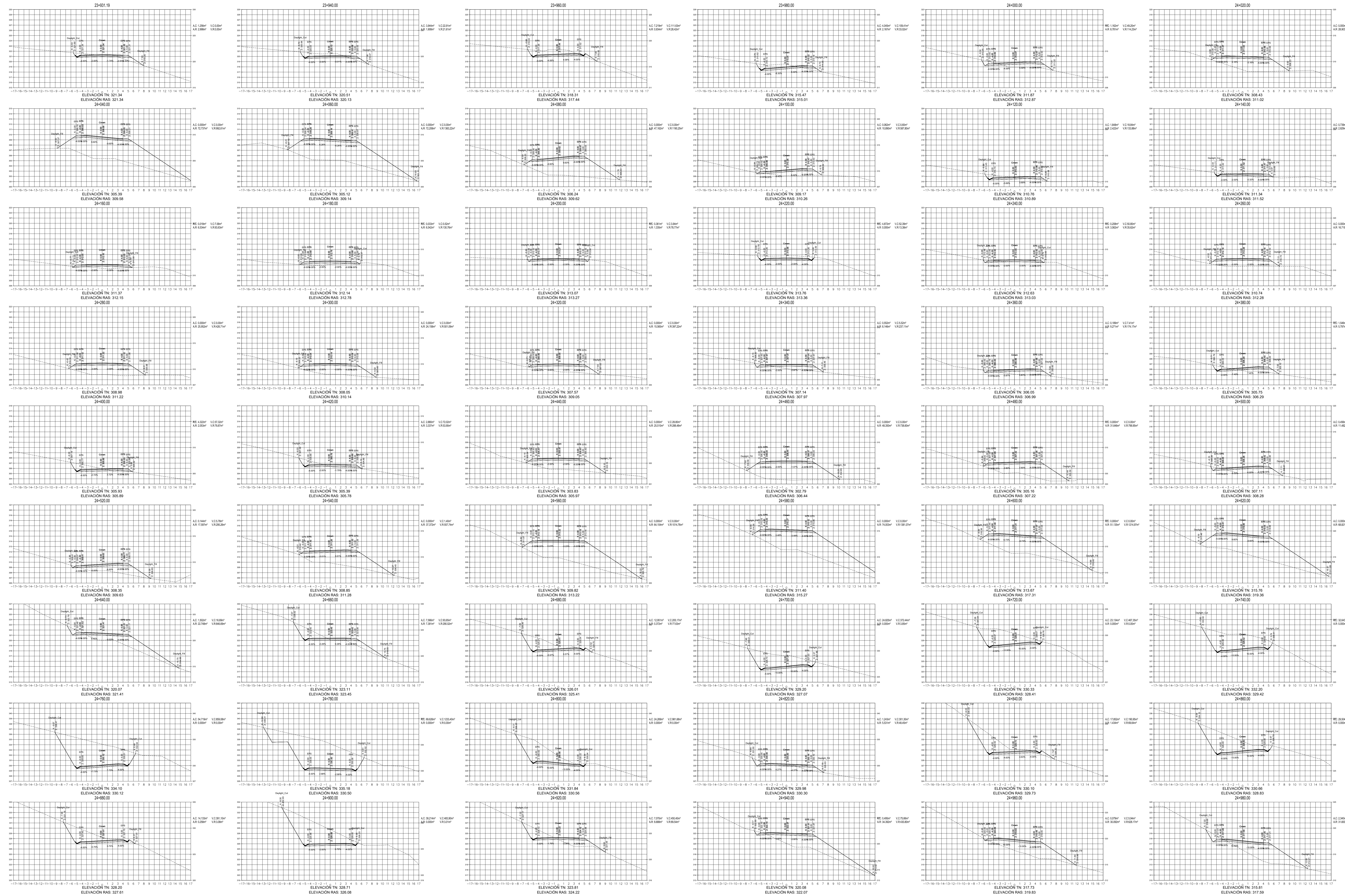
- E/C DEFINITIVO
- CAMINO EXISTENTE
- ~ PUNTO DE INFLECCIÓN HORIZONTAL
- ~ PUNTO DE INFLECCIÓN VERTICAL
- ~ CURVAS DE NIVEL
- PUESTO
- CONSTRUCCIÓN
- LINDERO O MURO DIVISORIO
- == DELIMITACIÓN DE CARRIL
- CUNETA DE DRENAJE
- Alcantarilla

PERFÍL LONGITUDINAL KM 27+000 - 27+755.85

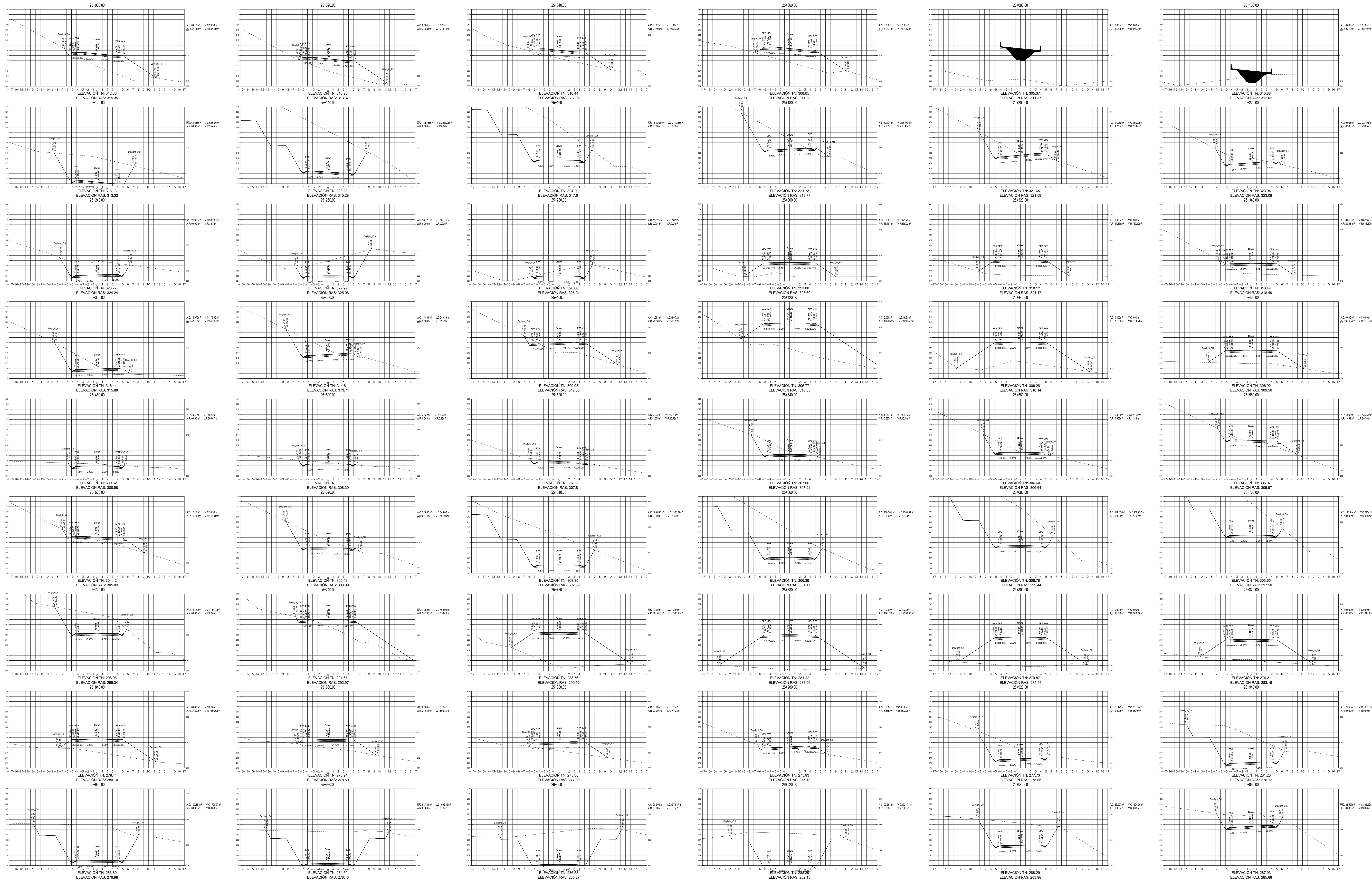
PERFIL LONGITUDINAL



DISEÑO TRANSVERSAL KM 23 + 931.19 - 24 + 980

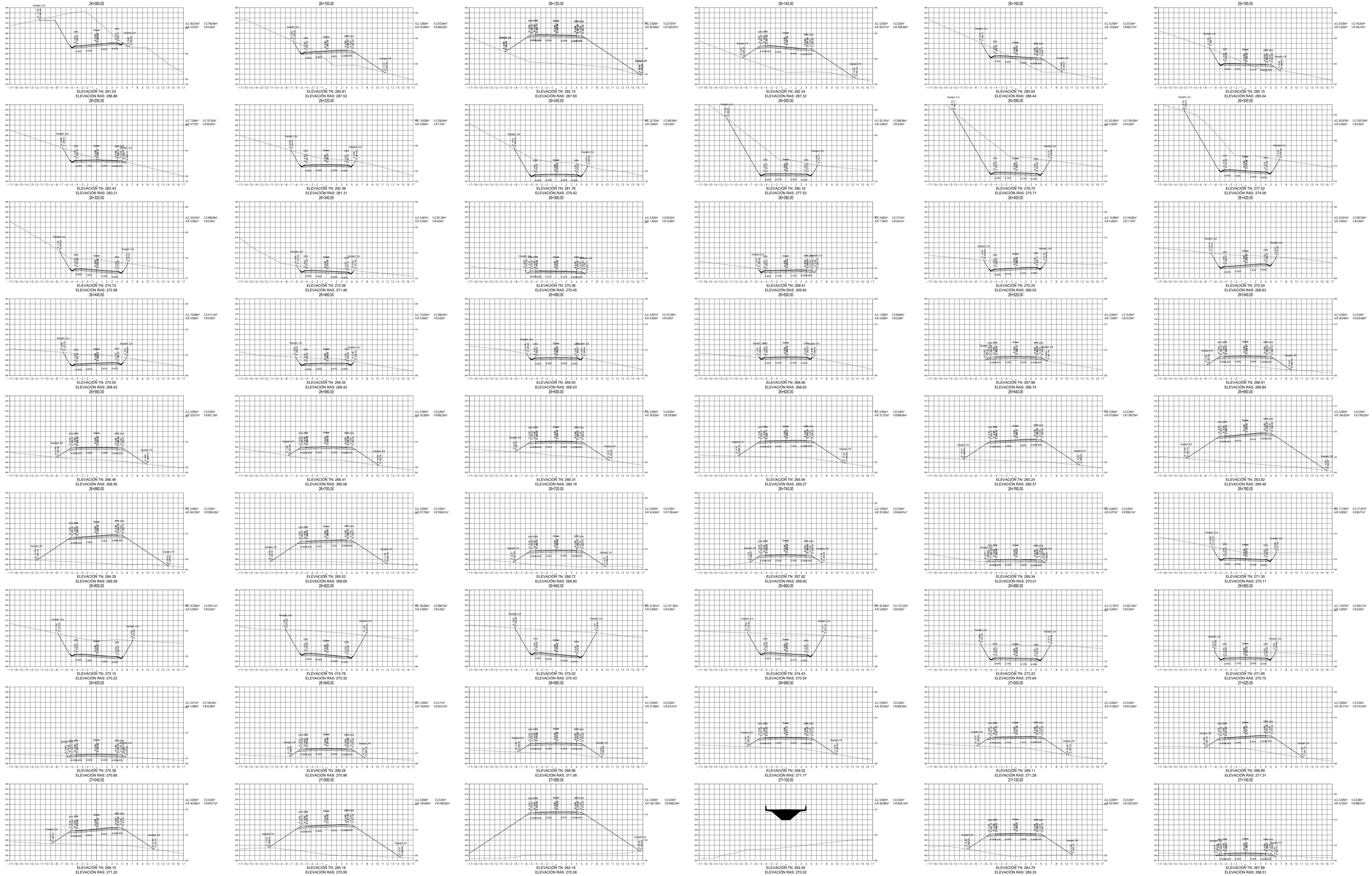


DISEÑO TRANSVERSAL KM 25 + 000 - 26 + 060



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 26+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANAMBA DE LA PROVINCIA DE COTAPACHI.			
UBICACIÓN:	PROVINCIA COTAPACHI, CANTÓN PANAMBA, PARROQUIA MORASPUNGO	FECHA:	SEPTIEMBRE 2022
DISEÑADOR:	EGOD LADY JESSEL CHICO AIRBGA ESTUDIANTE	DISEÑO:	DISEÑO TRANSVERSAL
PROFESOR:	ING. MSc. DIEGO BERNABAN CHÉREZ GAVILANES DOCENTE TUTOR	ESCALA:	1 : 250
CLASE III	3+824.66 Km	HOJA:	08 / 11

DISEÑO TRANSVERSAL KM 26 + 080 - 27 + 140



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL			
PROYECTO: AMPLIACIÓN DE LA VÍA EL DESEO - PUNTA BRAVA TRAMO 24+000 A 28+000 PERTENECIENTE AL CANTÓN PANAMBA DE LA PROVINCIA DE COTOPAXI.			
UBICACIÓN:	PROVINCIA COTOPAXI, CANTÓN PANAMBA, PARROQUIA MORASPUNGO	FECHA:	SEPTIEMBRE 2022
DISEÑADOR:	EGOD LADY JESIL CHICO AIRBABA ESTUARTE	DISEÑO:	DISEÑO TRANSVERSAL
PROFESOR:	RIS MGS ORODIO BERMUDEZ CHÉREZ GARILANES DOCTOR EN TUBOS	ESCALA:	1 : 250
CLASE III	3+824.66 Km	FECHA:	09 / 11

DISEÑO TRANSVERSAL KM 27 + 160 - 27 + 755.85

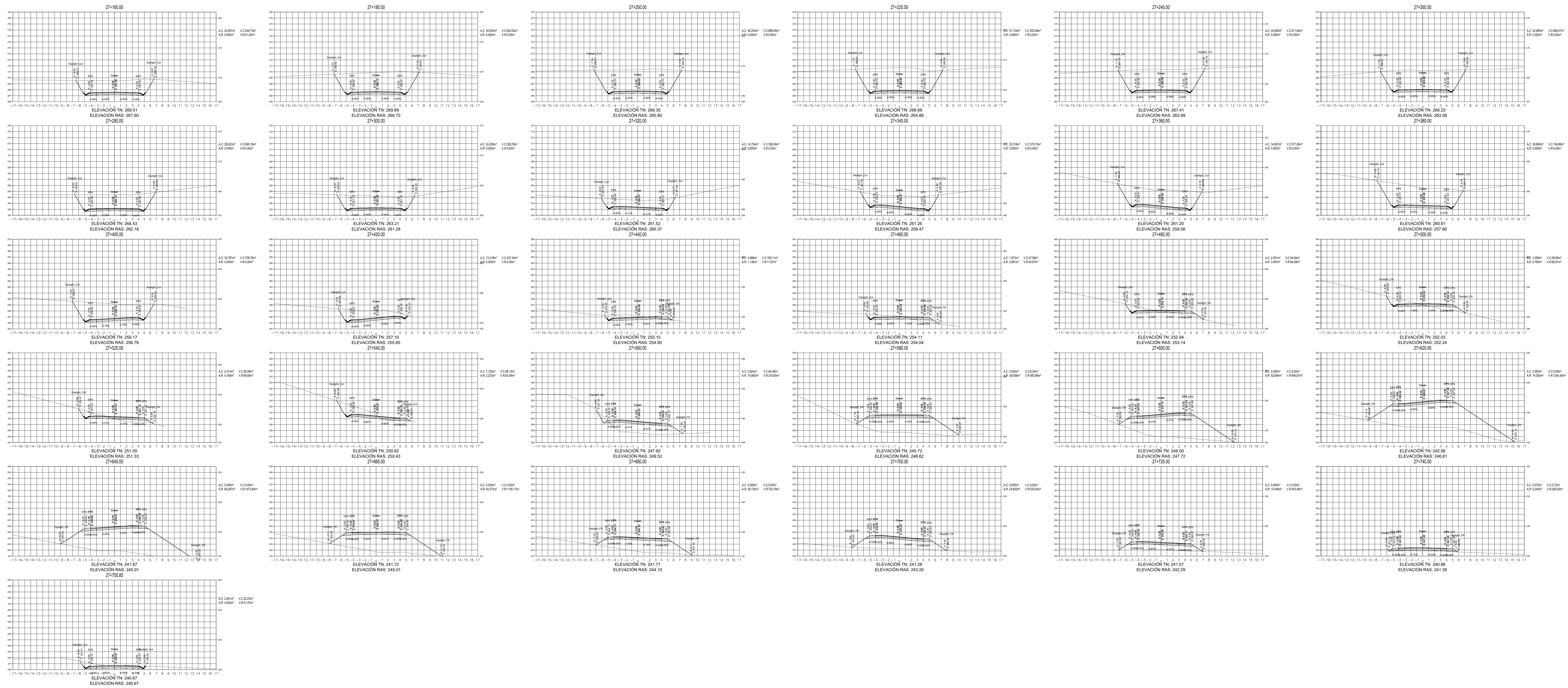


DIAGRAMA DE MASAS

