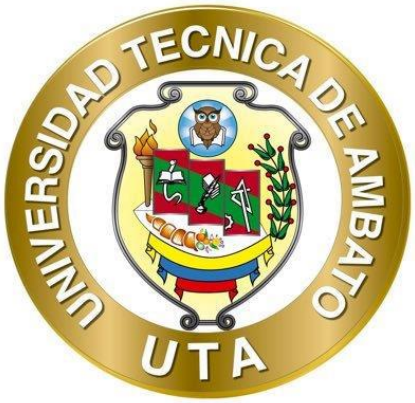


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TEMA:

"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

AUTOR: Alex Javier Jiménez Mogro

TUTOR: Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

AMBATO - ECUADOR

Agosto - 2024

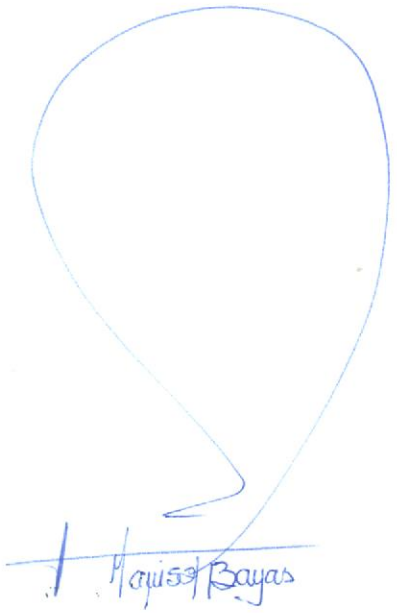
APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutora del proyecto técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema **"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000–5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"**, elaborado por el Sr. Alex Javier Jiménez Mogro, portador de la cédula de ciudadanía C.I 0502865306, 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.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, agosto 2024



.....

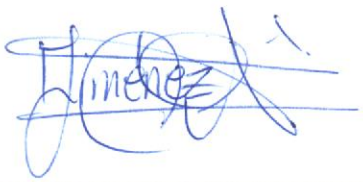
Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano, Mg.

TUTORA

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, **Alex Javier Jiménez Mogro**, con C.I. 0502865306, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente proyecto técnico con el tema **"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI",** así como también los análisis estadísticos, los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, agosto 2024



Alex Javier Jiménez Mogro

C.I. 0502865306

AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de 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, agosto 2024



Alex Javier Jiménez Mogro

C.I. 0502865306

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Alex Javier Jimenez Mogro, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL D.E PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI",**

Ambato, agosto 2024

Para constancia firman:

.....	.....
Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D	**Ing. Wladimir José Ramírez Cabrera, Mg.**
MIEMBRO CALIFICADOR	**MIEMBRO CALIFICADOR**

DEDICATORIA

Quiero dedicar todo el esfuerzo y sacrificio que ha significado llegar a este punto a varias personas, por supuesto primero y más importante a mis padres, Pedro y Elena quienes, con su sabiduría, paciencia, dedicación y confianza, depositaron toda su fe mí y me apoyaron desde el momento que decidí entrar a la universidad hasta el día de hoy que culmino esta etapa en mi vida.

A Maykel mi hermano menor junto a mis abuelos María, Herminia y Luis Gonzaga que me han ayudado muchísimo a hacer más llevadero todo este proceso.

Dedico todo este tiempo de desarrollo profesional a mi familia por forjarme con todos los ideales, valores y fortalezas que me definen. Destaco en este punto a mi pareja Lore que terminado de pulir todos esos ideales y me ha impulsado a mejorar todos los días.

Y por último esto está dedicado a todos quienes han formado parte de mi vida universitaria, incluido en ellos profesores, amigos y compañeros.

Alex Javier Jimenez Mogro

AGRADECIMIENTO

Para mis queridos padres, Pedro y Elena, cuyo amor incondicional y sacrificio han sido la fuerza detrás de cada paso que he dado. Su apoyo inquebrantable y sabiduría han sido mi roca en los momentos más difíciles. Este trabajo es un testimonio de su amor, dedicación y sacrificio. Gracias por creer en mí y por alentarme a alcanzar mis sueños. Su amor y guía han sido mi mayor bendición.

Para mi hermano Maykel, esperando que de alguna u otra forma tome mis logros como inspiración para cumplir sus metas. Para mis abuelitos, María, Herminia, y Luis Gonzaga por su amor y apoyo moral fundamental para no rendirme.

A mi querida Lore, mi compañera y mi inspiración, gracias por estar a mi lado en este viaje y por tus palabras de aliento y comprensión. Este momento es gracias a tu apoyo incondicional.

Para aquellos que creyeron en mí incluso cuando yo dudaba, me inspiraron a seguir adelante cuando el camino parecía difícil y para todos aquellos que me apoyaron incondicionalmente en este viaje. Este logro es tanto suyo como mío. Con gratitud eterna, *Alex.*

ÍNDICE DE CONTENIDOS

APROBACIÓN DEL TUTOR ii

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN iii

DERECHOS DE AUTOR iv

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO v

DEDICATORIA vi

AGRADECIMIENTO vii

ÍNDICE DE CONTENIDOS viii

ÍNDICE DE TABLA x

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS xiii

RESUMEN EJECUTIVO xv

ABSTRACT xvi

I. MARCO TEÓRICO 1

A. Antecedentes investigativos 1

B. Objetivos 5

1) Objetivo General: 5

2) Objetivos Específicos: 5

II. METODOLOGÍA 6

A. Materiales y Equipos 6

B. Métodos 7

1) Fase preliminar: 7

2) FASE I: Actividades en campo 8

3) FASE II: Rediseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento 15

4) FASE III: Presupuesto referencial 41

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN 42

A. FASE PRELIMINAR 42

1) Ubicación del proyecto 42

B. FASE I: Actividades de campo 43

2) Estudio de tráfico 44

3) Factor de la hora de máxima demanda, FHMP 46

4) Estudio de suelos 48

C. Fase II: Rediseño geométrico de la vía y diseño de pavimento 51

1) Parámetros de diseño 51

2) Diseño de Alineamiento Horizontal 52

3) Diseño de Alineamiento Vertical 56

4) Diseño de la Sección Transversal 58

5) Diseño de la Estructura del Pavimento 59

c) Coeficientes estructurales 64

d) Coeficientes de drenaje, m2 y m3 67

e) Espesores de la estructura del pavimento flexible 67

C. Fase III: Presupuesto referencial 69

1) Definición de rubros y volúmenes de obra 69

Medidas ambientales 70

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES 72

A. Conclusiones 72

B. Recomendaciones 73

V. ANEXOS 74

BIBLIOGRAFÍA 145

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA I Tasa de crecimiento de tráfico (i) 11

TABLA II Normas aplicaad para la ejecución de ensayos de suelo 11

TABLA III Clasificación AASHTO de los suelos 14

TABLA IV Clasificación del suelo según su CBR 15

TABLA V Relación, función, clase MTOP y tráfico 16

TABLA VI Denominación de carreteras por condiciones orográficas 16

TABLA VII Velocidad de diseño según su clasificación 17

TABLA VIII peralte máximo en cruvas 17

TABLA IX Ancho de calzada mínimos 18

TABLA X Radios mínimos de curvas de acuerdo con el peralte (e) y el coeficiente (f) 20

TABLA XI Pendiente relativa recomendada para la longitud de transición 24

TABLA XI Pendientes máximas según el tipo de terreno 28

TABLA XII Distancia de visibilidad para parada 29

TABLA XII Valores de diseño para el ancho de espaldones 30

TABLA XIII Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V) 31

TABLA XIV Taludes referenciales en zonas de relleno (relación V:H) 31

TABLA XV Clasificación de superficies de rodadura 32

TABLA XVI Coeficiente de rugosidad e manning para canales abiertos 33

TABLA XVI Coeficiente de rugosidad e manning para canales abiertos 34

TABLA XVII Factor de distribución por carril (fc) 36

TABLA XVIII Factor de distribución por dirección (fd) 36

TABLA XIX Nivel de confiabilidad 37

TABLA XX Desviación estándar normal en función de la confiabilidad 37

TABLA XXI Criterios de diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall 40

TABLA XXII Especificaciones generales para bases y subbases 40

TABLA XXIII Capacidad de drenaje 40

TABLA XXV Abscisa INICIAL Y FINAL 42

TABLA XXVI Georreferenciación de la estación de conteo 44

TABLA XXVII Volumen de vehículos en la hora pico 45

TABLA XXVIII TPDA futuro a 20 años de proyección 48

TABLA XXIX Localización de calicatas para extracción de muestras de suelo 48

TABLA XXX Resultados obtenidos del análisis granulométrico 49

TABLA XXXI Resultados obtenidos de límites de consistencia 49

TABALA XXXII Resultados obtenidos del ensayo de compactación 50

TABALA XXXIII Resultados obtenidos del ensayo CBR 50

TABLAXXXIII Sobreancho calculado y adoptado 53

TABLAXXXIV Distancia de visivilidad y adelantamiento comprobadas 55

TABLAXXXV Cáculo de los elementos de las curvas verticales 57

TABLA XXXVI Velocidades admisibles máximas a las que se erosionan los materiales 59

TABLA XXXVII Factores de daño para los vehículos en la hora pico 60

TABLA XXXVIII Número de ejes equivalentes para el periodo de 20 años 60

TABLA XXXIX PERCENTIL DEL CBR DE DIEÑO 61

TABLA XL porcentaje de cbr puntual 61

TABLA XLI Resumen de factores y coeficientes de diseño 67

TABLA XLII Presupuesto referenecial del proyecto 71

TABLA XLIII Materiales y equipos utilizados 75

TABLA XLIV Evidencia de actividades 79

TABLA XLVI Granulometría de Calicata 1 – ABSC 1+000,00 101

TABLA XLVII Granulometría de Calicata 2 – ABSC 2+000,00 102

TABLA XLVIII Granulometría de Calicata 3 – ABSC 3+000,00 103

TABLA L Granulometría de Calicata 5 – ABSC 5+000,00 105

TABLA LI Límites de consistencia de la Calicata 1– ABSC 1+000,00 107

TABLA LII Límites de consistencia de la Calicata 2– ABSC 2+000,00 108

TABLA LIII Límites de consistencia de la Calicata 3– ABSC 3+000,00 109

TABLA LIV Límites de consistencia de la Calicata 4– ABSC 4+000,00 110

TABLA LV Límites de consistencia de la Calicata 5– ABSC 5+000,00 111

TABLA LVI Resultados, compactación de la Calicata 1– ABSC 1+000,00 113

TABLA LVII Resultados, compactación de la Calicata 2– ABSC 2+000,00 114

TABLA LVIII Resultados, compactación de la Calicata 3– ABSC 3+000,00 115

TABLA LIX Resultados, compactación de la Calicata 4– ABSC 4+000,00 116

TABLA LX Resultados, compactación de la Calicata 5– ABSC 5+000,00 117

TABLA LXI Resultados, CBR de la Calicata 1– ABSC 1+000,00 119

TABLA LXII Resultados, CBR de la Calicata 2– ABSC 2+000,00 121

TABLA LXIII Resultados, CBR de la Calicata 3– ABSC 3+000,00 123

TABLA LXIV Resultados, CBR de la Calicata 4– ABSC 4+000,00 125

TABLA LXV Resultados, CBR de la Calicata 5– ABSC 5+000,00 127

TABLA LXVI Parámetors de las tnagéntes y puntos de inflexión 130

TABLA LXVII Resultados elementos de las curvas simples 132

TABLA LXVIIi Resultados elementos de las curvas e-cc-e 132

TABLA LXix Datos para el diseño del peralte 134

TABLA LXX Resultados elementos de los elementos del peralte 135

TABLA LXXi Volúmenes de corte y relleno 137

INDICE DE FIGURAS Y GRAFICOS

Fig. 1.Ruta original, inicio y destino de la vía. 8

Fig. 2. Curva compuesta con radios en el mismo sentido. 19

Fig. 3. Curvas circulares inversa. 19

Fig. 4. Elementos geométricos de una curva circular simple 21

Fig. 5. Elementos que conforman una curva de transición con espiral 22

Fig. 6. Desarrollo del peralte y sobreancho en curvas 26

Fig. 7. Diagrama de curvas cóncavas y convexas 28

Fig. 8. Dimensiones de cuneta propuesta 32

Fig. 9. Ecuaciones de intesidad de lluvia para el cantón Salcedo 34

Fig. 10. Clasificación nacional, pesos y dimesiones de vehículos motorizados. 35

Fig. 11. Número estructural del pavimento por el método AASHTO-93 39

Fig. 12. Demarcación de la zona de estudio (Plano completo en el anexo) 42

Fig. 13. Superfice modelada en CIvil 3D 43

Fig. 14. Identificación del trazado existente 43

Fig. 15.Ubicación de la estación de conteo 44

Graf. 1. Comportamiento de tráfico en función de la hora acumulada. 45

Graf. 2. Composición de tráfico en la hora de máxima demanda 46

Graf. 3. Crecimiento de tráfico en el periodo de diseño 47

Fig. 16. Extracción de muetras a cielo abierto 49

Fig. 17. Pendiente máxima del trazado existente 51

Fig, 18, Alineamiento horizontal propuesto 56

Fig, 19, Alineamiento vertical propuesto 58

Graf. 4. Curva de tendencia paraCBR de diseño. 62

Graf. 5. CBR de diseño vs Abscisado 62

Fig. 20. Cálculo del número estructural 64

Fig. 21. Nomograma para el coeficiente estructural de la capa de rodadura (a1) 65

Fig. 22. Nomograma para el coeficiente estructural de la base (a2) 66

Fig. 23. Nomograma para el coeficiente estructural de la subbase (a3)..... 66

Fig. 24. Sección transversal propuesta 68

RESUMEN EJECUTIVO

En los últimos años, el Ecuador ha tratado de mejorar su competitividad referente a otros países en su infraestructura vial, sin embargo, no todas las zonas del país han conseguido optimizar su red vial. Sin ir más lejos, la calidad de la red vial de Cotopaxi se ha visto opacada por sus provincias vecinas, por ello surge la necesidad de abordar nuevos proyectos que aporten a la evolución de la infraestructura.

Para aportar con este objetivo, se llevó a cabo los estudios viales siguiendo los procesos que dictamina la normativa del MTOP 2003. Iniciando por el levantamiento de la franja topográfica usando un dispositivo RTK que reveló que la vía se encontraba en un terreno montañoso. El estudio de tráfico indicó que el TPDA para un periodo de diseño de 20años sería de 827 vehículos/día clasificando la vía como colectora de CLASE III. Con esta información se procedió con el rediseño geométrico ajustando la vía existente a un nuevo trazado que cumpla con los parámetros que sugiere la norma y además sin exceder áreas de corte y relleno muy grandes. El paquete estructural se diseñó en base Método de la AASHTO-93 usando el CBR de diseño obtenido en el estudio de suelos, finalmente se establecieron los espesores mínimos y recomendados para subbase, base y carpeta asfáltica.

Finalmente, se evaluó la propuesta de diseño vial y se estableció un presupuesto estimado, proporcionando una visión clara de los recursos requeridos y facilitando una planificación precisa para la implementación del proyecto a futuro.

Palabras clave: Topografía, tráfico futuro, mejoramiento vial, trazado geométrico, TPDA, diseño de pavimento, presupuesto referencial.

ABSTRACT

In recent years, Ecuador has tried to improve its competitiveness compared to other countries in its road infrastructure, however, not all areas of the country have managed to optimize their road network. Without going any further, the quality of the Cotopaxi Road network has been overshadowed by its neighboring provinces, which is why the need arises to address new projects that contribute to the evolution of the infrastructure.

To contribute to this objective, road studies were carried out following the processes dictated by the MTOP 2003 regulations. Starting with the survey of the topographic strip using an RTK device that revealed that the road was in mountainous terrain. The traffic study indicated that the TPDA for a design period of 20 years would be 778 vehicles/day, classifying the road as a CLASS III collector. With this information, the geometric redesign was carried out, adjusting the existing road to a new layout that complies with the parameters suggested by the standard and also without exceeding very large cut and fill areas. The structural package was designed based on the AASHTO-93 Method using the design CBR obtained in the soil study, finally the minimum and recommended thicknesses for subbase, base and asphalt layer are configured.

Finally, the road design proposal was evaluated, and an estimated budget was developed, providing a clear view of the resources required and facilitating accurate planning for future project implementation.

Keywords: Topography, future traffic, road improvement, geometric layout, TPDA, pavement design, reference budget.

I. MARCO TEÓRICO

A. Antecedentes investigativos

Desde los albores de la historia el hombre se ha enfrentado con el problema de vencer las distancias para ello empezó a desarrollar sus propios medios de comunicación. Tal es el caso de las vías terrestres y los vehículos que en conjunto han evolucionado a lo largo de los años y nos han permitido movilizarnos, comerciar y comunicarnos cada vez más rápidamente, como resultado de esto el avance socioeconómico de la humanidad y su actividad se ha incrementado enormemente. [1] Lo anterior mencionado se ha manifestado en todo el mundo por lo que ha sido motivo de estudio la repercusión que tiene en un país contar con un sistema vial eficiente, tal como se menciona en [2] , una mala infraestructura vial representaría un obstáculo para las inversiones extrajeras en los países pues de ello depende su desempeño económico y su competitividad. Kiel *et al*. [3] en su artículo también apoyan lo anterior afirmando que los países que realicen mayores inversiones en la infraestructura de transporte como carreteras, ferrocarriles, puertos y aeropuertos, entre otros, tendrán más posibilidades para su desarrollo y por consecuente mejorarán su competitividad en los mercados internacionales de bienes y servicios.

Ahora bien, enfoquémonos primero en el caso de América Latina que conforme se explica detalladamente en [4], en el estudio realizado en el año 2015 por el World Economic Forum para 180 países de todo mundo, presentaba como resultado que la infraestructura vial de América Latina solo era superior a los países africanos y casi la mitad respecto a la de los desarrollados. En este mismo artículo se destaca el crecimiento general de la demanda de carreteras, originado por el incremento de los ingresos, el comercio y la urbanización. Por lo anterior, la movilidad rural y urbana en la región se ha convertido en un tema crítico; a pesar de las importantes mejoras en los sistemas de transporte, el crecimiento de las ciudades ha ocurrido de manera exponencial, los viajes cada vez resultan más largos, caros y la congestión crece fuertemente.

Entonces, para solucionar la problemática han surgido estudios que han intentado identificar los principales aspectos del transporte que ayudan a reducir la competitividad, por ejemplo en [5], sus autores identifican tres mecanismos fundamentales que afectan a la competitividad de un país. En primer lugar, estimulan el comercio internacional y nacional reduciendo los tiempos y costos de transporte. En segundo lugar, aumenta la interacción económica, ya que permite llegar a mercados más grandes pudiendo reducir la posición dominante de los mismos. En tercer lugar, una infraestructura de transporte bien definida

estimula mejoras en la educación, salud, e inserción de circuitos económicos dentro y fuera de una nación.

Ecuador a pesar de ser un país pequeño no se ha quedado indiferente frente al desarrollo de su infraestructura vial, como bien se expone en [6], para el año 2015 nuestro país realizó una inversión de aproximadamente 5.130,14 USD, para ese mismo año este rubro logro una participación del 5.16% del Producto interno bruto del país, lo que significa que se está convirtiendo en un país más competitivo desde su inversión en infraestructura vial, asi lo sustentaba en 2016 José Grijalba [7], en ese entonces coordinador general de planificación del Ministerio de Trasporte y Obras públicas (MTOP) en donde afirmaba que el 95% de las vías del país se encuentran en buen estado, en contraste de lo que ocurría en el año 2007, cuando el 75% de la red vial estaba en pésimas condiciones. Todo el mejoramiento en la red vial ha llevado a Ecuador a situarse en puestos más favorables en el ranking mundial de competitividad, por ejemplo en el periodo 2017-2018 avanzó del puesto 49 al 31, un avance significativo considerando los 138 países que fueron contemplados en el ranking, esto sin duda ha ayudado a atraer inversión extranjera y en general a mejorar su desempeño logístico, lo que apoya lo expuesto por Cortes y De La Peña en [5].

Por otra parte, en tiempos más actualizados Katherine Ramírez en junio del 2023 reportó el mal estado de las carreteras, consecuente de las fuertes lluvias y torrenciales recientemente ocurridos develaron los baches profundos, hundimientos y grietas presentes en las vías que conectan la Costa, Sierra y Amazonía del país. [8] En este mismo reporte el ingeniero Gustavo Yánez docente de la Facultad de Ingeniería de la Pontificia Universidad Católica del Ecuador (PUCE) destaca que en un aproximado del 80% las vías del país son de pavimentos flexibles, es decir que se han diseñado para un periodo determinado de generalmente 10 a 15 años, así hace énfasis en que para mejorar la situación, es necesario invertir en una planificación más efectiva, realizar una fiscalización eficiente y reitera que los programas de mantenimiento deben ser adecuados para garantizar la durabilidad de las vías.

Podemos apoyar lo dicho por el Ingeniero Yánez con lo expuesto por Zaninovich en [9] donde se indica la incapacidad técnica de las entidades territoriales, para planificar trazados viales considerando todos los criterios ingenieriles que ello implica como los ámbitos legales, financieros, ambientales y técnicos del diseño.

La responsabilidad de establecer los parámetros técnicos y legales para el mejoramiento, apertura e incluso demolición de una infraestructura vial en el país recae en el MTOP que durante los últimos años se ha preocupado por realizar grandes inversiones para la construcción y mantenimiento de carreteras y puentes considerando las propuestas generadas por los

gobiernos cantonales y parroquiales. Así pues, siguiendo todos los lineamientos planteados por la Norma ecuatoriana Vial (NEVI-12) establecida por el MTOP en el 2012, los proyectistas y constructores del país han presentado la solución a los problemas viales del Ecuador, desde los más pequeños y simples hasta los más grandes y complejos. [10] Así lo ha venido realizado el MTOP en los últimos años con su Plan Estratégico de Movilidad 2013-2023, priorizando la modernización de toda la red de transporte nacional, facilita así la movilidad interna del país, incluyendo también las regiones especiales y siempre minimizando el impacto en el medio ambiente.[11] Es importante destacar también la importancia que tiene seguir al pie de la letra lo establecido por la norma técnica para el desarrollo no solo de proyectos viales sino de cualquier proyecto de ingeniería pues como bien destaca María López en [12] las normas técnicas protegen la salud, la seguridad, la propiedad y resguardan el ambiente.

Tomando en cuenta lo que establece la norma NEVI-12 y lo que se exponen Montaño de León, Zúñiga de León y Rodríguez en [13], para empezar a construir un proyecto vial siempre es necesario realizar un anteproyecto donde se incluyan los elementos técnicos relacionados tales como: el alineamiento horizontal, vertical y los componentes de la sección transversal. Con lo anterior es lógico pensar que la consideración principal al momento de planificar un proyecto vial es la localización, en resumen, se puede establecer la posibilidad de una carretera conforme al uso del suelo, proximidad con la urbanización y factibilidad técnica y económica. [14]

En lo que refiere a trabajo de campo, la NEVI-12 recomienda que la primera información recolectada sea la topografía del lugar, los métodos para conseguirla también han evolucionado. Sin embargo como indica [15] en la actualidad como material básico se usan los mapas topográficos pues serven como base para diseñar todos los aspectos técnicos que conforman la geometría de una carretera. Se ha comparado la eficiencia que tiene realizar un levantamiento topográfico con tecnologías modernas mediante métodos comparativos como el levantamiento usando RTK, Estación Total y Drone que según a las conclusiones llegadas en [16], el levantamiento topográfico usando RTK resulta ser el más eficiente en cuanto tiempo, requiere poca mano de obra, es muy preciso y confiable, sin embargo es el más costoso y más sensible a la accesibilidad del área de estudio.

El levantamiento topográfico es tan solo el inicio en el diseño de una carretera Montaño de León, Zúñiga de León y Rodríguez en su artículo [13], también exponen que primero se tendrá que definir la clasificación de la vía, como bien indica la NEVI-12 en su volumen 2ª. Pero ¿Cómo se define en que clasificación se debe ubicar nuestro proyecto?, bien pues para ello se debe realizar lo que se denomina un conteo de tráfico que siguiendo el formato que establece

la Norma Mop 2003 clasifica los vehículos que transitan en la vía y permiten a los proyectistas calcular el Tránsito Promedio Diario Anual o también denominado TPDA, siendo este un valor puramente estadístico que a su vez delimitará el tránsito futuro (TPDAf), que como ya mencionaba el ingeniero Yánez en [8] se determina para un periodo de diseño incluso de hasta 20 años. Todo lo anterior por supuesto cuenta con respaldo teórico de muchas fuentes bibliográficas, por ejemplo uno de los libros más utilizados en toda América Latina es Ingeniería de Tránsito fundamentos y aplicaciones, en él se exponen todos las fórmulas y métodos que permiten calcular el TPDAf, de igual manera el MTOP ha realizado estudios en este apartado que permiten definir más correctamente el periodo de diseño y las tasas de crecimiento de los vehículos livianos, buses y pesados [17]. Un pilar fundamental para el diseño de carreteras es el estudio de suelos, puesto que de la calidad de este tendrá una repercusión directa en el diseño de la sección transversal que se pretende proponer. Mediante el mismo se puede conocer las características físicas y geológicas, las diferentes capas y su espesor, el nivel freático y por su puesto mediante ensayos de laboratorio la resistencia de un suelo o una roca. [18]

En lo referente al diseño geométrico, el cual se considera un trabajo de escritorio puesto que implica cálculo y uso de software especializado, se puede afirmar que la variable más importante es la velocidad de diseño determinada a su vez por el TPDAf [13], esta variable es la base para determinar los radios, de curvatura, distancia de curva, extérnales, pendientes, peralte de la vía, etc. La NEVI-12 también define todo el procedimiento que se debe seguir para calcular cada uno de los componentes de una curva.

Por supuesto no hay que dejar de tomar en cuenta el costo que implica realizar todas las actividades al mejorar una carretera. Enfocándonos directamente en el presente proyecto y basándonos en [19] podemos decir que la economía la Parroquia de Cusubamba se sustenta principalmente en tres sistemas de producción: la agricultura convencional, que abastece los mercados de ciudades cercanas como Ambato, Salcedo y Latacunga; la agricultura agroecológica, basada en la agricultura familiar y la cría de especies menores; y la exportación e todo tipo de flores para los mercados ruso y americano. Como resultado de esto, el presente estudio pretende mejorar la calidad de vida de los habitantes, que se ven afectados por las condiciones actuales en las que se encuentra el tramo Belén Cuatro esquinas-Bellavista, en varios aspectos tanto económicos, sociales y de comunicación vial. Por los motivos expuestos, el gobierno autónomo descentralizado del cantón Salcedo ha propuesto mejorar el tramo desde la abscisa 0+000–5+000. Por lo que se espera que esta investigación con el diseño final del pavimento ayude a cumplir tal objetivo.

B. Objetivos

1) Objetivo General:

Mejorar el trazado geométrico y diseñar estructuralmente el pavimento de la vía Belén cuatro esquinas desde la abscisa 0+000 – 5+000, ubicada en la parroquia Cusubamba, cantón Salcedo, provincia de Cotopaxi.

2) Objetivos Específicos:

- Determinar los parámetros de diseño como delimitación del área de estudio, levantamiento topográfico, estudio de tráfico vehicular y propiedades mecánicas del suelo.

- Realizar el mejoramiento del trazado geométrico de la vía donde se incluye el diseño horizontal, vertical, sección vial, movimiento de tierras, estructura del pavimento y diseño hidráulico de las obras de drenaje.

- Proponer una oferta económica de la propuesta vial, donde se incluye precios, programación, especificaciones técnicas y generales.

II. METODOLOGÍA

Se decidió desarrollar el proyecto técnico dividiéndolo en tres fases, cada una de ellas aborda su respectivo objetivo específico y que a su vez se detallan en el mismo orden que fueron presentados anteriormente. Las actividades de campo que incluyen el reconocimiento en campo del área y marcación de los puntos de control como el inicio y final de la vía, previas al desarrollo de los objetivos se comprenden una fase preliminar.

Se procede entonces a la descripción de los equipos (proporcionados por el laboratorio de mecánica de suelos de la Universidad Técnica de Ambato), materiales y métodos utilizados en cada una de las fases mencionadas

A. Materiales y Equipos

La principal herramienta de procesamiento de datos, dibujo de planos, elaboración de diagramas y cálculos para el desarrollo del proyecto se realizó en un computador portátil ACER (Anexo A8), en el mismo se inició por delimitar toda el área de estudio y definir los puntos iniciales georreferenciados con el uso del software Google Earth en conjunto de un GPS Garmin etrex 10 (Anexo A9), estos mismos puntos fueron planteados en campo usando un combo y estacas pintadas (Anexo B1).

Para obtener la topografía se decidió optar por el uso de un equipo de alta precisión RTK GNSS Galaxy G4 (Anexo A10), efectivamente armado con un trípode autonivelante, el necesario Rover para la toma de datos armado en un bastón telescópico Leica Gls11, los puntos BM se marcaron con estacas de madera pintadas con aerosol rojo (Anexo A1 y A2) y finalmente para complementar la topografía con ortofotos se utilizó un dron DJI Mavic 3 Pro (Anexo A11). Hay que mencionar que toda la información topográfica fue procesada en Autodesk Civil 3D en su versión estudiantil. En lo que se refiere al estudio de tráfico, únicamente se requirió de un reloj y una tabla impresa (Anexo A3) que sirva únicamente para contabilizar con rapidez los vehículos que transitan en campo en su respectiva clasificación.

Por otro lado, la toma de muestras alteradas que posteriormente fueron analizadas en el laboratorio se realizó según recomienda Villalaz [20], con bolsas plásticas impermeables y sacos de lona (Anexo A4) y el uso de herramienta menor tales como, azadón, palas, pico y flexómetro (Anexo A5 y A6). Antes de llevar a cabo los ensayos de laboratorio fue prescindible la preparación previa de las muestras obtenidas, para lo cual se utilizó plástico grueso y un pulverizador o martillo de goma (Anexo A7) según indica la INEN-688 [21]. Una vez preparadas las muestras, en primer lugar, se realizó el análisis granulométrico empleando tamices metálicos redondos con una fuente con tapa marca Standard (Anexo A12) los cuales se

agitaron automáticamente en una tamizadora eléctrica Controls – D407 (Anexo A13), se empleó una balanza digital marca Lexus (Anexo A14). Por otro lado para la determinación de los límites de Atterberg se emplearon los instrumentos dispuestos en las normas INEN 691 y 692 para límite líquido y límite plástico respectivamente; siendo así la copa de Casagrande marca Humboldt–H4226 (Anexo A15), ranurador, mortero de porcelana, espátula, placa de vidrio y recipientes metálicos para secar las muestras en el horno a 110°C marca Memmert – GmbH (Anexo A16) que dicho sea de paso es el mismo usado para secar y determinar el contenido de humedad en todos los ensayos. Para los ensayos de compactación según la norma AASHTO T-180 y relación de soporte de California según la norma AASHTO T-193 (CBR) se emplearon moldes cilíndricos metálicos de 6" con sus respectivos collarines y retorta (Anexo A17), martillo compactador estandarizado de 10 lb (Anexo A18), bandejas cuadradas, tamiz cuadrado #4, calibrador, dial, enrasador, probeta de 1000 ml, pesas de sobrecarga, balanza electrónica marca Gramera – TH500 de 10000gr (Anexo 19) de capacidad y la prensa CBR Multispeed marca Humboldt (Anexo A20).

En la etapa del rediseño geométrico vial se empleó nuevamente el software Civil 3D; para el cálculo del pavimento flexible se diseñó en el computador mencionado la ayuda de la Ecuación AASHTO 93 y Excel 2016 con licencia estudiantil, mismo que también fue utilizado para realizar el presupuesto y precios unitarios de la obra.

B. Métodos

Como se mencionó anteriormente, el proyecto técnico en cuestión se estructura en tres fases; cuatro incluyendo la fase preliminar, cada una de las cuales involucra la consulta y utilización de una variedad de recursos bibliográficos y digitales. Estos recursos incluyen, pero no se limitan a, normativas técnicas, informes, literatura científica, trabajos de investigación tanto a nivel de pregrado como de posgrado, así como fuentes digitales de revistas científicas y boletines informativos.

1) *Fase preliminar:*

a) Definición del área de estudio:

Esta fase incluye la inspección inicial del área en conjunto con las autoridades de la parroquia de Cusubamba y del sector Belén Cuatro Esquinas, en esta vista inicial se contó con la contribución de técnicos del área vial para definir el origen y destino de la vía. Así se llegó a un acuerdo donde se definiría cubrir con el proyecto 3 kilómetros gran parte del barrio Belén cuatro esquinas y extenderse 2 kilómetros más hasta el sector San José de Rubios (Figura 1); estos primeros puntos de interés marcaron in situ con las coordenadas obtenidas del GPS y

estacas pintadas que servirán de referencia para las actividades posteriores. Además, en esta primera inspección se logró definir el tipo de terreno en el que se implantará el proyecto, así también se determinó de manera superficial con el método visual-manual el tipo de suelo y el estado actual de la vía (Anexo B2) incluidas las curvas existentes donde se planteará la posible modificación de la geometría y la ampliación posterior.

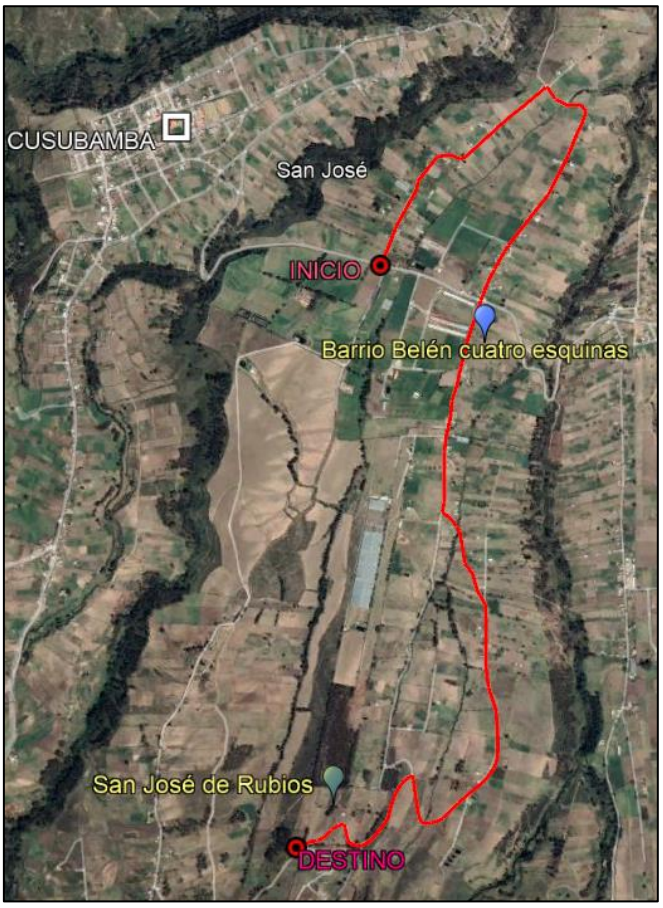


Fig. 1.Ruta original, inicio y destino de la vía.

Nota: Imagen tomada de Google Earth

Al analizar las particularidades del área, se pudo comprobar la viabilidad de ejecutar el mejoramiento y diseño definitivo del proyecto que tiene como objetivo unir los sectores de Belén cuatro esquinas y San José de Rubios lo que facilitaría la conexión, calidad de vida y progreso de dichas comunidades.

2) FASE I: Actividades en campo

Para la primera fase se llevó a cabo una investigación de carácter exploratorio, por lo mismo se realizar las actividades de campo correspondientes al levantamiento de la topografía, el estudio de tráfico, la excavación de calicatas para la extracción de las muestras de suelo y su posterior análisis en laboratorio.

a) Levantamiento topográfico:

Existen diferentes métodos para obtener la topografía de un terreno, sin embargo, como ya se mencionó anteriormente en este proyecto se optó por aplicar el método cinemático en tiempo real (RTK). Así pues, para iniciar la toma de datos, es necesario definir la zona geográfica donde se ubica el proyecto. Existen cientos de tipos de proyecciones y sistemas georreferenciados, siendo el más usado y conocido las Unidades técnicas de Mercator (UTM). Con la zona geográfica definida se ingresó al software Survey integrado del RTK, así mismo se midieron e ingresaron datos como la altura del instrumento, el ángulo de inclinación, el sistema de unidades y coordenadas.

Con todo lo anterior definido, con la colectora de datos se empezó a tomar los puntos de referencia en toda la longitud de la vía (Anexo B3). La cantidad de datos tomados fueron tantos como necesarios para definir las características precisas de una franja topográfica de 50m de ancho partiendo desde el alineamiento central de la vía, es decir que se tomaron datos a 50m en cada lado de la vía, siguiendo un intervalo de 10m o menos entre cada punto, en esto se incluyen puntos de referencia importantes tales como el ancho de vía, pozos de alcantarillado, acequias, pasos de agua, puntos geométricos de las curvas existentes, taludes, etc.

Con todos los puntos necesarios tomados, se procedió a sobrevolar toda la franja topográfica con el dron para tomar ortofotos que permitan implantar y corregir los puntos tomados. Toda la información se exportó y procesó en el software Civil 3D, con ello por medio de la triangulación del programa se graficaron las curvas de nivel, definiendo así la topografía final del proyecto.

b) Estudio de tráfico:

El parámetro principal sobre el cual se diseña una carretera, un tramo de esta o sus componentes es el Tráfico promedio diario anual (TPDA), para determinar dicho parámetro, en este apartado fue imprescindible obtener la información real sobre el tráfico actual que circulan por la vía (volúmenes y tipos de vehículos). [10] Siguiendo las recomendaciones las normas MOP 2003 y NEVI-12, se planteó la medición en una estación sumaria de manera manual realizando las mediciones que contemplan los dos sentidos en circulación en intervalos de 15 minutos por hora, durante 12 horas en el día (6h00-18h00) durante por lo menos 7 días consecutivos (Anexo B4). Está medición permitió registrar y clasificar a tiempo real en un formato impreso, el volumen real y tipos de vehículos que transitan en la vía.

Con la información recolectada se calculó el TPDA; dicho cálculo de forma práctica se ha tomado la alternativa que sugiere la MOP 2003, el método de La trigésima hora (30ava hora de diseño) que no considera los factores de variación, horario, diario, semanal y mensual: por

el contrario, toma en cuenta el factor horario de máxima demanda (FHMD) que relaciona el flujo de tráfico pico de una hora del día con el flujo de periodos cortos de tiempo con tasas de flujo vehicular mucho mayores a las representadas en una misma hora, de ahí la explicación del por qué se elige dividir una hora en periodos de 15 minutos. [17]

$$\mathbf{FHMD} = \frac{\mathrm{VHMD}}{\mathrm{N} * \mathrm{q}_{\mathrm{máx}}} \qquad \text{Ec.2.1}$$

Donde:

VHMD: Volumen de tráfico durante la hora de máxima demanda
N: Número de periodos durante la hora de máxima demanda (4 periodos de 15 minutos)
$\mathbf{q_{máx}}$: Volumen de tráfico durante el periodo de máxima demanda

De esta manera se puede definir el volumen horario del proyecto como porcentaje del tránsito promedio diario anual (k), dicho porcentaje ya sido estudiado por el MTOP y nos proporciona valores recomendados para zonas urbanas 12-18% y para zonas rurales 8-12%, así se logra definir el TPDA en función del volumen horario del proyecto de acuerdo con la ecuación 2.2.

$$\mathbf{TPDA} = \frac{\mathrm{VHP} * \mathrm{FHMD}}{\mathrm{k}} \qquad \text{Ec.2.2}$$

Donde:

VHP: Volumen de la hora pico
FHMD: Factor horario de máxima demanda
k: % del TPDA en función de la 30ava hora de diseño

Ahora, teniendo en cuenta que una carretera no se diseña bajo las condiciones de tráfico actual sino para una predicción de tráfico futuro en años posteriores incluyendo en ello el crecimiento normal de tráfico (CNT) generado por el incremento natural de los vehículos en utilización, el tráfico regenerado (TG) producto del mejoramiento de la vía se dan viajes que no se efectuaron anteriormente generalmente se toma el 20% del tráfico actual y el tráfico por desarrollo (TD) que debido a las mejoras de las zonas adyacentes se produce la explotación por el incremento de la producción local dentro de la influencia de la carretera. Por lo general se toma el 5% del tráfico actual. [10]

El CNT se basa en el crecimiento exponencial de los vehículos al largo del periodo de diseño representada en la ecuación 2.3, para el ello la norma nos facilita la TABLA I que permiten definir la tasa de crecimiento para los vehículos livianos, buses y pesados.

TABLA I
TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO (I)

PERIODO	TIPO DE VEHÍCULO		
	Livianos	**Buses**	**Pesados**
2010-2015	4.47	2.22	2.18
2015-2020	3.97	1.97	1.94
2020-2025	3.57	1.79	1.74
2025-2030	3.25	1.78	1.58
2030-2040	3.25	1.62	1.58

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003.

$$\mathbf{TPDA_{futuro}} = \mathrm{Ta} * (1 + \mathrm{i})^{\mathrm{n}} \qquad \text{Ec.2.3}$$

Donde:

Ta: Tráfico actual
i: tasa de crecimiento de tráfico
n: periodo de diseño del proyecto

A su vez el crecimiento normal de tráfico es:

$$\mathbf{CNT} = \mathrm{TPDA_{futuro}} - \mathrm{Ta} \qquad \text{Ec.2.4}$$

Finalmente, el TPDA de diseño se obtuvo mediante la suma de todo lo anterior así:

$$\mathbf{TPDA_{futuro\ de\ diseño}} = \mathrm{Ta} + \mathrm{CNT} + \mathrm{TG} + \mathrm{TD} \qquad \text{Ec.2.5}$$

c) Ensayos de laboratorio:

Para este apartado, se llevó a cabo una investigación de carácter experimental. Por esta naturaleza se requirió del uso del laboratorio para determinar las propiedades mecánicas de la subrasante que son de interés para el diseño del pavimento. Para ello, se ha tomado de base las indicaciones de las normas internacionales ASTMD y AASHTO y las normas INEN de carácter nacional. Los ensayos en cuestión que fueron realizados se especifican en la tabla 2.

TABLA II
NORMAS APLICAAD PARA LA EJECUCIÓN DE ENSAYOS DE SUELO

ENSAYO	NORMA
Extracción de muestras	NTE INEN 686 – ASTM D420
Preparación de muestras alteradas	NTE INEN 688-ASTM D421-58
Granulometría	NTE INEN 696:2011 – ASTM C136
Límite Líquido	NTE INEN 691 – ASTM D4318
Límite Plástico	NTE INEN 692 – ASTM D4318
Proctor Modificado	AASHTO T180 – ASTM D1557
Relación de Soporte de California (CBR)	ASTM D1883

Nota: Ensayos comúnmente realizados para la determinación de las características físico-mecánicas del suelo.

Para iniciar con la extracción de las muestras según la INEN 686 se tomó en cuenta la recomendación de la norma, realizando calicatas a cielo abierto (Anexo B5), los puntos para realizar las excavaciones fueron marcadas con la ayuda del GPS en la primera inspección de campo a un intervalo de 1 kilómetro cada una, esto debido a que la orografía de la zona es uniforme, es decir que sus características no varían demasiado. Se procuró que las calicatas tengan una profundidad de 1.20m para extraer 50 kilogramos de muestra libre de material orgánico. En total se realizaron 5 calicatas, cuya muestra fue empacada e identificada en los sacos de lona.[22]

Antes de realizar los ensayos se observó que las muestras obtenidas, contaban con concreciones de suelo, suelo compactado que coloquialmente se conoce como cangahua, por lo que fue necesario preparar las muestras según indica la norma INEN 688, para ello, se secaron al aire libre sobre plástico (Anexo B6) y se pulverizaron las concreciones de suelo usando un martillo de goma ciudadano no triturar las partículas de suelo. Una vez desmenuzadas todas las concreciones se mezcló el suelo nuevamente para obtener una submuestra representativa por medio de cuarteo, de manera que al tamizarla por el tamiz #4 se obtenga el material suficiente para ejecutar los siguientes ensayos. [21]

d) Análisis Granulométrico:

De acuerdo con la norma ASTMD-21-58 se llevó a cabo utilizando una muestra de 1000 gramos de suelo extraída de una calicata y pesada en una balanza digital, excluyendo el recipiente. Posteriormente, el suelo se tamizó utilizando un juego de tamices dispuestos en orden descendente de mayor a menor abertura, desde el tamiz #4 hasta el tamiz #200, utilizando una tamizadora mecánica durante 15 minutos (Anexo B7). Después, se pesó y registró la cantidad de suelo retenida en cada tamiz y se tabularon estos datos para dibujar la curva de distribución (Anexo B8). [23]

De la curva granulométrica obtenida, se determinaron el coeficiente de curvatura y de uniformidad.

$$\mathbf{Cc} = \frac{D_{30}{}^2}{D_{60} * D_{10}}$$

Ec.2.6

Donde:

Cc: coeficiente de curvatura

$\mathbf{D_{10}}$: diámetro efectivo

$\mathbf{D_{30}}$: diámetro equiparable

$\mathbf{D_{60}}$: diámetro dimensional

$$\mathbf{Cu} = \frac{D_{60}}{D_{10}} \qquad \text{Ec.2.7}$$

Donde:

$\boldsymbol{Cu}$: Coeficiente de Uniformidad

$\mathbf{D_{60}}$: diámetro dimensional

$\mathbf{D_{10}}$: diámetro efectivo

Estos parámetros ayudaron a definir con mayor claridad el tipo de suelo tratado, mediante los siguientes criterios: Cuando $1 < \mathrm{Cc} < 3$ se considera los suelos bien distribuidos, mientras que si $\mathrm{Cc} > 3$ ó $\mathrm{Cc} < 1$, los suelos se consideran mal graduados. El coeficiente de uniformidad es más pequeño conforme el suelo tiene mejor distribución. [24]

e) Límites de Atterberg:

De acuerdo con la norma NTE INEN 69, para obtener el límite líquido (LL), se colocaron 300 gramos de suelo en un mortero y se mezclaron con agua hasta obtener una pasta uniforme (Anexo B9). Utilizando una espátula, se tomó una porción de esta pasta y se colocó en la copa de Casagrande, donde se golpeó la copa un número específico de veces según lo estipulado por la norma. Se realizaron cuatro rangos de golpes: 0-15, 15-30, 30-45 y 45-60, lo que implicó ensayar cada muestra cuatro veces variando el rango de golpes. Después de cada ensayo, la muestra se pesó y se colocó en el horno para determinar el porcentaje de humedad presente en cada muestra de suelo (Anexo B10). [25]

En el caso del Límite plástico (LP) de acuerdo con la norma NTE INEN 692, se aprovechó la pasta generada en el límite líquido para formar cilindros de 3 mm de diámetro y 5 cm de largo (Anexo B12). Estos cilindros se moldearon rodándolos entre los dedos y la superficie lisa de la placa de vidrio hasta que comenzaron a agrietarse. Se realizaron cinco de estos cilindros por muestra, los cuales fueron pesados para determinar sus niveles de humedad (Anexo B11). [26]

Determinados los límites líquido y plástico del suelo, se determinó el Índice plástico (IP) mediante la ecuación 2.8 cuyo valor indica aquel rango donde el suelo conserva su plasticidad. Así, si este valor es más alto cuanto más plástico es el suelo.

$$\mathbf{IP} = \mathrm{LL} - \mathrm{LP} \qquad \text{Ec.2.8}$$

Con los resultados de estos primeros ensayos, es posible definir el tipo de suelo que estamos estudiando. Para ello se ha hecho uso de las clasificaciones de la AASHTO (Tabla 3)

y SUCS que por medio de sus respectivos parámetros clasifican los suelos en grupos (ver figura 5) el tipo de suelo.

TABLA III
CLASIFICACIÓN AASHTO DE LOS SUELOS

CLASIFICACIÓN GENERAL	MATERIALES GRANULARES (pasa menos del 35% por el tamiz 200)						Materiales Limo-arcillosos (más del 35% pasa por el tamiz 200)					
GRUPO	A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6		A-7	
Subgrupo	A-1-a	A-1-b		A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7				A-7-5	A-7-6
ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO (% que pasa por cada tamiz)												
#10	≤50											
#40	≤30	≤50	≥51									
#200	≤15	≤25	≤10	≤35	≤35	≤35	≤35	≥36	≥36	≥36	≥36	≥36
ESTADOS DE CONSISTENCIA (de la fracción de suelo que pasa por el tamiz #40)												
Límite Líquido				≤40	≥41	≤40	≥41	≤40	≥41	≤40	≥41	≥41
Índice de plasticidad	≤6		NP	≤10	≤10	≥11	≥11	≤10	≤10	≥11	≥11	≥11
Índice de grupo	0		0	0		≤4	≤8	≤12	≤20		≤20	
TIPOLOGÍA	Fragmentos de piedra, grava y arena		Arena fina	Gravas y arenas limosas o arcillosas			Suelos limosos		Suelos arcillosos			
CALIDAD	EXCELENTE BUENA						ACEPTABLE MALA					

Nota: Tomado de la Norma ASTM D 2487

f) Ensayo de compactación: Proctor modificado Tipo B

Este ensayo se realizó de acuerdo con la norma AASHTO T180 describe el proceso para determinar la relación entre el contenido óptimo de humedad y la densidad máxima seca de una muestra representativa de suelo compactado en un molde de dimensiones específicas: 152.40 mm (6 pulgadas) de diámetro. Se utilizó un pistón de 454 Kg (10 libras) que cae desde una altura de 457 mm (18 pulgadas). Se usó todo el suelo que pasa el tamiz N°4 (Anexo B13) y se distribuye equitativamente en 5 capas dentro del molde, compactándose con 56 golpes por capa. [27]

Se emplearon 6000 gramos de material seco que había pasado por el tamiz N°4. Este material se colocó en una bandeja metálica y se le añadieron diferentes porcentajes de agua en incrementos de 3% (Anexo B14). Tras homogeneizar la mezcla, se niveló en la superficie de la bandeja. Luego, utilizando un palustre, se dividió la mezcla en 5 partes iguales y se colocaron por capas en un molde para compactarlas dejando caer un martillo (Anexo B15). Posteriormente, se pesó el molde sin el collarín y se tomaron dos muestras de suelo compactado, una de la parte superior y otra de la inferior del molde, para determinar sus contenidos de humedad. Este procedimiento se repitió en cuatro veces variando el porcentaje de humedad añadida a la mezcla. Con los datos recopilados, es posible trazar la curva de compactación y establecer el punto máximo de densidad seca y la humedad óptima.

g) Relación de soporte california (CBR)

Conforme la norma ASTM D1883, esta prueba proporciona información crucial para determinar la calidad del terreno destinado a diversas aplicaciones en la construcción de pavimentos, incluyendo subrasantes, sub-bases y bases. [28]

Como parte de este estudio, se utilizaron tres porciones de muestra, cada una con un peso de 5000 gramos. Se añadió gradualmente un porcentaje específico de agua con el objetivo de alcanzar el contenido de humedad óptimo determinado en el ensayo de la compactación. Después de mezclar completamente la muestra, se colocó en un molde que había sido previamente pesado y medido, y se compactaron las cinco capas mediante 11 golpes. Una vez compactada la muestra, se retiró el collarín, se niveló la superficie y se pesó la muestra con el molde. Luego, se colocaron las pesas circulares en la superficie enrasada (Anexo B16). Luego, los moldes compactados se dejaron sumergidos en agua durante un período de 3 a 5 días para lograr la saturación del suelo y observar su esponjamiento mediante la medición del dial (Anexo B17). Una vez completado este proceso, se llevó a cabo la medición de la resistencia del suelo a la penetración del pistón utilizando la máquina Multispeed o CBR, a una velocidad constante de 1.27 mm por minuto (Anexo B19). Terminado este procedimiento, se extraen muestras para determinar los contenidos de humedad (Anexo 20). Este mismo procedimiento se llevó a cabo con dos muestras más muestras de 5000 gr, pero aplicando 27 y 56 golpes. Los resultados obtenidos de este ensayo se comparan mediante la tabla 4 que califica al suelo ensayado según la calidad de la subrasante.

TABLA IV
CLASIFICACIÓN DEL SUELO SEGÚN SU CBR

Valor CBR	Categorías de Subrasante
CBR < 3%	So: Subrasante inadecuada
De CBR ≥ 3% a CBR < 6%	S1: Subrasante insuficiente
De CBR ≥ 6% a CBR < 10%	S2: Subrasante regula
De CBR ≥ 10% a CBR < 20%	S3: Subrasante buena
De CBR ≥ 20% a CBR < 30%	S4: Subrasante muy buena
CBR ≥ 30%	S5: Subrasante excelente

Nota: Mecánica de suelos y cimentaciones, 2004.

3) FASE II: Rediseño geométrico y diseño de la estructura del pavimento

Dentro de esta fase se empleó una investigación bibliográfica, debido a que se indagó y revisó criterios de diseño en Normas de Diseño Geométrico de vías nacionales y extranjeras. La fuente más confiable para el diseño de carreteras en ecuador es la norma MOP 2003 que

proporciona todos los parámetros necesarios para trazar una vía segura y cómoda para el usuario. [29]

a) Clasificación de la vía

Consistió en determinar la categorización de la carretera, que implica elegir la tipología adecuada de la vía. La forma de determinar fue mediante el *TPDAf*. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas clasifica las carreteras según se detalla en la Tabla 5.

TABLA V
RELACIÓN, FUNCIÓN, CLASE MTOP Y TRÁFICO

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

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

Existen otras maneras de clasificar una carretera, las cuales incluyen considerar las condiciones orográficas del lugar (tabla 6), es decir, el relieve del terreno que puede ser llano, ondulado, accidentado o muy accidentado. También se puede clasificar por el número de carriles, ya sea carreteras con carriles separados físicamente para cada dirección de circulación o carreteras de un solo carril con sentidos de circulación independientes. Además, se puede categorizar según el tipo de superficie de rodadura, que puede ser pavimento flexible, pavimento rígido, afirmado (material granular) o simplemente suelo natural.[10]

TABLA VI
DENOMINACIÓN DE CARRETERAS POR CONDICIONES OROGRÁFICAS

TIPO DE RELIEVE	MÁXIMA INCLINACIÓN MEDIA
Llano	$i < 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Montañoso	$15 < i \leq 25$
Escarpado	$i > 25$

Nota: Tomado de la Norma para estudios y diseños viales, NEV–12 Vol.2A

b) Parámetros de diseño

- *Velocidad de diseño y circulación*

Este parámetro es el más importante para el diseño de una vía puesto que en él se defina la velocidad máxima que deberán circular los vehículos cuando la vía esté terminada. Así pues, se eligió una velocidad adecuada en base a las recomendaciones de la tabla 7 y considerando el tramo de vía más desfavorable, es decir, en condiciones de pendientes elevadas.

TABLA VII
VELOCIDAD DE DISEÑO SEGÚN SU CLASIFICACIÓN

CLASE DE CARRETERA (según MTOP)		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
		* Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal					
Categoría	**$TPDA_f$**	**LL**	**O**	**M**	**LL**	**O**	**M**
RI – RII	>8000	120	110	90	110	90	80
I	3000 – 8000	110	100	80	100	80	60
II	1000 – 3000	100	90	70	90	80	50
III	300 – 1000	90	80	60	80	60	40
IV	100 – 300	80	60	50	60	35	25
V	<100	60	50	40	50	35	25

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

Conjunto con la velocidad de diseño, existe la velocidad de circulación que es una medida de la calidad de servicio que el camino ofrece a a los usuarios, asi que para fines únicamente de diseño es necesario conocer las velocidades de los vehículos que se espera que circulen por la vía.

$$\boldsymbol{V_c} = 0{,}8 * \mathrm{V_d} + 6{,}5 \qquad \text{Ec.2.9}$$

Donde:

Vc: velocidad de circulación

Vd: velocidad de diseño seleccionado

- *Vehículo de proyecto*

Se tomó el vehículo pesado más representativo que circula actualmente en la vía, para ello se recurrió a la composición vehicular, realizada en el estudio de tránsito.

- *Peralte máximo*

Este parámetro se definió conforme el MTOP y la AASHTO 2011 sugieren de acuerdo con la tabla 8, esto para mantener la fricción lateral del Vehículo con la curva y no existan deslizamientos laterales en las ruedas del vehículo. [30]

TABLA VIII
PERALTE MÁXIMO EN CRUVAS

Peralte e en (%)	Tipo de terreno
10	Rural montañosa
8	Rural plana
6	Suburbana
4	Urbana

Nota: Tomado de la AASHTO 2018, El libro verde.

- *Ancho de la calzada*

Fue establecida a las dimensiones mínimas que dicta el MTOP según la tabla 9, con este valor se determinó a su vez el ancho del carril que es la mitad del valor de la calzada.

TABLA IX
ANCHO DE CALZADA MÍNIMOS

CLASE DE CARRETERA		**ANCHO DE CALZADA [m]**	
Categoría	**$TPDA_f$**	**Recomendable**	**Absoluto**
RI – RII	>8000	7,30	7,30
I	3000 – 8000	7,30	7,30
II	1000 – 3000	7,30	6,50
III	300 – 1000	6,70	6,00
IV	100 – 300	6,00	6,00
V	<100	4,00	4,00

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

c) Evaluación y trazado de las tangentes:

Debido a que el presente proyecto se trata de un mejoramiento, se priorizó realizar el trazado nuevo conforme al original. En Civil 3D, se trazó el alineamiento horizontal de manera que se respete en la medida de lo posible al trazado original, esto con la finalidad de reducir el movimiento de tierras, además de evitar conflictos de linderos con los propietarios de los predios colindantes. Luego, se comprobó con los parámetros de la norma para evaluar si se debe modificar o no el trazado. En el caso específico de las tangentes que unen las curvas en un plano horizontal, se trazaron y evaluaron en base a la longitud máxima y mínima que limita a la seguridad de circulación.

Las longitudes mínimas y máximas admisibles los tramos de la tangente se calculan mediante las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{L.mín._S} = 1{,}39 * V_d \qquad \text{Ec.2.10}$$

$$\mathbf{L.mín._O} = 2{,}78 * V_d \qquad \text{Ec.2.11}$$

$$\mathbf{L_{máx}} = 16{,}70 * V_d \qquad \text{Ec.2.12}$$

Donde:

$\mathbf{V_d}$: velocidad de diseño

$\mathbf{L.mín._S}$: longitud mínima para trazos “S” (radios de curvatura de sentido contrario)

$\mathbf{L.mín._O}$: longitud mínima para el resto de los casos (radios de curvatura del mismo sentido)

L.máx.: longitud máxima

d) Evaluación y trazado de las Curvas:

Conforme se realizó el trazado se definió también la ubicación de los puntos de intersección que no son más que el punto de encuentro de dos tangentes, en estos puntos de intersección (PI) se ubicaron las curvas tratando de que al igual que las tangentes, se ajusten en la medida de lo posible al trazado existente. Para lograr esto fue necesario ajustar el diseño usando curvas circulares compuestas (curva compuesta a su vez de dos curvas circulares unidas) e inversas. [29]

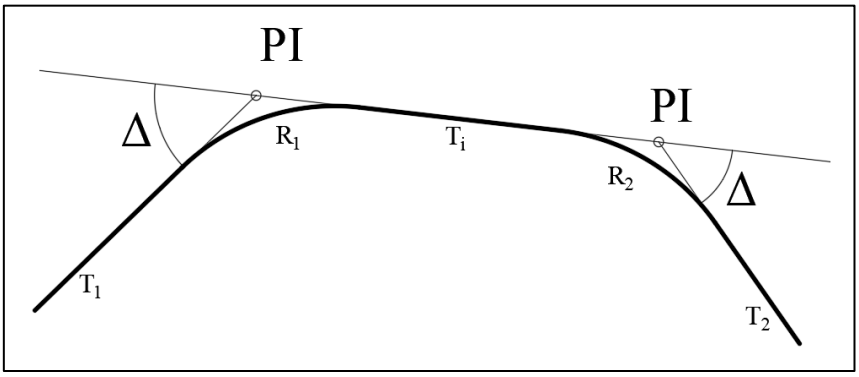


Fig. 2. Curva compuesta con radios en el mismo sentido.

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOTP 2003.

En ciertos tramos críticos de curvas muy juntas y cerradas se requirió que la longitud Ti sea cero, es decir, sin tangente intermedia, ver figura 3.

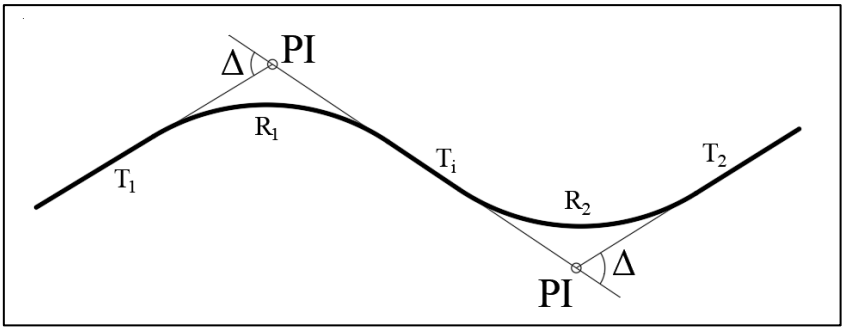


Fig. 3. Curvas circulares inversa.

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

El elemento más importante de una curva circular es su radio, por lo mismo, la norma define la ecuación 2.13 para calcular el radio mínimo, en función de la velocidad de diseño, el peralte y un factor de fricción lateral, que es la fuerza de fricción divida por la masa perpendicular del vehículo al pavimento. El coeficiente de fricción longitudinal y el radio de curva mínimo según el peralte adoptado, se obtienen de la tabla 10.

$$\mathbf{Rmin} = \frac{V_d{}^2}{127 * (e + f)}$$

Ec.2.13

Donde:

V_d: velocidad de diseño

e: peralte máximo de la curva

f: coeficiente de fricción lateral

TABLA X
RADIOS MÍNIMOS DE CURVAS DE ACUERDO CON EL PERALTE (E) Y EL COEFICIENTE (F)

Velocidad de diseño [km/h]	*f* máximo	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		e=0,10	e=0,08	e=0,06	e=0,04	e=0,10	e=0,08	e=0,06	e=0,04
20	0,350		7,32	7,68	8,08	15	18	20	20
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15	20	25	25
30	0,284		19,47	20,60	21,87	20	25	30	30
35	0,255		28,79	30,62	32,70	30	30	35	36
40	0,221		41,86	44,83	48,27	40	42	45	50
45	0,206		55,75	59,94	64,82	55	58	60	66
50	0,190		72,91	78,74	85,59	70	75	80	90
60	0,165	106,97	115,70	125,98	138,28	110	120	130	140
70	0,150	154,33	167,75	183,73	203,07	160	170	185	205
80	0,140	209,97	229,06	251,97	279,97	210	230	255	280
90	0,134	272,56	298,04	328,76	366,55	275	300	330	370
100	0,130	342,35	374,95	414,42	463,18	350	375	415	465

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

También se calculó el grado de curvatura representa el ángulo máximo dentro del cual una curva puede ser transitada sin dificultades, considerando el peralte máximo y la velocidad de diseño. Este ángulo se define como el que forma un arco de 20 metros de radio. Es fundamental para determinar la seguridad y la comodidad del tránsito vehicular en carreteras y vías ferroviarias, influyendo directamente en la planificación y el diseño de infraestructuras de transporte. [29]

$$\mathbf{Gc} = \frac{1145{,}92}{R}$$

Ec.2.14

Donde:

R: radio mínimo de una curva horizontal

V_d: velocidad de diseño

e: peralte de la curva

f: coeficiente de fricción lateral

Con el radio de la curva definida, se procedió a calcular los demás elementos de la curva circular, representados en la figura 4:

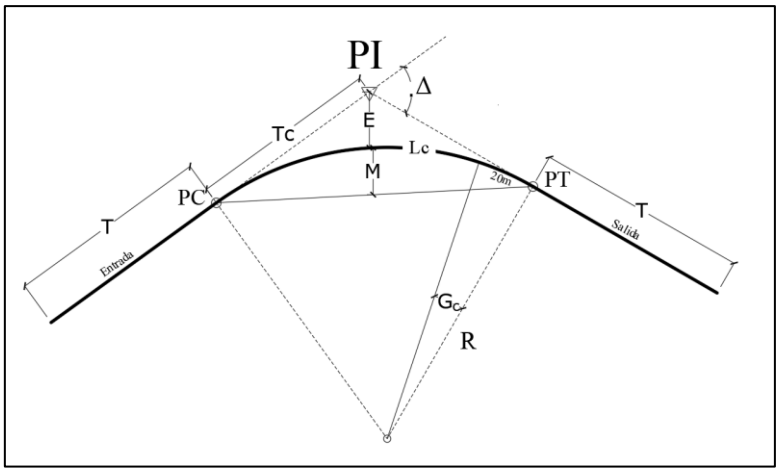


Fig. 4. Elementos geométricos de una curva circular simple

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

Para dar entendimiento a las fórmulas posteriores, los puntos geométricos de la figura anterior se describen a continuación:

PI: punto de intersección de la prolongación de las tangentes

PC: punto en donde empieza la curva simple

PT: punto en donde termina la curva simple

Δ: ángulo de deflexión

G_c: grado de curvatura de la curva circular

***R*:** radio de la curva

Tc: tangente de la curva circular o subtangente

E: external

M: ordenada media

CL: cuerda larga

L_c: longitud de la curva circular

Longitud de la curva: representa la longitud del arco entre el PC y el PT, su nomenclatura es (l_c) y se calcula mediante la siguiente expresión:

$$\mathbf{L_c} = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

Ec.2.15

Tomando en cuenta que si (Δ) o inferior a 5° es muy pequeño asumirá radio de curva muy grandes y la curva sería imperceptible. No se trazaron curvas en estos puntos de inflexión

Tangente de la curva o subtangente: es la proyección entre el punto de inicio (PC) o final (PT) de la curva y el punto de inflexión.

$$\mathbf{Tc} = \mathrm{R} * \tan\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Ec.2.16

External: mide la distancia perpendicular entre el PI y la curva circular.

$$\mathbf{E} = \mathrm{R} * \left(\sec\frac{\Delta}{2} - 1\right)$$

Ec.2.17

Ordenada media: es la medida de la flecha y el punto medio de la curva.

$$\mathbf{M} = \mathrm{R} - \mathrm{R} * \cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)$$

Ec.2.18

Cuerda larga: es la cuerda producto de la unión del punto inicial y final de la curva.

$$\mathbf{CL} = 2 * \mathrm{R} * \mathrm{sen}\frac{\Delta}{2}$$

Ec.2.19

e) Curvas con espirales de transición

Se tomó en cuenta aplicar este tipo de curvas para incrementar la seguridad al momento de girar el vehículo favoreciendo al usuario en la maniobra de entrada a la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril. [29]

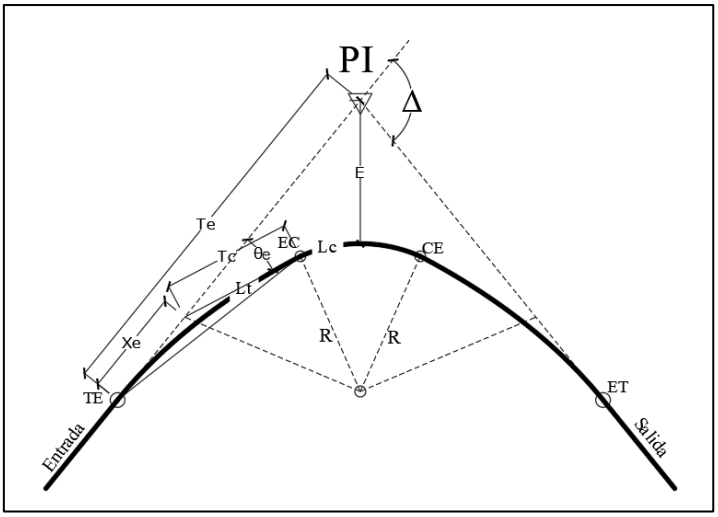


Fig. 5. Elementos que conforman una curva de transición con espiral

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

En la Figura 5 se observan los elementos de la curva circular de tipo espiral – curva – espiral que se describen a continuación:

TE: unión de tangente con espiral

EC: unión de espiral y curva circular

CE: unión de curva circular y espiral

ET: unión de espiral y tangente

R_c: radio de la curva circular

E: external

L_t: longitud de la curva de transición

θ_e: ángulo de deflexión de la espiral

Parámetro A: parámetro de seguridad para la aceleración del vehículo en la curva de transición. Se obtiene con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{A} = \sqrt{L_t * R} \qquad \text{Ec.2.20}$$

Donde:

R: radio de una curva horizontal

L_t: longitud de la curva de transición

Longitud mínima de la curva de transición para carreteras clase 3: En el caso de Clase IV y V para Ecuador, se estableció una longitud de transición mayor que $L_{mín}$ ni mayor que $L_{máx}$ según las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{Le_{mín}} = 0{,}0178 * \frac{V_d^3}{R} \qquad \text{Ec.2.21}$$

$$\mathbf{Le_{máx}} = (24R)^{0,5} \qquad \text{Ec.2.22}$$

Donde:

$Le_{mín}$: longitud mínima de la curva de transición

$Le_{máx}$: longitud máxima de la curva de transición

V_d: velocidad de diseño seleccionado

R: radio de una curva horizontal

Además, para el trazado de las espirales fué necesario calcular también los siguientes parámetros:

Ángulo de deflexión de la espiral:

$$\boldsymbol{\theta_e} = \frac{90 * L_t}{\pi * R} \qquad \text{Ec.2.23}$$

Disloque de la espiral:

$$\Delta\mathbf{R} = \frac{L_t^2}{24R} \qquad \text{Ec.2.24}$$

External de la curva: 2.

$$\mathbf{E} = \frac{\mathrm{R} + \Delta\mathrm{R}}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - \mathrm{R} \qquad \text{Ec.2.25}$$

f) Peralte

Para contrarrestar la fuerza centrífuga que experimentan los vehículos al tomar una curva, se estableció esta sobre elevación. El valor máximo que puede tomar el peralte se estableció mediante la tabla 8.

$$\mathbf{e} = \frac{\mathrm{V_d}^2}{127 * \mathrm{R}} - \mathrm{f} \qquad \text{Ec.2.26}$$

Donde:

e: peralte de la curva

V_d: velocidad de diseño seleccionada

R: radio de la curva

f: máximo coeficiente de fricción lateral

El criterio de establecer un $e_{máx}$ exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a velocidades bajas. [29] Así que el MTOP recomienda tomar valores de peralte de acuerdo calculado con el radio de curvatura que se desea peraltar. Estos peraltes definidos cuentan con el factor de seguridad para establecer longitudes de transición seguras, sin embargo, esta longitud se calculó mediante:

$$\mathbf{L} = \frac{(a * ni)ed}{\Delta_s} * bw \qquad \text{Ec.27}$$

Donde:

***a*:** ancho del carril

n_i: número de carriles que giran

***ed*:** peralte de diseño (%)

***bw*:** factor de ajuste debido al número de carriles que giran =1

Δ_s: inclinación relativa de la rampa de peraltes (ver tabla 11)

TABLA XI
PENDIENTE RELATIVA RECOMENDADA PARA LA LONGITUD DE TRANSICIÓN

VELOCIDAD ESPECÍFICA	PENDIENTE REALTIVA DE LA RAMPA DE PERALTES Δs	
	MÁXIMA	MÍNIMA
Km/h	%	%
20	1.35	0.1*a
30	1.28	
40	0.96	
50	0.77	

60	0.60
70	0.55
80	0.50
90	0.47
100	0.44
110	0.41
120	0.38
130	0.38

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

Para establecer mayor seguridad se estableció longitudes de transición siempre mayores a la calculada mediante:

$$\boldsymbol{L_{mín}} = 0{,}56\ \text{Vd} \qquad \text{Ec.28}$$

Así mismo la longitud de aplanamiento mediante:

$$\mathbf{N} = \frac{ei}{ed} \qquad \text{Ec.29}$$

Donde:

$\boldsymbol{ei}$: bombeo normal de la vía pavimentada (2%)

$\boldsymbol{ed}$**:** peralte de diseño (%)

Referente a la longitud de transición del peralte, si es el caso de curvas simples, sin espirales, la longitud de transición de ubica en 2/3 dentro de la tangente y 1/3 dentro de la curva

Mientras que, en curvas de transición con espirales, el desarrollo del peralte se ubica dentro de toda la longitud de la espiral.

d) Sobreancho en las curvas

A fin de mantener la seguridad en las curvas que tienen radios de giro mínimos se decidió aplicar el sobreancho. Calculado con la ecuación 2.30, este elemento ayuda a mantener a los vehículos largos dentro de su carril. Como tal recomienda la norma, el desarrollo del peralte adopta la misma longitud del desarrollo del peralte (ver figura 6), además que el ensanchamiento de la calzada debe obtenerse gradualmente. Este parámetro únicamente se aplicó al borde interno de la curva, pues éste es el lado más corto.[29]

$$\mathbf{S} = \mathrm{n} * \left(\mathrm{R} - \sqrt{\mathrm{R}^2 - \mathrm{L}^2}\right) + \frac{\mathrm{V_d}}{10 * \sqrt{\mathrm{R}}} \qquad \text{Ec.2.30}$$

Donde:

n: número de carriles de calzada

L: longitud entre la parte frontal y el eje posterior del vehículo de diseño

R: radio de la curva

$\mathbf{V_d}$**:** velocidad de diseño seleccionada

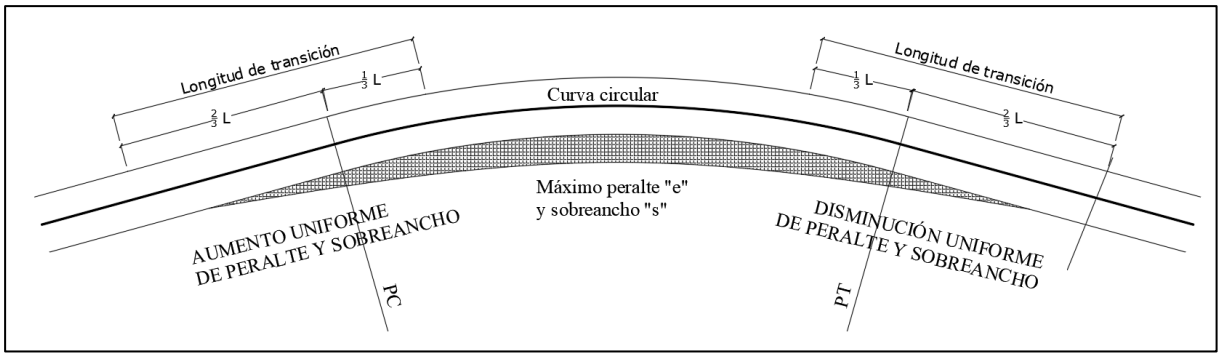


Fig. 6. Desarrollo del peralte y sobreancho en curvas

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

El sobreancho calculado mediante la fórmula anterior establece condiciones seguras para su aplicación, sin embargo, por cuestiones de costos generalmente se adopta el sobreancho mínimo de 30cm en velocidades de hasta 50km/h y 40cm o más para velocidades mayores.

g) Distancias de visibilidad

- *Distancia mínima para detener un vehículo*

Se definió la distancia de visibilidad para la detención mínima requerida como la distancia necesaria para que un conductor que se desplaza a la velocidad de diseño perciba un objeto en su trayectoria y detenga el vehículo a una distancia segura. [29]

$$\mathbf{D_p} = d_1 + d_2$$

Ec.2.31

Donde:

$\mathbf{D_p}$**:** distancia mínima de visibilidad para parada de un vehículo

$\mathbf{d_1}$**:** distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que se visualiza un objeto

$\mathbf{d_2}$**:** distancia de frenado del vehículo

Determinando esta distancia y comparándola con las tangentes trazadas se comprobó la seguridad que tienen las tangentes para detener el vehículo, así la distancia recorrida en el tiempo de percepción más reacción del conductor se determina por:

$$\mathbf{d_1} = 0{,}7 * V_c \qquad \text{Ec.2.32}$$

Donde:

$\mathbf{V_c}$**:** velocidad de circulación del vehículo determinada

La distancia de frenado está directamente relaciona con la velocidad de circulación e inversamente proporcional a la fricción desarrollada entre los neumáticos y la calzada de forma longitudinal, y se establece como:

$$\mathbf{d_2} = \frac{V_c^2}{254 * f} \qquad \text{Ec.2.33}$$

Donde:

f: coeficiente de fricción longitudinal

La AASHTO [30] determina que el coeficiente de fricción longitudinal (f) no es similar para todas las velocidades, debido a que es inversamente proporcional a la velocidad de circulación. Por ello se establece mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{f} = \frac{1{,}15}{V_c^{0,3}} \qquad \text{Ec.2.34}$$

- *Distancia de rebasamiento*

Para velocidades entre $30 < V < 100$, el MTOP proporciona una fórmula práctica para calcular este parámetro.

$$\mathbf{d_r} = 9{,}54 * V - 218 \qquad \text{Ec.2.35}$$

Donde:

d_r: distancia de visibilidad para rebasamiento

V: velocidad promedio del vehículo rebasante

De la misma manera que la distancia de parada se evaluó la longitud de las tangentes nuevas trazadas con la longitud mínima para rebasamiento. Conforme a eso se calificó a una tangente como apta o no apta para rebasamiento.

h) Alineamiento Vertical

Se diseñaron curvas verticales que giren en armonía con las curvas horizontales, es decir, bajo criterio de diseño, una curva vertical nunca se ubicaría en la longitud de la tangente y la curva horizontal a la vez. Por ello las curvas verticales se ubicaron tratando de abarcar la tangente y la curva horizontal o a su vez, dentro de toda la curva horizontal.

- *Gradientes máximas y mínimas*

En función del volumen de tráfico se establecieron las gradientes máximas que deben tener las tangentes verticales. Se busca el equilibrio entre la pendiente que debe tener una tangente y los volúmenes de corte y relleno que se genera con el terreno. Es de esperarse que mientras más escarpado sea un terreno la gradiente podrá ajustarse al terreno para evitar costos elevados en la construcción, por otro lado, se consideró que un vehículo no puede mantener su aceleración al límite cuando escala una gradiente empinada, por lo que la alternativa será mantener pendientes máximas en tramos de 250 m. [29]

TABLA XI
PENDIENTES MÁXIMAS SEGÚN EL TIPO DE TERRENO

Velocidad (km/h)	Terreno plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5

Nota: Tomado de la Norma para estudios y diseños viales, NEV–12 Vol.2A

De la tabla anterior podemos concluir que la pendiente máxima de una tangente vertical para un terreno escarpado será de 12%. La MTOP además permite superar esta pendiente máxima en 1% en tramos cortos para evitar costos muy elevados en la construcción, por lo que podemos decir que una pendiente no superará el 13% de inclinación.

El MTOP y la AASHTO sugiere aplicar una gradiente mínima de 0,5% para cortar el flujo de las aguas lluvias recogidas en las cunetas.

- *Curvas verticales*

Se adoptó la forma parabólica simétrica para formar las curvas verticales, dependiendo de la pendiente de entrada y salida, estas pueden tener dos formas: cóncavas o convexa (ver figura 7) [31]. En cualquier caso, la longitud de una curva vertical se definió por el parámetro de curvatura “K” y se calculó mediante las siguientes ecuaciones:

$$\mathbf{L} = \mathrm{K} * \mathrm{A} \qquad \text{Ec.2.36}$$

Donde:

A: diferencia de pendientes

K: variación por unidad de pendiente

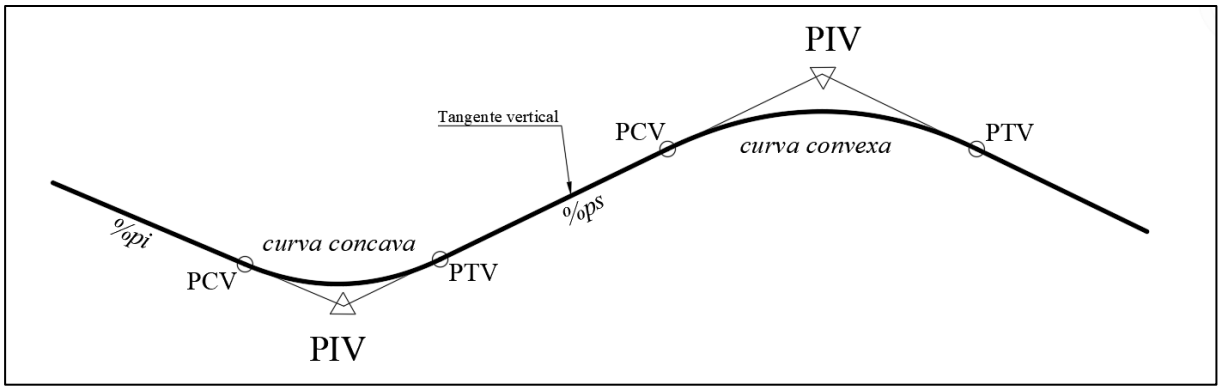


Fig. 7. Diagrama de curvas cóncavas y convexas

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

La diferencia algebraica de pendientes se determina mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{A} = \mathrm{P_i} - \mathrm{P_s} \qquad \text{Ec.2.37}$$

Donde:

$\mathbf{P_i}$: pendiente de ingreso a la curva vertical

$\mathbf{P_s}$: pendiente de salida de la curva vertical

Además, el factor K se calcula diferente para cada caso, por ejemplo, para curvas verticales de tipo cóncavas:

$$\mathbf{K} = \frac{\mathrm{S}^2}{426} \qquad \text{Ec.2.38}$$

Por otro lado, si la curva es de tipo cóncava se calculó mediante:

$$\mathbf{K} = \frac{\mathrm{S}^2}{122 + 3{,}5 * \mathrm{S}} \qquad \text{Ec.2.39}$$

En ambas ecuaciones el parámetro "S" es la distancia de visibilidad vertical que tiene el conductor del vehículo al transitar a la velocidad de diseño. Considerando que la altura de un objeto es de 0.15 m sobre la rasante y la altura de los ojos del conductor es de 1.15 m. El MTOP proporciona la tabla 12 para evaluar la distancia de visibilidad vertical.

TABLA XII
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA

VELOCIDAD DE DISEÑO	**DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA**
[km/h]	**[m]**
20	20
25	25
30	30
35	35
40	40
45	50
50	55
60	70
70	90
80	110
90	135
100	160
110	180
120	220

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

Puesto que estamos tratando con curvas simétricas la longitud de las ramas que componen la curva vertical tendrán la misma longitud y se define como:

$$\mathbf{L_1 = L_2 = \frac{L}{2}} \qquad \text{Ec.2.40}$$

Donde:

L: longitud de la curva vertical

$\mathbf{L_1 = L_2}$: longitud de la rama de entrada o salida de la curva vertical

La external de la curva vertical se determinó con la siguiente ecuación:

$$\mathbf{E = \frac{A * L}{800}} \qquad \text{Ec.2.41}$$

Sea la curva cóncava o convexa su longitud siempre deberá ser mayor a longitud mínima absoluta de las curvas verticales calculada por la siguiente ecuación:

$$\mathbf{L_{mín} = 0{,}60 * V_d} \qquad \text{Ec.2.42}$$

i) Sección Transversal

El MTOP sugiere utilizar el ancho máximo de pavimento que sea económicamente viable. Por el contrario, en situaciones con velocidades de diseño más bajas o bajos volúmenes de tráfico, se aconseja elegir el ancho mínimo permitido, asegurando al mismo tiempo que este sea adecuado para soportar las cargas vehiculares y evitar posibles daños a la superficie. [10]

Los anchos mínimos de una calzada quedaron ya definidos por la tabla 9, sin embargo, una calzada no solo se compone de un carril. Los espaldones sirven como zonas de estacionamiento temporal fuera de la calzada, mejorando la seguridad, estabilidad de la estructura del pavimento y la visibilidad en curvas horizontales, y proporcionando soporte lateral al pavimento. [29]

Conforme las consideraciones descritas, el ancho mínimo de los espaldones en función de la categoría de vía se definen en la tabla 13.

TABLA XII
VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES

CLASE DE CARRETERA		**ANCHO DE ESPALDONES [m]**					
		VALOR RECOMENDABLE			**VALOR ABSOLUTO**		
Categoría	**$TPDA_f$**	**LL**	**O**	**M**	**LL**	**O**	**M**
RI – RII	>8000	3,0	3,0	2,5	3,0	3,0	2,0
I	3000 – 8000	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5
II	1000 – 3000	2,5	2,5	1,5	2,5	2,0	1,5
III	300 – 1000	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5
IV	100 – 300	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6	0,6
V	<100	Una parte del soporte lateral está incorporado En el ancho de la superficie de rodadura (no se considera espaldón como tal)					

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

j) Taludes

La inclinación de los taludes de corte y relleno son imprescindibles dentro de la seguridad y estética de las carretas, además de su alto peso en el costo de construcción. El diseño de los taludes está directamente relacionado con el tipo de suelo. Para ello la normativa peruana de diseño de carreteras, profundiza más en el diseño de taludes y nos proporciona valores confiables según las tablas 13 y 14.

TABLA XIII
VALORES REFERENCIALES PARA TALUDES EN CORTE (RELACIÓN H: V)

CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE CORTE		**ROCA FIJA**	**ROCA SUELTA**	**MATERIAL**		
				Grava	**Limo arenosos o Arcilla**	**Arenas**
Altura de corte	<5m	1:10	1:6 – 1:4	1:1 – 1:3	1:1	2:1
	5 – 10m	1:10	1:4 – 1:2	1:1	1:1	*
	>10m	1:8	1:2	*	*	*

Nota: (*) requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad. Tomado del Manual de carreteras, DG-2014

TABLA XIV
TALUDES REFERENCIALES EN ZONAS DE RELLENO (RELACIÓN V:H)

MATERIALES	**TALUD ALTURA [m]**		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1,5	1:1,75	1:2
Arena	1:2	1:2,25	1:2,5
Enrocado	1:1	1:1,25	1:1,5

Nota: Tomado del Manual de carreteras, DG-2014

k) Tipo de superficie de rodadura y bombeo

Se consideró que, en la selección del perfil transversal, los pavimentos con baja capacidad estructural requieren pendientes transversales más pronunciadas para garantizar un adecuado drenaje y prevenir la acumulación de agua que podría debilitar la superficie.

La elección del tipo de superficie está asociada con la velocidad de diseño, ya que las superficies lisas, planas y rígidas favorecen velocidades vehiculares altas. La clasificación de la superficie de rodadura se detalla en la Tabla 15 según el tipo estructural y la categoría de la vía.

TABLA XV
CLASIFICACIÓN DE SUPERFICIES DE RODADURA

CLASE DE CARRETERA		TIPO DE SUPERFICIE	GRADIENTE TRANSVERSAL
Categoría	**$TPDA_f$**		**[%]**
RI – RII	>8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
I	3000 – 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
II	1000 – 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 – 1000	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial bituminoso D.T.S.B.	2
IV	100 – 300	Grava o D.T.S.B.	2,5 – 4
V	<100	Grava, empedrado, tierra	4

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

l) Cunetas

Debido a su facilidad de construcción y mantenimiento, las cunetas triangulares se han convertido en las más populares en el país. Por lo mismo, se ha propuesto una geometría para la cuneta triangular de hormigón, de acuerdo con los lineamientos que sugiere la normativa, siendo el caso que la pendiente hacia la calzada debe ser de 3:1 (ver figura 8).

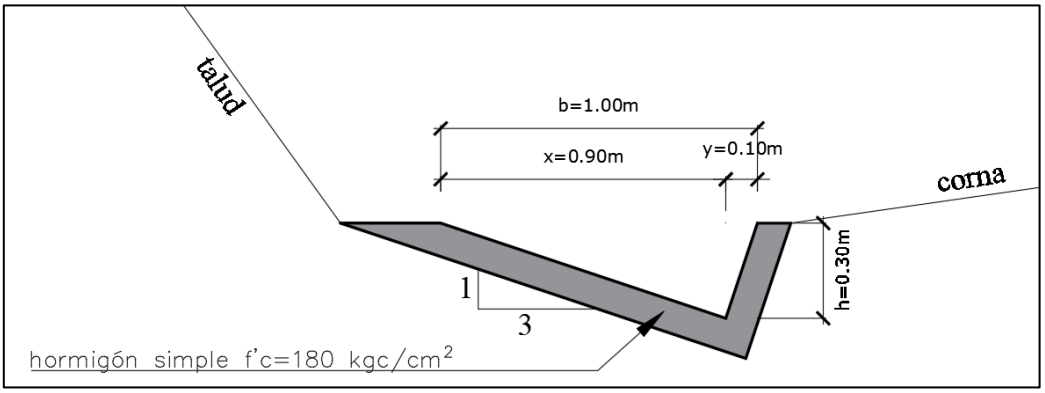


Fig. 8. Dimensiones de cuneta propuesta

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Con la sección definida se calcularon sus parámetros hidráulicos para obtener el caudal máximo admisible "Qadm" de la cuneta. Mediante las siguientes ecuaciones:

- *Área mojada*

$$\mathbf{Am} = \frac{\mathrm{b} * \mathrm{h}}{2} \qquad \text{Ec.2.44}$$

- *Perímetro mojado*

$$\mathbf{x1} = \sqrt{\boldsymbol{x^2} + \boldsymbol{h^2}} \qquad \text{Ec.2.45}$$

$$\mathbf{x2} = \sqrt{y^2 + h^2} \qquad \text{Ec.2.46}$$

$$\mathbf{Pm} = x1 + x2 \quad \text{Ec.2.47}$$

- *Radio hidráulico*

$$\mathbf{Rh} = \frac{\mathrm{Am}}{\mathrm{Pm}} \quad \text{Ec.2.48}$$

Mediante la teoría de la velocidad y continuidad de Manning vista en [32]se obtuvo el Qadm:

$$\mathbf{V} = \frac{1}{\mathrm{n}} * \mathrm{Rh}^{\frac{2}{3}} * \mathrm{J}^{\frac{1}{2}} \quad \text{Ec.2.49}$$

$$\mathbf{Qadm} = \mathrm{Am} * \mathrm{V} \quad \text{Ec.2.50}$$

Donde:

n: coeficiente de rugosidad de Manning (ver tabla 16)

***J*:** pendiente del tramo de diseño

TABLA XVI
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD E MANNING PARA CANALES ABIERTOS

Tipo de recubrimiento	n
Tierra lisa	0.02
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0.04
Césped con menos de 15 cm de profundidad	0.06
Revestimiento rugoso de piedra	0.04
Cunetas revestidas de hormigón	0.016

Nota: Tomado Mecánica de Fluidos e Hidráulica de Schauum. R. Giles

La comprobación del caudal máximo de desalojo se realizó mediante el método racional para ello se ha acudido al instituto nacional de meteorología e hidrología (INAMHI) en su estudio de intensidades de lluvia de todo el ecuador. Proveen las fórmulas para el cálculo de intensidades máximas de lluvia. [32] El método racional nos dice que:

$$\mathbf{Q} = \frac{\mathrm{C} * \mathrm{I} * \mathrm{A}}{360} \quad \text{Ec.2.51}$$

Donde:

C: coeficiente de escurrimiento (ver tabla 17)

I: intensidad de precipitación pluvial (mm/h)

A: área de drenaje (Ha)

TABLA XVI
COEFICIENTE DE RUGOSIDAD E MANNING PARA CANALES ABIERTOS

Tipo de superficie	C
Cubierta metálica o teja vidriada	0,95
Cubierta con teja ordinaria o impermeabilizada	0,9
Pavimentos asfálticos en buenas condiciones	0,85 a 0,9
Pavimentos de hormigón	0,8 a 0,85
Empedrados con juntas pequeñas	0,75 a 0,8
Empedrados con juntas ordinarias	0,4 a 0,5
Pavimentos de macadam	0,25 a 0,6
Superficies no pavimentadas	0,1 a 0,3
Parques y jardines	0,05 a 0,25

Nota: Tomado de CPE- INEN 5 parte 9-1:199

Para el cálculo de la intensidad máxima de lluvia, el INAMHI proporciona para el cantón salcedo las fórmulas mostradas en el cuadro de la figura 9. Dichas ecuaciones están en función del tiempo de retorno para el cual se tomó 15 años y el tiempo de concentración.

ESTACIÓN		INTERVALOS DE TIEMPO (minutos)	ECUACIONES	R	R^2
CÓDIGO	NOMBRE				
M0004	RUMIPAMBA	5 < 30	$i = 160.9162 * T^{0.2407} * t^{-0.4893}$	0.9923	0.9846
		30 <120	$i = 506.391 * T^{0.2125} * t^{-0.805}$	0.9959	0.9917
		120 < 1440	$i = 1034.0865 * T^{01797} * t^{-0.9377}$	0.9994	0.9987

Fig. 9. Ecuaciones de intesidad de lluvia para el cantón Salcedo

Nota: Tomado del estudio de intensidades del INAMHI

Para calcular el tiempo de concentración se aplicó la siguiente ecuación:

$$\mathbf{tc} = 0{,}0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \qquad \text{Ec.2.52}$$

Donde:

L: longitud del área de drenaje, se toma 200m como longitud de tangente drenando agua continuamente (m)

H: desnivel de la longitud L en la pendiente crítica (m)

El área de drenaje tomada será la superficie del pavimento puesto que por ella circulará el bombeo de la calzada así se obtiene que:

$$\mathbf{A} = (\text{ancho carril} + \text{ancho cuneta} + \text{ancho espaldon}) * L \qquad \text{Ec.2.53}$$

m) Diseño de la estructura del pavimento flexible

Para el diseño del pavimento se requirió conocer la carga dinámica de los vehículos que transitarán por la carretera, recordemos que para la medición manual del tráfico se han

clasificado los vehículos livianos y pesados, siendo estos últimos los que en términos de ingeniería tienen mayor impacto en la capa estructural del pavimiento. La forma de determinar dicho impacto se ha determinado transformando los vehículos contabilizados en "ejes equivalentes" que generan una carga equivalente a una pasada de un vehículo comercial promedio que genera 18 kip de presión al pavimento.[33] A este parámetro lo conocemos como $\mathbf{W_{18}}$ (ecuación 2.54) y su cálculo según el método de la AASHTO-93 se basa en obtener los factores de daño (FD) mediante las "leyes de la cuarta potencia" de las ecuaciones 54-57 para los vehículos pesados. [34]

$$\mathbf{W_{18}} = \mathrm{TPDA_f} * \mathrm{FD} * \mathrm{fc} * \mathrm{fd} * 365 \qquad \text{Ec.2.54}$$

La mejor opción en un diseño de pavimento para nuestro país es utilizar los pesos y medidas de los vehículos que nos proporciona la NEVI -12 en la tabla 2A. 106-02 (Figura 9) y calcular los factores de daño en base a lo que nos sugiere la AASHTO.

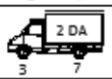
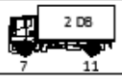
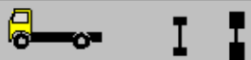
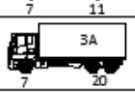
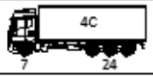
CUADRO DEMOSTRATIVOS DE TIPO DE VEHÍCULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES							
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
					largo	Ancho	Alto
2 D			CAMIÓN DE 2 EJES PEQUEÑO	7	5,00	2,60	3,00
2DA			CAMIÓN DE 2 EJES MEDIANOS	10	7,50	2,60	3,50
2DB			CAMIÓN DE 2 EJES GRANDES	18	12,20	2,60	4,10
3-A			CAMIÓN DE 3 EJES	27	12,20	2,60	4,10
4-C			CAMIÓN DE 4 EJES	31	12,20	2,60	4,10

Fig. 10. Clasificación nacional, pesos y dimesiones de vehículos motorizados.

***Nota*:** Tomado de la Norma para estudios y diseños viales, NEV–12 Vol.2A

Se aplicaron las ecuaciones proporcionadas por la AASHTO para el factor de daño:

Para camiones ejes simples, $$\mathrm{FD} = \left(\frac{q}{6{,}6}\right)^4 \qquad \text{Ec.2.55}$$

Para ejes simples dobles, $$\mathrm{FD} = \left(\frac{q}{8{,}2}\right)^4 \qquad \text{Ec.2.55}$$

Para eje tándem de dos ruedas, $$\mathrm{FD} = \left(\frac{q}{15}\right)^4 \qquad \text{Ec.2.56}$$

Para eje tridem, $$\mathrm{FD} = \left(\frac{q}{23}\right)^4 \qquad \text{Ec.2.57}$$

Donde:

FD: factor de daño

q: carga del eje en toneladas

Finalmente se considera el factor de distribución para cada carril, tomando la tabla 17 de la AASHTO, este factor ayuda a determinar los ejes equivalentes (W_{18}) que corresponden al carril de diseño.

TABLA XVII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR CARRIL (FC)

Número de carriles en una dirección	% del W_{18} en el carril de diseño
1	100
2	100–80
3	80 –60
4	75 –50

Nota: Tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

Puesto que el proyecto cuenta con un carril para cada dirección se adoptará el 100% del W_{18} sin embargo para el factor de distribución por dirección se lo determinó bajo la siguiente tabla:

TABLA XVIII
FACTOR DE DISTRIBUCIÓN POR DIRECCIÓN (FD)

NÚMERO DE CARRILES EN AMBAS DIRECCIONES	PORCENTAJE DEL W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
2	50%
4	45%
6 o más	40%

Nota: Tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

En este caso se adoptó el 50% del número de ejes equivalentes, debido a que la fórmula de la AASHTO calcula para un carril de diseño. Con todo lo anterior, el W_{18} quedó definido de la siguiente manera

$$\mathbf{W_{18carril\ de\ diseño}} = \left[\sum_{i=vehículo}^{m} \mathrm{TPDA_i} * FD_i\right] * Fd * Fc * 365 \qquad \text{Ec.2.58}$$

Donde:

TPDAi: tráfico proyectado según el tipo de vehículo

FDi: factor de daño según el tipo de vehículo

fc: factor de distribución por carril

fd: factor de distribución por dirección

En la actualidad, el pavimento flexible es el tipo de pavimento más ampliamente utilizado. Este tipo de pavimento se compone de un revestimiento asfáltico colocado sobre una capa base granular. Entre las principales ventajas que ofrece a corto y mediano plazo, destaca su economía, ya que su costo es más accesible y permite cubrir una mayor superficie por metro

cuadrado en comparación con otros tipos de pavimentos. No obstante, es importante señalar que requiere un mantenimiento regular para preservar sus condiciones óptimas de funcionalidad y durabilidad. El método de la AASHTO – 93, determina los espesores que deberá tener cada una las capas granulares del pavimento mediante la siguiente ecuación:

$$\mathbf{log_{10}W18} = \mathrm{Zr} * \mathrm{So} * \log_{10}(\mathrm{SN}+1) - 0{,}20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta \mathrm{PSI}}{4{,}2-1{,}5}\right)}{0{,}4+\frac{1094}{(\mathrm{SN}+1)^{5{,}19}}} + 2{,}32 * \mathrm{Log}_{10}\mathrm{Mr} - 0{,}87 \qquad \text{Ec.59}$$

Donde:

$\mathbf{W_{18}}$: número de ejes equivalentes proyectado

$\mathbf{Z_r}$: desviación estándar normal en función de la confiabilidad

$\mathbf{S_o}$: desviación estándar global

ΔPSI: índice de serviciabilidad de la vía

$\mathbf{M_r}$**:** módulo de resiliencia de la subrasante

SN: número estructural

- *Definición de la definición estándar normal, Zr*

Como su nombre lo indica, este factor considera el comportamiento y el desempeño del pavimento durante su vida útil durante el periodo de diseño para el que fue previsto. [34] La norma ya tiene valores definidos conforme la tabla 19:

TABLA XIX
NIVEL DE CONFIABILIDAD

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD, R RECOMENDADO [%]	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 – 99,9	80 – 99,9
Arterias principales	80 – 90	75 – 95
Colectoras	80 – 95	75 – 95
Locales	50 – 80	50 – 80

Nota: Tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

Con el nivel de confiabilidad ya se pudo definir la desviación estándar normal "Z_r", conforme la tabla 20:

TABLA XX
DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL EN FUNCIÓN DE LA CONFIABILIDAD

CONFIABILIDAD R [%]	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL Zr
50	0
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,340
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

Nota: Tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93

- *Definición de la desviación estándar global, So*

Para determinar este parámetro se debe tomar en cuenta el tipo de pavimento tal que para pavimentos flexibles $0.40 < So < 0.50$ y para pavimentos rígidos $0.30 < So < 0.40$ este parámetro.

- *Definición del Índice de serviciabilidad, ΔPSI*

En el diseño del pavimento se debe de elegir la serviciabilidad inicial (P_o) conforme al tipo de pavimento y la final (P_t) de acuerdo con la importancia de la vía. [34] Sus valores se definen de la siguiente manera:

$$\mathbf{\Delta PSI} = P_o - P_t \qquad \text{Ec.2.60}$$

Donde:

P_o: índice de servicio inicial (4.5 para pavimento rígidos y 4.2 para pavimentos flexibles nuevos)

P_t: índice de servicio final (2.5 o 3 para caminos principales y 2 para caminos secundarios)

- *Definición del módulo resiliente de la subrasante, Mr*

Este parámetro se define mediante el ensayo triaxial de suelo específico, sin embargo, la norma permite su cálculo en función del CBR cuando no es posible tener acceso a la máquina. [34]Por ende el módulo de resiliencia se calculó de la siguiente manera:

Si el $CBR \leq 10$:

$$\mathbf{Mr(psi)} = 1500 * CBR_{DISEÑO} \qquad \text{Ec.2.61}$$

Si el CBR está en el rango de $10 < CBR \leq 20$:

$$\mathbf{Mr(psi)} = 3000 * CBR_{DISEÑO}{}^{0,65} \qquad \text{Ec.2.62}$$

Si el $CBR > 20$:

$$\mathbf{Mr(psi)} = 4326 * \ln(CBR_{DISEÑO}) + 241 \qquad \text{Ec.2.63}$$

- *Número estructural, SN*

Se puede calcular despejando SN de la ecuación 2.56 o la AASHTO nos proporciona el software en el cual se introducen todos los parámetros de diseño establecidos, el valor resultante es el número estructural total de todo el pavimento SN_{total}.

$$\boldsymbol{SN_{total}} = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3 \qquad \text{Ec.2.64}$$

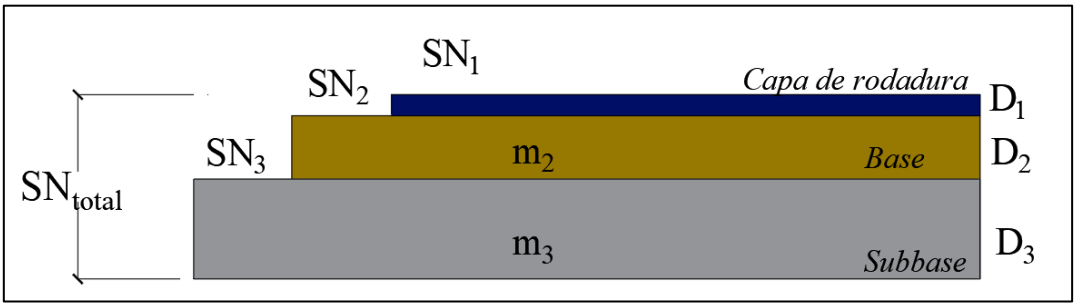


Fig. 11. Número estructural del pavimento por el método AASHTO-93

Nota: Dibujo propio en base a la norma MOP 2003.

De la figura anterior y de la ecuación 2.61 se pudo definir que para cada capa del pavimento le corresponde un número estructural así para:

El espesor de la carpeta asfáltica:

$$\mathbf{D_1} = \frac{\mathrm{SN_1}}{\mathrm{a_1}}$$

Ec.2.65

Donde:

$\boldsymbol{a_1}$**:** coeficiente estructural para la capa de rodadura

El espesor de la base:

$$\mathbf{D_2} \geq \frac{\mathrm{SN_2} - \mathrm{a_1} * \mathrm{D_1}}{\mathrm{a_2} * \mathrm{m_2}}$$

Ec.2.66

Donde:

$\boldsymbol{a_2}$**:** coeficiente estructural para la capa de base

$\boldsymbol{m_1}$**:** coeficiente de drenaje para la capa de base

El espesor de subbase:

$$\mathbf{D_3} \geq \frac{\mathrm{SN_3} - \mathrm{a_1} * \mathrm{D_1} - \mathrm{D_2} * \mathrm{a_2} * \mathrm{m_2}}{\mathrm{a_3} * \mathrm{m_3}}$$

Ec.2.67

Donde:

$\boldsymbol{a_3}$**:** coeficiente estructural para la capa de subbase

$\boldsymbol{m_3}$**:** coeficiente de drenaje para la capa subbase

Los coeficientes estructurales “a” y de drenaje “m” ya se encuentran definidos y están estrechamente relacionados con el tipo de material que se utilizará para construir el pavimento y sus valores ya se encuentran definidos mediante tablas y nomogramas:

Coeficiente estructural a1: Se determinó la resistencia del material de la carpeta asfáltica. Para este valor se definió un valor para el ensayo de estabilidad de Marshall dependiendo del número de ejes equivalentes (tabla 21):

TABLA XXI
CRITERIOS DE DISEÑO DE MEZCLAS ASFÁLTICAS POR EL MÉTODO MARSHALL

CARACTERÍSTICAS	NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES DE DISEÑO, W18	
	$W_{18} \leq 10^6$	$10^6 < W_{18} \leq 10^7$
Compactación; número de golpes en cada cara de la probeta	50	75
Estabilidad; N (lbf), mínimo	5340 (1200)	8000 (1800)
Flujo; mm (10^{-2}in)	2 – 4 (8 – 16)	2 – 3,5 (8 – 14)
Vacíos en la mezcla asfáltica (VMC); %	3 – 5	3 – 5
Vacíos ocupados por el asfalto (VFA); %	65 – 78	65 – 75

Nota: Tomado de Manual método Marshall para mezclas asfálticas, SCT 2021

Coeficientes para base y subbase a2 y a3: Se definieron en base a los CBR mínimos que dicta la MTOP, como este es un diseño teórico se adoptan valores de la tabla 22:

TABLA XXII
ESPECIFICACIONES GENERALES PARA BASES Y SUBBASES

Estructura de pavimento	Limite Líquido (%)	Índice Plástico (%)	Desgaste por Abrasión (%)	CBR (%)
Base	≤25	≤6	≤40	≥80
Subbase	≤25	≤6	≤50	≥30

Nota: Tomado de MTOP 2003, especificaciones técnicas.

Coeficientes de drenaje m2 y m3: Se definieron valores en base a las recomendaciones de la AASHTO-93 para ello se hiso uso de las siguientes tablas:

TABLA XXIII
CAPACIDAD DE DRENAJE

CALIDAD DE DRENAJE	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1semana
Pobre	1 mes
Deficiente	No drena

Nota: Tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93

Mediante la tabla 24 se determina el porcentaje de tiempo durante el cual la estructura del pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación

4) FASE III: Presupuesto referencial

Para la fase final del proyecto, se llevó a cabo una investigación netamente bibliográfica centrada en revistas de la cámara de la construcción a nivel nacional, datos extraídos del portal de compras públicas sobre proyectos ejecutados, la tabla de salarios mínimos actualizados del país, así como materiales y costos de transporte obtenidos del IPCO. A través de un minucioso análisis se examinaron los diversos precios para determinar cuál se ajustaba mejor al proyecto. Este análisis comprendió la determinación de los rubros del proyecto, el cálculo de los volúmenes de trabajo a partir de los planos generados, y la fijación de los costos de cada rubro según las especificaciones técnicas derivadas de procesos de contratación pública, lo que permitió establecer un presupuesto referencial para el proyecto.

III. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

A. FASE PRELIMINAR

1) Ubicación del proyecto

El proyecto se encuentra en la zona 17S del país, en el cantón Salcedo de la provincia de Cotopaxi delimitada al Norte por la provincia de Pichincha y al sur por Tungurahua. Mediante la primera inspección de campo se logró determinar las coordenadas referenciales de la vía (ver tabla 25), donde se evidencia una diferencia de nivel de aproximadamente 200 m entre inicio y destino.

También se logró determinar una zona consolidada de viviendas. También mediante el uso de CIVIL 3D se realizó la demarcación y ubicación del proyecto (figura 12). Como se puede ver en la imagen Cusubamba es la parroquia con área más grande del cantón Salcedo, su característica principal es que se encuentra en una cota elevada y de relieve montañoso, lo que nos sugiere que el trazado vial tendrá muchas curvas.

TABLA XXV
ABSCISA INICIAL Y FINAL

PUNTOS	ABSCISAS [Km]	COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA: 17SUR		COTAS [m.s.n.m.]
		ESTE [m]	NORTE [m]	
INICIO	0+000,00	756613	9881048	3149,42
DESTINO	5+000,00	756161	9878891	3393,17

Nota: Coordenadas obtenidas del GPS

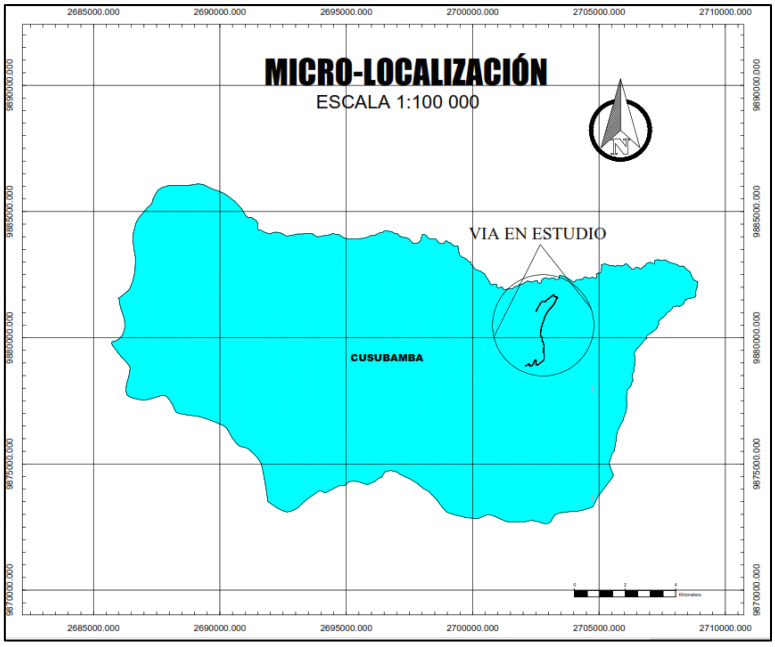


Fig. 12. Demarcación de la zona de estudio (Plano completo en el anexo)

Se observó que subrasante se encuentra en condiciones naturales, es decir no se ha realizado ningún mejoramiento un tratamiento previo. El suelo debido al tráfico vehicular y la lluvia ha sufrido una compactación natural, formando concreciones de tierra.

B. FASE I: Actividades de campo

1) Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico desde la abscisa Km 0+000,00 – Km 5+000, 00 obtenido del procesamiento de datos en Civil 3D, generó una franja topográfica de 100m de ancho. Los datos georreferenciados detallados en el **Anexo C** permitieron modelar la topografía, cuyas curvas de nivel mayores se ubican cada 5m de altura (figura 13). El trazado original obtenido de los puntos tomados en el eje vial se lo ajusto mediante la ortofoto (FIG 14).

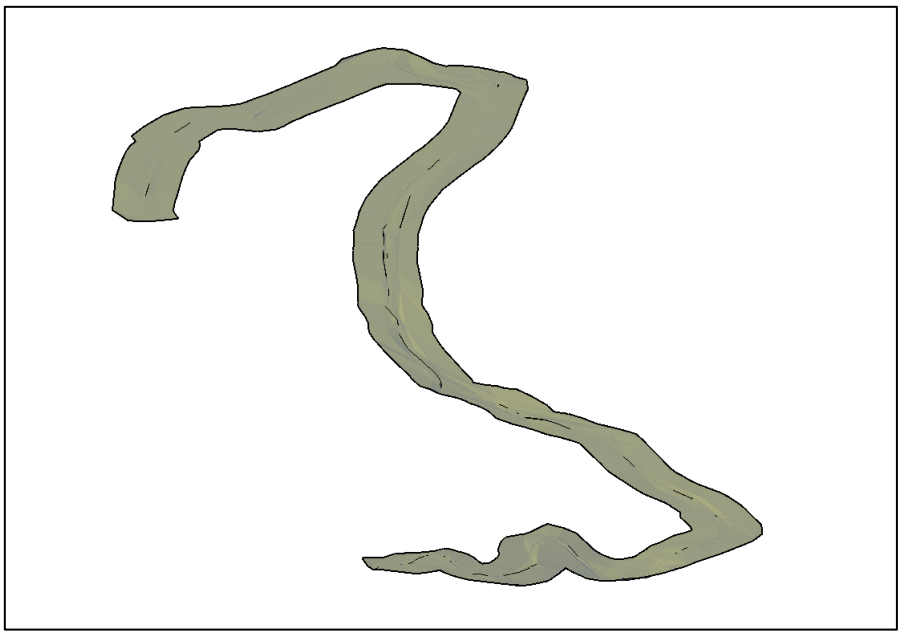


Fig. 13. Superfice modelada en CIvil 3D

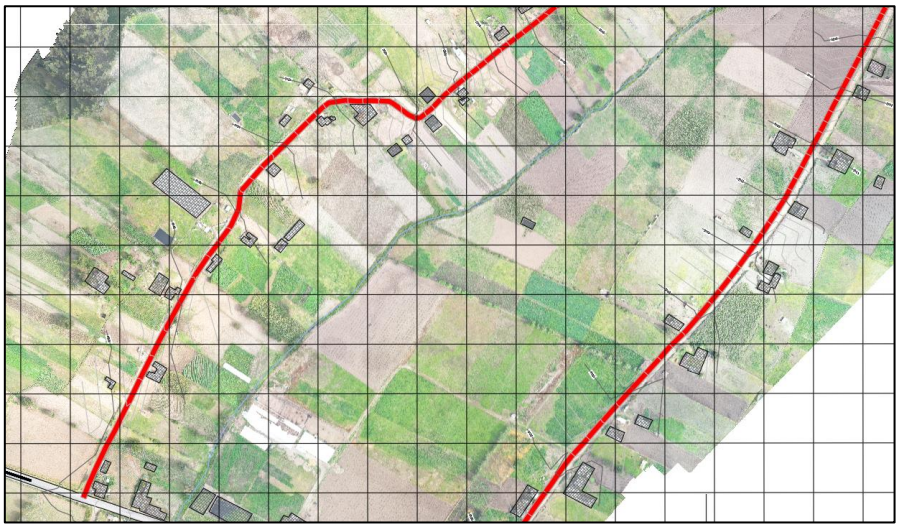


Fig. 14. Identificación del trazado existente

2) Estudio de tráfico

En primera instancia, se estableció la estación de conteo en la intersección de la vía principal hacia Cusubamba debido a que este sitio nos proporcionó mejor visión de la información del ingreso de vehículos tanto por el lado norte como por el lado sur.

TABLA XXVI
GEORREFERENCIACIÓN DE LA ESTACIÓN DE CONTEO

PUNTO	COORDENADAS UTM WGS-84, ZONA: 17SUR		COTA [m.s..m.]
	ESTE [m]	NORTE [m]	
E.C.	7596980	9880860	3142

Nota: Coordenadas obtenidas del GPS

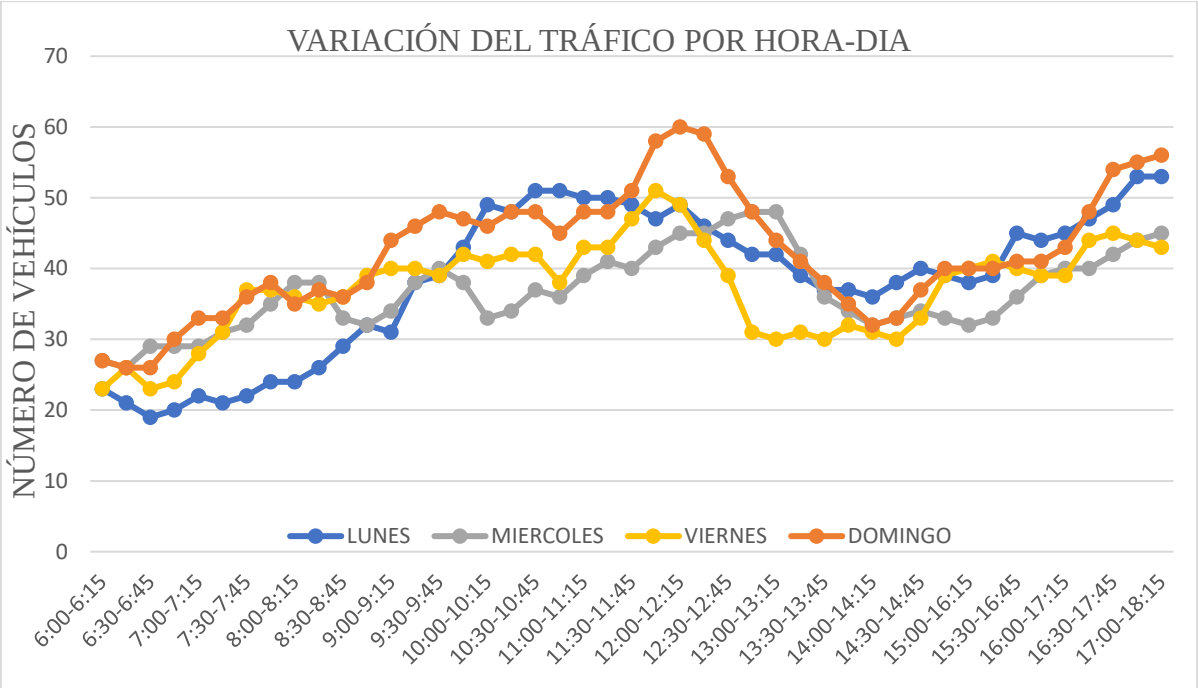


Fig. 15.Ubicación de la estación de conteo

Nota: Imagen tomada de Google Earth

Analizando los resultados obtenidos, se puede graficar el comportamiento de tráfico en función de la hora acumulada medida Grafica 1, analizando estos resultados. Podemos ver la hora de mayor flujo vehicular siendo así las horas de medio día, las que cuentan con mayor flujo. Podemos ver también que el domingo es el que tiene un volumen mayor en la hora pico. Esto se debe a que en este día en Salcedo y Cusubamba se produce una feria mercantil de comerciantes, por lo que es de esperarse que la población tienda a movilizarse más.

Así también mediante este primer análisis se obtiene en el primer día 462 veh, en el segundo día 442 veh, en el tercer día 443 veh y en el último día 508 veh, el detalle completo del conteo exacto de vehículos se exterioriza en el **ANEXO D.**



Graf. 1. Comportamiento de tráfico en función de la hora acumulada.

Nota: Autoría propia

Podemos analizar de a hora pico del domingo 17 de marzo desde 12:00pm hasta las 13:00 pm, para obtener el factor de la hora de máxima demanda, como se indica en la Tabla 27.

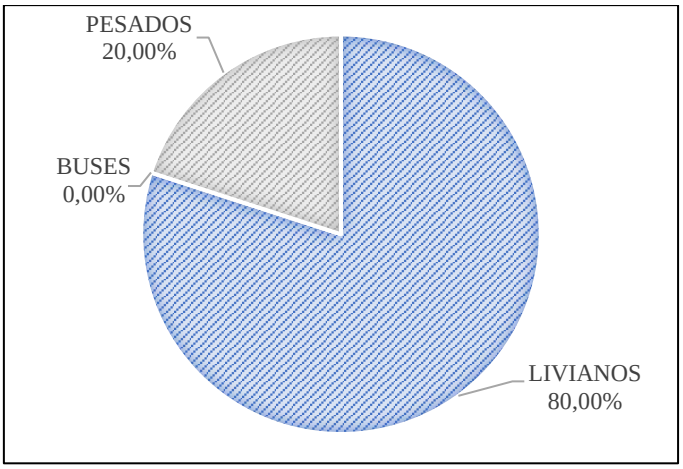
TABLA XXVII
VOLUMEN DE VEHÍCULOS EN LA HORA PICO

					PESADOS				
HORA	**LIVIANOS**	**CAMIONETAS**	**MOTOS**	**BUSES**	**2D**	**2DA**	**2DB**	**TOTAL PESADOS**	**TOTAL 15 min**
12:00-12:15	3	6	1	0	1	2	1	4	14
12:15-12:30	4	5	4	0	0	1	0	1	14
12:30-12:45	5	4	4	0	1	2	0	3	16
12:45-13:00	4	6	2	0	1	3	0	4	16
Suma 1	16	21	11	0	3	8	1		
Suma 2		48				12			

Nota: Autoría propia

En la gráfica 2 se observa cómo se distribuye el tráfico en la hora de máxima demanda en el cual se establece que existe mayor cantidad de camiones de tipo 2DA con un 80% sin contar con la existencia de buses, por otro lado, los vehículos livianos representan un 20%.

Con ello podemos decir que el pavimento al menos en el periodo actual, no estará sujeto a grandes cargas dinámicas.



Graf. 2. Composición de tráfico en la hora de máxima demanda

Nota: Autoría propia

3) Factor de la hora de máxima demanda, FHMP

El total de vehículos en la hora pico es de 60, valor con el cual se procede a calcular el factor horario de máxima demanda, FHMD.

Empleando la ecuación 2.1 tenemos:

$$\mathbf{FHMD} = \frac{560 \text{ veh}}{4 * (16 \text{ veh})}$$

$$\mathbf{FHMD} = 0{,}938$$

Como $\text{FHMD} < 1$, se asume el valor de 1 puesto que es más crítico.

Entonces para definir el TPDA actual aplicando la ecuación 2.2:

$$\mathbf{TPDA_{livianos}} = \frac{48 \text{ veh} * 1}{0.15} = 320 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TPDA_{pesados}} = \frac{12 \text{ veh} * 1}{0.15} = 80 \text{ veh/día}$$

El tráfico actual sería:

$$\mathbf{TPDA_{pesados}} = 400 \text{ veh/día}$$

Mediante la aplicación de las ecuaciones 3, 4 y 5 y seleccionando las tasas de crecimiento de la tabla 1 para vehículos livianos y pesados, se ha obtenido el tráfico proyectado para el periodo de diseño de 20 años.

Así para los vehículos livianos:

$$\mathbf{TPDAf_{livianos}(2044)} = 320 \text{ veh/día} * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{20} = 607 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TPDAf_{livianos}(2044)} = 607 \text{ veh/día}$$

Para los vehículos pesados:

$$\mathbf{TPDAf_{pesados}(20244)} = 80\ \text{veh/día} * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^{20} = 120\ \text{veh/día}$$

$$\mathbf{TPDAf_{pesados}(2044)} = 120\text{veh/día}$$

El tráfico futuro total:

$$\mathbf{TPDAtotal}\ (\mathbf{2044}) = (607 + 120)\ \text{veh/día} = 727\ \text{veh/día}$$

El crecimiento normal de tránsito sería:

$$\mathbf{CNT} = (727 - 400)\ \text{veh/día} = 327\ \text{veh/día}$$

También el tráfico generado y desarrollado calculado para el periodo de diseño en base al TPDA actual sería:

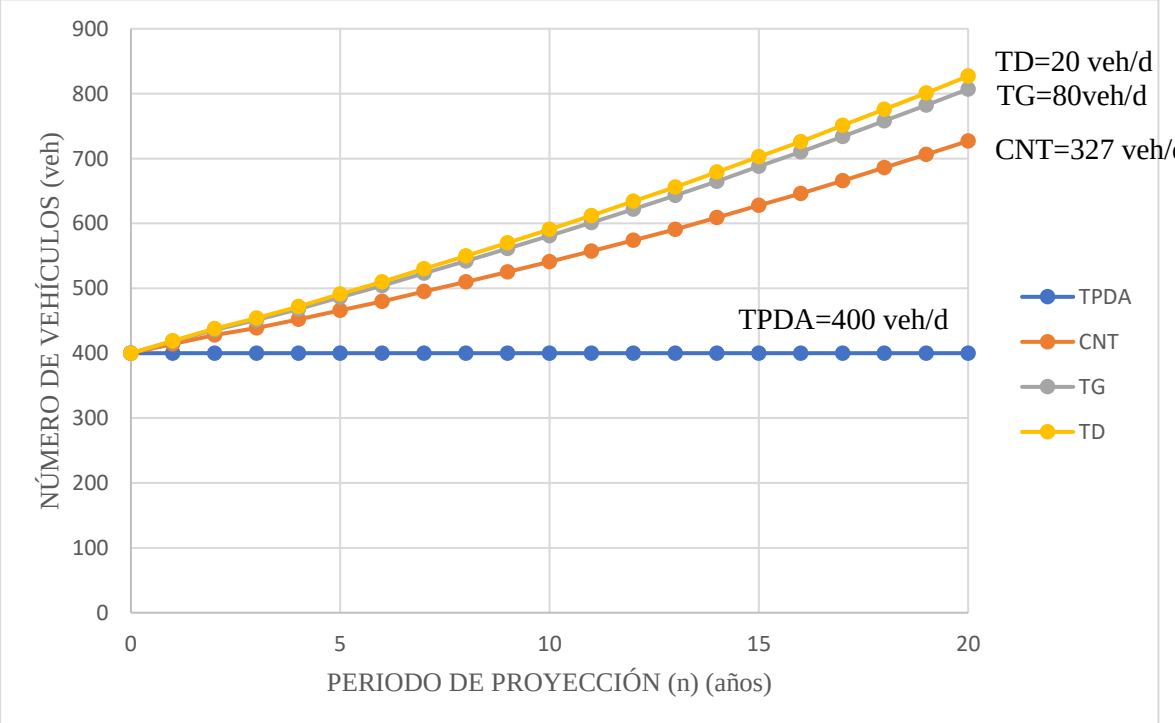
$$\mathbf{TG_{total}} = 20\% * 400\,\frac{\text{veh}}{\text{día}} = 80\ \text{veh/día}$$

$$\mathbf{TD_{total}} = 5\%400 * \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 20\ \text{veh/día}$$

Y por último el TPDA de diseño futuro para el año 2044 sería:

$$\mathbf{TPDA_{\mathit{diseño}}} = (607 + 80 + 20)\frac{\text{veh}}{\text{día}} = 827\ \text{veh/día}$$

En la tabla 28 y la gráfica 3 se observa que el TPDAf de diseño para el año 2044 obtenido es de 827 veh/día, este es el valor más importante para considerar en el futuro puesto que de el depende los parámetros de diseño geométrico.



Graf. 3. Crecimiento de tráfico en el periodo de diseño

TABLA XXVIII
TPDA FUTURO A 20 AÑOS DE PROYECCIÓN

Tasa de crecimiento Livianos= 3.57
Tasa de crecimiento pesados= 1.74

AÑO DE PROYECCIÓN	PERIODO DE DISEÑO (años)	TPDA PROYECTADO [veh/d]		TPDA PROYECTADO [veh/día]	CNT [veh/día]	TG 20% [veh/día]	TD 5% [veh/día]	TPDAf [veh/día]
		LIVIANOS	PESADOS					
2024	0	320	80	400	0	0	0	400
2025	1	332	82	414	14	4	1	419
2026	2	344	84	428	28	8	2	438
2027	3	353	86	439	39	12	3	454
2028	4	364	88	452	52	16	4	472
2029	5	376	90	466	66	20	5	491
2030	6	388	92	480	80	24	6	510
2031	7	401	94	495	95	28	7	530
2032	8	414	96	510	110	32	8	550
2033	9	427	98	525	125	36	9	570
2034	10	441	100	541	141	40	10	591
2035	11	455	102	557	157	44	11	612
2036	12	470	104	574	174	48	12	634
2037	13	485	106	591	191	52	13	656
2038	14	501	108	609	209	56	14	679
2039	15	518	110	628	228	60	15	703
2040	16	534	112	646	246	64	16	726
2041	17	552	114	666	266	68	17	751
2042	18	570	116	686	286	72	18	776
2043	19	588	118	706	306	76	19	801
2044	20	607	120	727	327	80	20	827

4) Estudio de suelos

a) Extracción de muestras

Se extrajeron muestras de la subrasante actual de la vía (figura 16 b) en cada una de las coordenadas de la tabla 29 marcadas con el GPS cada 1 kilómetro en la vía, Se obtuvieron así, 5 calicatas con dimensiones de 1m x 1m x 1.50m (figura 16 a) para todo el proyecto, se puede ver también que, en la calicata mostrada, se encuentra una capa vegetal, la cual fue descartada totalmente de la muestra antes de ser transportada al laboratorio.

TABLA XXIX
LOCALIZACIÓN DE CALICATAS PARA EXTRACCIÓN DE MUESTRAS DE SUELO

No. CALICATA	ABSCISA	COORDENADAS UTM WGS-84, ZONA: 17SUR		
		ESTE [m]	NORTE [m]	COTA [m.s.n.m.]
1	1+000,00	757285	9881687	3060
2	2+000,00	757003	9880925	3113
3	3+000,00	756841	9879982	3172
4	4+000,00	756833	9879046	3282
5	5+000,00	756194	9878888	3355



(a) (b)

Fig. 16. Extracción de muetras a cielo abierto

Nota: (a) Calicata de 1x1x1.5 m (b) Extracción de suelo

b) Análisis Granulométrico

Se logró determinar la graduación de las muestras. Los resultados obtenidos indican que todas las calitas son Arenas Limosas y en base a la Clasificación SUCS si el coeficiente es Cu≥6 y el coeficiente Cc está entre 1≤Cc≤3 para todas las muestras. Se determina que todas las muestras están bien graduadas. El detalle completo del análisis granulométrico se encuentra en el **Anexo E1.**

TABLA XXX
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO

ABSCISA	GRAVA [%]	ARENA [%]	LIMO Y ARCILLA [%]	DESCRIPCCIÓN
Km 1+000,00	0,01	82,74	17,25	Arenas limosas o arcillosas / BIEN GRADUADA
Km 2+000,00	0,00	85,11	14,89	
Km 3+000,00	0,00	84,74	15,26	
Km 4+000,00	0,00	86,97	13,03	
Km 5+000,00	0,00	90,31	9,69	

c) Límites de Atterberg

TABLA XXXI
RESULTADOS OBTENIDOS DE LÍMITES DE CONSISTENCIA

ABSCISA	Límite Líquido [%]	Límite Plástico [%]	Índice de Plasticidad [%]	Tipo de suelo AASHTO
Km 1+000,00	28,27	21,95	6,32	A-2-4
Km 2+000,00	29,36	26,46	2,90	A-2-4
Km 3+000,00	34,07	31,17	2,90	A-2-
Km 4+000,00	34,38	27,41	6,97	A-2-4
Km 5+000,00	34,83	31,61	3,22	A-2-4

En base a la Tabla 3 de la clasificación AASHTO, el suelo que compone el terreno de la vía forma parte de los materiales granulares del grupo A – 2, y subgrupo A – 2 – 4, es decir,

es un material que se conforma de gravas y arcillas limosas y arcillosas con una buena calidad para ser empleado como terreno de fundación. El detalle completo de los límites de consistencia se encuentra en el **Anexo E2.**

d) Proctor Modificado Tipo B

TABALA XXXII
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ABSCISA	HUMEDAD ÓPTIMA ω [%]	DENSIDAD SECA MÁXIMA γd [gr/cm^3]
Km 1+000,00	18,35	1,55
Km 2+000,00	18,32	1,54
Km 3+000,00	18,61	1,58
Km 4+000,00	18,79	1,54
Km 5+000,00	23,00	1,48

Nota: Ensayo de compactación realizado con un martillo de 10 lb

Analizando los resultados obtenidos podemos ver que las muestras tienen densidades secas muy similares para contenidos de humedad igualmente parecidos, a excepción de la última muestra. Estos porcentajes de humedad son sumamente necesarios puesto que se utilizarán para obtener la densidad máxima en el ensayo CBR. El detalle completo del ensayo de compactación se encuentra en el **Anexo E3.**

e) Relación de Soporte California, CBR

TABALA XXXIII
RESULTADOS OBTENIDOS DEL ENSAYO CBR

No. CALICATA	ABSCISA	CBR PUNTUAL [%]	CLASIFICACIÓN
1	**Km 1+000,00**	54,05	Subrasante excelente
2	**Km 2+000,00**	57,97	Subrasante excelente
3	**Km 3+000,00**	13,84	Subrasante buena
4	**Km 4+000,00**	25,96	Subrasante muy buena
5	**Km 5+000,00**	22,37	Subrasante muy buena

De acuerdo con la Tabla 4, donde se indica la calidad general de la subrasante en base al CBR, se establece que en toda la calidad de suelo del proyecto se encuentra entre excelente y buena, esto debido a la graduación buena determinada en la granulometría. Esta subrasante podría ser compactada naturalmente sin aplicar un mejoramiento. Para definir un valor de CBR de diseño de pavimento se analizarán las muestras, considerando el percentil de ejes equivalentes. Este valor se tratará en su respectiva sección. Detalle completo en el **Anexo E4.**

C. Fase II: Rediseño geométrico de la vía y diseño de pavimento

1) Parámetros de diseño

a) Clasificación de la vía

Según el tráfico proyectado y de acuerdo con la tabla 5 presentada, con un $\text{TPDAf}_{(2044)} = 827$ veh/día, la vía del proyecto se define como una carretera colectora de CLASE III (300-1000 veh/día). Es decir, un tráfico para una vía rural medio-bajo.

Ahora, de acuerdo con su orografía podemos ver que la pendiente máxima del trazado original es de 25.5 %, por lo que indica según la tabla 6 se trata de un terreno escarpado.

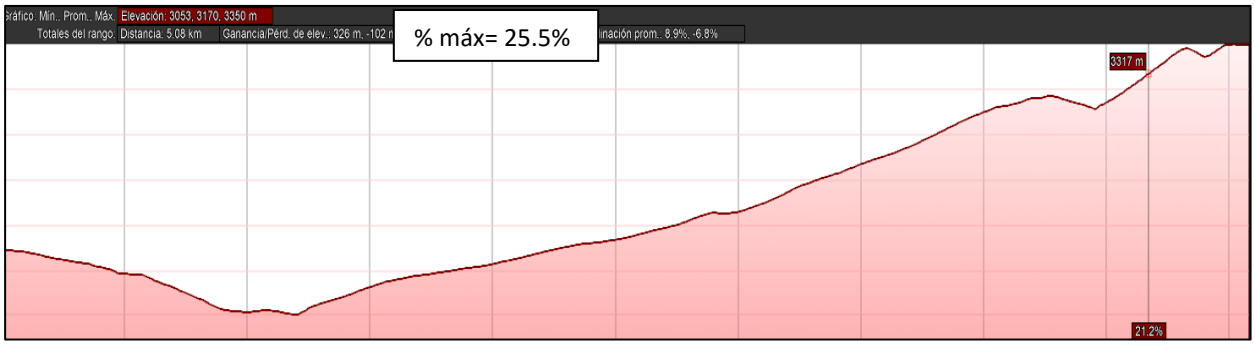


Fig. 17. Pendiente máxima del trazado existente

Nota: Imagen tomada de Google Earth

b) Velocidad de diseño

En función a los parámetros de tráfico proyectado CLASE III y la topografía del proyecto, siendo esta montañosa, se seleccionó de la Tabla 14 una velocidad de diseño de:

$$\mathbf{Vd}_{norma} = \mathbf{40\ km/h}$$

Puesto que nos encontramos en una zona con plan de urbanización y medianamente consolidada, se decide optar por bajar la velocidad recomendada, la norma MTOP [29] sugiere que se lo haga en intervalos máximo de 20 km/h, por lo que la velocidad de diseño final será:

$$\mathbf{Vd = 30\ km/h}$$

c) Velocidad de circulación

Para el cálculo de la velocidad de circulación se aplica la ecuación 2.9:

$$\mathbf{V_c} = 0{,}80 * 30\ \text{km/h} + 6{,}5$$

$$\mathbf{Vc} = 28\ \text{km/h}$$

d) Peralte máximo

De acuerdo con la tabla 8, el peralte máximo para una zona rural montañosa corresponde a 10%, con este valor se diseñaron las curvas horizontales y el diseño del peralte no debe exceder dicho porcentaje.

e) Ancho de la calzada

Según la tabla 9, para una carretera de clase III, el ancho absoluto de la calzada será de 6m sin incluir espaldón. En definitiva, cada carril tendrá un ancho de 3m en cada sentido.

2) Diseño de Alineamiento Horizontal

a) Evaluación y trazado de las tangentes:

Las longitudes mínimas y máximas admisibles calculadas de las ecuaciones 2.10, 2.11 y 2.12 para una velocidad de diseño de 30 km/h son

$$\mathbf{L.\,mín._S} = 1{,}39 * 30\frac{km}{h} = 41.70m$$

$$\mathbf{L.\,mín._O} = 2{,}78 * 30\frac{km}{h} = 83.40m$$

$$\mathbf{L_{máx}} = 16{,}70 * 30\frac{km}{h} = 501m$$

Así se definió que una tangente no puede ser menor a 41,70 m. El trazado de tangentes va en relación con la ubicación de los puntos de inflexión (PI), la determinación del ángulo de deflexión para cada PI y sus coordenadas se detallan en el **Anexo F.** Además, en la comprobación de las tangentes, podemos encontrarnos ciertos casos donde su longitud mínima no cumpla, a lo que se le llama caso excepcional.

b) Evaluación y trazado de curvas

Con base a los criterios estipulados por el MTOP las curvas se trazaron de tal manera que su radio de curva sea mayor al calculado con la ecuación 2.13:

Así, para una $\mathrm{V_d} = 30\mathrm{km/h}$

$$\mathbf{R_c} = \frac{(30\ \mathrm{km/h})^2}{127 * (0{,}1 + 0{,}170)}$$

$$\mathbf{R_c mín} = 26{,}25\ \mathrm{m}$$

Además, en el caso de las curvas que cuentan con espirales se estableció la longitud mínima de transición con la ecuación 2.21:

$$\mathbf{Le_{mín}} = 0{,}0178 * \frac{(30\ km/h)^3}{30\ \mathrm{m}}$$

$$\mathbf{Le_{mín}} = 16{,}02\ \mathrm{m}$$

Con ello se trazaron en total 34 curvas simple circulares, y 2 curvas de tipo espiral-circular-espiral. En el caso que $\Delta<5°$ se ha omitido el trazado de curva, ya que su grado de curvatura es imperceptible en tramos de tangentes largas. Los resultados obtenidos de los demás parámetros de la curva circular simple se detallan en el **Anexo G.**

El cumplimiento de que $R_{asumido}>R_{mínimo}$ se cumplieron en todas las curvas horizontales planteadas.

c) Determinación del Peralte

Se determinó la longitud mínima de transición en base a la ecuación 2.28 para establecer mayor seguridad.

$$\boldsymbol{L_{mín}} = 0{,}56\ (30\ \ km/h) = 16{,}8\ m$$

Se asumió una longitud de transición general de 18m para la mayoría de las curvas excepto para quienes tenían la posibilidad de tener una transición más grande, se aumentó la longitud para mayor seguridad. El cálculo de los parámetros de diseño del peralte se encuentra en el **Anexo H.**

En el caso de curvas muy juntas se decidió por unir sus peraltes, es decir, dos curvas continuas contaran con el mismo peralte son una longitud de transición, puesto que no es conveniente tener longitudes de transición muy juntas (ver anexo de planos).

d) Determinación del sobreancho

El vehículo de proyecto según el análisis de datos de tráfico de la tabla 27, determina el tipo **2DA** con una longitud de 7,50 m. Con ello se determina el sobreancho calculado "S" mediante la ecuación 2.30, sin embargo, como se puede ver en la tabla este sobreancho aumenta significativamente la calzada, lo que se traduce en un aumento de presupuesto, por lo que se ha decidido adoptar el sobreancho mínimo sugerido de 30 cm para una velocidad de 30 km/h.

TABLAXXXIII
SOBREANCHO CALCULADO Y ADOPTADO

SOBREANCHO SUGERIDO POR EL MTOP Sa= 30 cm

Velocidad de diseño Ve= 30 km/h
Número de carriles n=2
Ancho del carril =3 m

IDEN CURVA	TIPO DE CURVA	RADIO CURVA R [m]	S [m]	SOBRE ANCHO *Adoptado* Sa [m]	LONGITUD TRANSICIÓN PERALTE L [m]	LONGITUD DESARROLLO ASUMIDO L [m]
1	C_CIRCULAR	150,00	0,65	0,30	18,00	20,00
2	C_CIRCULAR	65,00	1,31	0,30	18,00	20,00
3	C_CIRCULAR	52,76	1,57	0,30	18,00	20,00
4	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,40	18,00	20,00
5	C_CIRCULAR	30,52	2,57	0,30	18,00	20,00
6	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,40	18,00	20,00
7	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,40	18,00	20,00
8	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,40	18,00	20,00
9	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,40	18,00	20,00
10	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
11	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
12	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
13	C_CIRCULAR	150,00	0,65	0,30	18,00	20,00
14	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,30	18,00	20,00
15	C_CIRCULAR	100,00	0,91	0,30	18,00	20,00

16	C_CIRCULAR	80,00	1,10	0,30	18,00	20,00
17	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
18	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,30	18,00	20,00
19	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,30	18,00	20,00
20	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
21	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
22	C_CIRCULAR	100,00	0,91	0,30	18,00	20,00
23	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,30	18,00	20,00
24	C_CIRCULAR	200,00	0,52	0,30	18,00	20,00
25	C_CIRCULAR	100,00	0,91	0,30	18,00	20,00
26	C_ESP_CIR_ESP	160,00	0,62	0,30	40,00	40,00
27	C_CIRCULAR	150,00	0,65	0,30	18,00	20,00
28	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,30	18,00	20,00
29	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,30	18,00	20,00
30	C_CIRCULAR	30,00	3,84	0,50	25,00	25,00
31	C_CIRCULAR	150,00	0,36	0,30	18,00	20,00
32	C_CIRCULAR	159,00	0,62	0,30	18,00	20,00
33	C_CIRCULAR	97,76	0,93	0,30	18,00	20,00
34	C_CIRCULAR	30,00	2,61	0,40	24,00	24,00
35	C_ESP_CIR_ESP	30,00	2,61	0,40	25,00	25,00
36	C_CIRCULAR	50,00	1,65	0,30	18,00	20,00

Nota: Cálculo para un vehículo **2DA** de longitud de 7,50 m,

e) Distancias de visibilidad

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción-reacción, se calcula con la ecuación 2.32:

$$\mathbf{d_1} = 0{,}7 * (28\ \text{km/h}) = 19{,}60\ \text{m}$$

La distancia de frenado sobre la calzada se determina mediante la ecuación 2.33:

$$\mathbf{d_2} = \frac{(28\ \text{km/h})^2}{254 * 0{,}423} = 7{,}29\ \text{m}$$

Estas dos distancias componen la distancia de visibilidad de parada del proyecto, y se determina con la ecuación 2.31:

$$\mathbf{D_p} = 26{,}73\ \text{m}$$

f) Distancia de visibilidad para rebasamiento

Se emplea la velocidad del proyecto siempre y cuando esta se encuentre en el rango de 30<V<100, una vez determinado ese aspecto, se lo utiliza para establecer la velocidad promedio para rebasamiento con la ecuación 2.35:

$$\mathbf{d_r} = 9{,}54 * (28\ \text{km/h}) - 218$$

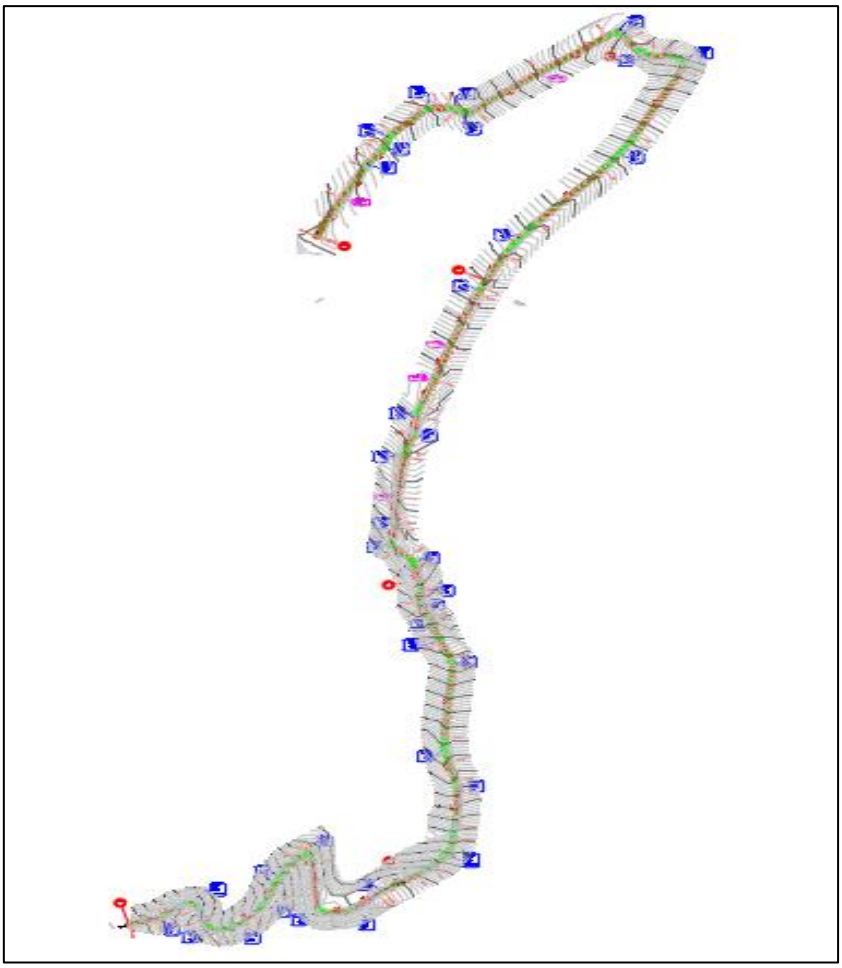
$$\mathbf{d_r} = 49{,}12\ \text{m}$$

TABLAXXXIV
DISTANCIA DE VISIVILIDAD Y ADELANTAMIENTO COMPROBADAS

Vr= 28km/h					
Factor de fricción f=0,423					
Distancia de adelantamiento Dr=49,12 m					
Distancia de parada Dp=26,73					
DATOS DE TANGENTES HORIZONTALES				**PARADA**	**ADELANTAMIENTO**
IDEN	**ABSCISADO**		**LONGITUD**	**CONDICIÓN**	**CONDICIÓN**
	INICIO	**FINAL**	**(m)**		
1		K0+133,21	133,21	ACEPTABLE	ACEPTABLE
2	K0+133,21	K0+241,55	108,34	ACEPTABLE	ACEPTABLE
3	K0+266,75	K0+302,14	35,39	ACEPTABLE	NO rebasar
4	K0+367,01	K0+468,90	101,89	ACEPTABLE	ACEPTABLE
5	K0+494,23	K0+528,11	33,88	ACEPTABLE	NO rebasar
6	K0+591,44	K0+779,55	188,11	ACEPTABLE	ACEPTABLE
7	K0+779,55	K0+970,82	191,27	ACEPTABLE	ACEPTABLE
8	K1+020,50	K1+052,47	31,97	ACEPTABLE	NO rebasar
9	K1+101,88	K1+140,47	38,59	ACEPTABLE	NO rebasar
10	K1+200,71	K1+432,81	232,10	ACEPTABLE	ACEPTABLE
11	K1+565,30	K1+786,74	221,44	ACEPTABLE	ACEPTABLE
12	K1+909,58	K2+023,71	114,13	ACEPTABLE	ACEPTABLE
13	K2+049,49	K2+221,22	171,73	ACEPTABLE	ACEPTABLE
14	K2+221,22	K2+334,60	113,38	ACEPTABLE	ACEPTABLE
15	K2+334,60	K2+420,15	85,55	ACEPTABLE	ACEPTABLE
16	K2+459,16	K2+505,21	46,05	ACEPTABLE	NO rebasar
17	K2+519,29	K2+561,87	42,58	ACEPTABLE	NO rebasar
18	K2+589,66	K2+713,58	123,92	ACEPTABLE	ACEPTABLE
19	K2+713,58	K2+792,29	78,71	ACEPTABLE	ACEPTABLE
20	K2+807,64	K2+846,59	38,95	ACEPTABLE	NO rebasar
21	K2+878,34	K2+918,72	40,38	ACEPTABLE	NO rebasar
22	K2+952,71	K3+022,54	69,83	ACEPTABLE	ACEPTABLE
23	K3+034,01	K3+065,41	31,40	ACEPTABLE	NO rebasar
24	K3+088,23	K3+124,85	36,62	ACEPTABLE	NO rebasar
25	K3+134,53	K3+186,33	51,80	ACEPTABLE	ACEPTABLE
26	K3+204,16	K3+258,67	54,51	ACEPTABLE	ACEPTABLE
27	K3+284,89	K3+503,18	218,29	ACEPTABLE	ACEPTABLE
28	K3+584,56	K3+646,37	61,81	ACEPTABLE	ACEPTABLE
29	K3+684,32	K3+787,73	103,41	ACEPTABLE	ACEPTABLE
30	K3+973,41	K4+063,59	90,18	ACEPTABLE	ACEPTABLE
31	K4+081,64	K4+147,77	66,13	ACEPTABLE	ACEPTABLE
32	K4+176,07	K4+203,21	27,14	ACEPTABLE	NO rebasar
33	K4+252,58	K4+385,68	133,10	ACEPTABLE	ACEPTABLE
34	K4+552,54	K4+559,39	6,85	NO ACEPTABLE	NO rebasar
35	K4+642,17	K4+671,24	29,07	ACEPTABLE	NO rebasar
36	K4+775,88	K4+795,03	19,15	NO ACEPTABLE	NO rebasar
37	K4+859,07	K4+889,07	30,00	ACEPTABLE	NO rebasar
38	K4+934,09	K5+000,00	65,91	ACEPTABLE	ACEPTABLE

Nota: Valores mínimos comprobados con la MTOP 2003

Con todos los valores obtenidos, se traza el alineamiento horizontal, dándonos como resultado la figura 19,



Fig, 18, Alineamiento horizontal propuesto

Nota: Dibujo realizado en Civil 3D

3) Diseño de Alineamiento Vertical

Aplicando la ecuación 2.42 tenemos la longitud mínima que deberá tener una cuerva vertical:

$$\mathbf{L_{mín}} = 0{,}60 * 30\text{km/h}$$

$$\mathbf{L_{mín}} = 18\text{ m}$$

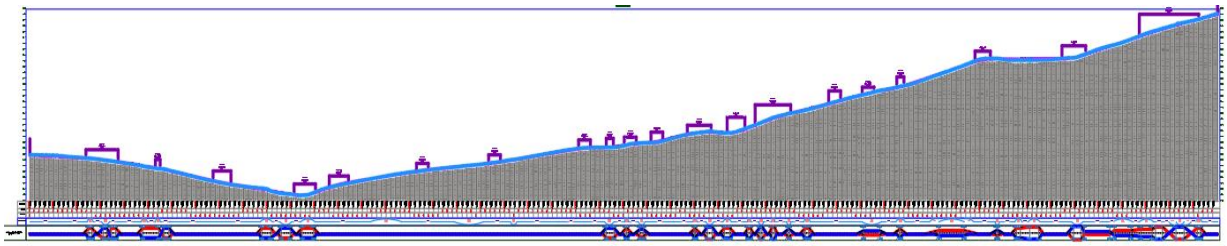
Por lo tanto, toda curva propuesta tendrá una longitud mayor al $L_{mín}$, Además, según la tabla 12 la distancia de visibilidad vertical para una velocidad de diseño de 30 km/h es de 25 m, así mediante las ecuaciones 37,38,39 y 40 se determina los parámetros de las curvas verticales,

TABLAXXXV
CÁCULO DE LOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS VERTICALES

No CURVA		GRADIENTES		DIEFRENCIA	COEFICIENTE K		LONGITUD CURVA CONVEXA
	TIPO	P1 o G1 %	P2 o G2 %	ALGEBRAICA A	CALC.	ASUMIDO	L asumido [m]
1	CONVEXA	-2,33	-6,63	4,30	2,11	31,40	135,00
2	CONVEXA	-6,63	-9,26	2,63	2,11	7,60	20,00
3	CÓNCAVA	-9,26	-6,19	3,07	3,96	24,43	75,00
4	CÓNCAVA	-6,19	12,21	18,40	3,96	4,89	90,00
5	CONVEXA	12,21	7,22	4,99	2,11	16,03	80,00
6	CONVEXA	7,22	4,22	3,00	2,11	20,00	60,00
7	CÓNCAVA	4,22	6,95	2,73	3,96	18,32	50,00
8	CONVEXA	6,95	0,10	6,85	2,11	7,30	50,00
9	CÓNCAVA	0,10	6,41	6,31	3,96	4,75	30,00
10	CONVEXA	6,41	3,95	2,46	2,11	20,33	50,00
11	CÓNCAVA	3,95	9,40	5,45	2,11	9,17	50,00
12	CONVEXA	9,40	0,98	8,42	2,11	11,88	100,00
13	CÓNCAVA	0,98	12,67	11,69	2,11	6,42	75,00
14	CONVEXA	12,67	11,49	1,18	2,11	127,12	150,00
15	CONVEXA	11,49	11,43	0,06	2,11	833,33	50,00
16	CONVEXA	11,43	8,42	3,01	2,11	16,61	50,00
17	CÓNCAVA	8,42	13,04	4,62	2,11	6,49	30,00
18	CONVEXA	13,04	0,05	12,99	2,11	5,00	65,00
19	CÓNCAVA	0,05	2,99	2,94	2,11	17,01	50,00
20	CÓNCAVA	2,99	12,92	9,93	2,11	10,07	100,00
21	CONVEXA	12,92	10,64	2,28	2,11	109,65	250,00

Analizando la tabla 35, encontramos que las longitudes asumidas son mayores a Lmin=18 m, es decir cumplen con la normativa, No así es el caso de todas las gradientes longitudinales teniendo pendientes críticas de hasta 16,84% en 42,79 m, El motivo del por qué se ha decidido adoptar este valor se debe a los volúmenes de corte desniveles que generaría la sección transversal, Recordemos que nos encontramos además en una zona consolidada, Por lo que bajar el nivel demasiado en una longitud corta, Otra alternativa para solucionar esto, sería proponer un puente, sin embargo, conociendo el costo que implicaría realizar está obra se califica como no factible esta opción,

Mediante el trazado de los valores presentados, se obtiene el perfil longitudinal tal como se presenta en la figura20,



Fig, 19, Alineamiento vertical propuesto

Nota: Dibujo realizado en Civil 3D (detalle completo en anexo de planos)

4) Diseño de la Sección Transversal

a) Dimensiones en la calzada.

Se ha adoptado las dimensiones recomendadas por el MTOP 2003 para el ancho de la calzada se tomará 3 m por carril con un bombeo para agua lluvia de 2%, Además, los espaldones medirán 60 cm para velocidades de 30 km/h. En el talud de relleno, en lugar de la cunera se incluyó 1 m destinado al sobreancho de compactación (SAC).

b) Cunetas

Se ha implementado una cuneta triangular revestida con hormigón de resistencia $f'c = 180\ kg/cm^2$ y un espesor de 10 cm, cuyas dimensiones se detallan en la Figura 30, Se considera que la lámina de agua especificada por el MTOP para áreas montañosas es de 30 cm, además de una altura de seguridad de desbordamiento de 10 cm,

De ella se obtienen sus parámetros hidráulicos para su comprobación, como se detalla a continuación,

Área mojada según la ecuación 2.44:

$$\mathbf{Am} = 0{,}15\ m^2$$

Perímetro mojado según la ecuación 2.45, 2.46 y 2.47:

$$\mathbf{Pm} = 1{,}26\ m$$

Radio hidráulico según la ecuación 2.48:

$$\mathbf{Rh} = 0{,}12\ m$$

J se obtiene del diseño del perfil vertical, teniendo como pendiente máxima y crítica 14,59%, además n para cunetas de hormigón es n=0,016, por lo tanto, La velocidad según Manning con la ecuación 2.49 es:

$$\mathbf{V} = 5{,}76\ m/s$$

TABLA XXXVI
VELOCIDADES ADMISIBLES MÁXIMAS A LAS QUE SE EROSIONAN LOS MATERIALES

MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)	MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
Arena Fina	0,45	Pizarra suave	2
Arcilla arenosa	0,5	Grava Gruesa	3,5
Arcilla ordinaria	0,85	Zampeado	3,4 - 4,5
Arcilla firma	1,25	Roca sana	4,5 - 7,5
Grava fina	2	Hormigón	4,5 – 7,5

Nota: Tomado de la Norma de diseño geométrico de carreteras, MOP 2003

Finalmente, el caudal admisible de la cuneta mediante la ecuación 2.50 es:

$$\mathbf{Qadm} = 0{,}86\ m^3/s$$

La intensidad de precipitación pluvial para el cantón Salcedo según el INAMHI sería:

$$\mathbf{tc} = 0{,}0195 * \left[\frac{(200\ \mathrm{m})^3}{\left(\frac{200 * 14{,}59\%}{100}\right)}\right]^{0{,}385} = 4{,}90\ \mathrm{min}$$

Se asumen 5 minutos para mayor seguridad.

Según la figura 9 para un intervalo de tiempo de 5 minutos la intensidad de lluvia es:

$$\mathrm{i} = 160{,}9162 * \mathrm{T}^{0.2407} * \mathrm{t}^{-0{,}4893}$$

Por lo tanto, para un periodo de retorno de 15 años:

$$\mathrm{i} = 141{,}92\ \mathrm{mm/h}$$

El área de drenaje para superficie de rodadura en una longitud de 500 m, según la ecuación 2.53 será:

$$\mathbf{A} = (3\ \mathrm{m} + 1\ \mathrm{m} + 0{,}5\ \mathrm{m}) * 500\ \mathrm{m} = 2250\ \mathrm{m}^2 = 0{,}23\ \mathrm{ha}$$

Mediante la ecuación 2.51 se obtuvo el caudal máximo de desalojo, para un coeficiente de escorrentía C=0,9

$$\mathbf{Q_{máx}} = 0{,}080\ \mathrm{m}^3/\mathrm{seg}$$

$$0{,}86\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s} > 0{,}045\ \mathrm{m}^3/\mathrm{s} \rightarrow \text{Cumple con la sección requerida}$$

5) Diseño de la Estructura del Pavimento

a) Número de ejes equivalentes

Se han establecido los factores de daño según las ecuaciones de la cuarta potencia establecidas por la AASHTO para los vehículos registrados en la hora de máxima demanda detallados en la tabla 27 (volumen de vehículos en la hora pico). La carga estimada para el eje de los vehículos se tomó de la figura 10 proporcionada por la NEVI. Así tenemos la tabla 37:

TABLA XXXVII
FACTORES DE DAÑO PARA LOS VEHÍCULOS EN LA HORA PICO

	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DAÑO
TIPO	**tons**	**$(P/6,6)^4$**	**tons**	**$(P/8,2)^4$**	**tons**	**$(P/15)^4$**	**tons**	**$(P/23)^4$**	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
2D	3	0,04							0,17
	4	0,13							
2DA	3	0,04	7	0,53					0,57
2DB	7	1,27	11	3,24					4,51

Detalle de vehículos motorizados, remolques y semirremolques

TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN		PESO MÁXIMO PERMITIDO [Ton]
2D			Camión de 2 ejes pequeños	7
2DA			Camión de 2 ejes medianos	10
2DB			Camión de 2 ejes grandes	18

***Nota*:** Cargas tomadas de la Norma para estudios y diseños viales, NEV–12 Vol.2A

Con los factores de daño calculados ya podemos determinar W_{18} según el TPDA específico del vehículo aplicando la ecuación de la 30ava hora y usando los datos de la tabla 27 obtenemos

$$\mathbf{TPDA_{2D}} = \frac{3 \text{ veh} * 1}{0.15} = 20 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TPDA_{2DA}} = \frac{8 \text{ veh} * 1}{0.15} = 54 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TPDA_{2D}} = \frac{1 \text{ veh} * 1}{0.15} = 7 \text{ veh/día}$$

Aplicando la fórmula 34 determinamos el W_{18} para el periodo de diseño de 20 años:

TABLA XXXVIII
NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES PARA EL PERIODO DE 20 AÑOS

AÑO	TRÁFICO PROYECTADO					EJES EQUIVALENTES W18	
	LIVIANOS	PESADOS			TPDA TOTAL [veh/día]		
		2D	2DA	2DB		PARCIAL	ACUMULADO
2023	320	20	54	7	400	23999	23999
2024	332	21	55	8	414	25915	49914
2025	344	21	56	8	428	26124	76038
2026	353	21	57	8	439	26332	102370
2027	364	22	58	8	452	26602	128972
2028	376	22	59	8	466	26810	155782
2029	388	22	60	8	480	27018	182800
2030	401	23	61	8	495	27288	210088

2031	414	23	62	8	510	27496	237584
2032	427	24	63	9	525	29412	266996
2033	441	24	64	9	541	29620	296616
2034	455	24	65	9	557	29828	326444
2035	470	25	66	9	574	30098	356542
2036	485	25	67	9	591	30306	386848
2037	501	25	68	9	609	30514	417362
2038	518	26	69	9	628	30785	448147
2039	534	26	70	9	646	30993	479140
2040	552	27	71	10	666	32909	512049
2041	570	27	72	10	686	33117	545166
2042	588	27	73	10	706	33325	578491
2043	607	28	74	10	727	33595	612086

***Nota*:** W_{18} calculado para ambos sentidos.

Podemos concluir ver que el W_{18} para el año 2044 en ambos sentidos será de 612086 ESAL's. Ahora bien, para el diseño del pavimento necesitamos conocer la cantidad que circula en un solo carril para ello aplicamos el factor de distribución por carril (tabla 17) que en este caso es el 100% y el factor de distribución por dirección (tabla 18) siendo el 50%, pues contamos con dos carriles.

Entonces:

$$\mathbf{W_{18carril\ de\ diseño}} = 50\% * 612086\ \text{ESAL}'s$$

$$\mathbf{W_{18carril\ de\ diseño}} = 306043\ \text{ESAL}'s$$

b) Factores para diseño de pavimento

- *CBR de diseño*

Es recomendable seleccionar un CBR promedio que sirva para diseñar el pavimento de todo el tramo, para ello la AASHTO recomienda reducir el percentil del CBR en función de la importancia de tráfico según la tabla 39.

TABLA XXXIX
PERCENTIL DEL CBR DE DIEÑO

Número de ejes de 8.2Ton en el carril de diseño	Percentil por seleccionar para determinar el CBR de diseño
Menor o igual a 10000	60%
10000 – 1000000	75%
Mayor o igual a 1000000	87.5%

Nota: Tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

Para definir el CBR de diseño ordenamos los valores obtenidos en el ensayo de manera ascendente y representamos su porcentaje en función del número total de muestras (tabla 40). Tomamos entonces un valor de percentil que represente al número de ejes equivalentes calculado para el carril de diseño. Con ello, decimos que para un $W18_{2043} = 306043\ \text{ESAL}'s$, se encuentra en el rango de 10.000 – 1'000.000, se determina un 75% en el percentil.

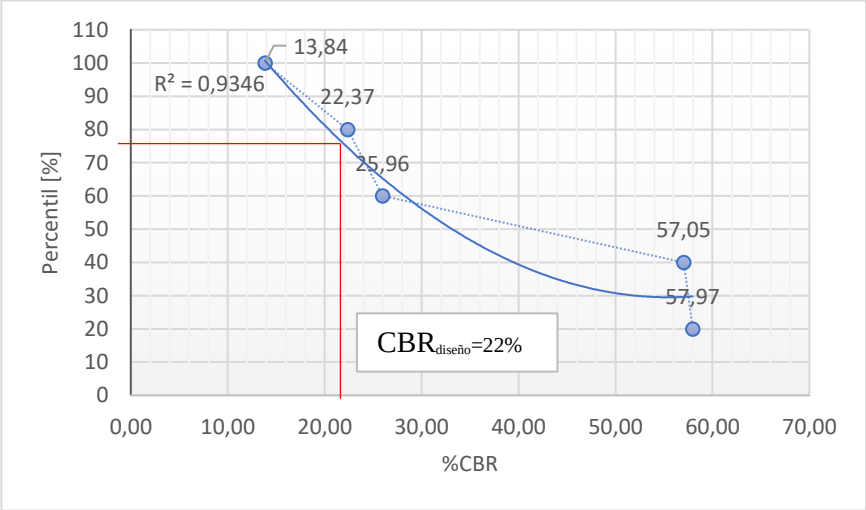
TABLA XL
PORCENTAJE DE CBR PUNTUAL

CBR DE DISEÑO SUBRASANTE	fi	percentil %

PUNTO	ABSCISADO	CBR	CBR (ascendente)		Valores iguales o mayores al CBR	
1	1+000	54.05	13.84	1.00	5.00	100.00
2	2+000	57.97	22.37	1.00	4.00	80.00
3	3+000	13.84	25.96	1.00	3.00	60.00
4	4+000	25.96	57.05	1.00	2.00	40.00
5	5+000	22.37	57.97	1.00	1.00	20.00
	$\sum fi$			5		

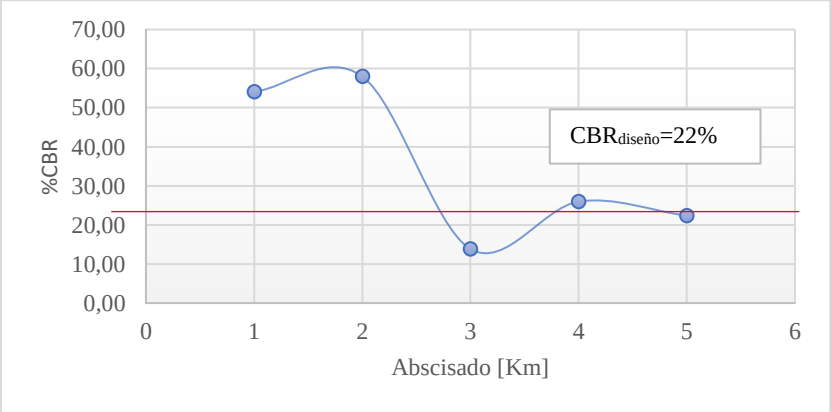
Nota: el valor "fi" representa la cantidad de CBR iguales

Graficando la curva de tendencia del CBR vs Percentil obtenido, interpolamos en dos puntos que se encuentre el percentil del 75% en el caso de estudio estaría entre 13.84% y 25,96%. Así obtenemos que el CBR de diseño final será de 22% (ver gráfica 4), la AASHTO recomienda también que en este punto se redondee el valor a su inmediato superior.



Graf. 4. Curva de tendencia paraCBR de diseño.

Ahora graficando los valores de CBR según el abscisado de la vía, observamos que el valor obtenido se encuentra en un rango seguro, puesto que es más bajo que los CBR puntuales determinados en el ensayo.



Graf. 5. CBR de diseño vs Abscisado

De acuerdo con la Gráfica 5 y el CBR de diseño determinado, se concluye que el proyecto no necesita mejorar la subrasante. Al comparar con la Tabla 4, se confirma que un CBR≥20 indica una subrasante de buena calidad, y no se han identificado puntos con valores de CBR extremadamente bajos clasificados como deficientes (0-3%)

- *Confiabilidad, R*

Como ya se ha definido la carretera, siendo de tipo **COLECTORA** y, además, el proyecto se ubica en una zona rural. El grado de confiabilidad según la Tabla 19 se encuentra en un rango de 75% a 95%, Se ha decidido por tomar un promedio, es decir, $\mathbf{R = 85\%}$,

De acuerdo con el nivel de confiabilidad la norma AASHTO define en Tabla 20 el valor de la desviación estándar normal, Entonces $\mathbf{Z_r = -1,037.}$

- *Desviación estándar global, So*

Para pavimentos flexibles se encuentra entre 0,40 a 0,50, Se ha optado por tomar un promedio, siendo este un valor de $\mathbf{S_o} = 0{,}45$

- *Índice de serviciabilidad,* ΔPSI

Conforme a los valores obtenidos en el AASHTO y al tipo de pavimento siendo este flexible, se tiene que la serviciabilidad inicial $\mathbf{P_o} = 4{,}2$

Mientras que, de acuerdo con la importancia de la carretera, siendo esta un camino secundario, se tiene que la serviciabilidad final $\mathbf{P_t} = 2{,}0$

Aplicando la ecuación 2.57 se obtiene que el índice de serviciabilidad será:

$$\mathbf{\Delta PSI} = 2{,}2$$

- *Módulo resiliente de la subrasante, Mr*

Aplicando la ecuación 2.60 para un CBR en el rango de Si el $\mathrm{CBR} > 20$ debido a que el valor del CBR de diseño de 22% se obtiene lo siguiente:

$$\mathbf{Mr(psi)} = 13612.85 \text{ psi}$$

- *Número estructural requerido*

Se emplea el Software de la Ecuación AASHTO – 93 para el diseño del pavimento flexible, el cual despeja SN de la ecuación 2.56 establecida por la norma para obtener el número estructural requerido en base a los factores de diseño anteriormente definidos.

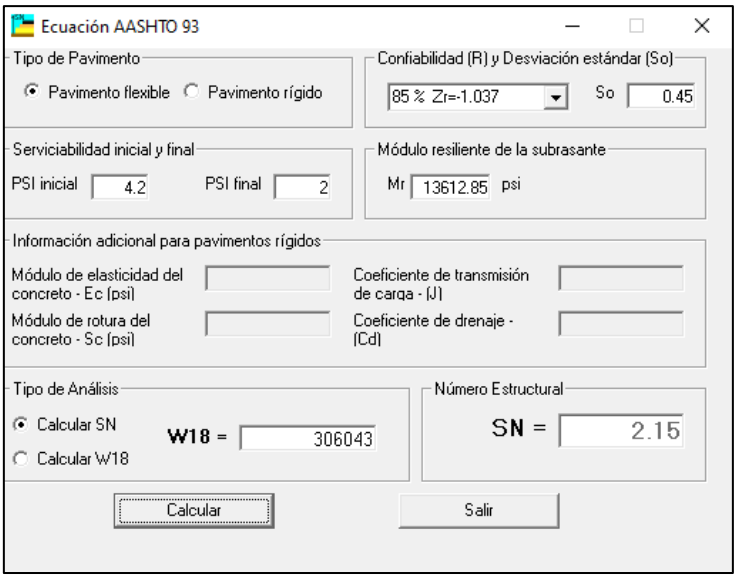


Fig. 20. Cálculo del número estructural

Nota: Cálculo realizado con el software AASHTO 93

El $\mathbf{SN_{REQ}} = 2.15$ representa el mínimo valor total de todos los números estructurales de las capas que conforman la estructura del pavimento y que puede soportar la subrasante, en función de este valor se determinan los espesores teóricos de la subbase, base y la carpeta asfáltica.

c) Coeficientes estructurales

- *Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica, a1*

De acuerdo con la Tabla 21 y el número de ejes equivalentes acumulados de diseño se adopta una estabilidad mínima recomendada de 1200 lbf para un $W_{18} \leq 10^6$, este valor se proyecta en el nomograma de la Figura 22 para determinar el coeficiente estructural y el módulo resiliente de la carpeta asfáltica

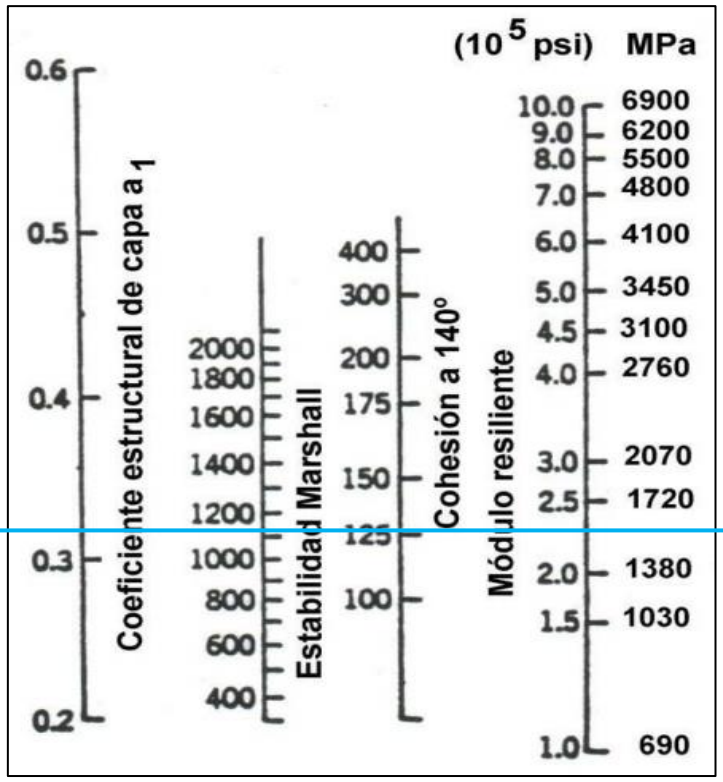


Fig. 21. Nomograma para el coeficiente estructural de la capa de rodadura (a1)

Nota: Nomograma tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

De la figura 22 obtenemos que:

$$\mathbf{a_1} = 0{,}325 \qquad \mathbf{Mr_{mezcla\ asfáltica}} = 2{,}45 * 10^5 \text{ psi}$$

- *Coeficiente estructural de la base, a2*

Según la tabla 22 la subbase tendrá mínimo de CBR $\geq 80\%$. Por lo tanto, adoptaremos este valor mínimo recomendado para proyectarlo en la figura 23.

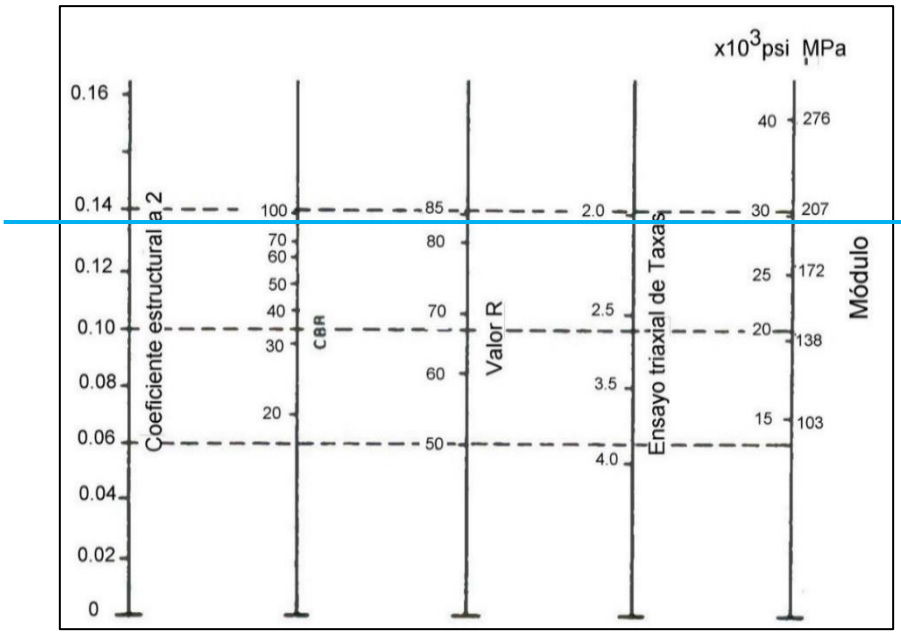


Fig. 22. Nomograma para el coeficiente estructural de la base (a2)

Nota: Nomograma tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

$$\mathbf{a_2} = 0{,}133 \qquad \mathbf{Mr_{base\ granular}} = 28{,}5 * 10^3 \text{ psi}$$

- *Coeficiente estructural de la subbase, a3*

De la misma manera para la base el MOTP establece un CBR ≥ 30% para cualquier tipo de subbase sea clase 1, 2 y 3. Adoptaremos el mínimo recomendado para proyectarlo en la figura 24.

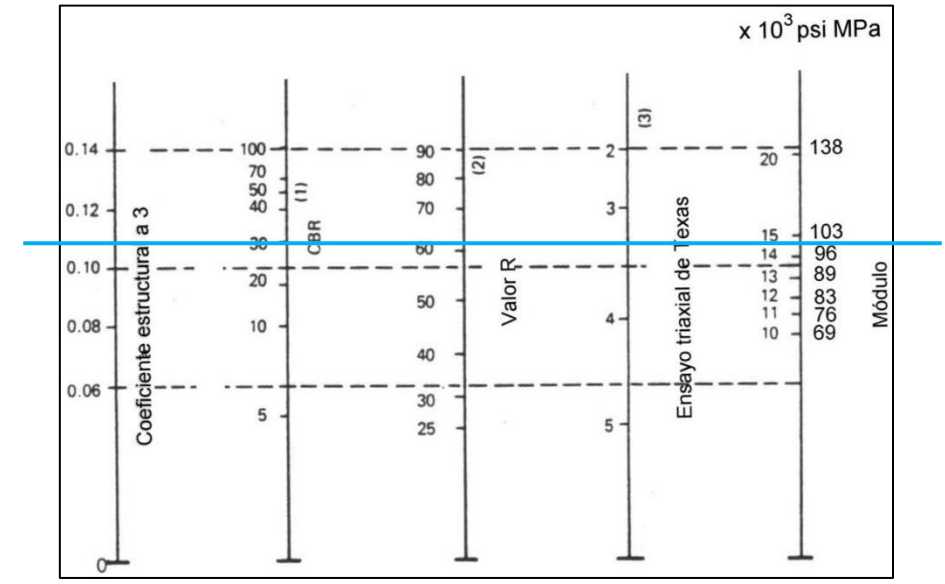


Fig. 23. Nomograma para el coeficiente estructural de la subbase (a3)

Nota: Nomograma tomado de Guía para el diseño de la estructura del pavimento, AASHTO 93.

$$\mathbf{a_3} = 0{,}110 \qquad \mathbf{Mr_{subbase\ granular}} = 14{,}8 * 10^3 \text{ psi}$$

d) Coeficientes de drenaje, m2 y m3

Para definir un coeficiente de drenaje es necesario asumir la calidad del material de base y subbase con la que será conformado el pavimento para ello se ha asumido una condición desfavorable de una base clase 4 y subbase clase 3, con regular capacidad drenaje, por ello se opta de la Tabla 24 una condición de calidad **REGULAR**, es decir, el agua en tarda 1 semana en drenar toda el agua.

$$\mathbf{m_2} = \mathbf{m_3} = 0{,}8$$

e) Espesores de la estructura del pavimento flexible

TABLA XLI
RESUMEN DE FACTORES Y COEFICIENTES DE DISEÑO

DATOS DE ENTRADA			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES		**DATOS**	
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)		245.00	
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)		28.50	
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)		14.80	
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)		306,043	
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)		13.61	
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)		0.325	
Base granular (a2)		0.133	
Subbase (a3)		0.110	
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)		0.800	
Subbase (m3)		0.800	
NÚMERO ESTRUCTURAL			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN_{REQ})		**2.15**	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN_{CA})		**1.61**	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN_{BG})		**0.47**	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB-BASE (SN_{SB})		**0.07**	
DATOS DE SALIDA			
	TEORICO	**PROPUESTA ADOPTADO**	**SN***
Espesor de la carpeta asfáltica (D_1)	12.6 cm	**5,0 cm**	0,64
Espesor de la base (D_2)	11.2 cm	**20,0 cm**	0,84
Espesor de la subbase (D_3)	2.0 cm	**25,0 cm**	0,87
$\sum D$		**50,0 cm**	**2,34**

Nota: Parámetros de diseño para el pavimento teórico

Mediante la aplicación de las ecuaciones 2.62,2.63 y 2.64 se determinaron los espesores teóricos de las capas granulares, en la tabla anterior se puede ver que se han adoptado espesores

de manera tal que a futuro sea más factible el mantenimiento. Así la capa que está más superficial es más delgada que la capa que se encuentra más hacia el fondo. Se cumple que

$$\mathrm{SN_{REQ}} < \mathrm{SN_{PROPUESTO}}$$

$$2{,}15 < 2{,}22 \ \therefore \mathrm{CUMPLE}$$

Entonces, el diseño definitivo de la estructura del pavimento con sus espesores y números sería de la siguiente manera:

Ahora bien, evidentemente los espesores adoptados son muy elevados en comparación con los teóricos, pero esto no quiere decir que la estructura de pavimento se encuentre sobredimensionada, por el contrario, se estableció de este modo por dos razones específicas.

La primera es que con estos espesores se asegura que el paquete estructural soporte nuevos requerimientos de vehículos pesados no considerados en el diseño.

En segundo lugar, debido a que para el periodo de vida útil se estima que la estructura del pavimento no sufra daños significativos en las capas granulares, pero contemplando la incertidumbre en las proyecciones demográficas u otras circunstancias alejadas de los criterios de diseño, es coherente pensar que existirá un grado de deterioro en el paquete estructural que a futuro exigirá un tipo de mantenimiento.

De tal manera ahora ya podríamos definir la sección transversal definitiva con todos sus componentes, incluyendo los espesores de la capa de pavimento, ancho de la calzada, espaldones, taludes y cunetas.

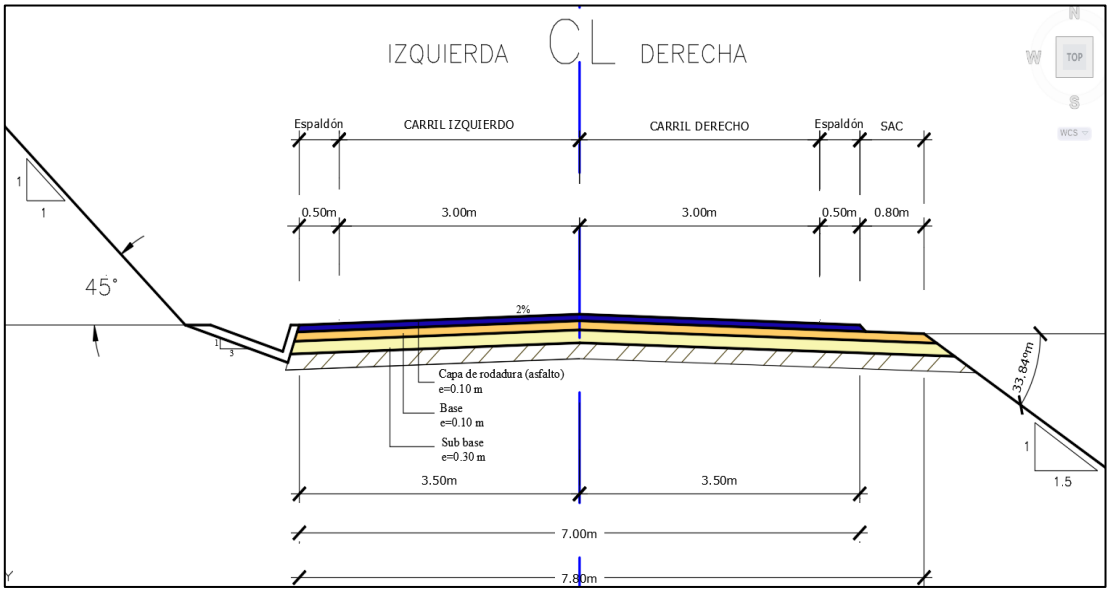


Fig. 24. Sección transversal propuesta

Nota: Sección dibujada tomando los lineamientos de la metodología

C. Fase III: Presupuesto referencial

1) Definición de rubros y volúmenes de obra

Trabajos preliminares

RUBRO 1. Replanteo y nivelación (Equipo Topográfico)

$$\mathbf{R1} = 5{,}00\text{km}$$

RUBRO 2. Desbroce, desbosque y limpieza

$$\mathbf{R2} = \frac{5000\text{m} * 15\text{m}}{10000\text{m}^2}$$

$$\mathbf{R2} = 7{,}50\text{ha}$$

Movimiento de tierras

RUBRO 3. Excavación sin clasificar, incluye desalojo

Volumen acumulado de corte, **ANEXO I.**

$$\mathbf{R3} = 68191{,}28\ \text{m}^3$$

RUBRO 4. Relleno compactado con material de excavación

Volumen acumulado de relleno, **ANEXO I.**

$$\mathbf{R4} = 13438{,}41\ \text{m}^3$$

RUBRO 5. Conformación de cunetas, incluye desalojo

Se asume una cuneta a ambos lados de la vía

$$\mathbf{R5} = 10\ 000\ \text{m}$$

Obras de drenaje

RUBRO 6. Hormigón simple $\text{f'c} = 180\text{kg/cm}^2$ para cunetas

Se asume una cuneta a ambos lados de la vía.

$$\mathbf{R6} = 10\ 000\ \text{m}$$

Estructura de pavimento

RUBRO 7. Subbase clase 3, incluye transporte

Sección típica de la vía, **Figura 25.**

$$\mathbf{R7} = 5000\text{m} * 7.8\text{m} * 0{,}25\text{m}$$

$$\mathbf{R7} = 9750.00\text{m}^3$$

RUBRO 8. Base clase 4, incluye transporte

Sección típica de la vía, **Figura 25.**

$$\mathbf{R8} = 5000\text{m} * 7.8\text{m} * 0{,}20\text{m}$$

$$\mathbf{R8} = 7800.00\text{m}^3$$

RUBRO 9. Suministro y riego de imprimación asfáltica RC250

De la sección típica de la vía

Se considera 1,30 litros por cada metro cuadrado.

$$\mathbf{R9} = 1{,}30\ \text{Lt} * 5000\text{m} * 7{,}80\text{m}$$

$$\mathbf{R9} = 50700{,}.00\text{Lt}$$

RUBRO 10. Suministro y colocación de carpeta asfáltica e=5cm.

Sección típica de la vía, **Figura 25.**

$$\mathbf{R10} = 5000\text{m} * 7.8\text{m} * 0{,}05\text{m}$$

$$\mathbf{R10} = 1950{,}00\text{m}^3$$

Control de tránsito

RUBRO 11. Marcas de pavimento (pintura amarilla retro reflectiva entrecortadas 13cm)

$$\mathbf{R11} = 5{,}00\text{km}$$

RUBRO 12. Marcas de pavimento (pintura blanca retro reflectiva continua 13cm)

$$\mathbf{R12} = 10{,}00\text{km}$$

RUBRO 13. Suministro e instalación de señales preventivas (0,75mx0,75m). Incluye poste

$$\mathbf{R13} = 36\text{u}$$

RUBRO 14. Suministro e instalación de señales reglamentarias (0,75mx0,75m). Incluye poste

Señalización vertical regulatorias, **Tabla 78 y 79.**

$$\mathbf{R14} = 14\text{u}$$

Medidas ambientales

RUBRO 15. Agua para el control de polvo

Se considera 2 litros por cada metro cuadrado.

$$\mathbf{R15} = \frac{2\text{L} * (5000\text{m} * 15\text{m})}{1000\ \text{L}}$$

$$\mathbf{R15} = 150{,}00\text{m}^3$$

Se definieron 15 rubros, se calcularon los volúmenes de obra en función de los planos generados y se establecieron sus respectivos precios unitarios referenciados de procesos ejecutados en el Portal de Compras Públicas, obteniéndose así un presupuesto referencial de 759 244,59 $.

Las especificaciones técnicas referentes a estos rubros se pueden visualizar en el **ANEXO G.**

TABLA XLII
PRESUPUESTO REFERENECIAL DEL PROYECTO

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

PROYECTO: "DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000"

TABLA DE DESCRIPCIÓN DE RUBROS, UNIDADES, CANTIDADES Y PRECIOS

No. RUBRO	DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
TRABAJOS PRELIMINARES					
1	Replanteo y nivelación (Eq. Topográfico)	km	5,00	$ 443,26	$ 2.216,28
2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	7,50	$ 338,39	$ 2.537,91
MOVIMIENTO DE TIERRAS					
3	Excavación sin clasificar, incluye desalojo (1km libre)	m3	68.191,28	$ 2,90	$ 197.704,25
4	Relleno compactado con material de excavación	m3	13.438,41	$ 4,93	$ 66.240,83
5	Conformación de cuinetas, incluye desalojo	m	10.000,00	$ 0,76	$ 7.613,73
OBRAS DE DRENAJE					
6	Hormigón simple f'c=180kg/cm2 para cunetas	m	10.000,00	$ 14,14	$ 141.418,68
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO					
7	Subbase clase 3 , incluye transporte	m3	9.750,00	$ 13,08	$ 127.542,34
8	Base clase 4 , incluye transporte	m3	7.800,00	$ 18,05	$ 140.790,00
9	Suministro y riego de imprimación asfáltica RC250	Lt	50.700,00	$ 0,84	$ 42.588,00
10	Carpeta asfáltica en caliente, incluye transporte	m2	1.950,00	$ 8,36	$ 16.302,00
CONTROL DE TRÁNSITO					
11	Marcas de pavimento (pintura amarilla retro reflectiva entrecortadas 13cm)	km	5,00	$ 542,93	$ 2.714,65
12	Marcas de pavimento (pintura blanca retro reflectivas continua 13cm)	km	10,00	$ 399,90	$ 3.999,00
13	Suministro e instalación de señales preventivas (0,75mx0,75m). Incluye poste	u	36,00	$ 140,54	$ 5.059,44
14	Suministro e instalación de señales reglamentarias (0,75mx0,75m). Incluye poste	u	14,00	$ 143,07	$ 2.002,98
MEDIDAS AMBIENTALES					
15	Agua para el control de polvo	m3	150,00	$ 3,43	$ 514,50
				TOTAL:	**$ 759.244,59**

IV. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

A. Conclusiones

Se mejoró el trazado geométrico de la vía obteniéndose una gradiente vertical máxima de 12% en 298.82m de longitud en la tangente vertical. n ancho total de la corona de la vía de 7,80m en el que se incluyen 6,00m de calzada en dos carriles incluido peralte de bombeo de 2%, un sobreancho en curvas adoptado de 30 cm, espaldones de 50cm. Además, se realizó el diseño de la estructura del pavimento flexible, llegando a los espesores definidos de 5 cm para la carpeta asfáltica, 20cm para la base granular Clase 4 y 25cm para la subbase granular Clase 3

Mediante el levantamiento de la faja topográfica de 100m de ancho con el uso de RTK, se determinó que el ancho total de la vía existente es de 6m además con las curvas de nivel obtenidas se evidenció que la topografía supera pendientes de 20% considerando al terreno en base a la clasificación del MTOP 2003 como montañoso. Además, se contabilizó el volumen de tráfico mediante una estación manual, determinando un $\mathrm{TPDA}_{\mathrm{actual}} = 400\ \mathrm{veh/día}$ y $\mathrm{TPDA}_{\mathrm{futuro}} = 827\mathrm{veh/día}$ para una proyección de 20 años, en base a estos y al encontrase en el rango de 500-1000 veh/día se clasifica a la vía como una colectora de clase III. También, de los ensayos realizados, se definió a todos los suelos obtenidos como arenas limosas bien graduada, catalogada como A-2-4 acorde con la clasificación AASHTO y SM/SW según la clasificación SUCS, definiendo su calidad en buena para fundación. Además, se calculó el CBR de diseño, siendo de 22% clasificando al suelo como bueno para uso en subrasante y de este modo no requerir de mejoramiento.

Se estableció un diseño geométrico horizontal con una velocidad de diseño de 30km/h con la cual se establecieron dos tipos de curvas, las circulares simples y las de transición, los radios mínimos para curvas circulares cerradas se fijaron en 26m, una distancia mínima de parada de 55m y una distancia mínima para rebasamiento de 210m. Mientras que por el lado del alineamiento vertical se estableció una gradiente longitudinal máxima de 12% con una longitud de desarrollo máximo de 250m, sin embargo. Las curvas circulares simétricas cóncavas y convexas se definieron con una longitud mínima de 18m. Además, se definió las obras de drenaje mediante el cálculo de las propiedades hidráulicas y el caudal de diseño para la parroquia de Cusubamba siendo $\mathbf{Qadm} = 0{,}86\ m^3/s$, con ello se adoptó una sección de cuneta triangular de 1 m de ancho y 0.30 m de profundidad.

Se elaboró el presupuesto referencial de la obra civil mediante la comparación de precios unitarios pertenecientes a procesos similares ya ejecutados del Portal de Compas

Públicas Nacional, del cual se definieron 15 rubros, extrayendo los precios unitarios y especificaciones técnicas que en conjunto a los volúmenes de obra se determinó un costo total de 759 244,59 $ valor SIN IVA. En conclusión, el costo de construcción por kilómetro sería de 151 848.92 $ valor SIN IVA.

B. Recomendaciones

Una vez que se ejecute la apertura de la vía, se debe ajustar los valores de CBR según lo establecido por la normativa Nevi-12, lo que permitirá afinar el diseño de la estructura del pavimento en áreas donde el CBR de diseño pueda sobreestimar o subestimar la capacidad del terreno.

Aunque se propone una estructura de pavimento con espesores de base y subbase que cumplen con las dimensiones teóricas, se recomienda trabajar la capa asfáltica con un espesor mínimo y aumentarlo si es necesario, basado en una evaluación del volumen de tránsito. Esto evitará la necesidad de destruir la estructura para intervenir en capas inferiores en el futuro.

Es aconsejable realizar un estudio del impacto ambiental de la obra sobre la vegetación del área. Puesto la importancia que tiene para el sector mantener la vegetación de los cultivos lo más integra posible.

Se recomienda realizar el diseño y la implementación de alcantarillas para drenaje pluvial en quebradas, teniendo en cuenta que la ubicación de estas se indica en el plano topográfico en las abscisas, K 1+100, K 2+950, K 4+22.

En cuanto a los taludes de corte y relleno, se sugiere realizar estudios específicos para cada caso, considerando la naturaleza del terreno y las condiciones geológicas presentes.

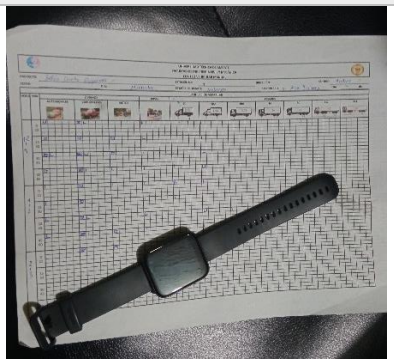
Se recomienda al GAD Salcedo tomar este informe como proyecto de prefactibilidad mas no como un estudio definitivo. Con ello examinar con mayor detalle los criterios técnicos y resultados exteriorizados en este proyecto contrastándolas con ensayos ejecutados por laboratorios extremadamente capacitados.

V. ANEXOS

ANEXO A

MATERIALES Y EQUIPOS

TABLA XLIII
MATERIALES Y EQUIPOS UTILIZADOS

MATERIALES	
Anexo A1: Estacas de madera	**Anexo A2:** Aerosol rojo
	
Anexo A3: Formato de tráfico y reloj para controlar el tiempo	**Anexo A4:** Sacos de lona, para transportar material,
	
Anexo A4: Herramienta menor	**Anexo A6:** Flexómetro
	
Anexo A7: Martillo de goma	
	
EQUIPOS DE CAMPO Y ESCRITORIO	
Anexo A8: Especificciones laptop	**Anexo 9:** GPS Garmoin Etrex 10

Especificaciones del dispositivo

Predator PT715-51

Nombre del dispositivo	LAPTOP-U06461P4
Procesador	Intel(R) Core(TM) i7-7700HQ CPU @ 2.80GHz 2.80 GHz
RAM instalada	32.0 GB
Id. del dispositivo	0656F224-C9FD-42F6-80B2-E502CA1B3F28
Id. del producto	00325-95818-30310-AAOEM
Tipo de sistema	Sistema operativo de 64 bits, procesador x64
Lápiz y entrada táctil	La entrada táctil o manuscrita no está disponible para esta pantalla

Anexo A10: RTK



Anexo A11: Drone



EQUIPO DE LABORATORIO

Anexo A12: Juego de tamices



Anexo 13: Taizadora eléctrica



Anexo A14: Balanza Lexus



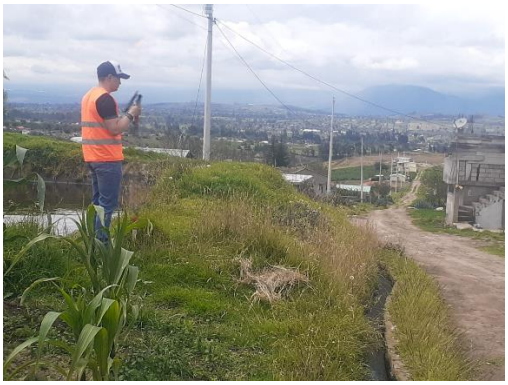
Anexo 15: Copa de Casagrande

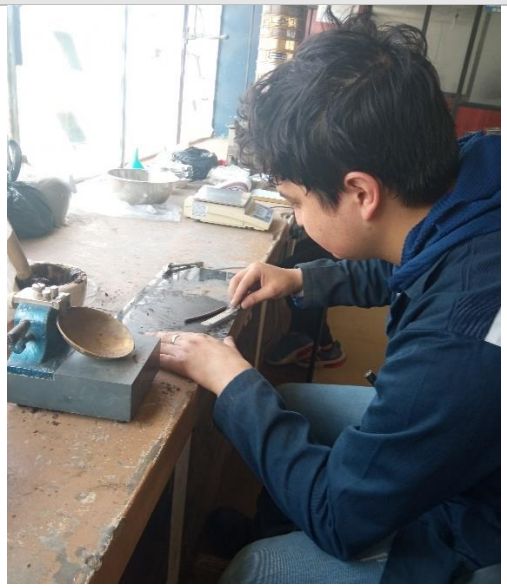
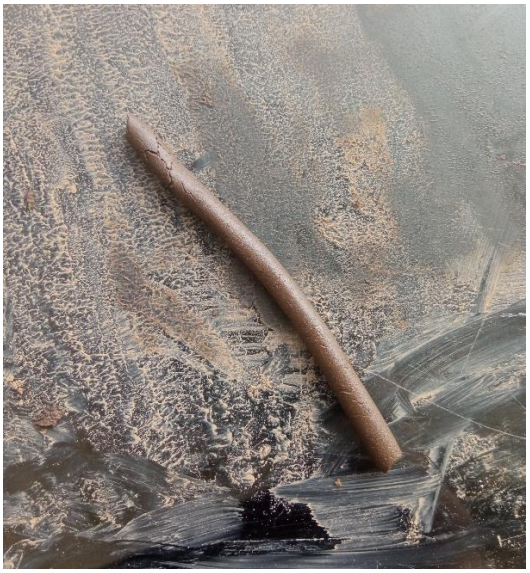


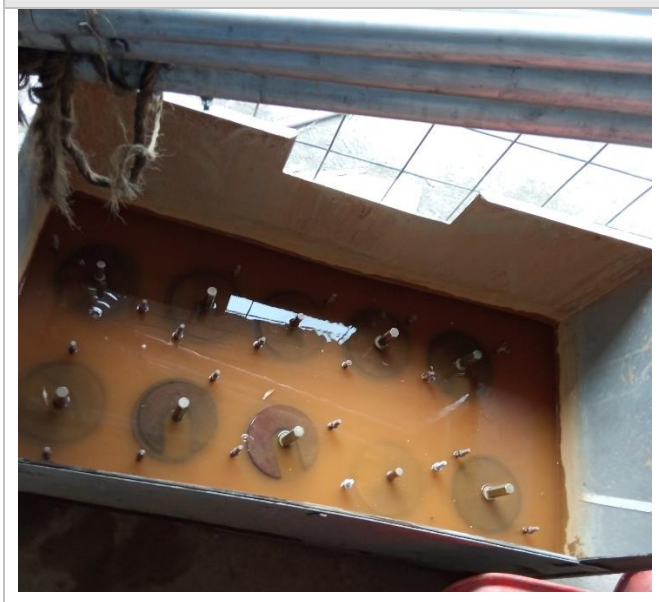
Anexo A16: Horno eléctrico Memmert	**Anexo 17:** Moldes cilíndricos de metal
	
Anexo A18: Martillo compactador 16 lb	**Anexo 19:** Balanza Grammera de 10000 gr
	
Anexo 20: Máquina CBR Multispeed	**Anexo 20:** Recipientes metálicos
	

ANEXO B
FOTOGRAFÍAS

TABLA XLIV
EVIDENCIA DE ACTIVIDADES

<table>
<tr><th colspan="2">MATERIALES</th></tr>
<tr><td>Anexo B1: Colocación de estacas en puntos de control,</td><td>Anexo B2: Estado actual de la vía en la abscisa 0+000</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Anexo B3: Toma de puntos referenciales usando RTK</td><td>Anexo B4: Conteo vehicular</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
<tr><td>Anexo B5: Extracción de calicatas</td><td>Anexo B6: Secado al aire libre de las muestras</td></tr>
<tr><td>  </td><td>  </td></tr>
</table>

Anexo B7: Tamizado para granulometría,	**Anexo B8:** Pesae del material
	
Anexo B9: Preparación para límetes de Atterberg	**Anexo B10:** Ensayo de límite líquido
	
Anexo B11: Ensayo de límite plástico	**Anexo B12:** Rollo de suelo para LP
	

Anexo B13: Material que pasa el tamiz N°4	**Anexo B14:** Addición de agua
	
Anexo B15: Compactación	**Anexo B16:** Ejecución de CBR
	
Anexo B17: Saturación de muestras	**Anexo B18:** Escurrimiento de muestras
	

Anexo B19: Realización del ensayo de penetración	**Anexo B20:** Toma de muestras para contenido de humedad
	

ANEXO C
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
1	9880886,9	756978,68	3141,613	Pt1	433	9878927,5	756348,64	3371,357	e51
2	9880886,9	756978,68	3141,623	R1	434	9878927,2	756345,57	3371,218	bi219
3	9881046,5	756608,03	3149,776	Pt2	435	9878925	756351,82	3370,836	bi220
4	9881046,5	756608,03	3149,766	R2	436	9878925,6	756353,52	3369,787	bi221
5	9881035,9	756640,98	3148,395	Pt3	437	9878907	756354,92	3368,704	bi222
6	9881098,4	756656,69	3147,433	B2	438	9878907	756358,64	3366,781	bi223
7	9881112,8	756644,5	3149,404	E101	439	9878905	756351,27	3368,462	bi224
8	9881133,6	756673,17	3146,736	B3	440	9878903,2	756354,14	3368,324	e52
9	9881168,5	756671,74	3147,863	E102	441	9878891,3	756358,1	3367,109	
10	9881204,4	756689,94	3146,328	E103	442	9878887,4	756360,3	3366,649	e54
11	9881239,5	756708,87	3145,099	E104	443	9878893,6	756359,3	3367,151	bi225
12	9881246,8	756728,47	3143,302	B4	444	9878882,7	756367,57	3365,556	bi226
13	9881272,1	756727,35	3143,829	E105	445	9878884,4	756368,52	3364,463	bi227
14	9881268,9	756728,18	3143,976	AC1	446	9878878,8	756372,78	3364,601	bi228
15	9881288,1	756738,25	3143,066	E106	447	9878876,7	756371,98	3364,579	e55
16	9881303,4	756759,27	3141,609	B8	448	9878874,4	756377,25	3363,836	e56
17	9881336,6	756769,73	3139,876	E107	449	9878872,8	756382,55	3362,936	e57
18	9881359,3	756776,25	3138,66	E108	450	9878874,8	756386,05	3362,682	bi229
19	9881358,6	756790,88	3137,899	B9	451	9878876,2	756395,81	3361,462	bi230
20	9881380,3	756794,67	3136,877	E109	452	9878879,9	756407,77	3360,141	bi231
21	9881393,1	756811,6	3135,595	B10	453	9878875,9	756409,69	3360,033	bi232
22	9881382,4	756816,41	3135,784	B11	454	9878872,8	756400,04	3361,28	bi233
23	9881412,6	756846,68	3133,148	B12	455	9878884,8	756419,23	3358,256	bi234
24	9881446	756877,66	3129,155	E110	456	9878883,1	756421,55	3357,986	e58
25	9881445,1	756889,86	3128,349	E111	457	9878888,9	756431	3356,348	e59
26	9881445,7	756903,74	3127,379	E112	458	9878893,3	756433,73	3355,625	bi235
27	9881442,9	756904,44	3127,38	B13	459	9878894,5	756432,37	3355,711	bi236
28	9881442,8	756925,67	3126,232	E113	460	9878890,3	756426,34	3356,805	bi237
29	9881429,1	756927,58	3126,842	B14	461	9878895,5	756421,62	3354,458	bi238
30	9881431,4	756941,18	3125,42	E114	462	9878895,9	756437,76	3355,008	bi239
31	9881415,2	756941,89	3125,337	B15	463	9878894,6	756439,44	3354,862	e60
32	9881428,7	756953,55	3124,564	E115	464	9878898,8	756445,31	3353,742	e61
33	9881437,5	756964,49	3123,202	E116	465	9878904,6	756453,23	3352,162	e62
34	9881425,6	756974,7	3122,233	B16	466	9878910	756459,28	3350,897	e63
35	9881451,1	756977,4	3121,537	E117	467	9878912,9	756456,83	3350,655	bi240
36	9881464,3	756993,13	3119,531	E118	468	9878916,4	756454,2	3348,65	bi241
37	9881467,4	757022,77	3116,229	B17	469	9878927,1	756471,94	3347,351	bi242
38	9881496,2	757033,7	3114,164	E119	470	9878929,6	756472,02	3346,985	bi243
39	9881497,2	757033,98	3114,097	PZ1	471	9878930,5	756463,57	3344,653	bi244
40	9881507,7	757048,13	3112,172	E120	472	9878943,1	756485,16	3344,441	bi245
41	9881522,8	757067,88	3109,688	E121	473	9878942,2	756486,67	3344,362	e64
42	9881521,6	757071,61	3109,399	B18	474	9878958,7	756495,7	3341,833	e65

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
43	9881547,3	757098,47	3106,048	E122	475	9878959,4	756492,63	3341,668	bi246
44	9881546,6	757130,37	3102,822	B19	476	9878957,6	756498,2	3341,597	bi247
45	9881567,3	757157,49	3100,217	B20	477	9878972,2	756506,11	3339,484	bi248
46	9881582	757175,28	3098,666	B21	478	9878976,3	756500,18	3339,375	bi249
47	9881595,3	757192,32	3097,328	B22	479	9878997,2	756508,37	3337,018	bi250
48	9881639,9	757223,5	3095,101	Pz2	480	9878996,4	756511,14	3337,148	e66
49	9881639,9	757236,58	3094,092	B23	481	9879007,6	756515,52	3335,883	e67
50	9881648,1	757250,34	3093,253	B24	482	9879007,3	756516,86	3335,836	bi251
51	9881665,7	757271,05	3092,438	B25	483	9879007	756517,78	3335,73	bi252
52	9881678	757292,41	3091,178	B26	484	9879018,6	756521,61	3334,615	bi253
53	9881672,9	757298,46	3090,397	B27	485	9879019,5	756518,02	3334,699	bi254
54	9881657,5	757301,91	3089,001	B28	486	9879020,5	756516,6	3334,688	bi255
55	9881632,3	757321,34	3086,156	B29	487	9879029,1	756522,06	3333,411	bi256
56	9881620,6	757337,42	3084,759	B30	488	9879028,6	756527,22	3333,185	bi257
57	9881614,7	757346,67	3083,838	B31	489	9879040,7	756532,62	3331,365	bi258
58	9881617	757406,96	3080,446	PZ4	490	9879043	756528,66	3331,509	bi259
59	9881609,6	757420,26	3080,531	E123	491	9879052,4	756532,98	3330,117	bi260
60	9881598,2	757435,78	3081,208	E124	492	9879050,5	756537,31	3329,959	bi261
61	9881586,3	757439,66	3082,936	E125	493	9879051,1	756535,05	3330,174	e68
62	9881561,9	757429,62	3087,6	B32	494	9879055,8	756537,43	3329,399	e69
63	9881569,7	757430,21	3086,734	B33	495	9879054,7	756539,57	3329,191	bi262
64	9881577,2	757432,67	3085,122	B34	496	9879057,6	756535,65	3329,144	bi263
65	9881585,2	757433,51	3083,778	B35	497	9879065	756540,28	3327,907	bi264
66	9881560,5	757432,19	3087,934	PZ5	498	9879064,6	756542,33	3327,794	e70
67	9881549,5	757413,23	3090,636	B39	499	9879071	756542,51	3326,939	bi265
68	9881513	757394,48	3094,855	B40	500	9879073,7	756536,98	3325,416	bi266
69	9881453,5	757368,12	3100,319	B41	501	9879064,8	756527,68	3325,538	bi267
70	9881420	757360,02	3103,412	E126	502	9879076,5	756547,35	3325,827	bi268
71	9881403,9	757351,57	3104,978	E127	503	9879086,9	756553,34	3324,424	bi269
72	9881400	757345,23	3105,271	B42	504	9879095	756561,28	3322,637	bi270
73	9881378,5	757338,25	3106,989	E128	505	9879103,8	756557,2	3320,086	bi271
74	9881369,4	757328,77	3108,224	B43	506	9879102,6	756571,71	3320,861	bi272
75	9881332	757311,89	3111,131	B129	507	9879100,5	756569,57	3320,633	bi273
76	9881314,1	757300,04	3112,732	Pz4	508	9879105,7	756580,87	3318,811	bi274
77	9881293,4	757285,51	3114,681	E130	509	9879112,8	756580,51	3318,064	bi275
78	9881277,5	757273,94	3116,069	E131	510	9879114,5	756595,02	3315,776	bi276
79	9881270,2	757262,22	3117,264	B130	511	9879112,6	756596,76	3315,6	bi277
80	9881231,3	757233,06	3119,87	B131	512	9879107,6	756595,02	3316,555	e71
81	9881213,2	757221,29	3120,789	E132	513	9879101,9	756598,92	3316,345	e72
82	9881196,9	757204,5	3122,113	E133	514	9879098,8	756595,04	3316,717	e278
83	9881184,9	757194,09	3123,019	E134	515	9879088	756597,67	3316,107	e279
84	9881188,4	757189,86	3123,388	B132	516	9879087,8	756602,01	3316,341	e73
85	9881160,4	757171,67	3124,673	Pz5	517	9879087,3	756604,41	3316,527	bi280

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
86	9881160,4	757167,24	3125,069	B133	518	9879087,1	756606,02	3316,6	bi281
87	9881144	757156,49	3125,694	E135	519	9879087,5	756614,99	3312,67	bi282
88	9881129,6	757143,57	3126,525	E136	520	9879076,3	756614,62	3313,013	bi283
89	9881102,6	757120,04	3128,149	E137	521	9879073,9	756607,44	3316,852	bi284
90	9881086,9	757105,61	3129,094	Pz6	522	9879074	756605,85	3316,532	bi285
91	9881089	757091,06	3129,085	B134	523	9879073,7	756603,11	3316,385	e74
92	9881058,3	757084,86	3130,586	E138	524	9879027,8	756607,32	3314,658	e75
93	9881051,1	757074,52	3131,308	B135	525	9879027,6	756604,69	3314,594	bi286
94	9881026,1	757062,02	3132,064	E139	526	9879012,3	756606,35	3313,49	bi287
95	9881002,2	757045,49	3133,311	E140	527	9879012,4	756611,04	3313,946	bi288
96	9880995	757036,49	3134,102	B136	528	9879012,6	756614,52	3313,022	bi289
97	9880964,4	757023,53	3135,835	E141	529	9879006	756611,64	3313,654	bi290
98	9880963,9	757016,39	3136,076	B137	530	9878967,9	756614,8	3312,725	bi291
99	9880941,3	757011,05	3137,155	E142	531	9878967,6	756612,89	3312,882	e76
100	9880918,5	757000,65	3138,819	E143	532	9878944,5	756616,14	3312,618	e77
101	9880923,9	756992,88	3139,493	B138	533	9878936,9	756619,21	3312,67	e78
102	9880899,7	756991,03	3140,144	E144	534	9878938	756621,68	3312,647	bi292
103	9880884,4	756983,64	3141,395	E145	535	9878945,7	756617,78	3312,754	bi293
104	9880891,3	756968,06	3141,708	B139	536	9878949	756621,68	3311,222	bi294
105	9878884,9	756200,22	3393,918	B140	537	9878930,4	756629,93	3312,688	bi295
106	9878883,3	756197,62	3393,165	B141	538	9878927,9	756629,48	3312,77	e79
107	9878882,3	756193,27	3393,17	E146	539	9878926,3	756636,11	3312,82	e80
108	9878893	756195,78	3391,707	E147	540	9878929,1	756637,63	3312,605	bi296
109	9878887,3	756199,54	3393,288	B142	541	9878934,4	756636,67	3312,034	bi297
110	9878898,8	756207,63	3389,935	E148	542	9878931	756661,25	3312,487	bi298
111	9878892,5	756209,88	3391,074	B143	543	9878929	756661,99	3312,601	e81
112	9878908,3	756257,82	3383,677	B144	544	9878930,7	756671,85	3312,637	e82
113	9878905,7	756260,93	3385,371	B145	545	9878933	756681	3312,614	e83
114	9878921,3	756276,35	3381,318	B146	546	9878935,8	756680,36	3312,542	bi299
115	9878921,3	756277,3	3382,589	B147	547	9878944,7	756679,05	3310,51	bi300
116	9878941,8	756299,62	3378,281	B148	548	9878956,5	756699,65	3309,406	bi301
117	9878942	756301,12	3379,974	B149	549	9878964,9	756711,25	3308,9	bi302
118	9878953,7	756313,29	3377,105	B150	550	9878980,4	756726,74	3309,829	bi303
119	9878948,7	756322,47	3378,694	B151	551	9878995,1	756742,83	3311,709	bi304
120	9878947,1	756327,18	3378,167	B152	552	9878984,5	756743,85	3314,907	bi305
121	9878954,5	756327,49	3375,738	B153	553	9878982,7	756745,92	3314,889	e84
122	9878950,1	756333,99	3376,337	B154	554	9878990,4	756755,04	3315,42	e85
123	9878937,5	756341,6	3375,567	B155	555	9879001,3	756770,79	3315,461	e86
124	9878915,5	756342,37	3373,585	B156	556	9879001,3	756770,81	3315,443	e87
125	9878891	756347,27	3371,181	B157	557	9879002,7	756768,64	3315,404	e88
126	9878879,3	756353,41	3370,131	B158	558	9879002,7	756768,61	3315,406	e89
127	9878942,3	756343,51	3372,9	B159	559	9879004,3	756770,33	3315,401	e90
128	9878953,9	756331,75	3375,264	B160	560	9879004,2	756770,3	3315,371	e91

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
129	9878872,7	756388,49	3362,466	E149	561	9879012,3	756765,26	3311,783	e92
130	9878869,8	756392,54	3362,144	B161	562	9880870,4	756994,39	3141,179	B277
131	9878870	756404,99	3362,085	B162	563	9880877	756979,94	3141,378	E270
132	9878867,4	756405,28	3363,182	B163	564	9880853,3	756977,72	3143,269	B276
133	9878875,2	756418,73	3360,569	B164	565	9880859	756970,39	3142,896	E260
134	9878881,9	756432,65	3359,123	B165	566	9880834,9	756967,59	3145,288	B275
135	9878893	756451,17	3356,168	B166	567	9880818,7	756969,94	3146,799	B274
136	9878915,4	756478	3352,119	B167	568	9880796,9	756956,84	3148,685	B273
137	9878927,8	756484,48	3348,89	B168	569	9880796,5	756947,6	3147,975	E259
138	9878937,1	756499,4	3348,882	B169	570	9880756,7	756930,38	3151,2	E258
139	9878952,9	756506,79	3345,851	B170	571	9880745,5	756928,9	3152,496	B272
140	9878965,9	756509,92	3343,35	B171	572	9880730,6	756918,41	3153,206	B270
141	9878978,5	756511,82	3341,02	B172	573	9880695,2	756906,54	3156,044	B269
142	9878982,7	756511,89	3339,824	B173	574	9880676,7	756902,63	3157,447	E257
143	9878979,9	756508,14	3338,942	B174	575	9880654	756913,19	3158,169	B268
144	9878956,5	756497,31	3341,873	B175	576	9880655,7	756895,97	3158,628	E256
145	9878935,5	756486,4	3345,04	B176	577	9880627,8	756889,24	3160,489	Ac5
146	9878915,7	756468,74	3349,059	B177	578	9880629,2	756885,01	3160,326	Ac4
147	9878897,9	756448,77	3353,268	B178	579	9880595,2	756874,44	3161,675	B367
148	9878885,2	756430,72	3356,663	B179	580	9880575,4	756888,73	3161,384	B366
149	9878876,5	756411,71	3359,622	B180	581	9880580,4	756872,44	3162,22	E254
150	9878987,7	756519,94	3340,872	B181	582	9880549,2	756872,96	3161,296	B365
151	9879010	756528,53	3337,652	B182	583	9880547,2	756860,05	3162,478	E253
152	9879039,2	756541,76	3332,949	B183	584	9880513	756845,75	3162,633	E252
153	9879058,5	756550,48	3329,38	B184	585	9880478,6	756848,77	3161,353	B364
154	9879086,8	756573,77	3322,696	B185	586	9880476,3	756837,65	3162,832	E251
155	9879089,3	756588,98	3319,936	B186	587	9880451,4	756834,41	3164,157	E250
156	9879101,3	756595,13	3316,967	B187	588	9880412	756825,52	3168,474	E249
157	9879104,3	756596,77	3316,449	AC2	589	9880400,6	756830,21	3168,255	B363
158	9879103,8	756589,05	3317,786	B188	590	9880402,6	756822,08	3169,226	E248
159	9879094,2	756567,67	3321,41	B189	591	9880368,8	756810,51	3170,113	E247
160	9879075,2	756551,77	3325,45	B190	592	9880353,1	756810,29	3169,458	B262
161	9879063,9	756544,4	3327,569	B191	593	9880298,5	756805,94	3171,51	B260
162	9879072	756546,97	3326,371	E150	594	9880297,2	756799,31	3171,492	E246
163	9879100,9	756575,33	3319,834	E151	595	9880268,2	756796,41	3174,789	E245
164	9879108,5	756596,93	3316,106	E152	596	9880226,9	756806,99	3178,01	B259
165	9879123,5	756602,31	3313,393	E153	597	9880208,2	756792,46	3181,869	E244
166	9879129,3	756612,59	3311,037	E154	598	9880171,1	756800	3183,084	B258
167	9879156,1	756605,48	3308,336	E155	599	9880168,5	756789,41	3185,821	E233
168	9879091,5	756591,53	3319,223	E156	600	9880132,8	756793,8	3186,361	B257
169	9879061,4	756596,05	3320,095	E157	601	9880124,4	756787,03	3187,936	E232
170	9879030,6	756595,77	3320,907	E158	602	9880101,8	756781,98	3189,15	E231
171	9879007,5	756596,42	3320,346	E159	603	9880082,9	756777,74	3190,895	R230

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
172	9878972,8	756602,25	3318,011	E160	604	9880059,9	756804,61	3187,909	Pz6
173	9878943,3	756605,77	3315,377	E161	605	9880047,9	756824,64	3186,324	B256
174	9878943,7	756609,82	3313,743	E162	606	9880041,5	756818,7	3187,332	E290
175	9878947,8	756613,61	3312,833	E163	607	9880021,1	756825,71	3187,211	Pz4
176	9878967,2	756611,44	3312,849	E164	608	9880015,7	756832,49	3187,281	Queb1
177	9878998,7	756608,43	3313,345	E165	609	9880016,2	756831,14	3187,186	B255
178	9878936,5	756614,62	3314,461	E166	610	9880023,3	756847,23	3188,91	B254
179	9878925	756625,1	3313,018	E167	611	9880012,9	756838	3187,318	B253
180	9878927,1	756628,18	3312,775	B192	612	9879983,8	756842,02	3190,746	E289
181	9878924,6	756642,18	3312,792	B193	613	9879957,4	756845,45	3194,565	E288
182	9878923	756650,5	3313,228	B194	614	9879929,5	756848,81	3198,485	E287
183	9878926,5	756661,89	3313,721	B195	615	9879895,2	756853,83	3205,11	B252
184	9878926,6	756675,15	3313,588	B196	616	9879892,7	756846,13	3204,058	E286
185	9878935,1	756691,33	3312,614	B197	617	9879880,7	756857,31	3207,4	B251
186	9878934,2	756697,34	3313,553	B198	618	9879860,9	756866,77	3211,527	B250
187	9878940,6	756697,37	3312,598	E168	619	9879851,1	756868,75	3212,818	E285
188	9878937,3	756686,28	3312,558	B199	620	9879824,9	756878,28	3216,09	E284
189	9878948	756704,94	3312,517	B200	621	9879791,4	756900,74	3220,056	B249
190	9878949,5	756713,64	3312,567	B201	622	9879783,7	756887,58	3220,551	E283
191	9878961,3	756720,39	3312,625	B202	623	9879730	756912,53	3225,278	E282
192	9878961,4	756726,1	3312,75	B203	624	9879737,7	756921,05	3224,617	B248
193	9878958,2	756727,42	3314,346	B204	625	9879698,1	756934,63	3227,597	B247
194	9878962,6	756733,51	3316	B205	626	9879679,6	756918,89	3230,471	E180
195	9878975,4	756748,61	3318,144	B206	627	9879652,8	756915,34	3233,482	E179
196	9878987,2	756761,8	3318,208	B207	628	9879604	756910,89	3239,56	E178
197	9878998	756777,51	3317,867	B208	629	9879560,8	756906,85	3244,26	E177
198	9879001,9	756776,17	3315,404	B209	630	9879539,3	756917,76	3246,628	B246
199	9879012,9	756794,25	3315,498	B210	631	9879540,8	756904,11	3246,612	E176
200	9879020,7	756796,51	3315,494	B211	632	9879512,4	756903,86	3249,464	Ac3
201	9879012,1	756783,34	3315,389	B212	633	9879502,3	756901,63	3250,314	E175
202	9879008	756781,54	3315,446	E169	634	9879461,5	756903,92	3254,483	E174
203	9879017	756794,89	3315,528	E170	635	9879424,8	756906,49	3258,501	E173
204	9879017,8	756791,29	3315,651	BM3	636	9879419,3	756909,65	3259,033	B245
205	9879017,9	756791,29	3315,733	T3	637	9879443,3	756907,53	3256,25	B244
206	9881046,6	756607,98	3149,857	T2	638	9879479,7	756903,74	3252,54	B243
207	9880886,9	756978,73	3141,449	T1	639	9879470,2	756917,6	3254,375	B242
208	9880879,5	756973,36	3141,652	bi414	640	9879436	756920,35	3258,393	B241
209	9880874,5	756972,9	3142,017	bi413	641	9879404,1	756924,49	3261,99	B240
210	9880872,4	756970,74	3143,1	bi412	642	9879379	756930,41	3264,533	B239
211	9880865,2	756968,16	3143,767	bi411	643	9879347,7	756937,89	3267,537	B238
212	9880834,7	756958,76	3145,821	bi410	644	9879321,8	756942,15	3270,157	B237
213	9880784,8	756939,4	3150,149	bi409	645	9879298,3	756941,48	3272,25	B236
214	9880767,4	756931,65	3151,384	bi408	646	9879272,1	756941,39	3274,879	B235

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO	PUNTO
215	9880716,5	756912,27	3155,274	bi407	647	9879229,7	756940,61	3280,033	B234
216	9880683,8	756901,94	3157,81	bi406	648	9879227,5	756929,72	3277,995	B233
217	9880638,2	756886,85	3161,094	bi405	649	9879217,5	756936,43	3281,558	B232
218	9880632,4	756884,63	3161,157	bi404	650	9879203,8	756929,37	3281,714	B231
219	9880627,2	756882,29	3161,758	bi403	651	9879184,1	756932,87	3286,012	B230
220	9880626,3	756870,39	3162,447	bi402	652	9879151,5	756920,67	3289,127	E172
221	9880602,2	756864,61	3163,774	bi401	653	9879141,7	756920,28	3290,513	B219
222	9880567,2	756863,55	3163,324	bi400	654	9879122,9	756917,8	3293,712	B218
223	9880551,7	756857,08	3163,143	bi399	655	9879083,3	756888,37	3300,653	B217
224	9880505,4	756835,96	3162,971	bi398	656	9879082,3	756882,14	3300,893	E171
225	9880502,3	756839,83	3162,59	bi397	657	9879058,1	756856,55	3306,531	B216
226	9880439,3	756829,34	3169,041	bi396	658	9879053,1	756848,51	3308,027	B215
227	9880429,9	756827,5	3169,137	bi395	659	9879038,7	756831	3311,647	B214
228	9880421,7	756826,37	3167,654	bi394	660	9879029,2	756815,59	3314,268	B213
229	9880410,3	756821,69	3168,981	bi393	661	9880886,9	756978,68	3141,613	Pt1
230	9880410,4	756811,76	3170,07	bi392	662	9880886,9	756978,68	3141,623	R1
231	9880376,1	756810,3	3169,921	bi391	663	9881046,5	756608,03	3149,776	Pt2
232	9880368,3	756786,42	3172,162	bi390	664	9881046,5	756608,03	3149,766	R2
233	9880363,1	756806,7	3170,243	bi389	665	9881035,9	756640,98	3148,395	Pt3
234	9880343,5	756802,24	3171,183	bi388	666	9881098,4	756656,69	3147,433	B2
235	9880323,4	756799,58	3171,993	bi387	667	9881112,8	756644,5	3149,404	E101
236	9880276,3	756793,92	3176,088	bi386	668	9881133,6	756673,17	3146,736	B3
237	9880235,9	756778,26	3182,229	bi385	669	9881168,5	756671,74	3147,863	E102
238	9880225,1	756790,05	3182,555	bi384	670	9881204,4	756689,94	3146,328	E103
239	9880187,1	756786,97	3186,915	bi383	671	9881239,5	756708,87	3145,099	E104
240	9880188,3	756774,9	3188,31	bi382	672	9881246,8	756728,47	3143,302	B4
241	9880156,1	756773,69	3190,976	bi381	673	9881272,1	756727,35	3143,829	E105
242	9880150,6	756786,02	3189,941	bi380	674	9881268,9	756728,18	3143,976	AC1
243	9880107,9	756767,48	3193,628	bi379	675	9881288,1	756738,25	3143,066	E106
244	9880103,8	756779,18	3192,023	bi378	676	9881303,4	756759,27	3141,609	B8
245	9880079,2	756769,9	3193,611	bi377	677	9881336,6	756769,73	3139,876	E107
246	9880089	756772,93	3192,878	bi376	678	9881359,3	756776,25	3138,66	E108
247	9880089	756775,1	3190,198	bi375	679	9881358,6	756790,88	3137,899	B9
248	9880100,1	756779,24	3189,248	bi374	680	9881380,3	756794,67	3136,877	E109
249	9880084,3	756773,29	3190,909	bi373	681	9881393,1	756811,6	3135,595	B10
250	9880076,9	756775,73	3191,751	bi372	682	9881382,4	756816,41	3135,784	B11
251	9880071,8	756774,21	3192,61	bi371	683	9881412,6	756846,68	3133,148	B12
252	9880067,9	756780,64	3191,811	bi370	684	9881446	756877,66	3129,155	E110
253	9880061,4	756797,18	3188,98	bi369	685	9881445,1	756889,86	3128,349	E111
254	9880057,1	756792,24	3189,471	bi368	686	9881445,7	756903,74	3127,379	E112
255	9880032,5	756800,24	3189,548	bi367	687	9881442,9	756904,44	3127,38	B13
256	9880041,2	756801,1	3188,95	bi366	688	9881442,8	756925,67	3126,232	E113
257	9880017,8	756823,72	3187,362	bi365	689	9881429,1	756927,58	3126,842	B14

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
258	9880004,3	756833,85	3187,488	bi364	690	9881431,4	756941,18	3125,42	E114
259	9879993,1	756837,84	3189,008	bi363	691	9881415,2	756941,89	3125,337	B15
260	9879962,2	756841,08	3194,528	bi362	692	9881428,7	756953,55	3124,564	E115
261	9879987,4	756837,11	3191,264	bi361	693	9881437,5	756964,49	3123,202	E116
262	9879990,8	756832,18	3190,073	bi360	694	9881425,6	756974,7	3122,233	B16
263	9879960,8	756831,07	3192,917	bi359	695	9881451,1	756977,4	3121,537	E117
264	9879961,1	756841,96	3194,258	bi358	696	9881464,3	756993,13	3119,531	E118
265	9879929,3	756845,67	3198,785	bi357	697	9881467,4	757022,77	3116,229	B17
266	9879914,7	756844,84	3200,888	bi356	698	9881496,2	757033,7	3114,164	E119
267	9879888,2	756844,55	3204,951	bi355	699	9881497,2	757033,98	3114,097	PZ1
268	9879867	756844,43	3208,215	bi354	700	9881507,7	757048,13	3112,172	E120
269	9879870,1	756852,4	3209,188	bi353	701	9881522,8	757067,88	3109,688	E121
270	9879871	756852,67	3208,448	bi352	702	9881521,6	757071,61	3109,399	B18
271	9879849,8	756866,78	3213,053	bi351	703	9881547,3	757098,47	3106,048	E122
272	9879835,5	756861,2	3214,581	bi350	704	9881546,6	757130,37	3102,822	B19
273	9879824,9	756876,21	3216,099	bi349	705	9881567,3	757157,49	3100,217	B20
274	9879783,6	756872,4	3221,15	bi348	706	9881582	757175,28	3098,666	B21
275	9879789	756883,69	3220,093	bi347	707	9881595,3	757192,32	3097,328	B22
276	9879764,5	756892,84	3222,619	bi346	708	9881639,9	757223,5	3095,101	Pz2
277	9879721,5	756914,67	3226,078	bi345	709	9881639,9	757236,58	3094,092	B23
278	9879707	756918,57	3227,526	bi344	710	9881648,1	757250,34	3093,253	B24
279	9879675,4	756904,34	3231,599	bi343	711	9881665,7	757271,05	3092,438	B25
280	9879671,6	756916,78	3231,053	bi342	712	9881678	757292,41	3091,178	B26
281	9879615	756909,44	3238,336	bi341	713	9881672,9	757298,46	3090,397	B27
282	9879570,3	756899,75	3244,132	bi340	714	9881657,5	757301,91	3089,001	B28
283	9879569,9	756905,82	3243,592	bi339	715	9881632,3	757321,34	3086,156	B29
284	9879540,5	756895,21	3248,244	bi338	716	9881620,6	757337,42	3084,759	B30
285	9879541,7	756902,79	3246,799	bi337	717	9881614,7	757346,67	3083,838	B31
286	9879514,5	756901,77	3249,466	alc3	718	9881617	757406,96	3080,446	PZ4
287	9879516,2	756900,52	3249,431	alc2	719	9881609,6	757420,26	3080,531	E123
288	9879503,6	756899,27	3250,388	bi336	720	9881598,2	757435,78	3081,208	E124
289	9879482,5	756903,4	3252,486	bi335	721	9881586,3	757439,66	3082,936	E125
290	9879481,4	756898,21	3252,649	bi334	722	9881561,9	757429,62	3087,6	B32
291	9879419	756892,38	3257,791	bi333	723	9881569,7	757430,21	3086,734	B33
292	9879419,4	756904,56	3259,331	bi332	724	9881577,2	757432,67	3085,122	B34
293	9879392,4	756914,9	3261,11	bi331	725	9881585,2	757433,51	3083,778	B35
294	9879389,7	756911,14	3261,367	bi330	726	9881560,5	757432,19	3087,934	PZ5
295	9879332,9	756912,47	3264,722	bi329	727	9881549,5	757413,23	3090,636	B39
296	9879337,9	756924,81	3265,695	bi328	728	9881513	757394,48	3094,855	B40
297	9879339,2	756930,02	3265,659	bi327	729	9881453,5	757368,12	3100,319	B41
298	9879338,2	756927,78	3265,742	bi326	730	9881420	757360,02	3103,412	E126
299	9879338,2	756927,8	3265,779	e96	731	9881403,9	757351,57	3104,978	E127
300	9879315,3	756930,52	3267,889	e95	732	9881400	757345,23	3105,271	B42

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
301	9879312,7	756932,98	3268,036	bi325	733	9881378,5	757338,25	3106,989	E128
302	9879311,7	756928,44	3268,146	bi324	734	9881369,4	757328,77	3108,224	B43
303	9879272,2	756911,9	3272,457	bi323	735	9881332	757311,89	3111,131	B129
304	9879271,4	756933,54	3272,045	bi322	736	9881314,1	757300,04	3112,732	Pz4
305	9879271,3	756928,99	3272,372	bi321	737	9881293,4	757285,51	3114,681	E130
306	9879233	756926,76	3277,482	bi320	738	9881277,5	757273,94	3116,069	E131
307	9879231,2	756931,27	3277,178	bi319	739	9881270,2	757262,22	3117,264	B130
308	9879218,7	756925,75	3279,704	bi318	740	9881231,3	757233,06	3119,87	B131
309	9879218,8	756925,36	3280,253	bi317	741	9881213,2	757221,29	3120,789	E132
310	9879223,3	756919,47	3279,41	bi316	742	9881196,9	757204,5	3122,113	E133
311	9879179,6	756910,16	3285,532	bi315	743	9881184,9	757194,09	3123,019	E134
312	9879162,3	756920,5	3287,847	bi314	744	9881188,4	757189,86	3123,388	B132
313	9879132,9	756913,89	3292,067	bi313	745	9881160,4	757171,67	3124,673	Pz5
314	9879121,8	756908,43	3293,886	bi312	746	9881160,4	757167,24	3125,069	B133
315	9879088,6	756875,81	3300,998	bi311	747	9881144	757156,49	3125,694	E135
316	9879088,6	756884,89	3299,959	bi310	748	9881129,6	757143,57	3126,525	E136
317	9879071,6	756867,65	3303,567	bi309	749	9881102,6	757120,04	3128,149	E137
318	9879062	756857,63	3305,848	e94	750	9881086,9	757105,61	3129,094	Pz6
319	9879045,8	756836,85	3310,366	e93	751	9881089	757091,06	3129,085	B134
320	9879047,4	756835,53	3310,311	bi308	752	9881058,3	757084,86	3130,586	E138
321	9879041,1	756826,79	3312,074	bi307	753	9881051,1	757074,52	3131,308	B135
322	9879032,8	756812,98	3314,215	bi306	754	9881026,1	757062,02	3132,064	E139
323	9880886,9	756978,68	3141,623	Pt1	755	9881002,2	757045,49	3133,311	E140
324	9881046,5	756608,03	3149,767	Pt2	756	9880995	757036,49	3134,102	B136
325	9881045,1	756612,83	3149,421	e1	757	9880964,4	757023,53	3135,835	E141
326	9881057,2	756617,4	3149,742	e2	758	9880963,9	757016,39	3136,076	B137
327	9881075,8	756625,7	3149,58	e3	759	9880941,3	757011,05	3137,155	E142
328	9881098,2	756636,47	3149,46	e4	760	9880918,5	757000,65	3138,819	E143
329	9881121,9	756629,32	3151,179	bi1	761	9880923,9	756992,88	3139,493	B138
330	9881112,8	756644,5	3149,417	e5	762	9880899,7	756991,03	3140,144	E144
331	9881135,3	756655,64	3149,073	e6	763	9880884,4	756983,64	3141,395	E145
332	9881136,7	756653,2	3149,238	bi2	764	9880891,3	756968,06	3141,708	B139
333	9881151,7	756663,6	3148,527	e7	765	9878884,9	756200,22	3393,918	B140
334	9881212,7	756676,31	3147,862	bi3	766	9878883,3	756197,62	3393,165	B141
335	9881261,9	756707,58	3145,551	bi4	767	9878882,3	756193,27	3393,17	E146
336	9881272	756723,29	3144,291	ac1	768	9878893	756195,78	3391,707	E147
337	9881299,8	756747,48	3142,276	e8	769	9878887,3	756199,54	3393,288	B142
338	9881319,8	756762,05	3140,802	e9	770	9878898,8	756207,63	3389,935	E148
339	9881345,6	756750,94	3140,528	bi5	771	9878892,5	756209,88	3391,074	B143
340	9881392,5	756807,31	3135,811	bi6	772	9878908,3	756257,82	3383,677	B144
341	9881424	756839,25	3133,004	e10	773	9878905,7	756260,93	3385,371	B145
342	9881438,8	756854,57	3131,177	e11	774	9878921,3	756276,35	3381,318	B146
343	9881443,5	756860,84	3130,592	e12	775	9878921,3	756277,3	3382,589	B147

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
344	9881462,2	756845,09	3129,852	bi7	776	9878941,8	756299,62	3378,281	B148
345	9881467,6	756859,47	3129,057	bi8	777	9878942	756301,12	3379,974	B149
346	9881471,3	756877,66	3127,463	bi9	778	9878953,7	756313,29	3377,105	B150
347	9881451,4	756927,58	3125,702	ac2	779	9878948,7	756322,47	3378,694	B151
348	9881457,2	756933,77	3125,097	bi10	780	9878947,1	756327,18	3378,167	B152
349	9881437,3	756955,76	3124,757	bi11	781	9878954,5	756327,49	3375,738	B153
350	9881446,2	756964,17	3124,697	bi12	782	9878950,1	756333,99	3376,337	B154
351	9881464,9	756963,75	3122,438	bi13	783	9878937,5	756341,6	3375,567	B155
352	9881476,1	757008,36	3117,473	bi14	784	9878915,5	756342,37	3373,585	B156
353	9881476,1	757008,35	3117,471	e13	785	9878891	756347,27	3371,181	B157
354	9881490,9	757006,25	3117,347	bi15	786	9878879,3	756353,41	3370,131	B158
355	9881515,9	757041,85	3112,768	bi16	787	9878942,3	756343,51	3372,9	B159
356	9881534,1	757081,92	3107,863	e14	788	9878953,9	756331,75	3375,264	B160
357	9881568,7	757110,43	3104,75	bi17	789	9878872,7	756388,49	3362,466	E149
358	9881561,1	757117,78	3103,949	e15	790	9878869,8	756392,54	3362,144	B161
359	9881584,4	757148,6	3100,915	e16	791	9878870	756404,99	3362,085	B162
360	9881603,9	757144,15	3100,618	bi18	792	9878867,4	756405,28	3363,182	B163
361	9881602,9	757174,46	3098,468	e17	793	9878875,2	756418,73	3360,569	B164
362	9881615,9	757168,21	3098,701	bi19	794	9878881,9	756432,65	3359,123	B165
363	9881615,1	757189,77	3097,398	e18	795	9878893	756451,17	3356,168	B166
364	9881651,2	757217,58	3094,817	bi20	796	9878915,4	756478	3352,119	B167
365	9881664,6	757256,76	3093,335	e20	797	9878927,8	756484,48	3348,89	B168
366	9881683,7	757282,03	3092,105	e21	798	9878937,1	756499,4	3348,882	B169
367	9881690,5	757290,9	3091,703	e22	799	9878952,9	756506,79	3345,851	B170
368	9881691,6	757296,12	3091,261	e23	800	9878965,9	756509,92	3343,35	B171
369	9881693,8	757302,12	3091,508	r3	801	9878978,5	756511,82	3341,02	B172
370	9881669,6	757311,57	3087,387	e24	802	9878982,7	756511,89	3339,824	B173
371	9881649,1	757322,51	3085,044	e25	803	9878979,9	756508,14	3338,942	B174
372	9881637,9	757331,26	3083,818	e26	804	9878956,5	756497,31	3341,873	B175
373	9881615,4	757399,64	3080,236	e27	805	9878935,5	756486,4	3345,04	B176
374	9881612,6	757412,45	3080,366	e28	806	9878915,7	756468,74	3349,059	B177
375	9881627,5	757418,15	3077,653	bi21	807	9878897,9	756448,77	3353,268	B178
376	9881605,1	757428,67	3080,67	e29	808	9878885,2	756430,72	3356,663	B179
377	9881601,2	757451,93	3079,796	bi22	809	9878876,5	756411,71	3359,622	B180
378	9881579	757454,94	3084,785	e30	810	9878987,7	756519,94	3340,872	B181
379	9881556,8	757435,61	3089,081	bi23	811	9879010	756528,53	3337,652	B182
380	9881569	757440,39	3086,968	bi24	812	9879039,2	756541,76	3332,949	B183
381	9881543,3	757424,79	3090,488	e31	813	9879058,5	756550,48	3329,38	B184
382	9881526,9	757416,13	3092,89	e32	814	9879086,8	756573,77	3322,696	B185
383	9881504,4	757404,31	3095,611	e33	815	9879089,3	756588,98	3319,936	B186
384	9881502,7	757414,2	3095,854	bi25	816	9879101,3	756595,13	3316,967	B187
385	9881489,3	757396,38	3096,97	e34	817	9879104,3	756596,77	3316,449	AC2
386	9881452,5	757376,76	3100,485	e35	818	9879103,8	756589,05	3317,786	B188

PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO									
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,	PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DES,
387	9881437,2	757368,65	3101,769	e36	819	9879094,2	756567,67	3321,41	B189
388	9881429,8	757383,44	3102,96	bi26	820	9879075,2	756551,77	3325,45	B190
389	9881358,6	757327,41	3108,74	e37	821	9879063,9	756544,4	3327,569	B191
390	9881348,1	757322,01	3109,736	pz101	822	9879072	756546,97	3326,371	E150
391	9881306,6	757307,13	3114,159	bi27	823	9879100,9	756575,33	3319,834	E151
392	9881258,7	757259,37	3117,625	e38	824	9879108,5	756596,93	3316,106	E152
393	9881231,5	757237,04	3119,799	pz102	825	9879123,5	756602,31	3313,393	E153
394	9881227,9	757244,66	3120,378	bi28	826	9879129,3	756612,59	3311,037	E154
395	9881156,6	757191,06	3125,644	bi29	827	9879156,1	756605,48	3308,336	E155
396	9881111,7	757127,7	3127,601	e39	828	9879091,5	756591,53	3319,223	E156
397	9881076,9	757097,74	3129,474	e40	829	9879061,4	756596,05	3320,095	E157
398	9881039	757070,88	3131,599	e41	830	9879030,6	756595,77	3320,907	E158
399	9881027,9	757077,96	3133,189	bi30	831	9879007,5	756596,42	3320,346	E159
400	9880963	757029,93	3136,73	bi31	832	9878972,8	756602,25	3318,011	E160
401	9880910,4	757007,28	3140,013	bi32	833	9878943,3	756605,77	3315,377	E161
402	9880877,8	757002,43	3141,817	bi33	834	9878943,7	756609,82	3313,743	E162
403	9880875,9	757002,15	3140,85	bi34	835	9878947,8	756613,61	3312,833	E163
404	9878878,1	756187,36	3394,074	bm1	836	9878967,2	756611,44	3312,849	E164
405	9878873,3	756192,42	3395,992	bi200	837	9878998,7	756608,43	3313,345	E165
406	9878875	756191,92	3394,321	bi202	838	9878936,5	756614,62	3314,461	E166
407	9878891,2	756188,28	3392,275	bi203	839	9878925	756625,1	3313,018	E167
408	9878896,5	756194,36	3391,657	bi204	840	9878927,1	756628,18	3312,775	B192
409	9878901,4	756189,06	3389,693	bi205	841	9878924,6	756642,18	3312,792	B193
410	9878901,5	756206,58	3389,882	bi206	842	9878923	756650,5	3313,228	B194
411	9878908	756207,24	3387,871	bi207	843	9878926,5	756661,89	3313,721	B195
412	9878904,3	756215,65	3388,709	bi208	844	9878926,6	756675,15	3313,588	B196
413	9878901,8	756217,71	3388,633	e42	845	9878935,1	756691,33	3312,614	B197
414	9878907,2	756235,48	3386,251	e43	846	9878934,2	756697,34	3313,553	B198
415	9878911,4	756253,56	3383,756	e44	847	9878940,6	756697,37	3312,598	E168
416	9878915	756253,98	3383,368	bi209	848	9878937,3	756686,28	3312,558	B199
417	9878920,4	756253,74	3380,956	bi210	849	9878948	756704,94	3312,517	B200
418	9878921,5	756266,03	3381,918	bi211	850	9878949,5	756713,64	3312,567	B201
419	9878919,5	756269,62	3381,84	e45	851	9878961,3	756720,39	3312,625	B202
420	9878934,7	756286,11	3379,874	e46	852	9878961,4	756726,1	3312,75	B203
421	9878945	756297,45	3378,396	e47	853	9878958,2	756727,42	3314,346	B204
422	9878947,7	756295,56	3378,438	bi212	854	9878962,6	756733,51	3316	B205
423	9878954,6	756295,84	3375,035	bi213	855	9878975,4	756748,61	3318,144	B206
424	9878955,9	756311,97	3377,077	bi214	856	9878987,2	756761,8	3318,208	B207
425	9878964	756315,49	3374,51	bi215	857	9878998	756777,51	3317,867	B208
426	9878964,5	756331,64	3374,575	bi216	858	9879001,9	756776,17	3315,404	B209
427	9878958,2	756329,43	3375,671	al1	859	9879012,9	756794,25	3315,498	B210
428	9878947,9	756348,27	3373,771	bi217	860	9879020,7	756796,51	3315,494	B211
429	9878953,7	756350,56	3371,808	bi218	861	9879012,1	756783,34	3315,389	B212

ANEXO D

CONTEO DE TRÁFICO

Anexo D1: Conteo de tráfico Dia 1: 11/Marzo/2024 (Lunes)

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

PROYECTO: BELEN CUATRO ESQUINAS **ESTACIÓN:** Barrio Belén cuatro esquinas **SENTIDO:** Ambos
FECHA: 11-mar-24 **DIA:** LUNES **ESTADO DEL TIEMPO:** Nublado **RESPONSABLE:** Sr. Alex Jiménez

HORA	LIVIANOS	CAMIONETAS	MOTOS	BUSES	PESADOS								TOTAL 15 min	ACUMULADO POR HORA
					2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	TOTAL PESADOS		
6:00-6:15	1	2	2	0	2	0	2	0	0	0	0	4	9	
6:15-6:30	2	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	2	5	
6:30-6:45	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	
6:45-7:00	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	23
7:00-7:15	2	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	7	21
7:15-7:30	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3	19
7:30-7:45	2	1	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	6	20
7:45-8:00	2	0	2	0	0	2	0	0	0	0	0	2	6	22
8:00-8:15	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6	21
8:15-8:30	1	1	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	4	22
8:30-8:45	2	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	3	8	24
8:45-9:00	2	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	24
9:00-9:15	2	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	26
9:15-9:30	0	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	29
9:30-9:45	2	3	2	0	2	2	0	0	0	0	0	4	11	32
9:45-10:00	2	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	31
10:00-10:15	1	5	1	0	2	4	2	0	0	0	0	8	15	38
10:15-10:30	1	6	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8	39
10:30-10:45	3	6	2	0	0	3	1	0	0	0	0	4	15	43
10:45-11:00	1	3	2	0	0	1	4	0	0	0	0	5	11	49
11:00-11:15	6	5	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	14	48
11:15-11:30	3	4	1	0	0	1	2	0	0	0	0	3	11	51
11:30-11:45	5	4	3	0	1	1	1	0	0	0	0	3	15	51
11:45-12:00	4	3	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	10	50
12:00-12:15	4	5	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	14	50
12:15-12:30	2	2	4	0	1	0	1	0	0	0	0	2	10	49
12:30-12:45	2	3	5	0	1	0	2	0	0	0	0	3	13	47
12:45-13:00	3	4	3	0	2	0	0	0	0	0	0	2	12	49
13:00-13:15	2	4	1	0	2	2	0	0	0	0	0	4	11	46
13:15-13:30	4	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	44
13:30-13:45	2	4	1	0	1	2	1	0	0	0	0	4	11	42
13:45-14:00	3	3	4	0	0	1	1	0	0	0	0	2	12	42
14:00-14:15	4	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	8	39
14:15-14:30	2	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	6	37
14:30-14:45	5	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	3	11	37
14:45-15:00	3	3	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	36
15:00-16:15	3	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	10	38
15:15-16:30	2	3	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	40
15:30-16:45	4	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	10	39
15:45-17:00	4	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10	38
16:00-17:15	2	2	4	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	39
16:15-17:30	4	9	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	45
16:30-17:45	6	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	44
16:45-18:00	4	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	45
17:00-18:15	6	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	13	47
17:15-18:30	7	3	3	0	1	2	0	0	0	0	0	3	16	49
17:30-18:45	5	4	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	13	53
17:45-19:00	4	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	53

Anexo D2: Conteo de tráfico Dia 2: 13/Marzo/2024 (Miércoles)

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

CONTEO DE TRÁFICO

PROYECTO: BELEN CUATRO ESQUINAS **ESTACIÓN:** Barrio Belén cuatro esquinas **SENTIDO:** Ambos
FECHA: 13-mar-24 **DIA:** MIERCOLES **ESTADO DEL TIEMPO:** Nublado **RESPONSABLE:** Sr. Alex Jiménez

HORA	LIVIANOS	CAMIONETAS	MOTOS	BUSES	PESADOS							TOTAL PESADOS	TOTAL 15 min	ACUMULADO POR HORA
					2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3			
6:00-6:15	2	1	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	
6:15-6:30	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6	
6:30-6:45	1	3	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	8	
6:45-7:00	2	2	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	27
7:00-7:15	1	2	0	0	1	2	0	0	0	0	0	3	6	26
7:15-7:30	2	2	2	0	2	1	0	0	0	0	0	3	9	29
7:30-7:45	1	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	8	29
7:45-8:00	2	2	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	6	29
8:00-8:15	2	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	8	31
8:15-8:30	2	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	32
8:30-8:45	4	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	35
8:45-9:00	4	3	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9	38
9:00-9:15	3	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	8	38
9:15-9:30	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	5	33
9:30-9:45	3	5	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	10	32
9:45-10:00	2	4	2	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	34
10:00-10:15	5	3	2	0	0	1	1	0	0	0	0	2	12	38
10:15-10:30	2	3	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	7	40
10:30-10:45	3	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	3	8	38
10:45-11:00	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	6	33
11:00-11:15	4	6	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	13	34
11:15-11:30	2	4	1	0	2	1	0	0	0	0	0	3	10	37
11:30-11:45	3	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	36
11:45-12:00	2	1	4	0	0	1	1	0	0	0	0	2	9	39
12:00-12:15	2	8	3	0	0	1	1	0	0	0	0	2	15	41
12:15-12:30	2	5	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	9	40
12:30-12:45	1	4	2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	10	43
12:45-13:00	2	2	3	0	1	3	0	0	0	0	0	4	11	45
13:00-13:15	4	6	1	0	2	2	0	0	0	0	0	4	15	45
13:15-13:30	5	5	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	11	47
13:30-13:45	3	2	1	0	1	3	1	0	0	0	0	5	11	48
13:45-14:00	2	3	4	0	0	1	1	0	0	0	0	2	11	48
14:00-14:15	5	1	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	9	42
14:15-14:30	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	5	36
14:30-14:45	4	1	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	9	34
14:45-15:00	2	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	9	32
15:00-16:15	2	3	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	10	33
15:15-16:30	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	34
15:30-16:45	2	1	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	8	33
15:45-17:00	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	32
16:00-17:15	3	2	3	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	33
16:15-17:30	3	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	9	36
16:30-17:45	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	39
16:45-18:00	3	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	9	40
17:00-18:15	4	3	2	0	2	0	0	0	0	0	0	2	11	40
17:15-18:30	3	3	2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	11	42
17:30-18:45	4	4	2	0	1	1	1	0	0	0	0	3	13	44
17:45-19:00	3	3	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	10	45

Anexo D3: Conteo de tráfico Dia 3: 15/Marzo/2024 (Viernes)

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

CONTEO DE TRÁFICO

PROYECTO: BELEN CUATRO ESQUINAS **ESTACIÓN:** Barrio Belén cuatro esquinas **SENTIDO:** Ambos
FECHA: 15-mar-24 **DIA:** VIERNES **ESTADO DEL TIEMPO:** Nublado **RESPONSABLE:** Sr. Alex Jiménez

HORA	LIVIANOS	CAMIONETAS	MOTOS	BUSES	PESADOS							TOTAL PESADOS	TOTAL 15 min	ACUMULADO POR HORA
					2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3			
6:00-6:15	0	2	1	0	1	2	0	0	0	0	0	3	6	
6:15-6:30	1	1	2	0	1	2	0	0	0	0	0	3	7	
6:30-6:45	2	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	1	6	
6:45-7:00	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	4	23
7:00-7:15	3	1	2	0	1	1	0	1	0	0	0	3	9	26
7:15-7:30	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4	23
7:30-7:45	2	3	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	7	24
7:45-8:00	3	1	1	0	1	2	0	0	0	0	0	3	8	28
8:00-8:15	3	3	4	0	1	0	1	0	0	0	0	2	12	31
8:15-8:30	2	1	3	0	1	2	1	0	0	0	0	4	10	37
8:30-8:45	1	0	1	0	2	3	0	0	0	0	0	5	7	37
8:45-9:00	1	3	0	0	1	1	1	0	0	0	0	3	7	36
9:00-9:15	2	7	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	35
9:15-9:30	4	2	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	11	36
9:30-9:45	3	1	2	0	2	2	0	0	0	0	0	4	10	39
9:45-10:00	2	0	2	0	1	3	0	0	0	0	0	4	8	40
10:00-10:15	3	5	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	40
10:15-10:30	1	6	1	0	2	0	0	0	0	0	0	2	10	39
10:30-10:45	3	6	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	42
10:45-11:00	1	3	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	41
11:00-11:15	3	5	3	0	0	1	0	0	0	0	0	1	12	42
11:15-11:30	2	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	42
11:30-11:45	4	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9	38
11:45-12:00	3	5	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	12	43
12:00-12:15	2	3	4	0	2	1	0	0	0	0	0	3	12	43
12:15-12:30	4	3	3	0	1	2	1	0	0	0	0	4	14	47
12:30-12:45	3	4	4	0	1	1	0	0	0	0	0	2	13	51
12:45-13:00	1	4	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	49
13:00-13:15	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	44
13:15-13:30	2	0	2	0	2	2	1	0	0	0	0	5	9	39
13:30-13:45	2	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	31
13:45-14:00	1	1	5	0	0	2	0	0	0	0	0	2	9	30
14:00-14:15	4	0	0	0	2	1	1	0	0	0	0	4	8	31
14:15-14:30	1	4	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	30
14:30-14:45	2	1	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	7	32
14:45-15:00	2	2	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	8	31
15:00-16:15	3	0	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	7	30
15:15-16:30	4	3	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	33
15:30-16:45	5	2	3	0	2	1	0	0	0	0	0	3	13	39
15:45-17:00	4	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	9	40
16:00-17:15	3	1	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	41
16:15-17:30	3	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	40
16:30-17:45	4	3	1	0	3	1	0	0	0	0	0	4	12	39
16:45-18:00	3	2	3	0	0	0	1	0	0	0	0	1	9	39
17:00-18:15	4	3	2	0	1	3	0	0	0	0	0	4	13	44
17:15-18:30	2	1	3	0	2	1	2	0	0	0	0	5	11	45
17:30-18:45	0	3	3	0	2	2	1	0	0	0	0	5	11	44
17:45-19:00	3	2	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	43

Anexo D4: Conteo de tráfico Dia 3: 17/Marzo/2024 (Domingo)

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

PROYECTO: BELEN CUATRO ESQUINAS **ESTACIÓN:** Barrio Belén cuatro esquinas **SENTIDO:** Ambos
FECHA: 17-mar-24 **DIA:** DOMINGO **ESTADO DEL TIEMPO** Nublado **RESPONSABLE:** Sr. Alex Jiménez

HORA	LIVIANOS	CAMIONETAS	MOTOS	BUSES	PESADOS								TOTAL 15 min	ACUMULADO POR HORA
					2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2	3S3	TOTAL PESADOS		
6:00-6:15	4	1	0	0	1	3	0	0	0	0	0	4	9	
6:15-6:30	3	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	7	
6:30-6:45	2	2	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	5	
6:45-7:00	2	3	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	6	27
7:00-7:15	5	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	8	26
7:15-7:30	1	2	0	0	3	1	0	0	0	0	0	4	7	26
7:30-7:45	3	1	2	0	1	1	1	0	0	0	0	3	9	30
7:45-8:00	3	3	1	0	0	1	1	0	0	0	0	2	9	33
8:00-8:15	2	4	0	0	1	0	1	0	0	0	0	2	8	33
8:15-8:30	2	4	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	10	36
8:30-8:45	3	3	1	0	2	1	1	0	0	0	0	4	11	38
8:45-9:00	2	2	0	0	0	1	1	0	0	0	0	2	6	35
9:00-9:15	2	4	2	0	1	0	1	0	0	0	0	2	10	37
9:15-9:30	1	5	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	36
9:30-9:45	3	8	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	13	38
9:45-10:00	3	5	1	0	1	1	1	0	0	0	0	3	12	44
10:00-10:15	1	7	2	0	0	1	1	0	0	0	0	2	12	46
10:15-10:30	2	5	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	48
10:30-10:45	5	3	1	0	1	2	0	0	0	0	0	3	12	47
10:45-11:00	3	4	4	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	46
11:00-11:15	3	8	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14	48
11:15-11:30	2	5	1	0	2	1	0	0	0	0	0	3	11	48
11:30-11:45	3	4	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	9	45
11:45-12:00	4	5	3	0	0	1	1	0	0	0	0	2	14	48
12:00-12:15	3	6	1	0	1	2	1	0	0	0	0	4	14	48
12:15-12:30	4	5	4	0	0	1	0	0	0	0	0	1	14	51
12:30-12:45	5	4	4	0	1	2	0	0	0	0	0	3	16	58
12:45-13:00	4	6	2	0	1	3	0	0	0	0	0	4	16	60
13:00-13:15	3	5	1	0	2	2	0	0	0	0	0	4	13	59
13:15-13:30	2	4	0	0	1	1	0	0	0	0	0	2	8	53
13:30-13:45	2	3	1	0	1	3	1	0	0	0	0	5	11	48
13:45-14:00	1	5	4	0	0	1	1	0	0	0	0	2	12	44
14:00-14:15	3	1	1	0	3	1	1	0	0	0	0	5	10	41
14:15-14:30	1	1	1	0	1	1	0	0	0	0	0	2	5	38
14:30-14:45	2	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	3	8	35
14:45-15:00	2	2	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	9	32
15:00-16:15	2	3	4	0	2	0	0	0	0	0	0	2	11	33
15:15-16:30	3	2	2	0	1	1	0	0	0	0	0	2	9	37
15:30-16:45	2	2	4	0	2	1	0	0	0	0	0	3	11	40
15:45-17:00	2	3	3	0	1	0	0	0	0	0	0	1	9	40
16:00-17:15	3	2	3	0	1	1	1	0	0	0	0	3	11	40
16:15-17:30	5	3	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	10	41
16:30-17:45	4	4	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	11	41
16:45-18:00	5	1	3	0	1	1	0	0	0	0	0	2	11	43
17:00-18:15	6	4	2	0	4	0	0	0	0	0	0	4	16	48
17:15-18:30	5	5	3	0	1	2	0	0	0	0	0	3	16	54
17:30-18:45	3	3	3	0	2	1	0	0	0	0	0	3	12	55
17:45-19:00	4	2	1	0	3	1	1	0	0	0	0	5	12	56

ANEXO E
ENSAYOS DE LABORATORIO

ANEXO E1. Granulometría

TABLA XLVI

GRANULOMETRÍA DE CALICATA 1 – ABSC 1+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 1+000 **PESO DE LA MUESTRA:** 1000 gr
NORMA: ASTM D421-58 **No. CALICATA:** 1 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4.76	0.098	0.10	0.01	99.99
8	2.38	80.90	81.00	8.10	91.90
10	2.00	40.40	121.40	12.14	87.86
16	1.19	127.70	249.10	24.91	75.09
30	0.565	139.00	388.10	38.81	61.19
40	0.42	64.30	452.40	45.24	54.76
50	0.297	70.70	523.10	52.31	47.69
60	0.25	31.90	555.00	55.50	44.50
100	0.149	97.40	652.40	65.24	34.76
200	0.074	175.10	827.50	82.75	17.25
FUENTE		167.10	994.60	100.00	

RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		**% perdido en el taminazo (<1%)**		0.54%
Diámetro Efectivo D10 [mm]	0.064	**PORCENTAJE DE MATERIAL**		
Diámetro Equiparable D30 [mm]	0.128	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60 [mm]	0.520	0.01	82.74	17.25
Cu = D60/D10	8.07	CALSUFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	
Cc= (D30)^2/(D60*D10)	0.49	SM/SW	A-2-4	

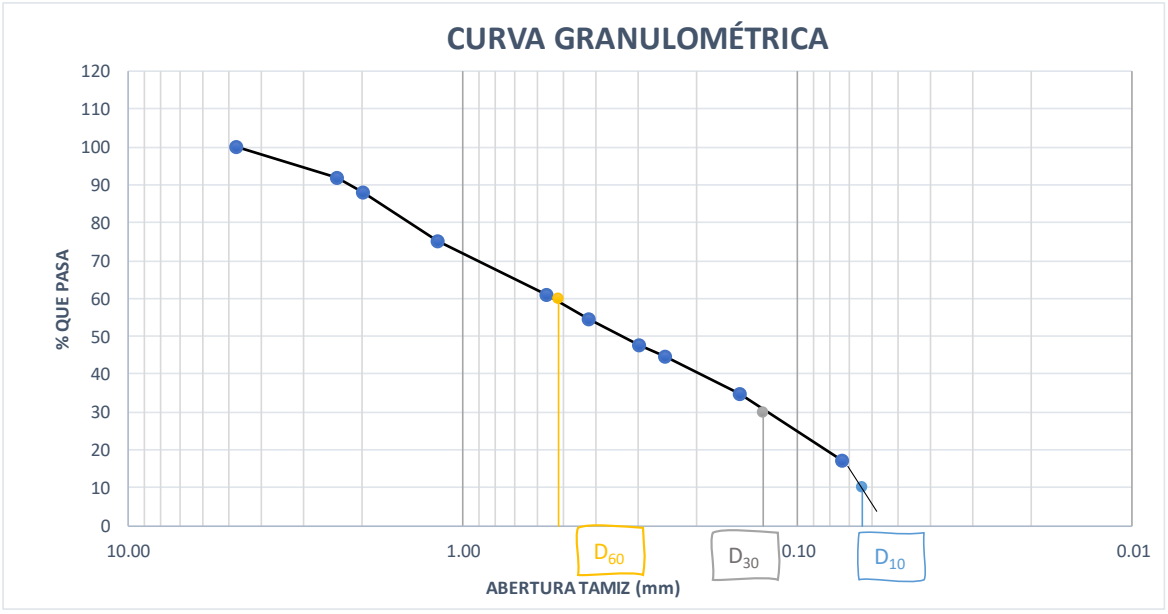


TABLA XLVII

GRANULOMETRÍA DE CALICATA 2 – ABSC 2+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 2+000 **PESO DE LA MUESTRA** 1000 gr
NORMA: ASTM D421-58 **No. CALICATA:** 2- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.38	55.40	55.40	5.54	94.46
10	2.00	27.30	82.70	8.27	91.73
16	1.19	123.00	205.70	20.57	79.43
30	0.565	151.80	357.50	35.75	64.25
40	0.42	71.40	428.90	42.89	57.11
50	0.297	67.30	496.20	49.62	50.38
60	0.25	37.90	534.10	53.41	46.59
100	0.149	132.50	666.60	66.66	33.34
200	0.074	184.50	851.10	85.11	14.89
FUENTE		142.90	994.00	100.00	

RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		**% perdido en el taminazo (<1%)**		0.60%
Diámetro Efectivo D10 [mm]	0.063	**PORCENTAJE DE MATERIAL**		
Diámetro Equiparable D30 [mm]	0.133	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60 [mm]	0.490	0.00	85.11	14.89
Cu = D60/D10	7.75	CALSUFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	
Cc= (D30)^2/(D60*D10)	0.57	SM/SW	A-2-4	

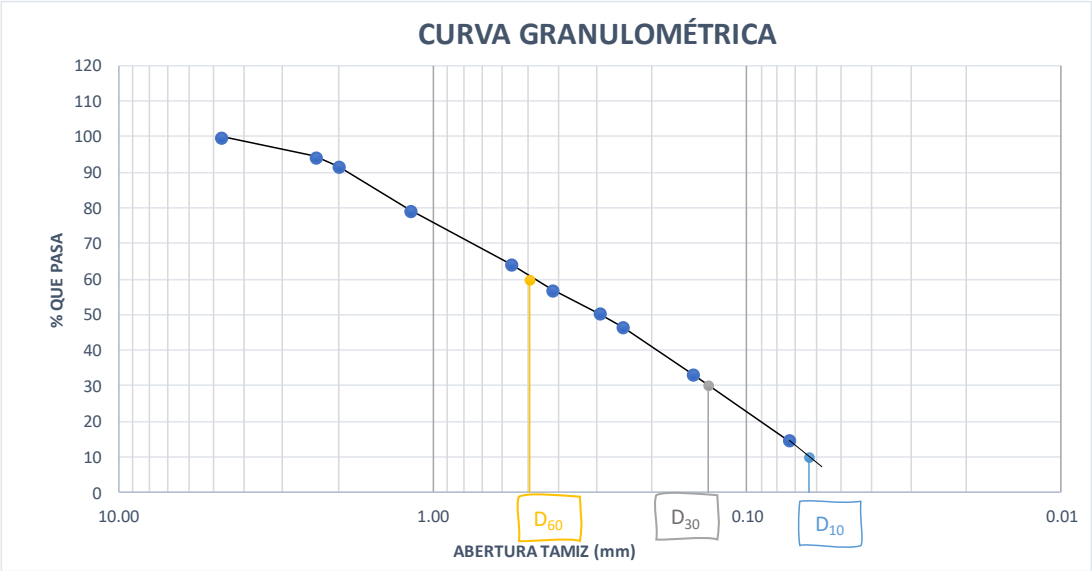


TABLA XLVIII

GRANULOMETRÍA DE CALICATA 3 – ABSC 3+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 3+000 **PESO DE LA MUESTRA:** 1000 gr
NORMA: ASTM D421-58 **No. CALICATA:** 3 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.38	64.20	64.20	6.42	93.58
10	2.00	46.10	110.30	11.03	88.97
16	1.19	138.70	249.00	24.90	75.10
30	0.565	165.40	414.40	41.44	58.56
40	0.42	72.70	487.10	48.71	51.29
50	0.297	61.40	548.50	54.85	45.15
60	0.25	33.20	581.70	58.17	41.83
100	0.149	109.40	691.10	69.11	30.89
200	0.074	156.30	847.40	84.74	15.26
FUENTE		146.70	994.10	100.00	

RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		**% perdido en el taminazo (<1%)**		0.59%
Diámetro Efectivo D10 [mm]	0.063	**PORCENTAJE DE MATERIAL**		
Diámetro Equiparable D30 [mm]	0.150	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60 [mm]	0.620	0.00	84.74	15.26
Cu = D60/D10	9.78	CALSUFICACIÓN SUCS		LASIFICACIÓN AASHT
Cc= (D30)^2/(D60*D10)	0.57	SM/SW		A-2-4

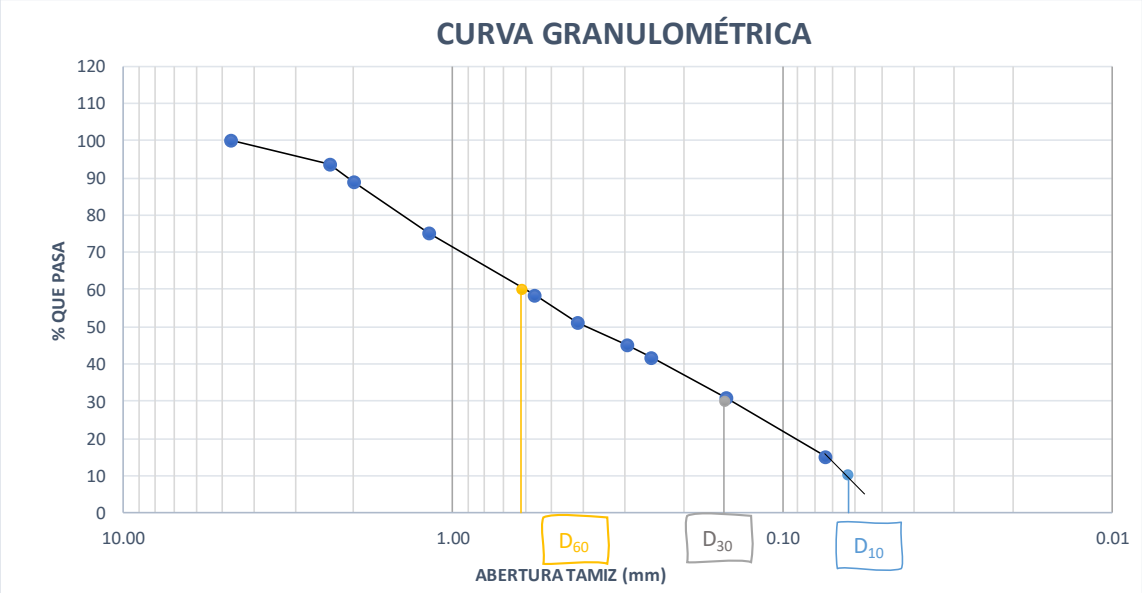


TABLA XLIX

GRANULOMETRÍA DE CALICATA 4 – ABSC 4+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 4+000 **PESO DE LA MUESTRA** 1000 gr
NORMA: ASTM D421-58 **No. CALICATA:** 4- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.38	88.50	88.50	8.85	91.15
10	2.00	51.70	140.20	14.02	85.98
16	1.19	164.30	304.50	30.45	69.55
30	0.565	174.40	478.90	47.89	52.11
40	0.42	79.50	558.40	55.84	44.16
50	0.297	65.70	624.10	62.41	37.59
60	0.25	30.40	654.50	65.45	34.55
100	0.149	96.00	750.50	75.05	24.95
200	0.074	119.20	869.70	86.97	13.03
FUENTE		126.90	996.60	100.00	

RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		**% perdido en el taminazo (<1%)**		0.34%
Diámetro Efectivo D10 [mm]	0.061	**PORCENTAJE DE MATERIAL**		
Diámetro Equiparable D30 [mm]	0.200	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60 [mm]	0.800	0.00	86.97	13.03
Cu = D60/D10	13.18	CALSUFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	
Cc= (D30)^2/(D60∗D10)	0.82	SM/SW	A-2-4	

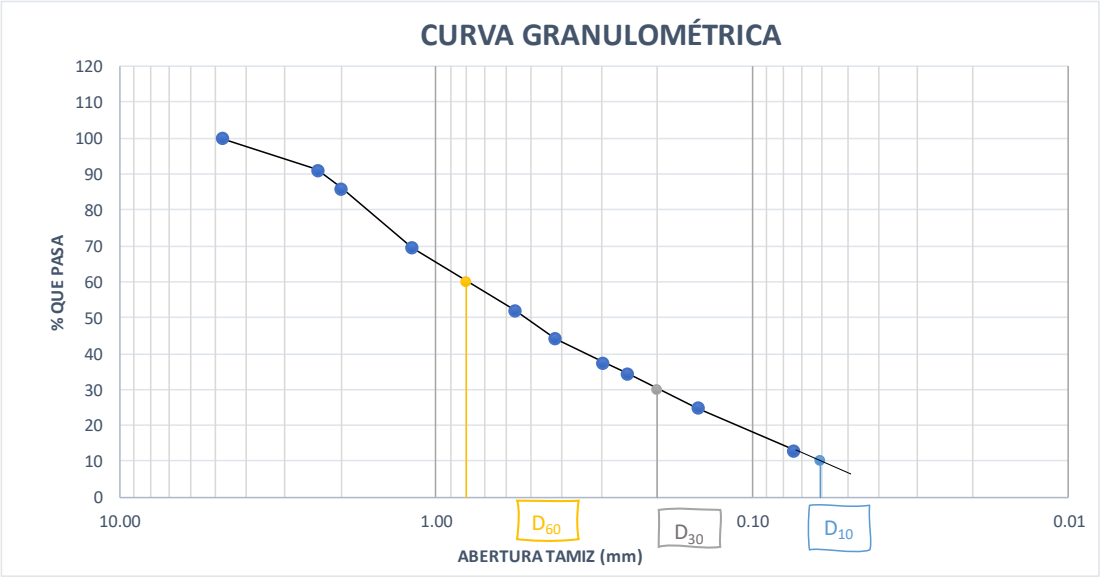


TABLA L

GRANULOMETRÍA DE CALICATA 5 – ABSC 5+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

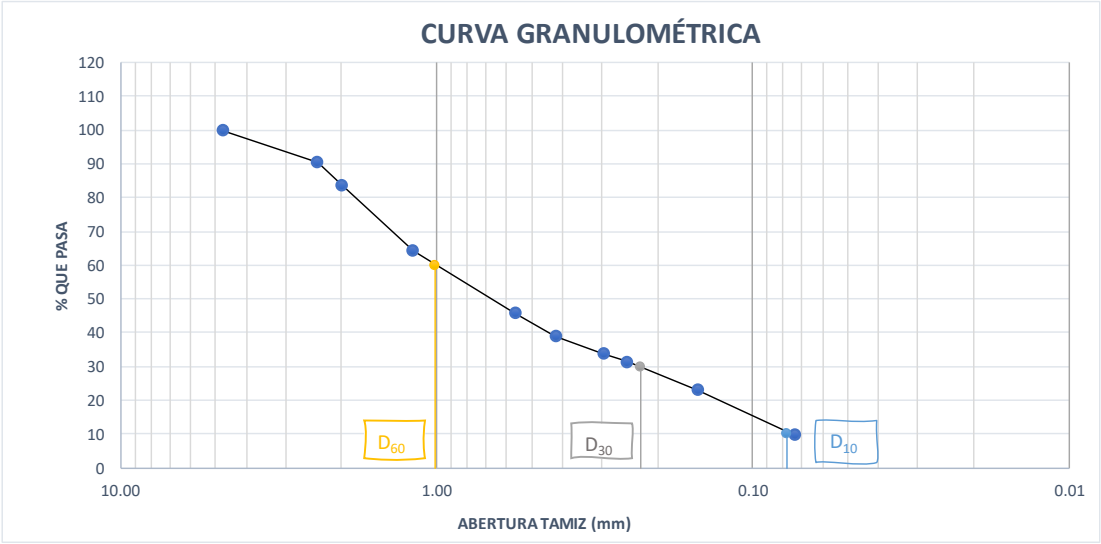
ABS:	5+000	**PESO DE LA MUESTRA:**	1000 gr
NORMA:	ASTM D421-58	**No. CALICATA:**	5- SUBRASANTE
REALIZADO POR:	ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO		

GRANULOMETRÍA

TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO	% QUE PASA
4	4.76	0.00	0.00	0.00	100.00
8	2.38	94.80	94.80	9.48	90.52
10	2.00	67.20	162.00	16.20	83.80
16	1.19	195.70	357.70	35.77	64.23
30	0.565	183.10	540.80	54.08	45.92
40	0.42	70.20	611.00	61.10	38.90
50	0.297	51.80	662.80	66.28	33.72
60	0.25	22.50	685.30	68.53	31.47
100	0.149	83.30	768.60	76.86	23.14
200	0.074	134.50	903.10	90.31	9.69
FUENTE		93.30	996.40	100.00	

RESULTADOS

COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA		**% perdido en el taminazo (<1%)**		0.36%
Diámetro Efectivo D10 [mm]	0.078	**PORCENTAJE DE MATERIAL**		
Diámetro Equiparable D30 [mm]	0.225	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60 [mm]	1.010	0.00	90.31	9.69
Cu = D60/D10	12.95	CALSUFICACIÓN SUCS	CLASIFICACIÓN AASHTO	
Cc= (D30)^2/(D60*D10)	0.65	SM/SW	A-2-4	



ANEXO E2. Límites de Atterberg

TABLA LI

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA CALICATA 1– ABSC 1+000,00

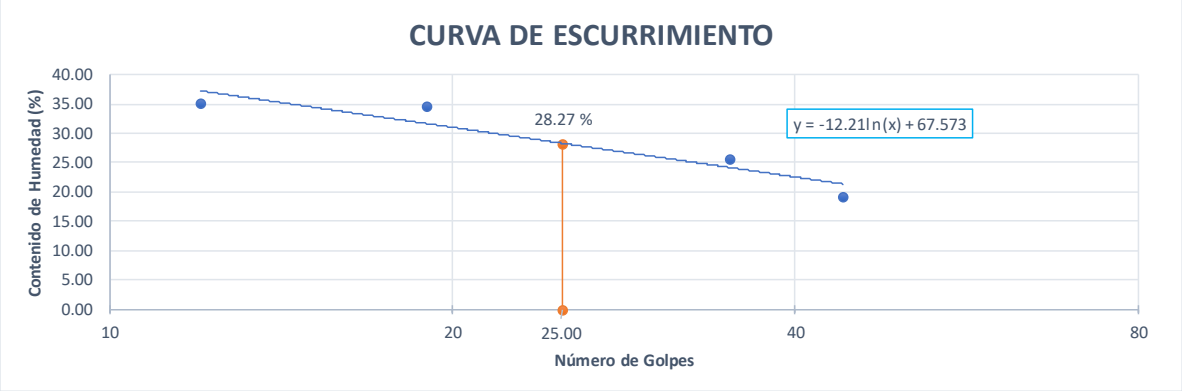
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 1+000
NORMA: ASTM D4318 **No.** 1 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
5-15 [A1]	12	13.80	10.45	0.65	3.35	9.80	34.18	35.03
5 -15 [A2]		6.90	5.25	0.65	1.65	4.60	35.87	
15 - 30 [A1]	19	12.90	9.80	0.65	3.10	9.15	33.88	34.64
15 - 30 [A2]		7.00	5.34	0.65	1.66	4.69	35.39	
30 - 45 [A1]	35	13.30	10.62	0.65	2.68	9.97	26.88	25.68
30 - 45 [A2]		6.70	5.51	0.65	1.19	4.86	24.49	
45 - 60 [A1]	44	12.40	10.10	0.65	2.30	9.45	24.34	19.07
45 - 60 [A2]		5.60	5.00	0.65	0.60	4.35	13.79	



LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
A [Lp1]	1.60	1.45	0.65	0.15	0.80	18.75	21.95
A [Lp2]	1.60	1.40	0.65	0.20	0.75	26.67	
A [Lp3]	1.50	1.30	0.65	0.20	0.65	30.77	
A [Lp4]	1.40	1.30	0.65	0.10	0.65	15.38	
A [Lp5]	1.30	1.20	0.65	0.10	0.55	18.18	

RESULTADOS

Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
28.27	21.95	6.32

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS	SM/SW
AASHTO	A-2-4 (Gravas y arenas limosas o arcillosas)

TABLA LII

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA CALICATA 2– ABSC 2+000,00

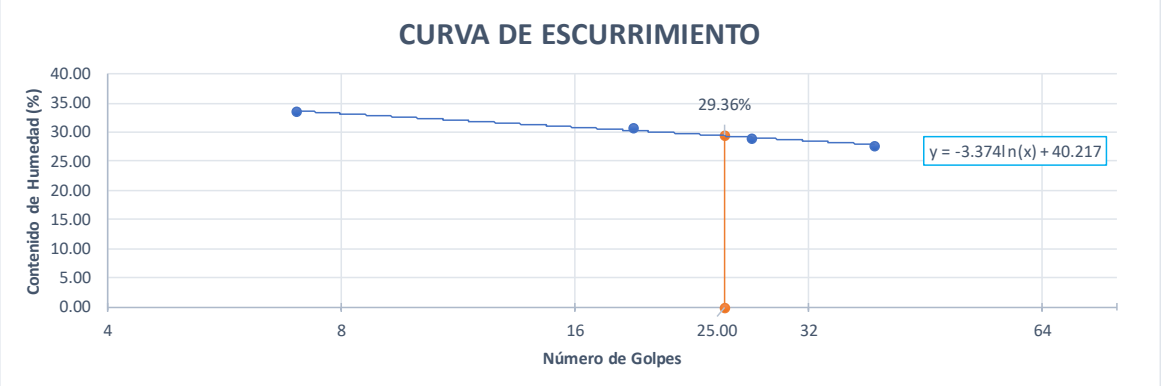
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 2+000
NORMA: ASTM D4318 **No.** 2- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

LÍMITE LÍQUIDO

ıte Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
5-15 [A1]	7	10.60	8.10	0.65	2.50	7.45	33.56	33.50
5 -15 [A2]		19.80	15.00	0.65	4.80	14.35	33.45	
15 - 30 [A1]	19	16.10	12.50	0.65	3.60	11.85	30.38	30.77
15 - 30 [A2]		8.06	6.30	0.65	1.76	5.65	31.15	
30 - 45 [A1]	27	17.94	14.10	0.65	3.84	13.45	28.55	28.85
30 - 45 [A2]		8.98	7.10	0.65	1.88	6.45	29.15	
45 - 60 [A1]	39	14.60	11.50	0.65	3.10	10.85	28.57	27.77
45 - 60 [A2]		7.57	6.10	0.65	1.47	5.45	26.97	



LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
A [Lp1]	2.30	2.00	0.65	0.30	1.35	22.22	26.46
A [Lp2]	1.80	1.50	0.65	0.30	0.85	35.29	
A [Lp3]	2.10	1.80	0.65	0.30	1.15	26.09	
A [Lp4]	2.40	2.00	0.65	0.40	1.35	29.63	
A [Lp5]	1.90	1.70	0.65	0.20	1.05	19.05	

RESULTADOS

Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
29.36	**26.46**	**2.90**

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS	**SM/SW**
AASHTO	**A-2-4 (Gravas y arenas limosas o arcillosas)**

TABLA LIII

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA CALICATA 3– ABSC 3+000,00

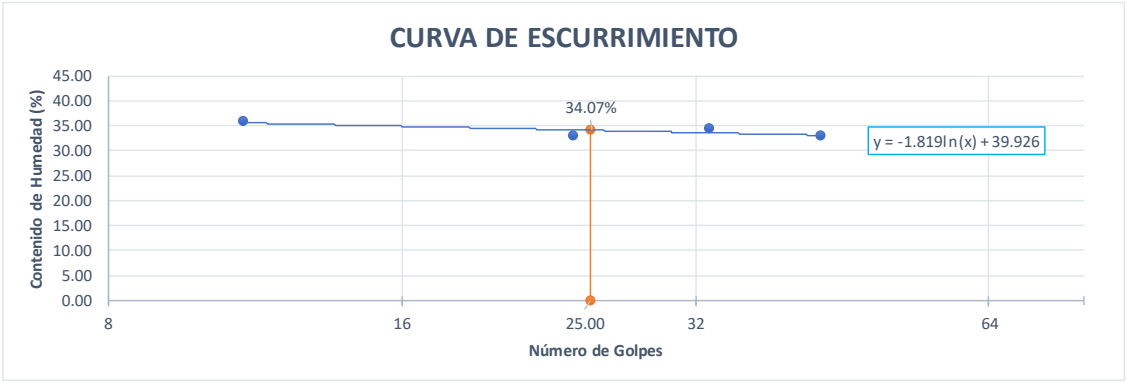
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 3+000
NORMA: ASTM D4318 **No.** 3 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

LÍMITE LÍQUIDO

ecipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
5-15 [A1]	11	20.10	15.10	0.65	5.00	14.45	34.60	35.92
5 -15 [A2]		10.60	7.90	0.65	2.70	7.25	37.24	
15 - 30 [A1]	24	14.60	11.20	0.65	3.40	10.55	32.23	32.95
15 - 30 [A2]		7.40	5.70	0.65	1.70	5.05	33.66	
30 - 45 [A1]	33	12.80	9.80	0.65	3.00	9.15	32.79	34.37
30 - 45 [A2]		6.70	5.10	0.65	1.60	4.45	35.96	
45 - 60 [A1]	43	16.10	12.30	0.65	3.80	11.65	32.62	33.12
45 - 60 [A2]		8.20	6.30	0.65	1.90	5.65	33.63	



LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
A [Lp1]	1.70	1.45	0.65	0.25	0.80	31.25	31.17
A [Lp2]	2.50	2.01	0.65	0.49	1.36	36.03	
A [Lp3]	2.00	1.69	0.65	0.31	1.04	29.81	
A [Lp4]	2.20	1.90	0.65	0.30	1.25	24.00	
A [Lp5]	2.20	1.80	0.65	0.40	1.15	34.78	

RESULTADOS

Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
34.07	31.17	2.90

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS	SM/SW
AASHTO	A-2-4 (Gravas y arenas limosas o arcillosas)

TABLA LIV

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA CALICATA 4– ABSC 4+000,00

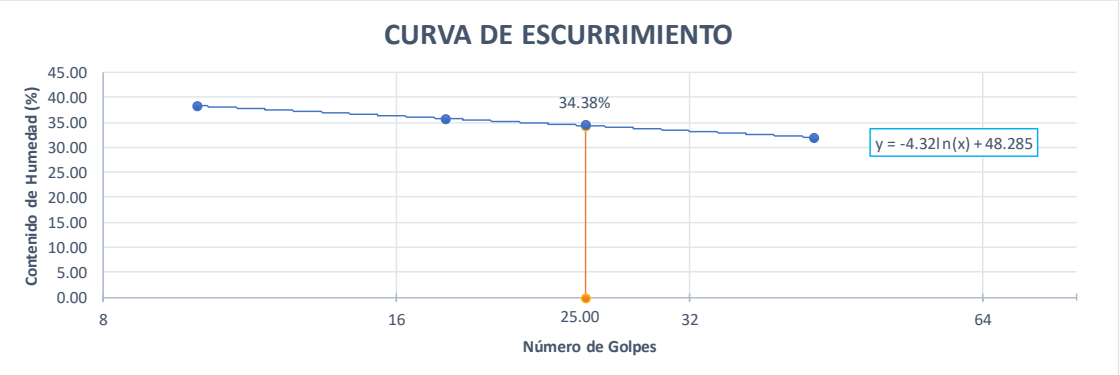
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 4+000
NORMA: ASTM D4318 **No.** 4 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

LÍMITE LÍQUIDO

ente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
5-15 [A1]	10	16.30	12.00	0.65	4.30	11.35	37.89	38.34
5 -15 [A2]		8.70	6.45	0.65	2.25	5.80	38.79	
15 - 30 [A1]	18	12.70	9.60	0.65	3.10	8.95	34.64	35.71
15 - 30 [A2]		6.60	5.00	0.65	1.60	4.35	36.78	
30 - 45 [A1]	25	15.20	11.50	0.65	3.70	10.85	34.10	34.53
30 - 45 [A2]		7.60	5.80	0.65	1.80	5.15	34.95	
45 - 60 [A1]	43	15.90	12.20	0.65	3.70	11.55	32.03	31.98
45 - 60 [A2]		8.50	6.60	0.65	1.90	5.95	31.93	



LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
A [Lp1]	4.20	3.90	3.10	0.30	0.80	37.50	27.41
A [Lp2]	4.30	4.10	3.10	0.20	1.00	20.00	
A [Lp3]	4.10	3.90	3.10	0.20	0.80	25.00	
A [Lp4]	4.30	4.09	3.10	0.21	0.99	21.21	
A [Lp5]	4.30	4.00	3.10	0.30	0.90	33.33	

RESULTADOS

Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
34.38	27.41	6.97

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS	SM/SW
AASHTO	A-2-4 (Gravas y arenas limosas o arcillosas)

TABLA LV

LÍMITES DE CONSISTENCIA DE LA CALICATA 5– ABSC 5+000,00

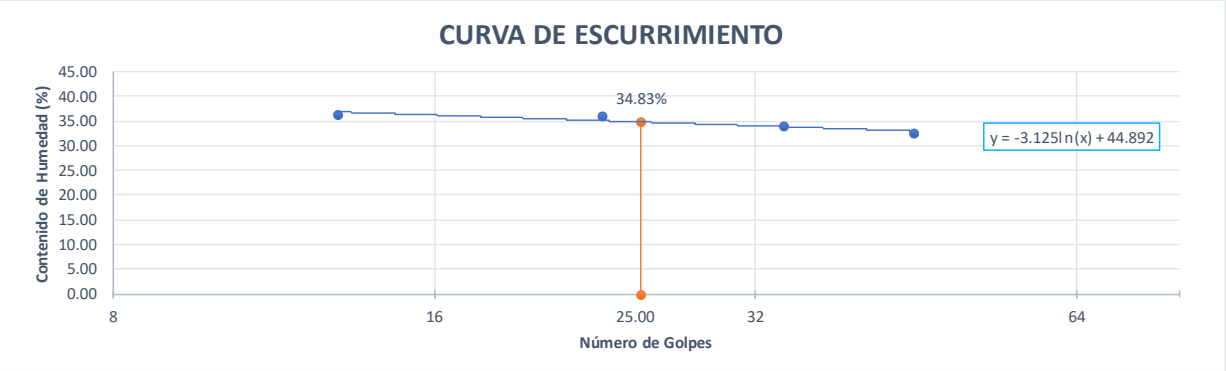
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
LÍMITES DE ATTERBERG

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 5+000
NORMA: ASTM D4318 **No.** 5- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

LÍMITE LÍQUIDO

Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
5-15 [A1]	13	16.70	13.00	3.10	3.70	9.90	37.37	36.42
5 -15 [A2]		15.30	12.08	3.00	3.22	9.08	35.46	
15 - 30 [A1]	23	15.50	12.20	3.00	3.30	9.20	35.87	35.93
15 - 30 [A2]		9.80	8.00	3.00	1.80	5.00	36.00	
30 - 45 [A1]	34	18.20	14.40	3.00	3.80	11.40	33.33	33.89
30 - 45 [A2]		11.00	8.95	3.00	2.05	5.95	34.45	
45 - 60 [A1]	45	18.40	14.75	3.00	3.65	11.75	31.06	32.59
45 - 60 [A2]		10.90	8.89	3.00	2.01	5.89	34.13	



LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec. [gr]	Peso Suelo Seco + Rec. [gr]	Peso Rec. [gr]	Peso del agua [gr]	Peso de la muestra seca [gr]	W%	Promedio W%
A [Lp1]	4.30	3.98	3.00	0.32	0.98	32.65	31.61
A [Lp2]	5.90	5.20	3.00	0.70	2.20	31.82	
A [Lp3]	5.10	4.60	3.00	0.50	1.60	31.25	
A [Lp4]	4.70	4.30	3.00	0.40	1.30	30.77	
A [Lp5]	5.50	4.90	3.00	0.60	1.90	31.58	

RESULTADOS

Límite Líquido %	Límite Plástico %	Índice de Plasticidad %
34.83	31.61	3.22

CLASIFICACIÓN DEL SUELO

SUCS	SM/SW
AASHTO	A-2-4 (Gravas y arenas limosas o arcillosas)

ANEXO E3. Ensayo de compactación

TABLA LVI

RESULTADOS, COMPACTACIÓN DE LA CALICATA 1– ABSC 1+000,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 1+000
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 **No. CALICATA:** 1 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

PROCTOR MODIFICADO

Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb
Peso incial deseado (g	5200.00	Peso del molde (gr):	15243
		Volumen del molde (cm3):	2241.47

Proceso de Compactación

Numero de ensayo	1	2	3	4
% Rango en aumento	6	12	18	24
uelo húmedo + molde (g	18801	19151	19426	19412
Peso suelo húmedo (gr)	3558	3908	4183	4169
Peso unitario húm. (gr)	1.59	1.74	1.87	1.86

Determinacion del Contenido de Humedad

Numero de recipiente	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4	AJ5	AJ6	AJ7	AJ8
Peso del recipiente (gr)	3.00	3.00	3.10	3.10	3.10	3.12	3.00	3.00
eso suelo húm. + recip (g	149.20	162.90	128.10	129.60	149.70	149.00	153.80	145.40
eso suelo seco + recip (g	137.60	149.70	111.90	113.70	123.70	125.20	115.40	122.80
Peso del agua (gr)	11.60	13.20	16.2	15.9	26	23.8	38.4	22.6
Peso suelo seco (gr)	134.60	146.7	108.8	110.6	120.6	122.08	112.4	119.8
Contenido de agua (%)	8.62	9.00	14.89	14.38	21.56	19.50	34.16	18.86
w (%) Promedio	8.808		14.633		20.527		26.514	
eso unitario Seco (gr/cm3	1.459		1.521		1.548		1.470	

Resultados

Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1.544
Humedad Óptima:	18.350

18.354

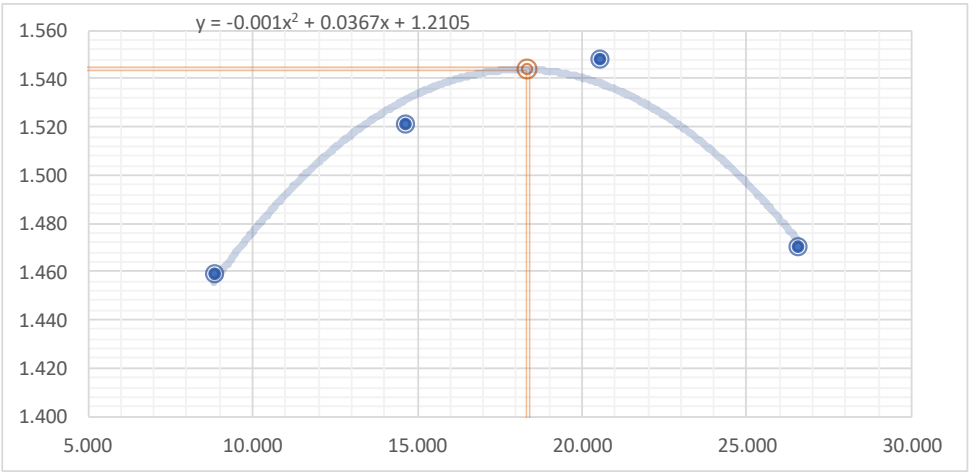


TABLA LVII

RESULTADOS, COMPACTACIÓN DE LA CALICATA 2– ABSC 2+000,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 2+000
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 **No. CALICATA:** 2- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

PROCTOR MODIFICADO

Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb
Peso incial deseado (g	5200.00	Peso del molde (gr):	15243
		Volumen del molde (cm3):	2241.47

Proceso de Compactación

Numero de ensayo	1	2	3	4
% Rango en aumento	6	12	18	24
uelo húmedo + molde (gr	18949	19231	19471	19519
Peso suelo húmedo (gr)	3706	3988	4228	4276
Peso unitario húm. (gr)	1.65	1.78	1.89	1.91

Determinacion del Contenido de Humedad

Numero de recipiente	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4	AJ5	AJ6	AJ7	AJ8
Peso del recipiente (gr)	3.10	3.10	1.50	1.50	1.50	1.50	3.10	3.10
eso suelo húm. + recip (g	136.90	133.70	85.70	87.00	82.30	80.30	151.30	132.40
eso suelo seco + recip (g	124.70	121.80	73.30	75.90	67.30	66.00	119.70	104.10
Peso del agua (gr)	12.20	11.90	12.4	11.1	15	14.3	31.6	28.3
Peso suelo seco (gr)	121.60	118.7	71.8	74.4	65.8	64.5	116.6	101
Contenido de agua (%)	10.03	10.03	17.27	14.92	22.80	22.17	27.10	28.02
w (%) Promedio	10.029		16.095		22.483		27.561	
eso unitario Seco (gr/cm3	1.503		1.533		1.540		1.496	

Resultados

Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1.54
Humedad Óptima:	18.320

18.1

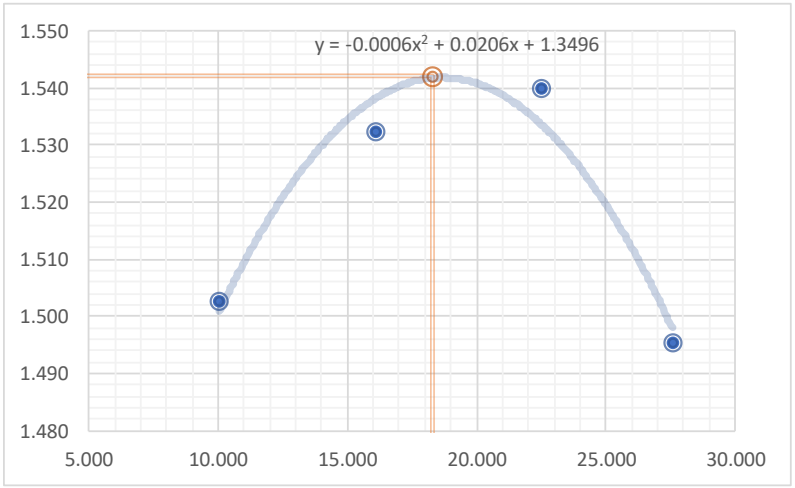


TABLA LVIII

RESULTADOS, COMPACTACIÓN DE LA CALICATA 3– ABSC 3+000,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 3+000
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 **No. CALICATA:** 3 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

PROCTOR MODIFICADO

Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb
Peso incial deseado (g	5200.00	Peso del molde (gr):	15243
		Volumen del molde (cm3):	2241.47

Proceso de Compactación

Numero de ensayo	1	2	3	4
% Rango en aumento	6	12	18	24
uelo húmedo + molde (g	18838	19205	19592	19481
Peso suelo húmedo (gr)	3595	3962	4349	4238
Peso unitario húm. (gr)	1.60	1.77	1.94	1.89

Determinacion del Contenido de Humedad

Numero de recipiente	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4	AJ5	AJ6	AJ7	AJ8
Peso del recipiente (gr)	3.00	3.00	3.10	3.00	3.00	3.00	3.10	3.10
eso suelo húm. + recip (g	122.20	121.30	137.90	141.70	116.90	115.00	138.80	140.20
eso suelo seco + recip (g	110.10	113.30	123.00	122.20	96.00	93.80	119.70	104.10
Peso del agua (gr)	12.10	8.00	14.9	19.5	20.9	21.2	19.1	36.1
Peso suelo seco (gr)	107.10	110.3	119.9	119.2	93	90.8	116.6	101
Contenido de agua (%)	11.30	7.25	12.43	16.36	22.47	23.35	16.38	35.74
w (%) Promedio	9.275		14.393		22.911		26.062	
eso unitario Seco (gr/cm3	1.468		1.545		1.579		1.500	

Resultados

Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1.58
Humedad Óptima:	18.607

GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

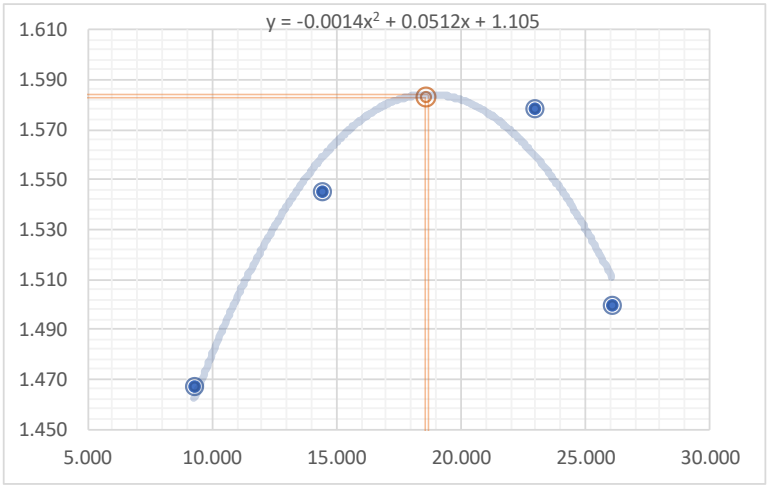


TABLA LIX

RESULTADOS, COMPACTACIÓN DE LA CALICATA 4– ABSC 4+000,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 4+000
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 **No. CALICATA:** 4- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

PROCTOR MODIFICADO

Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb
Peso incial deseado (g	5200.00	Peso del molde (gr):	15243
		Volumen del molde (cm3):	2241.47

Proceso de Compactación

Numero de ensayo	1	2	3	4
% Rango en aumento	6	12	18	24
uelo húmedo + molde (gr	18699	19116	19524	19222
Peso suelo húmedo (gr)	3456	3873	4281	3979
Peso unitario húm. (gr)	1.54	1.73	1.91	1.78

Determinacion del Contenido de Humedad

Numero de recipiente	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4	AJ5	AJ6	AJ7	AJ8
Peso del recipiente (gr)	3.10	3.10	3.10	3.00	3.00	3.00	3.10	3.10
eso suelo húm. + recip (g	139.40	160.20	124.50	117.70	132.70	142.40	131.40	125.70
eso suelo seco + recip (g	127.20	146.10	108.30	101.60	110.30	116.30	103.80	99.40
Peso del agua (gr)	12.20	14.10	16.2	16.1	22.4	26.1	27.6	26.3
Peso suelo seco (gr)	124.10	143	105.2	98.6	107.3	113.3	100.7	96.3
Contenido de agua (%)	9.83	9.86	15.40	16.33	20.88	23.04	27.41	27.31
w (%) Promedio	9.845		15.864		21.956		27.359	
eso unitario Seco (gr/cm3	1.404		1.491		1.566		1.394	

Resultados

Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1.54
Humedad Óptima:	18.789

GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA

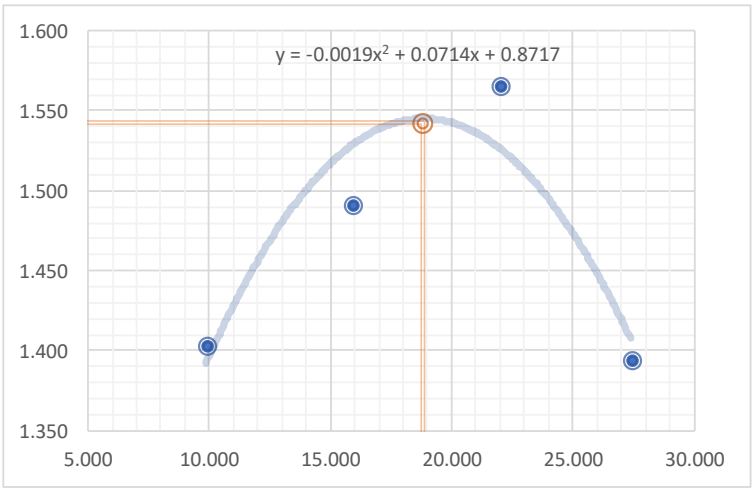


TABLA LX

RESULTADOS, COMPACTACIÓN DE LA CALICATA 5– ABSC 5+000,00

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
PROCTOR MODIFICADO

PROYECTO:"REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 5+000
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 **No. CALICATA:** 5- SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

PROCTOR MODIFICADO

Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb
Peso incial deseado (g	5200.00	Peso del molde (gr):	15243
		Volumen del molde (cm3):	2241.47

Proceso de Compactación

Numero de ensayo	1	2	3	4
% Rango en aumento	12	18	24	30
uelo húmedo + molde (g	18807	19170	19433	19222
Peso suelo húmedo (gr)	3564	3927	4190	3979
Peso unitario húm. (gr)	1.59	1.75	1.87	1.78

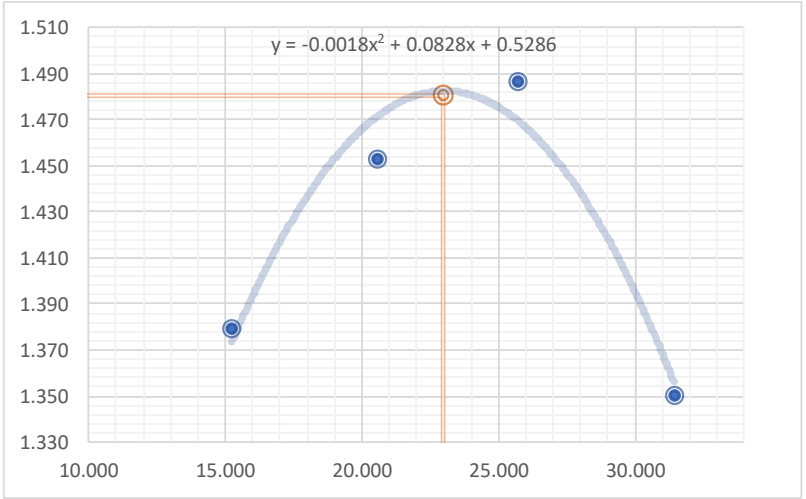
Determinacion del Contenido de Humedad

Numero de recipiente	AJ1	AJ2	AJ3	AJ4	AJ5	AJ6	AJ7	AJ8
Peso del recipiente (gr)	3.00	3.00	3.10	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00
eso suelo húm. + recip (g	115.80	122.20	125.10	118.60	139.70	135.20	147.50	152.50
eso suelo seco + recip (g	100.80	106.50	104.10	99.10	112.40	107.50	113.00	116.70
Peso del agua (gr)	15.00	15.70	21	19.5	27.3	27.7	34.5	35.8
Peso suelo seco (gr)	97.80	103.5	101	96.1	109.4	104.5	110	113.7
Contenido de agua (%)	15.34	15.17	20.79	20.29	24.95	26.51	31.36	31.49
w (%) Promedio	15.253		20.542		25.731		31.425	
eso unitario Seco (gr/cm3	1.380		1.453		1.487		1.351	

Resultados

Densidad Seca Máxima (gr/cm3):	1.48
Humedad Óptima:	23.000

GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA



ANEXO E4. Ensayo CBR

TABLA LXI

RESULTADOS, CBR DE LA CALICATA 1– ABSC 1+000,00

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

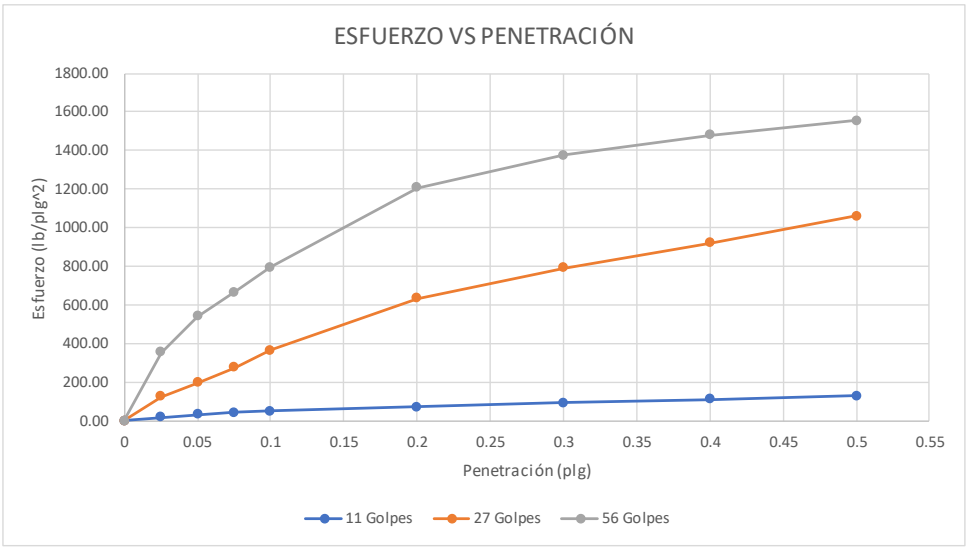
PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 1+000 **% Humedad óptima=** 18.36
NORMA: ASTM D1883 **No. CALICATA:** 1 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

CBR DE LABORATORIO						
Molde	**12**		**18**		**17**	
Dimensiones	Diámetro: 15.25		Diámetro: 15.2		Diámetro: 15.2	
	Altura: 12.8		Altura: 12.7		Altura: 12.7	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	10979.5		10288.5		12342	
Masa del molde (gr)	9729		6912		6937	
Masa muestra húmeda (gr)	1250.5		3376.5		5405	
Volumen muestra (cm3)	2337.97		2304.52		2304.52	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	0.53		1.47		2.35	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	93.30	144.10	113.20	153.20	129.12	152.80
Masa suelo seco + recip. (gr)	79.25	122.62	96.25	129.60	109.75	129.32
Masa recipiente (gr)	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
Masa del agua (gr)	14.05	21.48	16.95	23.60	19.37	23.48
Masa suelo seco (gr)	76.15	119.52	93.15	126.50	106.65	126.22
Contenido de humedad w%	18.45	17.97	18.20	18.66	18.16	18.60
w% promedio	18.21		18.43		18.38	
Peso unitario seco (gr/cm3)	0.452		1.237		1.981	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	12801		11200		10540	
Masa del molde (gr)	9729		6912		6937	
Masa muestra húmeda (gr)	3072		4288		3603	
Volumen muestra (cm3)	2337.97		2304.52		2304.52	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.31		1.86		1.56	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	133.10	141.10	117.70	130.10	121.80	140.80
Masa suelo seco + recip. (gr)	96.50	102.20	89.20	97.90	88.50	104.20
Masa recipiente (gr)	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10	3.10
Masa del agua (gr)	36.60	38.90	28.50	32.20	33.30	36.60
Masa suelo seco (gr)	93.40	99.10	86.10	94.80	85.40	101.10
Contenido de humedad w%	39.19	39.25	33.10	33.97	38.99	36.20
w% promedio	39.22		33.53		37.60	

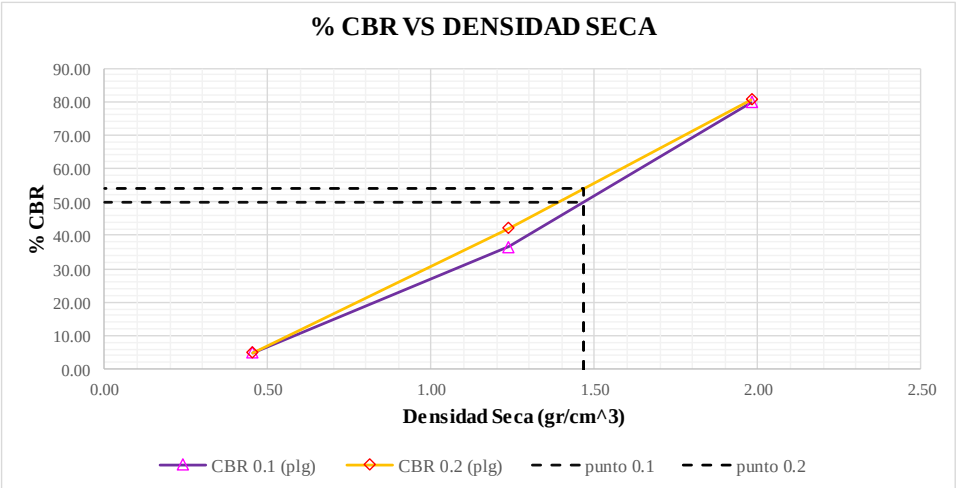
Penetración en la máquina CBR						
Molde	**A**		**B**		**C**	
Penetración (plg)	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	59.20	19.73	379.30	126.43	1063.90	354.63
0.050	95.60	31.87	593.40	197.80	1618.60	539.53
0.075	125.30	41.77	823.60	274.53	1996.20	665.40
0.1	148.90	49.63	1096.60	365.53	2392.00	797.33
0.2	220.60	73.53	1900.00	633.33	3625.20	1208.40
0.3	277.20	92.40	2380.00	793.33	4126.20	1375.40
0.4	329.90	109.97	2760.20	920.07	4435.00	1478.33
0.5	386.60	128.87	3183.00	1061.00	4665.20	1555.07

Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos						
MOLDE	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.1 (plg)**	**Densidad Seca**	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.2 (plg)**	**Densidad Seca (gr/cm3)**
C	797.33	79.73	1.98	1208.40	80.56	1.98
B	365.53	36.55	1.24	633.33	42.22	1.24
A	49.63	4.96	0.45	73.53	4.90	0.45

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm^3)		1.54		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	**1.47**	49.88	54.05	54.05
CBR PUNTUAL (%)			**54.05**	

TABLA LXII

RESULTADOS, CBR DE LA CALICATA 2– ABSC 2+000,00

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

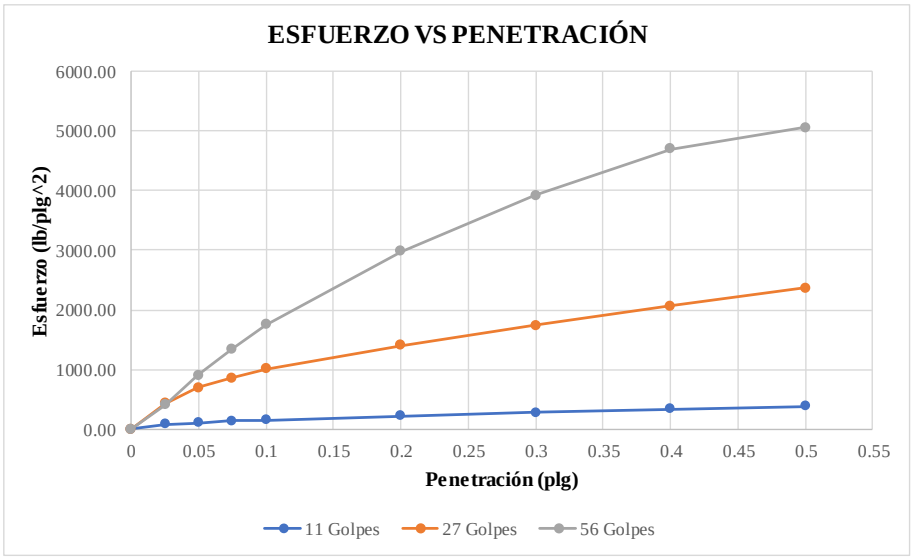
PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 2+000 **% Humedad óptima=** 18.32
NORMA: ASTM D1883 **No. CALICATA:** 2 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

CBR DE LABORATORIO						
Molde	**4**		**9**		**15**	
Dimensiones	Diámetro: 15.2		Diámetro: 15.2		Diámetro: 15.2	
	Altura: 12.7		Altura: 12.6		Altura: 12.75	
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr	11807.5		13093.5		12519.5	
Masa del molde (gr)	8262		9427		8414	
Masa muestra húmeda (gr)	3545.5		3666.5		4105.5	
Volumen muestra (cm3)	2304.52		2286.38		2313.59	
Peso unitario húmedo (gr/cm	1.54		1.60		1.77	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (	148.90	134.50	107.70	132.20	124.00	111.80
Masa suelo seco + recip. (gr	126.40	114.30	91.30	112.35	105.40	95.10
Masa recipiente (gr)	3.10	3.10	3.10	3.10	3.00	3.00
Masa del agua (gr)	22.50	20.20	16.40	19.85	18.60	16.70
Masa suelo seco (gr)	123.30	111.20	88.20	109.25	102.40	92.10
Contenido de humedad w%	18.25	18.17	18.59	18.17	18.16	18.13
w% promedio	18.21		18.38		18.15	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.302		1.355		1.502	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr	12383		13534.5		12733.5	
Masa del molde (gr)	8262		9427		8414	
Masa muestra húmeda (gr)	4121		4107.5		4319.5	
Volumen muestra (cm3)	2304.52		2286.38		2313.59	
Peso unitario húmedo (gr/cm	1.79		1.80		1.87	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (	111.70	111.10	146.90	151.40	132.10	153.21
Masa suelo seco + recip. (gr	81.80	82.10	106.90	110.30	100.90	116.90
Masa recipiente (gr)	3.10	3.10	3.10	3.10	3.00	3.00
Masa del agua (gr)	29.90	29.00	40.00	41.10	31.20	36.31
Masa suelo seco (gr)	78.70	79.00	103.80	107.20	97.90	113.90
Contenido de humedad w%	37.99	36.71	38.54	38.34	31.87	31.88
w% promedio	37.35		38.44		31.87	

Penetración en la máquina CBR						
Molde	**A**		**B**		**C**	
Penetración (plg)	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	76.60	25.53	428.00	142.67	411.00	137.00
0.050	109.00	36.33	696.60	232.20	910.00	303.33
0.075	134.00	44.67	860.60	286.87	1350.30	450.10
0.1	156.00	52.00	1006.00	335.33	1753.20	584.40
0.2	223.10	74.37	1406.20	468.73	2985.30	995.10
0.3	279.60	93.20	1743.60	581.20	3923.00	1307.67
0.4	331.60	110.53	2069.30	689.77	4694.30	1564.77
0.5	382.20	127.40	2362.40	787.47	5064.50	1688.17

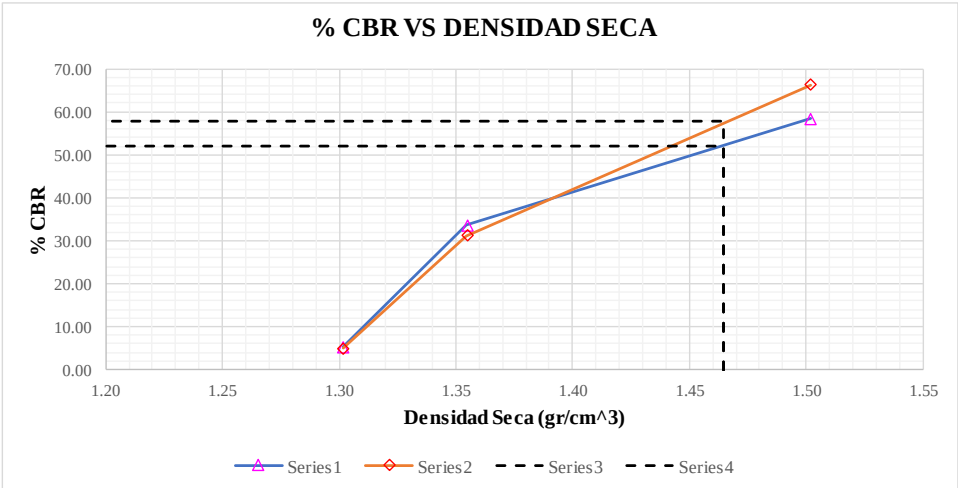
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg^2)	CBR 0.1 (plg)	Densidad Seca	Presión (lb/plg^2)	CBR 0.2 (plg)	Densidad Seca (gr/cm3)
C	584.40	58.44	1.50	995.10	66.34	1.50
B	335.33	33.53	1.35	468.73	31.25	1.35
A	52.00	5.20	1.30	74.37	4.96	1.30

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm^3)		1.54		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	**1.46**	52.18	57.97	57.97
CBR PUNTUAL (%)			**57.97**	

TABLA LXIII

RESULTADOS, CBR DE LA CALICATA 3– ABSC 3+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

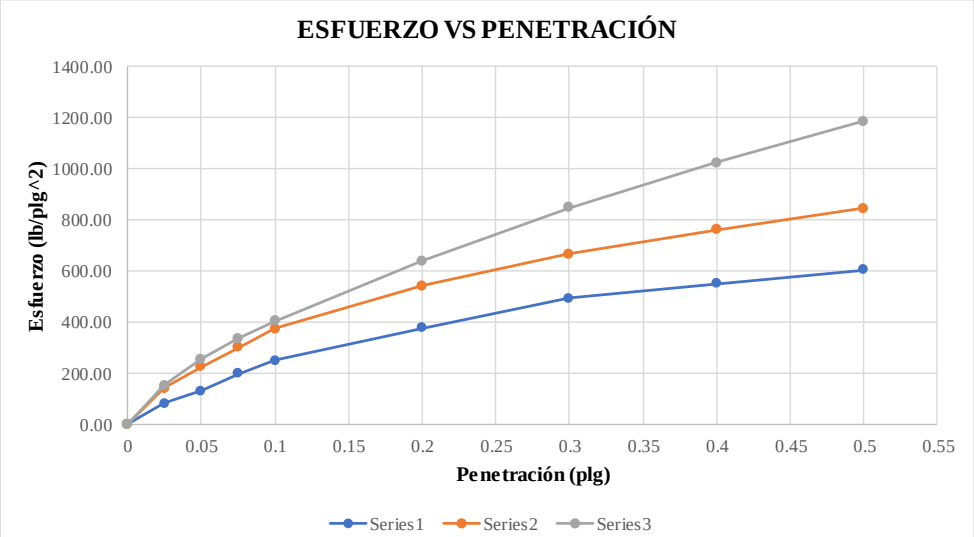
ABS:	3+000	**% Humedad óptima=**	18.61
NORMA:	ASTM D1883	**No. CALICATA:**	3 - SUBRASANTE
REALIZADO POR:	ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO		

CBR DE LABORATORIO						
Molde	**12**		**18**		**17**	
Dimensiones	Diámetro:	15.25	Diámetro:	15.2	Diámetro:	15.2
	Altura:	12.8	Altura:	12.7	Altura:	12.7
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12532		13452		11652	
Masa del molde (gr)	9643		9579		7478	
Masa muestra húmeda (gr)	2889		3873		4174	
Volumen muestra (cm3)	2337.97		2304.52		2304.52	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.24		1.68		1.81	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr	132.50	125.20	95.62	89.63	103.65	98.56
Masa suelo seco + recip. (gr)	112.50	106.35	81.05	75.80	88.05	82.50
Masa recipiente (gr)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Masa del agua (gr)	20.00	18.85	14.57	13.83	15.60	16.06
Masa suelo seco (gr)	110.60	104.45	79.15	73.90	86.15	80.60
Contenido de humedad w%	18.08	18.05	18.41	18.71	18.11	19.93
w% promedio	18.07		18.56		19.02	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.047		1.418		1.522	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	13086		13891		11864	
Masa del molde (gr)	9643		9579		7478	
Masa muestra húmeda (gr)	3443		4312		4386	
Volumen muestra (cm3)	2337.97		2304.52		2304.52	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.47		1.87		1.90	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr	88.30	101.30	86.20	88.00	119.10	105.50
Masa suelo seco + recip. (gr)	62.80	71.80	60.60	63.00	83.10	75.20
Masa recipiente (gr)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Masa del agua (gr)	25.50	29.50	25.60	25.00	36.00	30.30
Masa suelo seco (gr)	60.90	69.90	58.70	61.10	81.20	73.30
Contenido de humedad w%	41.87	42.20	43.61	40.92	44.33	41.34
w% promedio	42.04		42.26		42.84	

0

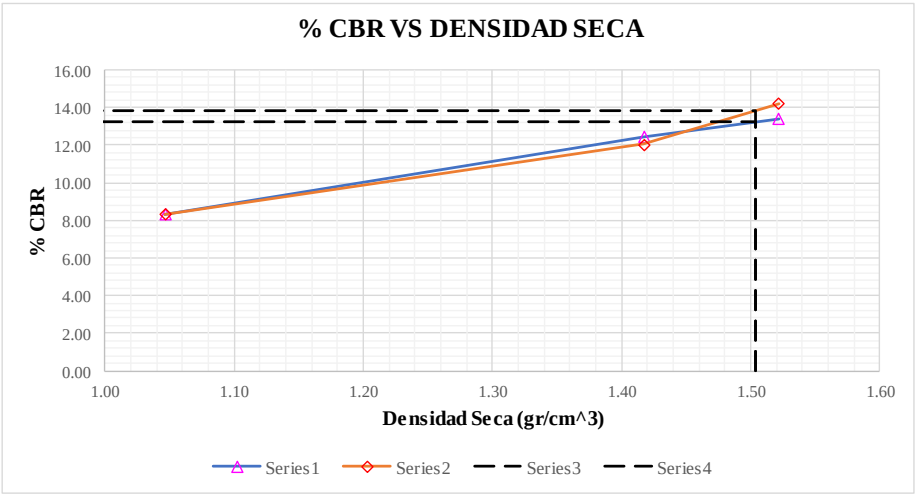
Penetración en la máquina CBR						
Molde	**A**		**B**		**C**	
Penetración (plg)	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	80.00	26.67	140.00	46.67	152.20	50.73
0.050	129.00	43.00	225.00	75.00	253.20	84.40
0.075	198.20	66.07	301.00	100.33	336.00	112.00
0.1	250.00	83.33	373.60	124.53	402.60	134.20
0.2	375.00	125.00	542.20	180.73	639.40	213.13
0.3	492.60	164.20	666.30	222.10	846.60	282.20
0.4	550.00	183.33	761.00	253.67	1023.20	341.07
0.5	602.60	200.87	846.00	282.00	1185.10	395.03

Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos						
MOLDE	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.1 (plg)**	**Densidad Seca**	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.2 (plg)**	**Densidad Seca (gr/cm3)**
C	134.20	13.42	1.52	213.13	14.21	1.52
B	124.53	12.45	1.42	180.73	12.05	1.42
A	83.33	8.33	1.05	125.00	8.33	1.05

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm^3)		1.58		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	**1.50**	13.26	13.84	13.84
CBR PUNTUAL (%)			**13.84**	

TABLA LXIV

RESULTADOS, CBR DE LA CALICATA 4– ABSC 4+000,00

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

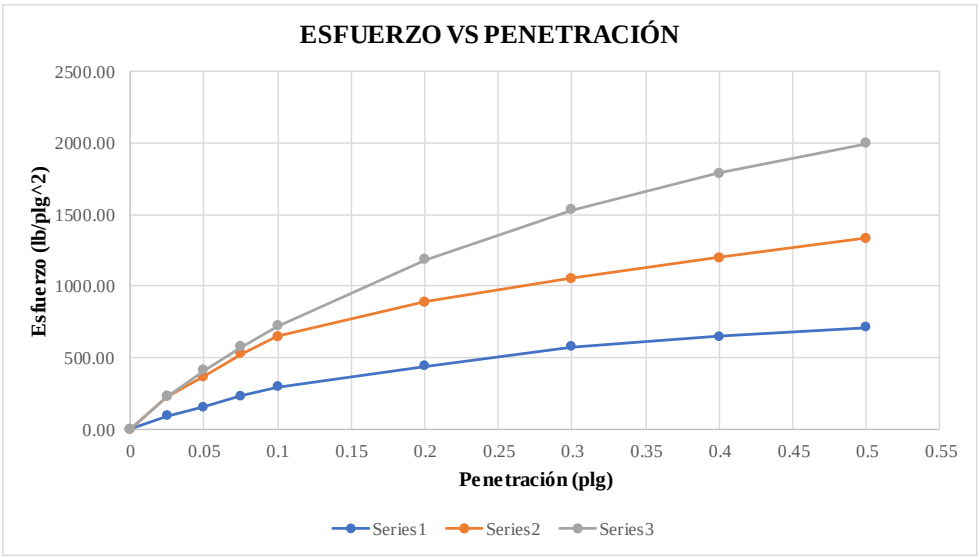
PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 4+000 **% Humedad óptima=** 18.79
NORMA: ASTM D1883 **No. CALICATA:** 4 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

CBR DE LABORATORIO						
Molde	**8**		**16**		**5**	
Dimensiones	Diámetro:	15.4	Diámetro:	15.2	Diámetro:	15.2
	Altura:	12.8	Altura:	12.8	15.2	12.8
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12094		11705.5		12837	
Masa del molde (gr)	8472		7863		8682	
Masa muestra húmeda (gr)	3622		3842.5		4155	
Volumen muestra (cm3)	2384.19		2322.67		2322.67	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.52		1.65		1.79	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr	114.70	89.90	85.90	104.60	102.60	95.62
Masa suelo seco + recip. (gr)	92.80	72.90	69.30	84.60	85.00	79.00
Masa recipiente (gr)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Masa del agua (gr)	21.90	17.00	16.60	20.00	17.60	16.62
Masa suelo seco (gr)	90.90	71.00	67.40	82.70	83.10	77.10
Contenido de humedad w%	24.09	23.94	24.63	24.18	21.18	21.56
w% promedio	24.02		24.41		21.37	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.225		1.330		1.474	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	12445.5		11901		12955.5	
Masa del molde (gr)	8472		7863		8682	
Masa muestra húmeda (gr)	3973.5		4038		4273.5	
Volumen muestra (cm3)	2384.19		2322.67		2322.67	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.67		1.74		1.84	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr	102.56	89.56	123.65	112.25	98.56	99.43
Masa suelo seco + recip. (gr)	72.50	63.12	86.52	81.23	70.21	71.02
Masa recipiente (gr)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Masa del agua (gr)	30.06	26.44	37.13	31.02	28.35	28.41
Masa suelo seco (gr)	70.60	61.22	84.62	79.33	68.31	69.12
Contenido de humedad w%	42.57	43.19	43.88	39.10	41.50	41.10
w% promedio	42.88		41.49		41.30	

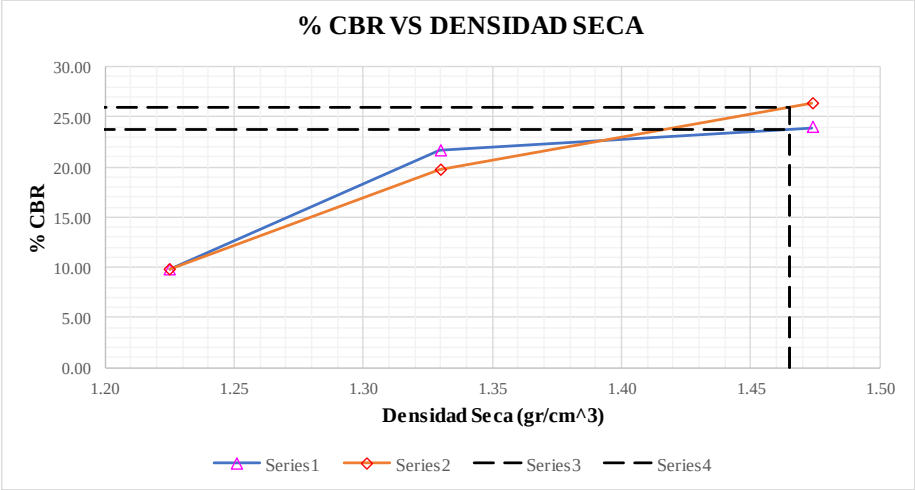
Penetración en la máquina CBR						
Molde	**A**		**B**		**C**	
Penetración (plg)	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	90.30	30.10	229.00	76.33	225.50	75.17
0.050	154.45	51.48	366.50	122.17	412.80	137.60
0.075	233.25	77.75	526.00	175.33	573.60	191.20
0.1	293.60	97.87	650.10	216.70	718.70	239.57
0.2	441.10	147.03	888.35	296.12	1185.90	395.30
0.3	575.80	191.93	1053.95	351.32	1533.10	511.03
0.4	646.20	215.40	1199.65	399.88	1788.20	596.07
0.5	709.25	236.42	1336.65	445.55	1995.20	665.07

Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos						
MOLDE	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.1 (plg)**	**Densidad Seca**	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.2 (plg)**	**Densidad Seca (gr/cm3)**
C	239.57	23.96	1.47	395.30	26.35	1.47
B	216.70	21.67	1.33	296.12	19.74	1.33
A	97.87	9.79	1.22	147.03	9.80	1.22

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm^3)		1.54		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	**1.47**	23.82	25.96	25.96
CBR PUNTUAL (%)			**25.96**	

TABLA LXV

RESULTADOS, CBR DE LA CALICATA 5– ABSC 5+000,00

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

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

ABS: 5+000 **% Humedad óptima=** 23.00
NORMA: ASTM D1883 **No. CALICATA:** 5 - SUBRASANTE
REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

CBR DE LABORATORIO

Molde	**8**	**16**	**5**
Dimensiones	Diámetro: 15.4	Diámetro: 15.2	Diámetro: 15.2
	Altura: 12.8	Altura: 12.8	15.2 12.8

Proceso de Compactación

Nro. De golpes por capa	11	27	56
Muestra húmeda + molde (gr)	11991.5	11603	12734.5
Masa del molde (gr)	8472	7863	8682
Masa muestra húmeda (gr)	3519.5	3740	4052.5
Volumen muestra (cm3)	2384.19	2322.67	2322.67
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.48	1.61	1.74

Contenido de Humedad

	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr	114.70	89.90	85.90	104.60	102.60	95.62
Masa suelo seco + recip. (gr)	92.80	72.90	69.30	84.60	85.00	79.00
Masa recipiente (gr)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Masa del agua (gr)	21.90	17.00	16.60	20.00	17.60	16.62
Masa suelo seco (gr)	90.90	71.00	67.40	82.70	83.10	77.10
Contenido de humedad w%	24.09	23.94	24.63	24.18	21.18	21.56
w% promedio	24.02		24.41		21.37	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1.190		1.294		1.438	

Después de la Saturación

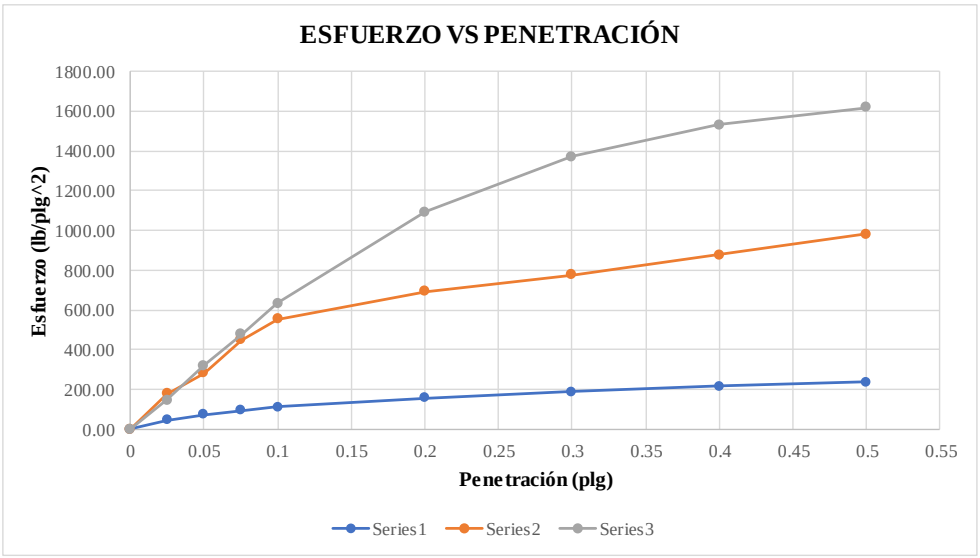
Muestra húmeda + molde (gr)	12445.5	11901	12955.5
Masa del molde (gr)	8472	7863	8682
Masa muestra húmeda (gr)	3973.5	4038	4273.5
Volumen muestra (cm3)	2384.19	2322.67	2322.67
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1.67	1.74	1.84

Contenido de Humedad

	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr	104.10	97.30	88.50	86.90	87.00	96.50
Masa suelo seco + recip. (gr)	70.40	65.50	61.20	59.60	58.60	67.20
Masa recipiente (gr)	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90	1.90
Masa del agua (gr)	33.70	31.80	27.30	27.30	28.40	29.30
Masa suelo seco (gr)	68.50	63.60	59.30	57.70	56.70	65.30
Contenido de humedad w%	49.20	50.00	46.04	47.31	50.09	44.87
w% promedio	49.60		46.68		47.48	

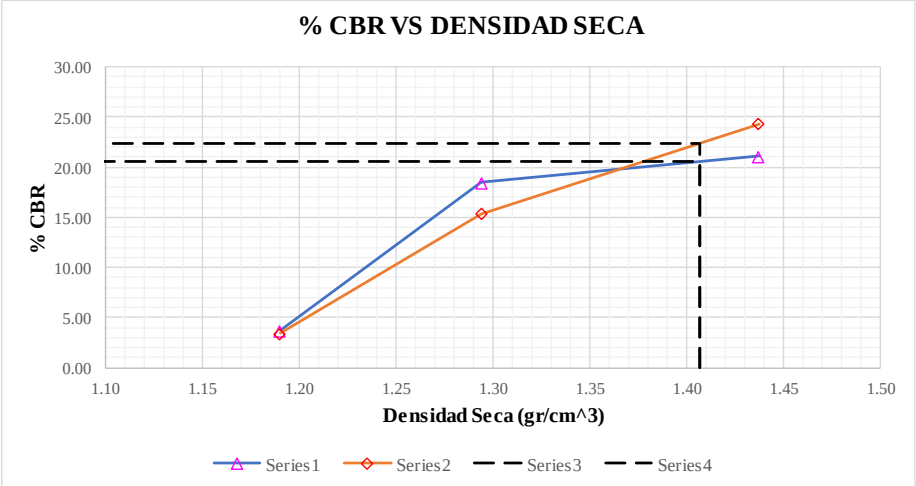
Penetración en la máquina CBR						
Molde	**A**		**B**		**C**	
Penetración (plg)	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**	**Dial**	**Presión (lb/plg2)**
0	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
0.025	43.60	14.53	178.00	59.33	146.60	48.87
0.050	73.90	24.63	283.00	94.33	319.20	106.40
0.075	93.10	31.03	450.00	150.00	475.20	158.40
0.1	110.20	36.73	553.00	184.33	632.20	210.73
0.2	155.20	51.73	692.30	230.77	1093.00	364.33
0.3	189.40	63.13	775.30	258.43	1373.00	457.67
0.4	215.40	71.80	877.30	292.43	1530.00	510.00
0.5	236.30	78.77	981.30	327.10	1620.20	540.07

Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos						
MOLDE	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.1 (plg)**	**Densidad Seca**	**Presión (lb/plg^2)**	**CBR 0.2 (plg)**	**Densidad Seca (gr/cm3)**
C	210.73	21.07	1.44	364.33	24.29	1.44
B	184.33	18.43	1.29	230.77	15.38	1.29
A	36.73	3.67	1.19	51.73	3.45	1.19

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm^3)		1.48		
DSM		% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor
95%	**1.41**	20.51	22.37	22.37
CBR PUNTUAL (%)			**22.37**	

ANEXO F
PARÁMETROS DE LAS TANGENTES

TABLA LXVI
PARÁMETORS DE LAS TNAGÉNTES Y PUNTOS DE INFLEXIÓN

PUNTOS DE INFLEXIÓN				
IDEN PI	ABSCISADO	ANGULO DE DEFLEXIÓN Δ	COORDENADAS	
			NORTE	ESTE
1	K 0+133.21	1.45	9,881,167.36	756,671.42
2	K 0+254.18	9.63	9,881,274.26	756,728.03
3	K 0+318.75	28.66	9,881,325.52	756,767.40
4	K 0+351.36	35.13	9,881,358.43	756,772.53
5	K 0+482.37	48.38	9,881,453.44	756,864.26
6	K 0+539.08	39.54	9,881,451.03	756,922.53
7	K 0+574.67	80.73	9,881,426.67	756,949.67
8	K 0+779.55	2.35	9,881,560.58	757,116.09
9	K 1+003.49	94.89	9,881,693.69	757,296.19
10	K 0+179.40	56.62	9,881,615.68	757,344.15
11	K 1+187.60	115.03	9,881,612.15	757,456.74
12	K 1+499.45	15.18	9,881,303.52	757,300.63
13	K 1+848.47	14.08	9,881,043.63	757,066.51
14	K 2+036.62	7.39	9,880,876.86	756,978.06
15	K 2+221.22	2.45	9,880,703.97	756,913.25
16	K 2+334.60	2.74	9,880,596.20	756,878.01
17	K 2+439.76	14.90	9,880,497.92	756,840.60
18	K 2+512.30	16.14	9,880,425.55	756,833.07
19	K 2+575.85	15.92	9,880,366.57	756,809.15
20	K 2+713.43	4.44	9,880,229.46	756,794.37
21	K 2+799.99	10.99	9,880,143.09	756,791.78
22	K 2+864.13	60.63	9,880,081.08	756,776.65
23	K 2+936.40	38.95	9,880,029.81	756,833.79
24	K 3+028.30	13.15	9,879,937.68	756,848.34
25	K 3+078.86	37.17	9,879,887.21	756,844.66
26	K 3+129.49	18.49	9,879,843.94	756,872.75
27	K 3+195.27	17.82	9,879,780.41	756,889.19
28	K 3+272.09	30.05	9,879,710.59	756,821.34
29	K 3+544.44	23.31	9,879,438.80	756,895.99
30	K 3+665.58	21.74	9,879,322.49	756,933.74
31	K 3+886.26	52.17	9,879,101.83	756,919.24
32	K 4+072.81	6.75	9,879,990.94	756,755.31
33	K 4+162.31	32.43	9,878,932.42	756,687.57
34	K 4+235.55	94.31	9,878,921.62	756,614.34
35	K 4+436.56	137.08	9,879,137.39	756,598.92
36	K 4+493.73	21.28	9,879,050.86	756,529.27
37	K 4+601.74	29.83	9,878,946.56	756,496.28
38	K 4+702.04	34.98	9,878,877.34	756,421.05
39	K 4+758.83	85.88	9,878,869.54	756,362.86
40	K 4+866.63	122.32	9,878,985.71	756,338.67
41	K 1+922.10	29.12	9,878,912.92	756,263.51

TANGENTES HORIZONTALES							
IDEN	ABSCISADO		LONGITUD TANGENTE [m]	LONGITUD MINIMA		LONGITUD MÁXIMA	INDICADOR
	INICIO	FINAL		L s [m]	L o [m]	L max [m]	
1		K 0+133.21	133.21	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
2	K 0+133.21	K 0+241.55	108.34	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
3	K 0+266.75	K 0+302.14	35.39	41.70	83.40	501.00	MEJORAR
4	K 0+367.01	K 0+468.90	101.89	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
5	K 0+494.23	K 0+528.11	33.88	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
6	K 0+591.44	K 0+779.55	188.11	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
7	K 0+779.55	K 0+970.82	191.27	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
8	K 1+020.50	K 1+052.47	31.97	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
9	K 1+101.88	K 1+140.47	38.59	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
10	K 1+200.71	K 1+432.81	232.10	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
11	K 1+565.30	K 1+786.74	221.44	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
12	K 1+909.58	K 2+023.71	114.13	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
13	K 2+049.49	K 2+221.22	171.73	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
14	K 2+221.22	K 2+334.60	113.38	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
15	K 2+334.60	K 2+420.15	85.55	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
16	K 2+459.16	K 2+505.21	46.05	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
17	K 2+519.29	K 2+561.87	42.58	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
18	K 2+589.66	K 2+713.58	123.92	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
19	K 2+713.58	K 2+792.29	78.71	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
20	K 2+807.64	K 2+846.59	38.95	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
21	K 2+878.34	K 2+918.72	40.38	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
22	K 2+952.71	K 3+022.54	69.83	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
23	K 3+034.01	K 3+065.41	31.40	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
24	K 3+088.23	K 3+124.85	36.62	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
25	K 3+134.53	K 3+186.33	51.80	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
26	K 3+204.16	K 3+258.67	54.51	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
27	K 3+284.89	K 3+503.18	218.29	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
28	K 3+584.56	K 3+646.37	61.81	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
29	K 3+684.32	K 3+787.73	103.41	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
30	K 3+973.41	K 4+063.59	90.18	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
31	K 4+081.64	K 4+147.77	66.13	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
32	K 4+176.07	K 4+203.21	27.14	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
33	K 4+252.58	K 4+385.68	133.10	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
34	K 4+552.54	K 4+559.39	6.85	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
35	K 4+642.17	K 4+671.24	29.07	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
36	K 4+775.88	K 4+795.03	19.15	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
37	K 4+859.07	K 4+889.07	30.00	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE
38	K 4+934.09	K 5+000.00	65.91	41.70	83.40	501.00	ACEPTABLE

Nota: Los puntos con $\Delta \leq 5$ señalados no contienen curva

ANEXO G
PARÁMETROS DE LAS CURVAS

TABLA LXVII

RESULTADOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS SIMPLES

Velocidad de diseño= 30 km/h Factor de Fricción= 0.17

Peralte máximo de diseño= 10%

DATOS DEL ALINEAMIENTO			Rc	ELEMENTOS DE LA CURVA CIRCULAR SIMPLE					
NÚMERO CURVA SIMPLE	PI	ANGULO DE DEFLEXIÓN D	Radio asumido R asumido [m]	GRADO DE CURVATURA Gc	LONGITUD L [m]	TANGENTE T [m]	EXTERNAL E [m]	ORDENADA MEDIA M [m]	CUERDA LARGA LC [m]
1	2	9,6300	150,00	7,64	25,21	12,64	0,53	0,53	25,18
2	3	28,6600	65,00	17,63	32,51	16,60	2,09	2,02	32,18
3	4	35,1300	52,76	21,72	32,35	16,70	2,58	2,46	31,84
4	5	48,3800	30,00	38,20	25,33	13,48	2,89	2,63	24,59
5	6	39,5400	30,52	37,55	21,06	10,97	1,91	1,80	20,65
6	7	80,7300	30,00	38,20	42,27	25,50	9,37	7,14	38,86
7	9	94,8900	30,00	38,20	49,68	32,68	14,36	9,71	44,20
8	10	56,6200	50,00	22,92	49,41	26,93	6,79	5,98	47,42
9	11	115,0300	30,00	38,20	60,23	47,12	25,86	13,89	50,61
10	12	15,1800	500,00	2,29	132,47	66,63	4,42	4,38	132,08
11	13	14,0800	500,00	2,29	122,87	61,75	3,80	3,77	122,56
12	14	7,3900	200,00	5,73	25,80	12,92	0,42	0,42	25,78
13	17	14,9000	150,00	7,64	39,01	19,61	1,28	1,27	38,90
14	18	16,1400	50,00	22,92	14,08	7,09	0,50	0,50	14,04
15	19	15,9200	100,00	11,46	27,79	13,98	0,97	0,96	27,70
16	21	10,9900	80,00	14,32	15,34	7,70	0,37	0,37	15,32
17	22	60,6300	30,00	38,20	31,75	17,54	4,75	4,10	30,29
18	23	38,9500	50,00	22,92	33,99	17,68	3,03	2,86	33,34
19	24	13,1500	50,00	22,92	11,48	5,76	0,33	0,33	11,45
20	25	37,1700	30,00	38,20	19,46	10,09	1,65	1,56	19,12
21	26	18,4900	30,00	38,20	9,68	4,88	0,39	0,39	9,64
22	27	17,8200	100,00	11,46	31,10	15,68	1,22	1,21	30,98
23	28	30,0500	50,00	22,92	26,22	13,42	1,77	1,71	25,92
24	29	23,3100	200,00	5,73	81,37	41,25	4,21	4,12	80,81
25	30	21,7400	100,00	11,46	37,94	19,20	1,83	1,79	37,72
26	32	6,7500	150,00	7,64	17,67	8,85	0,26	0,26	17,66
27	33	32,4300	50,00	22,92	28,30	14,54	2,07	1,99	27,92
28	34	94,3100	30,00	38,20	49,38	32,35	14,12	9,60	43,99
29	35	137,0800	30,00	38,20	71,78	76,32	52,00	19,02	55,84
30	36	21,2800	150,00	7,64	55,71	28,18	2,62	2,58	55,39
31	37	29,8300	159,00	7,21	82,78	42,35	5,54	5,36	81,85
32	38	34,9800	59,68	19,20	36,44	18,81	2,89	2,76	35,87
33	39	85,8800	30,00	38,20	44,97	27,92	10,98	8,04	40,87
34	41	29,1200	50,00	22,92	25,41	12,99	1,66	1,61	25,14

TABLA LXVIII

RESULTADOS ELEMENTOS DE LAS CURVAS E-CC-E

Velocidad de diseño= 30 km/h Factor de Fricción= 0.17

Peralte máximo de diseño= 10%

NÚMERO CURVA E-CC-E	IDEN PUNTO INFLEXIÓN	ANGULO DE DEFLEXIÓN Δ o	CONDICIÓN Δ ≥ 10	Radio asumido R asumido [m]	ANGULO CURVA CIRCULAR Δc o	LONGITUD L c [m]	J [m/sg3]
1	31	52.1700	CONTINUAR	160.00	37.8461	105.69	0.50
2	40	122.3200	CONTINUAR	30.00	65.0244	34.05	0.50

Velocidad de diseño= 30 km/h Factor de Fricción= 0.17

Peralte máximo de diseño= 10%

LONGITUD MÍNIMA TRANSICIÓN (CLASE III) [m]	L Máx	Transición Asumida Lt [m]	CUMPLE Lmin>=30	PARAMETRO A [m]	CUMPLE R/3<=A A<=R [m]	ANGULO DEFLEXIÓN ESPIRAL θ e o	ANGULO DEFLEXIÓN ESPIRAL rad	DISLOQUE DEL ESPIRAL ΔR	TANGENTE CURVA E-CC-E Te [m]	EXTERNA CURVA E-CC-E E e [m]	LONGITUD CURVA E-CC-E LC e [m]
3.00	61.97	40.00	SI	80.00	SI	7.16	0.1250	0.42	98.52	18.61	185.69
16.02	26.83	30.00	SI	30.00	SI	28.65	0.5000	1.25	71.63	34.78	94.05

ANEXO H

ELEMENTOS DEL PERALTE

TABLA LXIX
DATOS PARA EL DISEÑO DEL PERALTE

Peralte de inicio ei=2%
Pendiente rampa peraltes Ds= 1,28
Número de carriles que giran=
Factor de ajuste bw=1
Ancho del carril a= 3m

IDEN CURVA	TIPO DE CURVA	RADIO CURVA R	LONGITUD					PERALTE FINAL	LONGITUD MÍNIMA TRANSICIÓN	NOTA	LONGITUD TRANSICIÓN ASUMIDA	LONGITUD APLANAMIENTO
			TANGENTE INICIO	TANGENTE SALIDA	CURVA CIRCULAR	ESPIRAL INICIO	ESPIRAL SALIDA	VER ANEXO TABLA e d	Lmin		L	N
		[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	[m]	%	[m]		[m]	[m]
1	C_CIRCULAR	150.00	108.340	35.390	25.20	-	-	4.00	16.80	AUMENTAR	18.00	9.00
2	C_CIRCULAR	65.00	35.390	-	32.52	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
3	C_CIRCULAR	52.76	-	101.890	32.35	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
4	C_CIRCULAR	30.00	101.890	33.880	25.33	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
5	C_CIRCULAR	30.52	33.880	-	21.03	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
6	C_CIRCULAR	30.00	-	188.110	42.27	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
7	C_CIRCULAR	30.00	191.270	31.970	49.68	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
8	C_CIRCULAR	50.00	31.970	38.600	49.41	-	-	7.60	16.80	CORRECTO	18.00	4.74
9	C_CIRCULAR	30.00	38.600	232.100	60.30	-	-	7.20	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
10	NO ES NECESARIO PERALTE Rc=500 m											
11	NO ES NECESARIO PERALTE Rc=500 m											
12	CURVA EN CRUCE DE CALLE PRINCIPAL											
13	C_CIRCULAR	150.00	85.55	46.05	39.01	-	-	4.00	16.80	CORRECTO	18.00	5.00
14	C_CIRCULAR	50.00	46.05	42.58	14.08	-	-	7.60	16.80	CORRECTO	18.00	4.74
15	C_CIRCULAR	100.00	42.58	123.82	27.79	-	-	5.40	16.80	AUMENTAR	18.00	6.67
16	C_CIRCULAR	80.00	78.72	38.95	15.35	-	-	6.20	16.80	AUMENTAR	18.00	5.81
17	C_CIRCULAR	30.00	38.95	40.38	31.75	-	-	9.20	16.80	CORRECTO	18.00	3.91
18	C_CIRCULAR	50.00	40.38	69.83	33.99	-	-	7.60	16.80	CORRECTO	18.00	4.74
19	C_CIRCULAR	50.00	69.83	34.75	11.48	-	-	7.60	16.80	CORRECTO	18.00	4.74
20	C_CIRCULAR	30.00	34.75	36.61	19.46	-	-	9.20	16.80	CORRECTO	18.00	3.91
21	C_CIRCULAR	30.00	36.61	51.81	9.68	-	-	9.20	16.80	CORRECTO	18.00	3.91
22	C_CIRCULAR	100.00	51.81	54.51	17.82	-	-	5.40	16.80	AUMENTAR	18.00	6.67
23	C_CIRCULAR	50.00	54.51	218.29	26.22	-	-	7.60	16.80	CORRECTO	18.00	4.74
24	C_CIRCULAR	200.00	218.29	61.82	81.38	-	-	3.20	16.80	AUMENTAR	18.00	11.25
25	C_CIRCULAR	100.00	61.82	103.41	37.95	-	-	5.40	16.80	AUMENTAR	18.00	6.67
26	C_ESP_CIR_ESP	160.00	103.41	90.55	105.68	40.00	40.00	3.80	16.80	AUMENTAR	40.00	21.05
27	C_CIRCULAR	150.00	90.55	66.13	17.67	-	-	4.00	16.80	AUMENTAR	18.00	9.00
28	C_CIRCULAR	50.00	66.13	27.14	28.30	-	-	7.60	16.80	CORRECTO	18.00	4.74
29	C_CIRCULAR	30.00	27.14	133.10	49.38	-	-	9.20	16.80	CORRECTO	18.00	3.91
30	C_CIRCULAR	20.00	133.10	-	47.85	-	-	10.00	16.80	CORRECTO	25.00	5.00
31	C_CIRCULAR	320.41	-	6.86	119.01	-	-	2.20	16.80	AUMENTAR	18.00	16.36
32	C_CIRCULAR	159.00	6.86	29.07	82.78	-	-	3.80	16.80	AUMENTAR	18.00	9.47
33	C_CIRCULAR	97.76	29.07	-	59.68	-	-	5.60	16.80	AUMENTAR	18.00	6.43
34	C_CIRCULAR	30.00	-	19.15	44.97	-	-	9.20	16.80	CORRECTO	24.00	5.22
35	C_ESP_CIR_ESP	30.00	19.15	20.14	39.05	25.00	25.00	9.20	16.80	CORRECTO	25.00	5.43
36	C_CIRCULAR	50.00	20.14	57.50	25.41	-	-	7.6	16.80	CORRECTO	18.00	4.74

TABLA LXX
RESULTADOS ELEMENTOS DE LOS ELEMENTOS DEL PERALTE

IDEM CURVA	TIPO DE CURVA	LONGITUD			PERLATE INICIO	PERATE FINAL	LONGITUD TRANSICIÓN ASUMIDA	LONGITUD APLANAMIENTO	LONGITUD TRANSICIÓN DENTRO DE LA CURVA	LONGITUD TRANSICIÓN DENTRO DE LA TANGENTE	CUMPLIMIENTO		
		TANGENTE INICIO	TANGENTE SALIDA	CURVA CIRCULAR							EN LA CURVA	EN LA TANGENTE	
												ENTRADA	SALIDA
		m	m	m	ei %	e d %	L m	N m	d1 m	d2 m			
1	C_CIRCULAR	108.34	35.39	25.20	2.00	4.00	18.00	9.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
2	C_CIRCULAR	35.39		32.52	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	CHEQUEAR
3	C_CIRCULAR		101.89	32.35	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	CHEQUEAR	ACEPTABLE
4	C_CIRCULAR	101.89	33.88	25.33	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
5	C_CIRCULAR	33.88		21.03	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	Unido a curva
6	C_CIRCULAR		188.11	42.27	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	CHEQUEAR	ACEPTABLE
7	C_CIRCULAR	191.27	31.97	49.68	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
8	C_CIRCULAR	31.97	38.60	49.41	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
9	C_CIRCULAR	38.60	232.10	60.30	2.00	7.20	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
10	NO ES NECESARIO PERALTE Rc=500 m												
11	NO ES NECESARIO PERALTE Rc=500 m												
12	CURVA EN CRUCE DE CALLE PRINCIPAL												
13	C_CIRCULAR	85.55	46.05	39.01	2.00	4.00	18.00	5.00	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
14	C_CIRCULAR	46.05	42.58	14.08	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	CHEQUEAR	ACEPTABLE	ACEPTABLE
15	C_CIRCULAR	42.58	123.82	27.79	2.00	5.40	18.00	6.67	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
16	C_CIRCULAR	78.72	38.95	15.35	2.00	6.20	18.00	5.81	6.00	12.00	CHEQUEAR	ACEPTABLE	ACEPTABLE
17	C_CIRCULAR	38.95	40.38	31.75	2.00	9.20	18.00	3.91	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
18	C_CIRCULAR	40.38	69.83	33.99	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
19	C_CIRCULAR	69.83	34.75	11.48	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	CHEQUEAR	ACEPTABLE	ACEPTABLE
20	C_CIRCULAR	34.75	36.61	19.46	2.00	9.20	18.00	3.91	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
21	C_CIRCULAR	36.61	51.81	9.68	2.00	9.20	18.00	3.91	6.00	12.00	CHEQUEAR	ACEPTABLE	ACEPTABLE
22	C_CIRCULAR	51.81	54.51	17.82	2.00	5.40	18.00	6.67	6.00	12.00	CHEQUEAR	ACEPTABLE	ACEPTABLE
23	C_CIRCULAR	54.51	218.29	26.22	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
24	C_CIRCULAR	218.29	61.82	81.38	2.00	3.20	18.00	11.25	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
25	C_CIRCULAR	61.82	103.41	37.95	2.00	5.40	18.00	6.67	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
26	C_ESP_CIR_ESP	103.41	90.55	105.68	2.00	3.80	40.00	21.05	40.00	-	TRANSICIÓN EN LA ESPIRAL		ACEPTABLE
27	C_CIRCULAR	90.55	66.13	17.67	2.00	4.00	18.00	9.00	6.00	12.00	CHEQUEAR	ACEPTABLE	ACEPTABLE
28	C_CIRCULAR	66.13	27.14	28.30	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
29	C_CIRCULAR	27.14	133.10	49.38	2.00	9.20	18.00	3.91	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	ACEPTABLE
30	C_CIRCULAR	133.10		47.85	2.00	10.00	25.00	5.00	8.33	16.67	ACEPTABLE	ACEPTABLE	Unido a curva
31	C_CIRCULAR		6.86	119.01	2.00	2.20	18.00	16.36	6.00	12.00	ACEPTABLE	CHEQUEAR	Unido a curva
32	C_CIRCULAR	6.86	29.07	82.78	2.00	3.80	18.00	9.47	6.00	12.00	ACEPTABLE	CHEQUEAR	ACEPTABLE
33	C_CIRCULAR	29.07		59.68	2.00	5.60	18.00	6.43	6.00	12.00	ACEPTABLE	ACEPTABLE	Unido a curva
34	C_CIRCULAR		19.15	44.97	2.00	9.20	24.00	5.22	8.00	16.00	ACEPTABLE	CHEQUEAR	Unido a curva
35	C_ESP_CIR_ESP	19.15	20.14	39.05	2.00	9.20	25.00	5.43	25.00	-	TRANSICIÓN EN LA ESPIRAL		ACEPTABLE
36	C_CIRCULAR	20.14	57.50	25.41	2.00	7.60	18.00	4.74	6.00	12.00	ACEPTABLE	CHEQUEAR	ACEPTABLE

ANEXO I

VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

TABLA LXXI
VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
INGENIERÍA CIVIL
VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

PROYECTO: "REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO ESTRUCTURAL DE PAVIMENTO DE LA VÍA BELEN CUATRO ESQUINAS – BELLAVISTA DE CUSUBAMBA DESDE LA ABSCISA 0+000 – 5+000, UBICADA EN LA PARROQUIA CUSUBAMBA, CANTÓN SALCEDO, PROVINCIA DE COTOPAXI"

Abscisa [km]	Áreas [m2]		Volúmen [m3]		Volúmen acum.[m3]		**Volúmen Neto**
	Corte	**Relleno**	**Corte**	**Relleno**	**Corte**	**Relleno**	
0+000	7,35	0	0	0	0	0	0
0+020	14,07	0	214,20	0,00	214,20	0,00	214,20
0+040	19,51	0	335,80	0,00	550,00	0,00	550,00
0+060	24,96	0	444,70	0,00	994,70	0,00	994,70
0+080	30,59	0	555,50	0,00	1550,20	0,00	1550,20
0+100	32,94	0	635,30	0,00	2185,50	0,00	2185,50
0+120	29,35	0	622,90	0,00	2808,40	0,00	2808,40
0+140	25,16	0	545,10	0,00	3353,50	0,00	3353,50
0+160	21,23	0	463,90	0,00	3817,40	0,00	3817,40
0+180	18,02	0	392,50	0,00	4209,90	0,00	4209,90
0+200	15,48	0	335,00	0,00	4544,90	0,00	4544,90
0+220	12,97	0	284,50	0,00	4829,40	0,00	4829,40
0+240	9,55	0	225,20	0,00	5054,60	0,00	5054,60
0+250	8,23	0	88,90	0,00	5143,50	0,00	5143,50
0+260	7,26	0	77,45	0,00	5220,95	0,00	5220,95
0+280	5,44	0	127,00	0,00	5347,95	0,00	5347,95
0+300	1,16	0,21	66,00	2,10	5413,95	2,10	5411,85
0+310	0,57	1,72	8,65	9,65	5422,60	11,75	5410,85
0+320	0,59	2,24	5,80	19,80	5428,40	31,55	5396,85
0+330	0,46	1,31	5,25	17,75	5433,65	49,30	5384,35
0+340	0,33	0,4	3,95	8,55	5437,60	57,85	5379,75
0+350	1	0,48	6,65	4,40	5444,25	62,25	5382,00
0+360	1,22	0,58	11,10	5,30	5455,35	67,55	5387,80
0+380	0,96	0	21,80	5,80	5477,15	73,35	5403,80
0+400	1,9	0	28,60	0,00	5505,75	73,35	5432,40
0+420	2,99	0	48,90	0,00	5554,65	73,35	5481,30
0+440	3,85	0	68,40	0,00	5623,05	73,35	5549,70
0+460	0,51	0,25	43,60	2,50	5666,65	75,85	5590,80
0+470	0,23	1,84	3,70	10,45	5670,35	86,30	5584,05
0+480	0,4	3,49	3,15	26,65	5673,50	112,95	5560,55
0+490	0,25	6,18	3,25	48,35	5676,75	161,30	5515,45
0+500	0,25	6,83	2,50	65,05	5679,25	226,35	5452,90
0+520	0,18	6,16	4,30	129,90	5683,55	356,25	5327,30
0+530	0,63	5,05	4,05	56,05	5687,60	412,30	5275,30
0+540	2,36	2,72	14,95	38,85	5702,55	451,15	5251,40

0+550	7,94	0	51,50	13,60	5754,05	464,75	5289,30
0+560	15,27	0	116,05	0,00	5870,10	464,75	5405,35
0+570	19,98	0	176,25	0,00	6046,35	464,75	5581,60
0+580	21,57	0	207,75	0,00	6254,10	464,75	5789,35
0+590	20,01	0	207,90	0,00	6462,00	464,75	5997,25
0+600	16,78	0	183,95	0,00	6645,95	464,75	6181,20
0+620	12,76	0	295,40	0,00	6941,35	464,75	6476,60
0+640	9,65	0	224,10	0,00	7165,45	464,75	6700,70
0+660	6,41	0	160,60	0,00	7326,05	464,75	6861,30
0+680	4	0	104,10	0,00	7430,15	464,75	6965,40
0+700	1,55	0	55,50	0,00	7485,65	464,75	7020,90
0+720	0,01	0,87	15,60	8,70	7501,25	473,45	7027,80
0+740	0	1,83	0,10	27,00	7501,35	500,45	7000,90
0+760	0,4	0,4	4,00	22,30	7505,35	522,75	6982,60
0+780	1,56	0	19,60	4,00	7524,95	526,75	6998,20
0+800	2,98	0	45,40	0,00	7570,35	526,75	7043,60
0+820	2,04	0	50,20	0,00	7620,55	526,75	7093,80
0+840	0,26	0,19	23,00	1,90	7643,55	528,65	7114,90
0+860	0,04	1,26	3,00	14,50	7646,55	543,15	7103,40
0+880	0,17	0,02	2,10	12,80	7648,65	555,95	7092,70
0+900	1,91	0	20,80	0,20	7669,45	556,15	7113,30
0+920	4,37	0	62,80	0,00	7732,25	556,15	7176,10
0+940	8,87	0,01	132,40	0,10	7864,65	556,25	7308,40
0+960	14,33	0	232,00	0,10	8096,65	556,35	7540,30
0+980	19,96	0	342,90	0,00	8439,55	556,35	7883,20
0+990	20,58	0	202,70	0,00	8642,25	556,35	8085,90
1+000	17,81	0	191,95	0,00	8834,20	556,35	8277,85
1+010	1,02	2,29	94,15	11,45	8928,35	567,80	8360,55
1+020	0	16,03	5,10	91,60	8933,45	659,40	8274,05
1+040	0	26,1	0,00	421,30	8933,45	1080,70	7852,75
1+060	0	25,64	0,00	517,40	8933,45	1598,10	7335,35
1+070	0	20,51	0,00	230,75	8933,45	1828,85	7104,60
1+080	0	18,84	0,00	196,75	8933,45	2025,60	6907,85
1+090	0	16,82	0,00	178,30	8933,45	2203,90	6729,55
1+100	0	14,9	0,00	158,60	8933,45	2362,50	6570,95
1+120	0	13,72	0,00	286,20	8933,45	2648,70	6284,75
1+140	0	20,18	0,00	339,00	8933,45	2987,70	5945,75
1+150	0	22,27	0,00	212,25	8933,45	3199,95	5733,50
1+160	0	19,6	0,00	209,35	8933,45	3409,30	5524,15
1+170	0	17,89	0,00	187,45	8933,45	3596,75	5336,70
1+180	0,4	8	2,00	129,45	8935,45	3726,20	5209,25
1+190	4,23	0,04	23,15	40,20	8958,60	3766,40	5192,20
1+200	13,65	0	89,40	0,20	9048,00	3766,60	5281,40
1+220	24,67	0	383,20	0,00	9431,20	3766,60	5664,60
1+240	29,12	0	537,90	0,00	9969,10	3766,60	6202,50
1+260	26,47	0	555,90	0,00	10525,00	3766,60	6758,40

1+280	20,75	0	472,20	0,00	10997,20	3766,60	7230,60
1+300	14,09	0	348,40	0,00	11345,60	3766,60	7579,00
1+320	12,07	0	261,60	0,00	11607,20	3766,60	7840,60
1+340	13,17	0	252,40	0,00	11859,60	3766,60	8093,00
1+360	15,61	0	287,80	0,00	12147,40	3766,60	8380,80
1+380	19,19	0	348,00	0,00	12495,40	3766,60	8728,80
1+400	20,16	0	393,50	0,00	12888,90	3766,60	9122,30
1+420	20,9	0	410,60	0,00	13299,50	3766,60	9532,90
1+440	21,38	0	422,80	0,00	13722,30	3766,60	9955,70
1+450	23,07	0	222,25	0,00	13944,55	3766,60	10177,95
1+460	23,38	0	232,25	0,00	14176,80	3766,60	10410,20
1+470	24,41	0	238,95	0,00	14415,75	3766,60	10649,15
1+480	27,55	0	259,80	0,00	14675,55	3766,60	10908,95
1+490	29,56	0	285,55	0,00	14961,10	3766,60	11194,50
1+500	30,35	0	299,55	0,00	15260,65	3766,60	11494,05
1+510	29,92	0	301,35	0,00	15562,00	3766,60	11795,40
1+520	28,51	0	292,15	0,00	15854,15	3766,60	12087,55
1+530	26,69	0	276,00	0,00	16130,15	3766,60	12363,55
1+540	25,95	0	263,20	0,00	16393,35	3766,60	12626,75
1+550	25,23	0	255,90	0,00	16649,25	3766,60	12882,65
1+560	24,51	0	248,70	0,00	16897,95	3766,60	13131,35
1+580	22,14	0	466,50	0,00	17364,45	3766,60	13597,85
1+600	16,88	0	390,20	0,00	17754,65	3766,60	13988,05
1+620	9,34	0	262,20	0,00	18016,85	3766,60	14250,25
1+640	6,46	0	158,00	0,00	18174,85	3766,60	14408,25
1+660	5,78	0	122,40	0,00	18297,25	3766,60	14530,65
1+680	5,32	0	111,00	0,00	18408,25	3766,60	14641,65
1+700	5,88	0,11	112,00	1,10	18520,25	3767,70	14752,55
1+720	6,4	0,72	122,80	8,30	18643,05	3776,00	14867,05
1+740	6,98	0,02	133,80	7,40	18776,85	3783,40	14993,45
1+760	8,78	0	157,60	0,20	18934,45	3783,60	15150,85
1+780	10,86	0	196,40	0,00	19130,85	3783,60	15347,25
1+790	11,62	0	112,40	0,00	19243,25	3783,60	15459,65
1+800	10,86	0	112,40	0,00	19355,65	3783,60	15572,05
1+810	10,34	0	106,00	0,00	19461,65	3783,60	15678,05
1+820	9,88	0	101,10	0,00	19562,75	3783,60	15779,15
1+830	9,84	0	98,60	0,00	19661,35	3783,60	15877,75
1+840	10,33	0	100,85	0,00	19762,20	3783,60	15978,60
1+850	10,28	0	103,05	0,00	19865,25	3783,60	16081,65
1+860	9,24	0	97,60	0,00	19962,85	3783,60	16179,25
1+870	8,68	0	89,60	0,00	20052,45	3783,60	16268,85
1+880	8,66	0	86,70	0,00	20139,15	3783,60	16355,55
1+890	8,79	0	87,25	0,00	20226,40	3783,60	16442,80
1+900	9,91	0	93,50	0,00	20319,90	3783,60	16536,30
1+920	14,92	0	248,30	0,00	20568,20	3783,60	16784,60
1+940	19,5	0	344,20	0,00	20912,40	3783,60	17128,80

1+960	19,06	0	385,60	0,00	21298,00	3783,60	17514,40
1+980	17,47	0	365,30	0,00	21663,30	3783,60	17879,70
2+000	15,84	0	333,10	0,00	21996,40	3783,60	18212,80
2+020	14,39	0	302,30	0,00	22298,70	3783,60	18515,10
2+030	11,04	0	127,15	0,00	22425,85	3783,60	18642,25
2+040	7,97	0	95,05	0,00	22520,90	3783,60	18737,30
2+060	10,99	0	189,60	0,00	22710,50	3783,60	18926,90
2+080	15,23	0	262,20	0,00	22972,70	3783,60	19189,10
2+100	15,33	0	305,60	0,00	23278,30	3783,60	19494,70
2+120	15,12	0	304,50	0,00	23582,80	3783,60	19799,20
2+140	22,76	0	378,80	0,00	23961,60	3783,60	20178,00
2+160	22,64	0	454,00	0,00	24415,60	3783,60	20632,00
2+180	22,44	0	450,80	0,00	24866,40	3783,60	21082,80
2+200	21,43	0	438,70	0,00	25305,10	3783,60	21521,50
2+220	22,07	0	435,00	0,00	25740,10	3783,60	21956,50
2+240	23,46	0	455,30	0,00	26195,40	3783,60	22411,80
2+260	21,06	0	445,20	0,00	26640,60	3783,60	22857,00
2+280	19,1	0	401,60	0,00	27042,20	3783,60	23258,60
2+300	16,12	0	352,20	0,00	27394,40	3783,60	23610,80
2+320	8,98	0	251,00	0,00	27645,40	3783,60	23861,80
2+340	7,13	0	161,10	0,00	27806,50	3783,60	24022,90
2+360	10,22	0,16	173,50	1,60	27980,00	3785,20	24194,80
2+380	10,82	0,07	210,40	2,30	28190,40	3787,50	24402,90
2+400	10,44	0,06	212,60	1,30	28403,00	3788,80	24614,20
2+420	9,2	0	196,40	0,60	28599,40	3789,40	24810,00
2+430	8,61	0	89,05	0,00	28688,45	3789,40	24899,05
2+440	7,38	0,09	79,95	0,45	28768,40	3789,85	24978,55
2+450	6,12	0	67,50	0,45	28835,90	3790,30	25045,60
2+460	5,55	3,33	58,35	16,65	28894,25	3806,95	25087,30
2+480	9,08	6,48	146,30	98,10	29040,55	3905,05	25135,50
2+500	9,27	2,82	183,50	93,00	29224,05	3998,05	25226,00
2+510	9,53	1,53	94,00	21,75	29318,05	4019,80	25298,25
2+520	11,22	0,19	103,75	8,60	29421,80	4028,40	25393,40
2+540	17,51	0	287,30	1,90	29709,10	4030,30	25678,80
2+560	13,8	0	313,10	0,00	30022,20	4030,30	25991,90
2+570	13,58	0	136,90	0,00	30159,10	4030,30	26128,80
2+580	11,46	0	125,20	0,00	30284,30	4030,30	26254,00
2+600	7,59	0	190,50	0,00	30474,80	4030,30	26444,50
2+620	3,8	0,25	113,90	2,50	30588,70	4032,80	26555,90
2+640	3,44	7,78	72,40	80,30	30661,10	4113,10	26548,00
2+660	3,28	7,14	67,20	149,20	30728,30	4262,30	26466,00
2+680	5,2	3,95	84,80	110,90	30813,10	4373,20	26439,90
2+700	11,48	0,25	166,80	42,00	30979,90	4415,20	26564,70
2+720	20,2	0,22	316,80	4,70	31296,70	4419,90	26876,80
2+740	22,74	0,6	429,40	8,20	31726,10	4428,10	27298,00
2+760	21,15	0,56	438,90	11,60	32165,00	4439,70	27725,30

2+780	17,69	2,6	388,40	31,60	32553,40	4471,30	28082,10
2+800	13,77	5,9	314,60	85,00	32868,00	4556,30	28311,70
2+820	19,33	0,18	331,00	60,80	33199,00	4617,10	28581,90
2+840	22,71	0,08	420,40	2,60	33619,40	4619,70	28999,70
2+850	21,55	0	221,30	0,40	33840,70	4620,10	29220,60
2+860	17,37	0	194,60	0,00	34035,30	4620,10	29415,20
2+870	17,97	0	176,70	0,00	34212,00	4620,10	29591,90
2+880	7,86	0,57	129,15	2,85	34341,15	4622,95	29718,20
2+900	0	13,4	78,60	139,70	34419,75	4762,65	29657,10
2+920	0	34,87	0,00	482,70	34419,75	5245,35	29174,40
2+930	0	32,12	0,00	334,95	34419,75	5580,30	28839,45
2+940	0	30,71	0,00	314,15	34419,75	5894,45	28525,30
2+950	0	37,1	0,00	339,05	34419,75	6233,50	28186,25
2+960	0	31,66	0,00	343,80	34419,75	6577,30	27842,45
2+980	0	9,35	0,00	410,10	34419,75	6987,40	27432,35
3+000	2,68	0,99	26,80	103,40	34446,55	7090,80	27355,75
3+020	3,26	0,04	59,40	10,30	34505,95	7101,10	27404,85
3+030	4,12	0	36,90	0,20	34542,85	7101,30	27441,55
3+040	6,52	0,01	53,20	0,05	34596,05	7101,35	27494,70
3+060	15,51	0	220,30	0,10	34816,35	7101,45	27714,90
3+070	20,43	0	179,70	0,00	34996,05	7101,45	27894,60
3+080	26,98	0	237,05	0,00	35233,10	7101,45	28131,65
3+100	47,72	0	747,00	0,00	35980,10	7101,45	28878,65
3+120	61,98	0	1097,00	0,00	37077,10	7101,45	29975,65
3+130	63,68	0	628,30	0,00	37705,40	7101,45	30603,95
3+140	64,06	0	638,70	0,00	38344,10	7101,45	31242,65
3+160	62,98	0	1270,40	0,00	39614,50	7101,45	32513,05
3+180	58,91	0	1218,90	0,00	40833,40	7101,45	33731,95
3+190	56,34	0	576,25	0,00	41409,65	7101,45	34308,20
3+200	51,77	0	540,55	0,00	41950,20	7101,45	34848,75
3+220	40,55	0	923,20	0,00	42873,40	7101,45	35771,95
3+240	27,79	0	683,40	0,00	43556,80	7101,45	36455,35
3+260	17,42	0	452,10	0,00	44008,90	7101,45	36907,45
3+270	14,67	0	160,45	0,00	44169,35	7101,45	37067,90
3+280	11,76	0	132,15	0,00	44301,50	7101,45	37200,05
3+300	9,91	0	216,70	0,00	44518,20	7101,45	37416,75
3+320	8,1	0	180,10	0,00	44698,30	7101,45	37596,85
3+340	10,98	0	190,80	0,00	44889,10	7101,45	37787,65
3+360	13,79	0	247,70	0,00	45136,80	7101,45	38035,35
3+380	15,62	0	294,10	0,00	45430,90	7101,45	38329,45
3+400	14,65	0	302,70	0,00	45733,60	7101,45	38632,15
3+420	13,65	0	283,00	0,00	46016,60	7101,45	38915,15
3+440	14,31	0	279,60	0,00	46296,20	7101,45	39194,75
3+460	11,75	0	260,60	0,00	46556,80	7101,45	39455,35
3+480	5,97	0	177,20	0,00	46734,00	7101,45	39632,55
3+500	2,53	0	85,00	0,00	46819,00	7101,45	39717,55

3+510	0,22	1,29	13,75	6,45	46832,75	7107,90	39724,85
3+520	0	3,32	1,10	23,05	46833,85	7130,95	39702,90
3+530	0	5,32	0,00	43,20	46833,85	7174,15	39659,70
3+540	0	6,3	0,00	58,10	46833,85	7232,25	39601,60
3+550	0,19	4,33	0,95	53,15	46834,80	7285,40	39549,40
3+560	2,53	1,11	13,60	27,20	46848,40	7312,60	39535,80
3+570	3,55	0,5	30,40	8,05	46878,80	7320,65	39558,15
3+580	2,54	0,79	30,45	6,45	46909,25	7327,10	39582,15
3+600	1,51	0,33	40,50	11,20	46949,75	7338,30	39611,45
3+620	2,14	0,15	36,50	4,80	46986,25	7343,10	39643,15
3+640	2,47	0,12	46,10	2,70	47032,35	7345,80	39686,55
3+650	3,47	0,04	29,70	0,80	47062,05	7346,60	39715,45
3+660	6,27	0	48,70	0,20	47110,75	7346,80	39763,95
3+670	4,35	0,69	53,10	3,45	47163,85	7350,25	39813,60
3+680	3,78	3,38	40,65	20,35	47204,50	7370,60	39833,90
3+700	0,18	10,79	39,60	141,70	47244,10	7512,30	39731,80
3+720	0	18,41	1,80	292,00	47245,90	7804,30	39441,60
3+740	0	18,23	0,00	366,40	47245,90	8170,70	39075,20
3+760	0	14,07	0,00	323,00	47245,90	8493,70	38752,20
3+780	0	8,28	0,00	223,50	47245,90	8717,20	38528,70
3+790	0	7,11	0,00	76,95	47245,90	8794,15	38451,75
3+800	0,14	5,41	0,70	62,60	47246,60	8856,75	38389,85
3+810	0,51	4,23	3,25	48,20	47249,85	8904,95	38344,90
3+820	0,69	3,31	6,00	37,70	47255,85	8942,65	38313,20
3+830	0,35	3,27	5,20	32,90	47261,05	8975,55	38285,50
3+840	0	2,93	1,75	31,00	47262,80	9006,55	38256,25
3+850	0	1,34	0,00	21,35	47262,80	9027,90	38234,90
3+860	1,67	0	8,35	6,70	47271,15	9034,60	38236,55
3+870	4,88	0	32,75	0,00	47303,90	9034,60	38269,30
3+880	7,58	0	62,30	0,00	47366,20	9034,60	38331,60
3+890	10,2	0	88,90	0,00	47455,10	9034,60	38420,50
3+900	12,48	0	113,40	0,00	47568,50	9034,60	38533,90
3+910	14,62	0	135,50	0,00	47704,00	9034,60	38669,40
3+920	17,95	0	162,85	0,00	47866,85	9034,60	38832,25
3+930	22,07	0	200,10	0,00	48066,95	9034,60	39032,35
3+940	26,23	0	241,50	0,00	48308,45	9034,60	39273,85
3+950	29,3	0	277,65	0,00	48586,10	9034,60	39551,50
3+960	33,23	0	312,65	0,00	48898,75	9034,60	39864,15
3+970	38,77	0	360,00	0,00	49258,75	9034,60	40224,15
3+980	40,96	0	398,65	0,00	49657,40	9034,60	40622,80
4+000	52,18	0	931,40	0,00	50588,80	9034,60	41554,20
4+020	50,55	0	1027,30	0,00	51616,10	9034,60	42581,50
4+040	51,25	0	1018,00	0,00	52634,10	9034,60	43599,50
4+060	56,2	0	1074,50	0,00	53708,60	9034,60	44674,00
4+070	56,59	0	563,95	0,00	54272,55	9034,60	45237,95
4+080	53,07	0	548,30	0,00	54820,85	9034,60	45786,25

4+100	28,52	2,36	815,90	23,60	55636,75	9058,20	46578,55
4+120	6,64	9,9	351,60	122,60	55988,35	9180,80	46807,55
4+140	4,79	5,27	114,30	151,70	56102,65	9332,50	46770,15
4+150	7,77	0,46	62,80	28,65	56165,45	9361,15	46804,30
4+160	12,1	0,03	99,35	2,45	56264,80	9363,60	46901,20
4+170	12,29	0	121,95	0,15	56386,75	9363,75	47023,00
4+180	7,11	0,06	97,00	0,30	56483,75	9364,05	47119,70
4+200	8,29	0	154,00	0,60	56637,75	9364,65	47273,10
4+210	15,73	0	120,10	0,00	56757,85	9364,65	47393,20
4+220	2,16	0,5	89,45	2,50	56847,30	9367,15	47480,15
4+230	2,5	2,37	23,30	14,35	56870,60	9381,50	47489,10
4+240	4,66	4,83	35,80	36,00	56906,40	9417,50	47488,90
4+250	4,09	6,25	43,75	55,40	56950,15	9472,90	47477,25
4+260	7,31	10,86	57,00	85,55	57007,15	9558,45	47448,70
4+280	9,51	13,9	168,20	247,60	57175,35	9806,05	47369,30
4+300	6,39	17,15	159,00	310,50	57334,35	10116,55	47217,80
4+320	4,49	18,49	108,80	356,40	57443,15	10472,95	46970,20
4+340	4,63	20,18	91,20	386,70	57534,35	10859,65	46674,70
4+360	3,31	30,45	79,40	506,30	57613,75	11365,95	46247,80
4+380	2,6	24,22	59,10	546,70	57672,85	11912,65	45760,20
4+390	3,3	8,87	29,50	165,45	57702,35	12078,10	45624,25
4+400	4,95	6,75	41,25	78,10	57743,60	12156,20	45587,40
4+410	5,6	6,55	52,75	66,50	57796,35	12222,70	45573,65
4+420	2,52	3,65	40,60	51,00	57836,95	12273,70	45563,25
4+430	1,93	1,64	22,25	26,45	57859,20	12300,15	45559,05
4+440	3,8	2,16	28,65	19,00	57887,85	12319,15	45568,70
4+450	4,8	3,55	43,00	28,55	57930,85	12347,70	45583,15
4+460	6,36	3,95	55,80	37,50	57986,65	12385,20	45601,45
4+470	6,54	4,02	64,50	39,85	58051,15	12425,05	45626,10
4+480	6,42	1,87	64,80	29,45	58115,95	12454,50	45661,45
4+490	8,24	0	73,30	9,35	58189,25	12463,85	45725,40
4+500	12,85	0	105,45	0,00	58294,70	12463,85	45830,85
4+510	8,79	0,01	108,20	0,05	58402,90	12463,90	45939,00
4+520	6,79	0	77,90	0,05	58480,80	12463,95	46016,85
4+530	5,77	0,57	62,80	2,85	58543,60	12466,80	46076,80
4+540	6,53	2,22	61,50	13,95	58605,10	12480,75	46124,35
4+550	3,25	5,83	48,90	40,25	58654,00	12521,00	46133,00
4+560	3,34	5,73	32,95	57,80	58686,95	12578,80	46108,15
4+570	3,36	6,19	33,50	59,60	58720,45	12638,40	46082,05
4+580	2,05	6,74	27,05	64,65	58747,50	12703,05	46044,45
4+590	2,24	7,87	21,45	73,05	58768,95	12776,10	45992,85
4+600	4,79	6,68	35,15	72,75	58804,10	12848,85	45955,25
4+610	4,17	6,37	44,80	65,25	58848,90	12914,10	45934,80
4+620	6,29	3,9	52,30	51,35	58901,20	12965,45	45935,75
4+630	9,63	2,72	79,60	33,10	58980,80	12998,55	45982,25
4+640	14,04	1,24	118,35	19,80	59099,15	13018,35	46080,80

4+660	28,2	0	422,40	12,40	59521,55	13030,75	46490,80
4+680	32,53	0	607,30	0,00	60128,85	13030,75	47098,10
4+690	33,84	0	331,85	0,00	60460,70	13030,75	47429,95
4+700	38,84	0	363,40	0,00	60824,10	13030,75	47793,35
4+710	43,39	0	411,15	0,00	61235,25	13030,75	48204,50
4+720	56,74	0	500,65	0,00	61735,90	13030,75	48705,15
4+730	44,2	0	504,70	0,00	62240,60	13030,75	49209,85
4+740	33,69	0	389,45	0,00	62630,05	13030,75	49599,30
4+750	21,98	0,15	278,35	0,75	62908,40	13031,50	49876,90
4+760	20,67	0,55	213,25	3,50	63121,65	13035,00	50086,65
4+770	20,69	0,11	206,80	3,30	63328,45	13038,30	50290,15
4+780	23,82	0,03	222,55	0,70	63551,00	13039,00	50512,00
4+800	47,65	0	714,70	0,30	64265,70	13039,30	51226,40
4+810	50,66	0	491,55	0,00	64757,25	13039,30	51717,95
4+820	43,25	0	469,55	0,00	65226,80	13039,30	52187,50
4+830	33,07	0	381,60	0,00	65608,40	13039,30	52569,10
4+840	22,61	5,2	278,40	26,00	65886,80	13065,30	52821,50
4+850	18,42	3,78	205,15	44,90	66091,95	13110,20	52981,75
4+860	19	2,69	187,10	32,35	66279,05	13142,55	53136,50
4+870	16,44	0,92	177,20	18,05	66456,25	13160,60	53295,65
4+880	11,03	0,24	137,35	5,80	66593,60	13166,40	53427,20
4+900	10,72	1,42	217,50	16,60	66811,10	13183,00	53628,10
4+910	14,96	1,67	128,40	15,45	66939,50	13198,45	53741,05
4+920	19,86	0,71	174,10	11,90	67113,60	13210,35	53903,25
4+930	22,78	0,15	213,20	4,30	67326,80	13214,65	54112,15
4+940	25,8	0	242,90	0,75	67569,70	13215,40	54354,30
4+960	31,05	0	568,50	0,00	68138,20	13215,40	54922,80

BIBLIOGRAFÍA

[1] A. Aguado, J. C. Gálvez, A. Aguado Renter, P. Pujadas, y D. Fernánadez Ordóñez, «Evaluación de la sostenibilidad de carreteras», *Revista técnica de la asociación española de la carretera*, n.º 213, pp. 8-19, 2017.

[2] E. Ivanová y J. Masárová, «IMPORTANCE OF ROAD INFRASTRUCTURE IN THE ECONOMIC DEVELOPMENT AND COMPETITIVENESS», *Econ. Manag.*, vol. 18, n.º 2, pp. 263-274, ago. 2013, doi: 10.5755/j01.em.18.2.4253.

[3] J. Kiel, R. Smith, y B. Ubbels, «The Impact of Transport Investments on Competitiveness», *Transp. Res. Procedia*, vol. 1, n.º 1, pp. 77-88, ene. 2014, doi: 10.1016/j.trpro.2014.07.009.

[4] J. Kogan y D. Bondorevsky, «La infraestructura en el desarrollo de América Latina», *Econ. Desarro.*, vol. 156, n.º 1, pp. 168-186, 2016.

[5] R. A. Cortes-Villafradez y N. De La Peña-Cárdenas, «Analysis of Transport Infrastructure Development and Competitiveness in the Member Countries of Pacific Alliance (2007-2016)», *Rev. Finanz. Política Económica*, vol. 11, n.º 2, pp. 277-297, mar. 2020, doi: 10.14718/revfinanzpolitecon.2019.11.2.4.

[6] C. Lopez, M. Parra, y A. Montañez, «Análisis comparativo de la infraestructura vial entre Colombia y Ecuador en el siglo XXI», *Rev. Espac.*, vol. 40, n.º 42, dic. 2019, Accedido: 7 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.revistaespacios.com/a19v40n42/19404217.html

[7] «El 95% de la red vial en Ecuador está en excelentes condiciones al 2015», AméricaEconomía. Accedido: 7 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: http://www.americaeconomia.com/negocios-industrias/el-95-de-la-red-vial-en-ecuador-esta-en-excelentes-condiciones-al-2015

[8] K. Ramírez, «Carreteras de Ecuador en mal estado: ¿cuáles son las causas?», Conexion PUCE. Accedido: 7 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: https://conexion.puce.edu.ec/carreteras-de-ecuador-en-mal-estado-cuales-son-las-causas/

[9] D. Zaninovich, «VÍAS REGIONALES Y LA NECESIDAD DE UNA GESTIÓN COMPARTIDA», *Rev. Ing.*, n.º 45, pp. 72-79, ene. 2017, doi: 10.16924/revinge.45.10.

[10] Ministerio de Transporte y Obras públicas, «Norma Ecuatoriana Vial (NEVI-12)». 2013.

[11] Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, MTOP, «PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD 2013 - 2037». Ineco, Pichincha, Quito, pp. 17-18, 2016.

[12] M. I. López Pumarega, «Las Normas Técnicas, qué son y para qué sirven», 4 de noviembre de 2020. Accedido: 7 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: https://www.argentina.gob.ar/noticias/las-normas-tecnicas-que-son-y-para-que-sirven

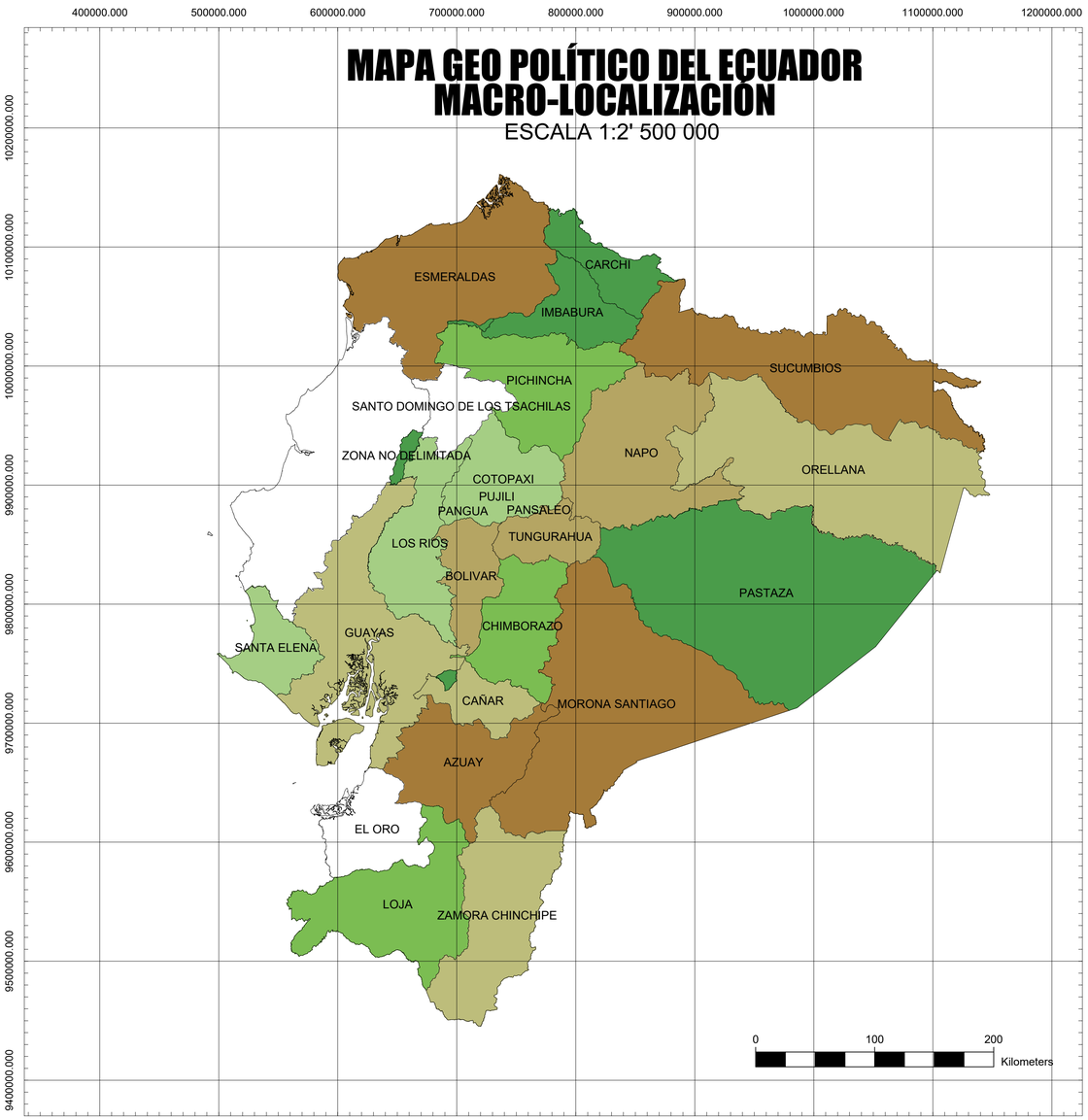
[13] J. A. Montaño De León, D. Zúñiga de León, y M. A. Rodríguez Esparza, «Consideraciones, procedimientos y conceptos para la realización de un proyecto geométrico de carreteras.», *CULCyT Cult. Científica Tecnológica*, vol. 12, n.º 57, pp. 42-52, 2015.

[14] M. K. Jha y E. Kim, «Highway Route Optimization Based on Accessibility, Proximity, and Land-Use Changes», *J. Transp. Eng.*, vol. 132, n.º 5, pp. 435-439, may 2006, doi: 10.1061/(ASCE)0733-947X(2006)132:5(435).

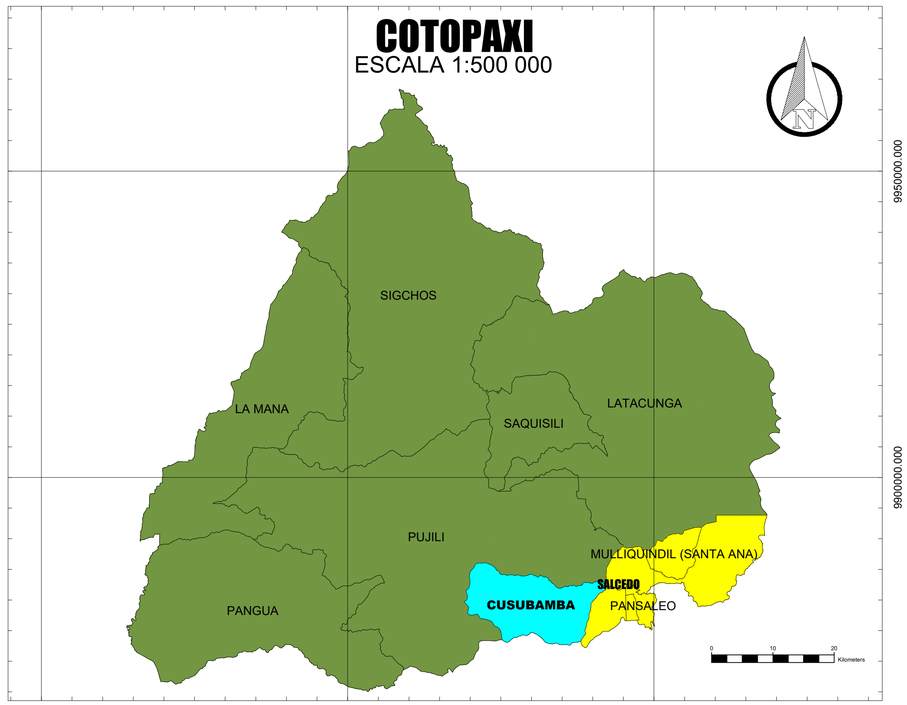
[15] J. A. Pérez, G. R. Gonçalves, y J. M. Galván, «Análisis comparativo del levantamiento del terreno mediante UAS y topografía clásica en proyectos de trazado de carreteras», *Inf. Constr.*, vol. 74, n.º 565, Art. n.º 565, mar. 2022, doi: 10.3989/ic.86273.

[16] J. E. Baque-Solis, L. M. Cuadrado-Torres, y B. G. Palacios-Paredes, «Comparative topographic analysis on altimetric surveys with RTK GNSS, Total Station and Drone in Manta», vol. 7, n.º 12, 2022.
[17] R. Cal y Mayor Reyes Spíndola y J. Cárdenas, *Ingeniería de tránsito*, 9a ed. Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., México, 2018.
[18] «¿Cuál es la importancia de realizar un "estudio de suelo" para construir? | Blog». Accedido: 7 de abril de 2024. [En línea]. Disponible en: https://noticias.utpl.edu.ec/cual-es-la-importancia-de-realizar-un-estudio-de-suelo-para-construir
[19] Gobierno autónomo descentralizado parroquial de Cusubamba, «PLAN DE DESARROLLO Y ORDENAMIENTO TERRITORIAL DEL GOBIERNO AUTÓNOMO DESCENTRALIZADO PARROQUIAL RURAL DE CUSUBAMBA».
[20] Carlos Crespo Villalaz, *Mecánica de suelos y cimentaciones*, 5a ed. México: Limusa, 2004. [En línea]. Disponible en: https://stehven.files.wordpress.com/2015/06/mecanica-desuelos-y-cimentaciones-crespo-villalaz.pdf
[21] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Mecánica de suelos. Preparación de muestras alteradas para ensayos. INEN 688». 2011.
[22] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Mecánica de suelos. Toma de muestras inalteradas. INEN 686». 2011.
[23] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Áridos. Análisis granulométrico en los áridos, fino y grueso.NTE INEN 696.» 2011.
[24] B. M. Das, *Fundamentos de la ingeniería geotécnica*, 4th ed. Stamford, CT: Cengage Learning, 2013.
[25] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Mecánica de suelos. Determinación del límite líquido por el método de casagrande. INEN 686». 2011.
[26] Instituto Ecuatoriano de Normalización, «Mecánica de suelos. Determinación del límite plástico. INEN 692». 2011.
[27] AASHTO, «AASHTO T-180 Relaciones humedad-densidad de los suelos». United States, 2020.
[28] ASTM D1883, «Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils». 2016.
[29] MINISTERIO DE OBRAS PÜBLICAS, «Normas de Diseño Geométrico». 2003. [En línea]. Disponible en: https://sjnavarro.wordpress.com/wp-content/uploads/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
[30] AASHTO, *A Policy on Geometric Design of Highways and Streets*, 7ma ed. Washington, DC, 2018.
[31] James Cárdenas Grisales, *Diseño geométrico de carreteras*, 2da ed. Ecoe Ediciones, 2013.
[32] Ranald V. Giles, Jack B. Evett, y Cheng Liu, *Mecánica de fluidos e hidraulica*, 3ra ed. Mcgraw-Hill, 2003.
[33] H. A. Rondón Quintana, *Pavimentos: materiales, construcción y diseño*. Colombia: ECOE EDICIONES, 2015. Accedido: 14 de mayo de 2024. [En línea]. Disponible en: https://biblioteca.uazuay.edu.ec/buscar/item/79223
[34] AASHTO, «Guia AASHTO 93 para Diseño de Estructuras de Pavimentos». IDPP, 1992. [En línea]. Disponible en: https://es.scribd.com/doc/126459232/Guia-AASHTO-93-version-en-espanol

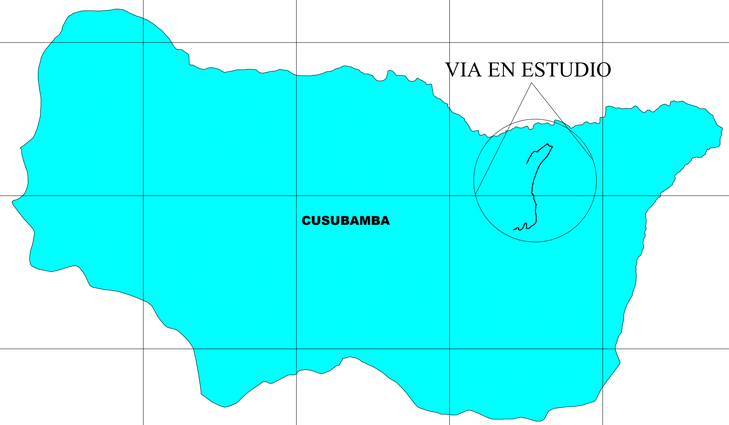
MAPA GEO POLÍTICO DEL ECUADOR
MACRO-LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:2' 500 000



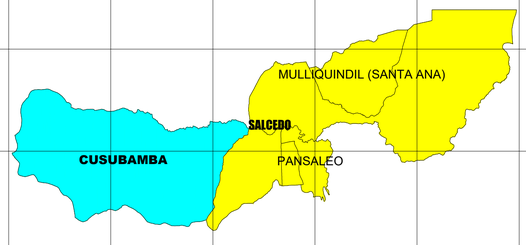
COTOPAXI
ESCALA 1:500 000



MICRO-LOCALIZACIÓN
ESCALA 1:100 000



CANTÓN SALCEDO
ESCALA 1:200 000



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

UBICACIÓN:



COORDENADAS:
WGS-84 ZONA 17S

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR:
ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR:
ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

CONTIENE:
UBICACIÓN DEL PROYECTO

ESCALA: INDICADAS

FECHA: JULIO/2024

No. DE LÁMINA: 1/1







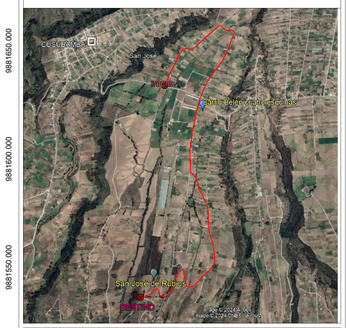


VIA MOLALULLO - CUSUBAMBA

VIA MOLALULLO - CUSUBAMBA

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

UBICACIÓN:



COORDENADAS:
WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN:	**PROVINCIA:**
SALCEDO	COTOPAXI

REALIZADO POR:
ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR:
ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

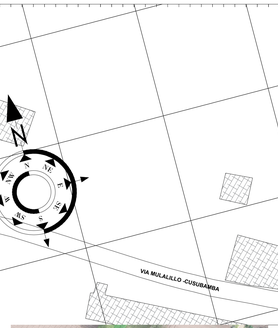
CONTIENE:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

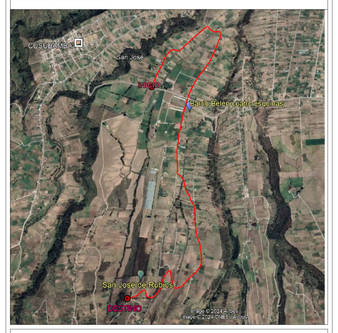
ESCALA:	**FECHA:**
1:1000	JULIO/2024

No. DE LÁMINA:
1/1

QUEBRADA-ASEQUIA

VÍA EXISTENTE





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:

COORDENADAS:

WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR:

ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR:

ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

CONTIENE:

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

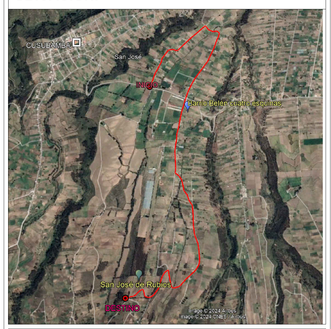
No. DE LÁMINA: 1/1

QUEBRADA-ASEQUIA

VÍA EXISTENTE

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

UBICACIÓN:



COORDENADAS:
WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN:	**PROVINCIA:**
SALCEDO	COTOPAXI

REALIZADO POR:
ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR:
ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

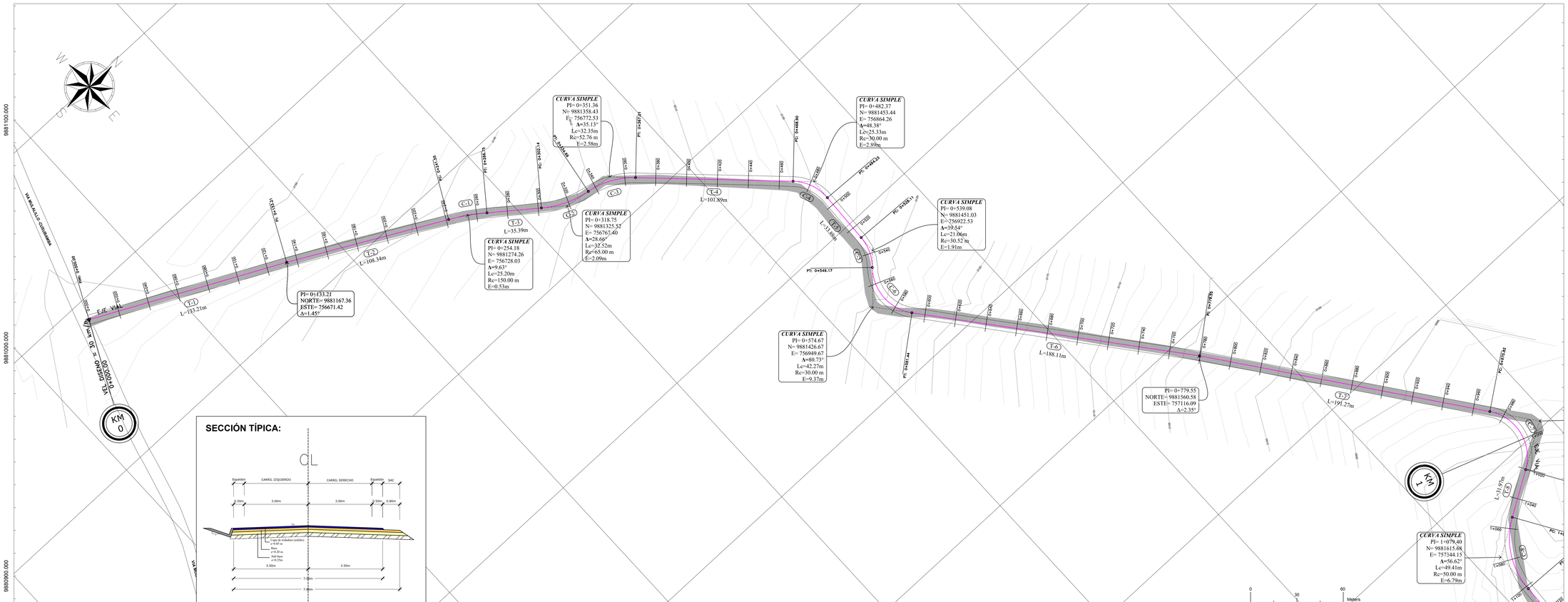
CONTIENE:
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ESCALA:	**FECHA:**
1:1000	JULIO/2024

No. DE LÁMINA:
1/1

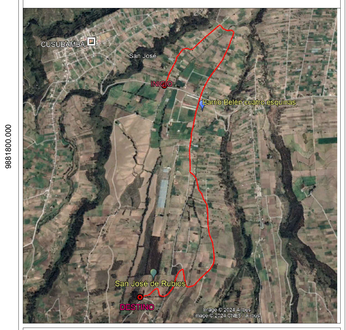
QUEBRADA-ASEQUIA

VÍA EXISTENTE



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

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR: ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

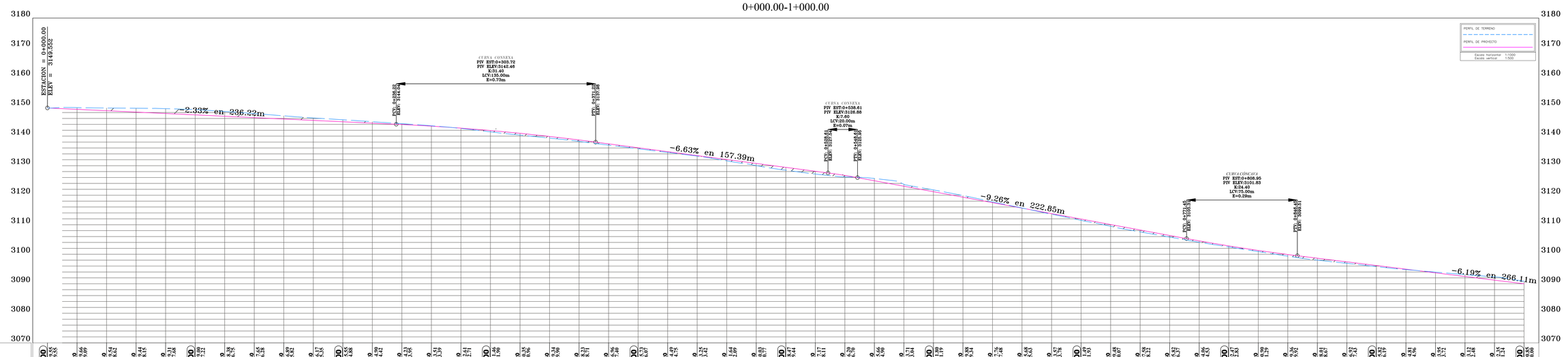
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

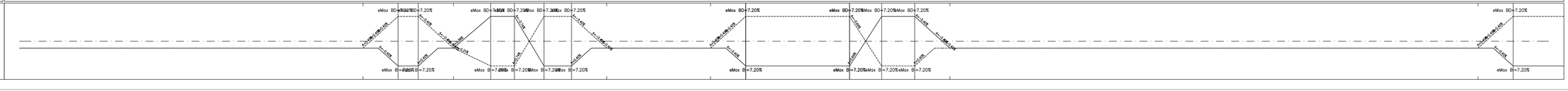
No. DE LÁMINA: 1/1

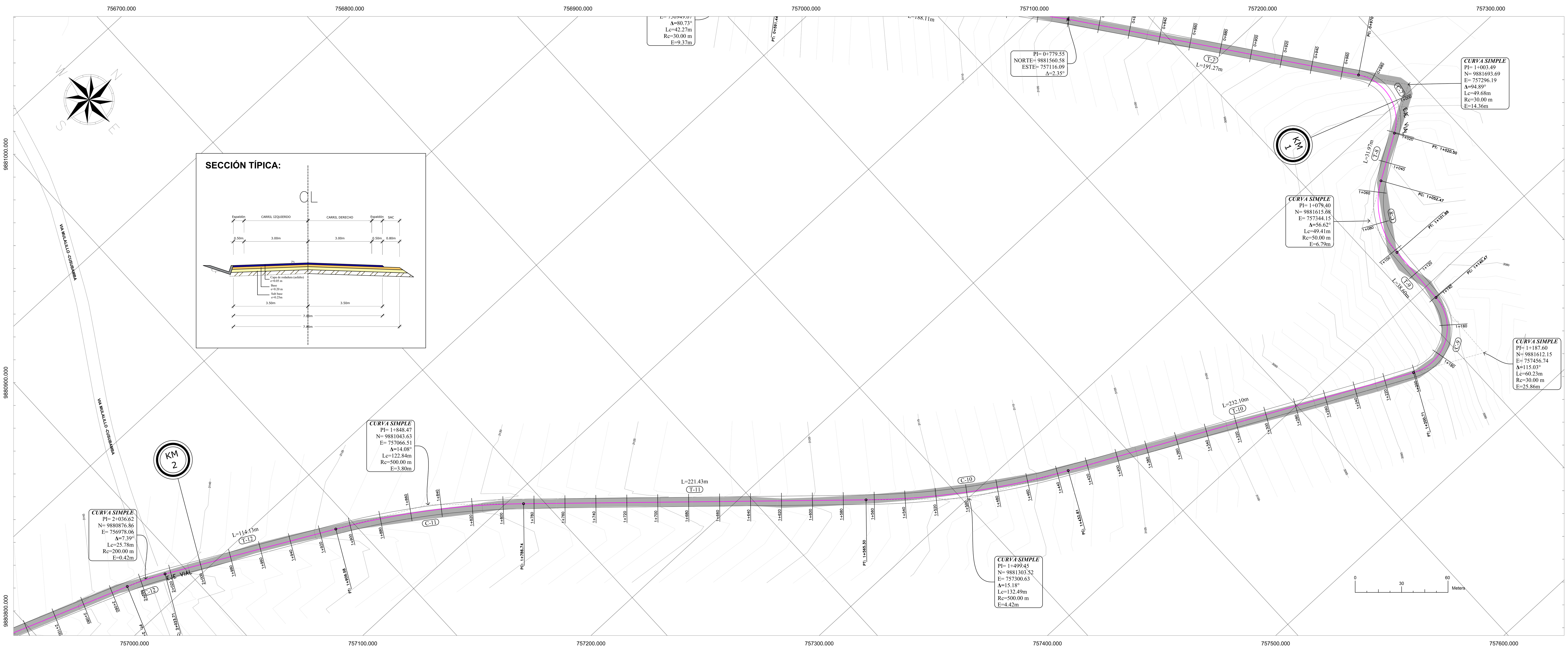
PERFIL LONGITUDINAL
0+000.00-1+000.00



ABSCISADO	0+000	0+020	0+040	0+060	0+080	0+100	0+120	0+140	0+160	0+180	0+200	0+220	0+240	0+260	0+280	0+300	0+320	0+340	0+360	0+380	0+400	0+420	0+440	0+460	0+480	0+500	0+520	0+540	0+560	0+580	0+600	0+620	0+640	0+660	0+680	0+700	0+720	0+740	0+760	0+780	0+800	0+820	0+840	0+860	0+880	0+900	0+920	0+940	0+960	0+980	1+000
CL	3149.55	3149.66	3149.54	3149.44	3149.21	3149.09	3148.96	3148.74	3148.46	3148.32	3148.58	3148.58	3148.42	3148.33	3148.30	3148.46	3148.85	3148.76	3148.71	3148.46	3148.43	3148.29	3148.25	3148.12	3148.03	3147.93	3147.84	3147.76	3147.66	3147.54	3147.44	3147.34	3147.28	3147.26	3147.15	3147.09	3146.98	3146.92	3146.84	3146.76	3146.66	3146.56	3146.46	3146.36	3146.26	3146.16	3146.06	3145.96	3145.86	3145.76	3145.66	3145.56
E. Corte	0.00	0.58	0.92	1.29	1.63	1.79	1.62	1.37	1.07	0.82	0.67	0.48	0.29	0.12	−0.10	−0.61	−0.56	−0.48	−0.44	−0.26	−0.17	−0.45	−0.74	−0.94	−0.49	0.76	0.66	0.61	0.54	0.27	0.05	−0.21	−0.59	−0.64	−0.54	−0.47	−0.39	−0.55	−0.66	−0.52	−0.15	0.24	0.64	1.11	0.85	0.58	0.31	0.04	−0.23	−0.50	−0.77
E. Relleno	0.00	0.58	0.92	1.29	1.63		1.62	1.37	1.07	0.82		0.48	0.29	0.12	−0.10	0.44	−0.61	−0.56	−0.48	−0.44	0.34	−0.26	−0.17	−0.45	−0.74	0.97	−0.94	0.76	0.66	0.61	0.54	0.27	0.05	−0.21	0.43	−0.59	−0.64	−0.54	−0.47	0.35	−0.39	−0.55	−0.66	−0.52	0.38	−0.15	0.24	0.64	1.11					
Geometría H.	L=133.21		L=108.34			L=25.20 R=150.00	L=35.39	L=32.52 R=65.00	L=32.35		L=101.89			L=25.33 R=30.00	L=33.88	L=21.06 R=30.52	L=42.27			L=188.11																								L=191.27			L=49.68 R=30.00					

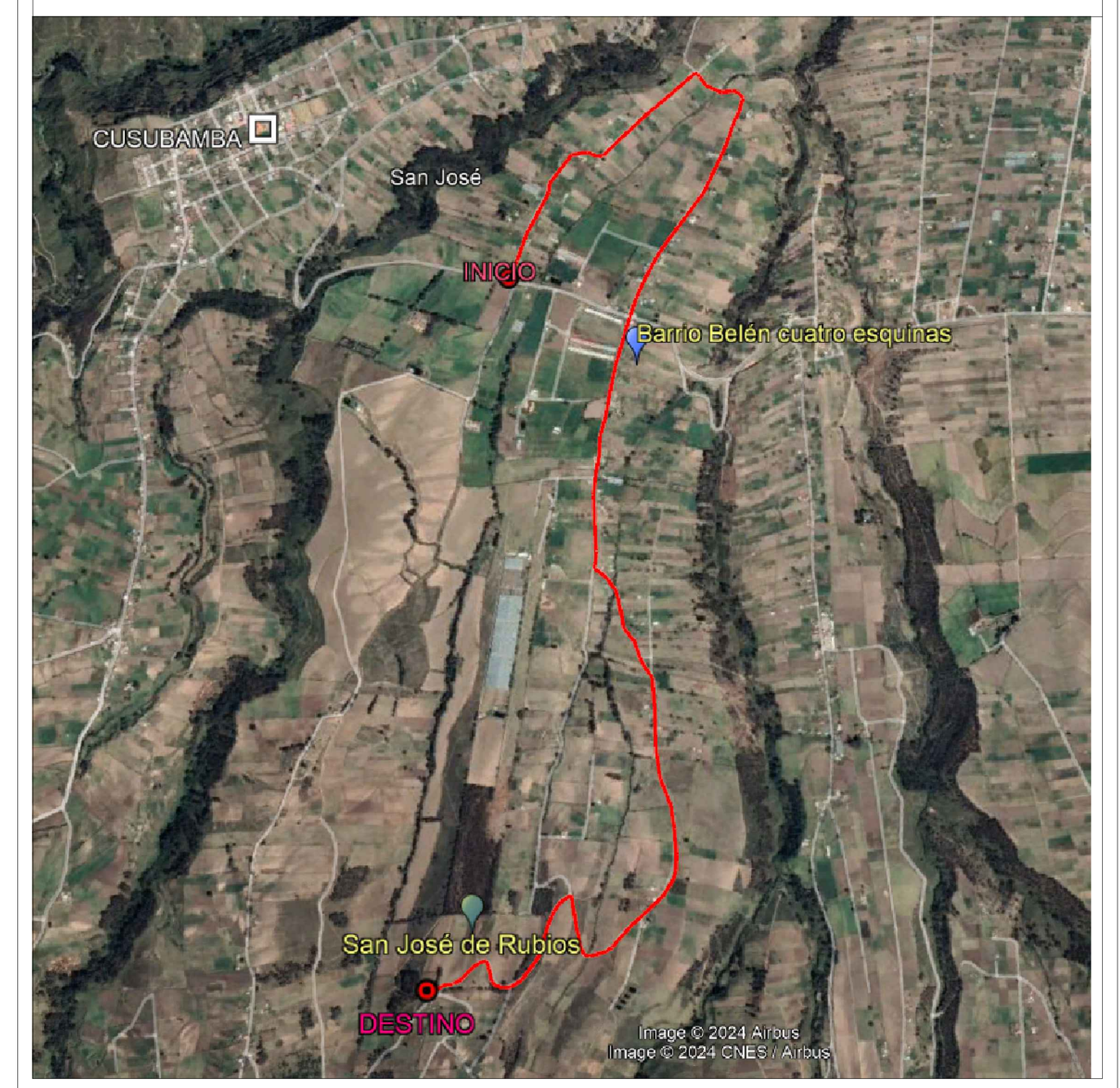
DIAGRAMA DE PERALTES (%)
ESCALA 1% = 1mm





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

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO


TUTOR: ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

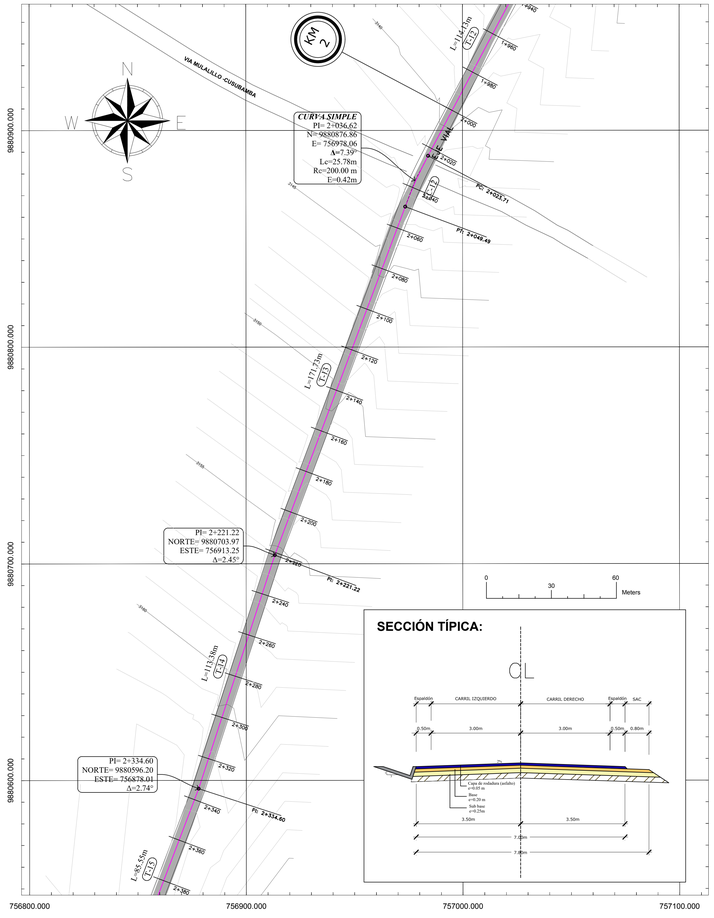
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

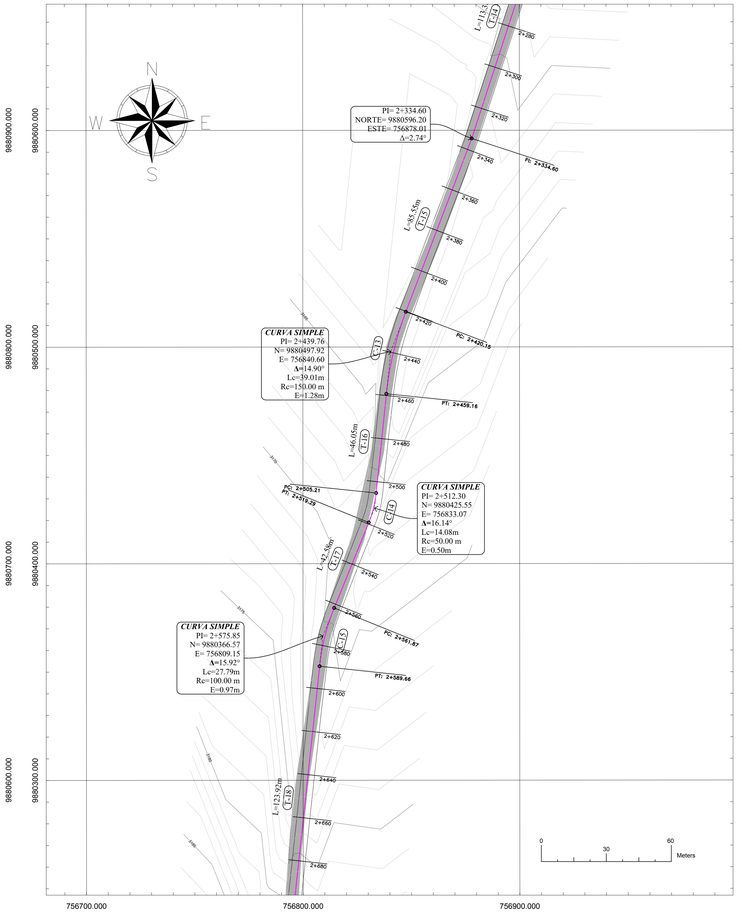
ESCALA: 1:1000

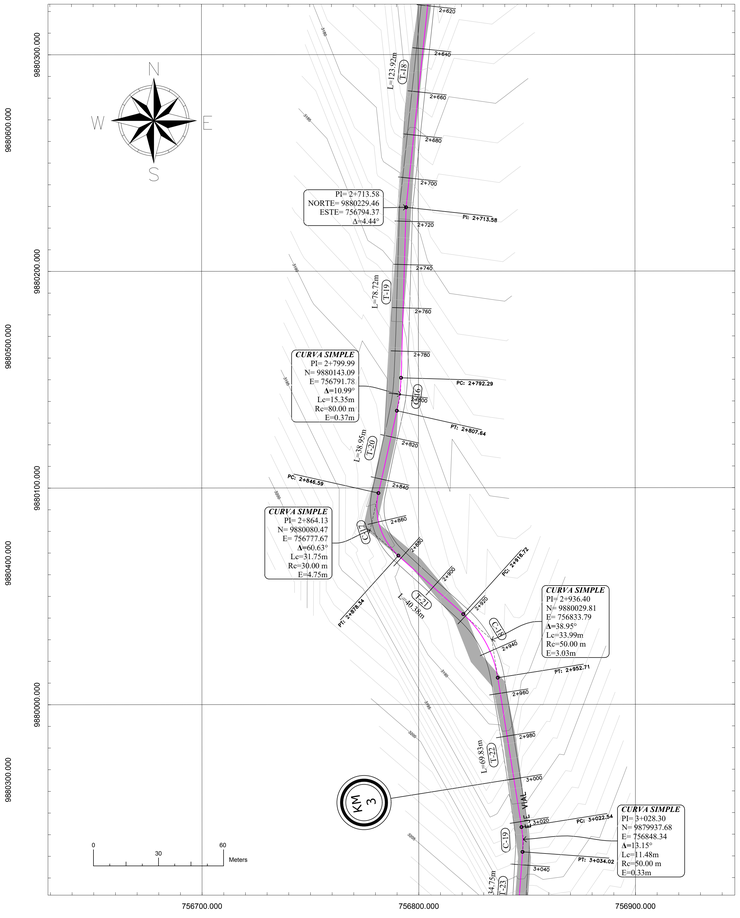
FECHA: JULIO/2024

No. DE LÁMINA: 1/1









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

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR: ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

No. DE LÁMINA: 1/1

PERFIL DE TERRENO
PERFIL DE PROYECTO
Escala horizontal 1:1000
Escala vertical 1:500

PERFIL LONGITUDINAL
2+000.00-3+020.00

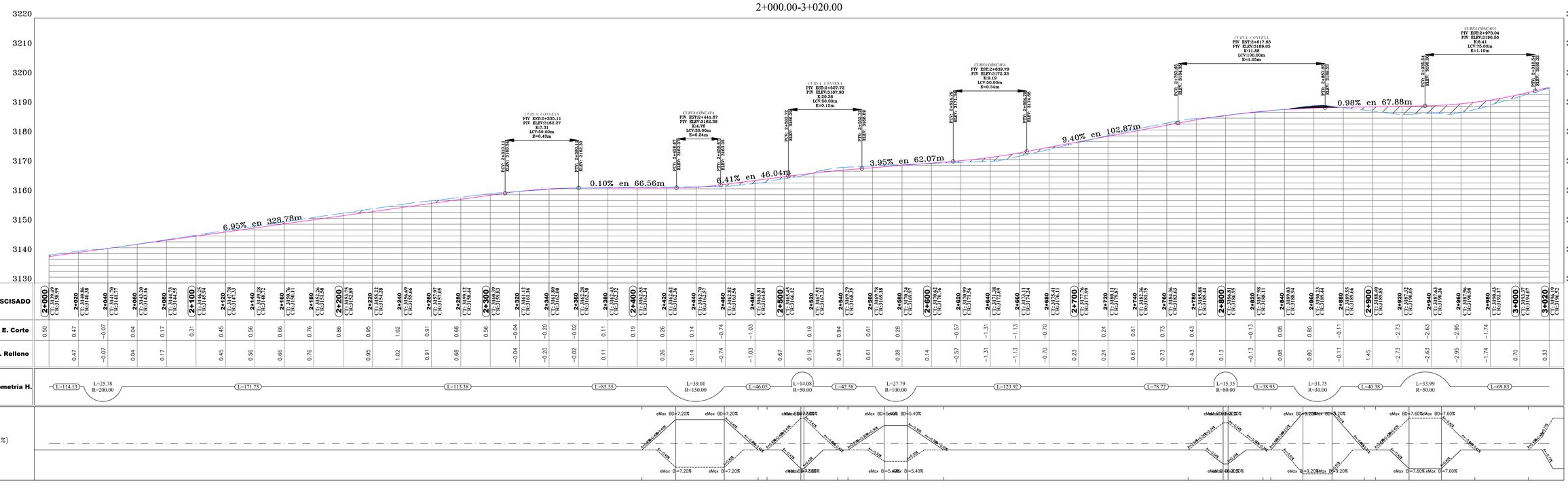
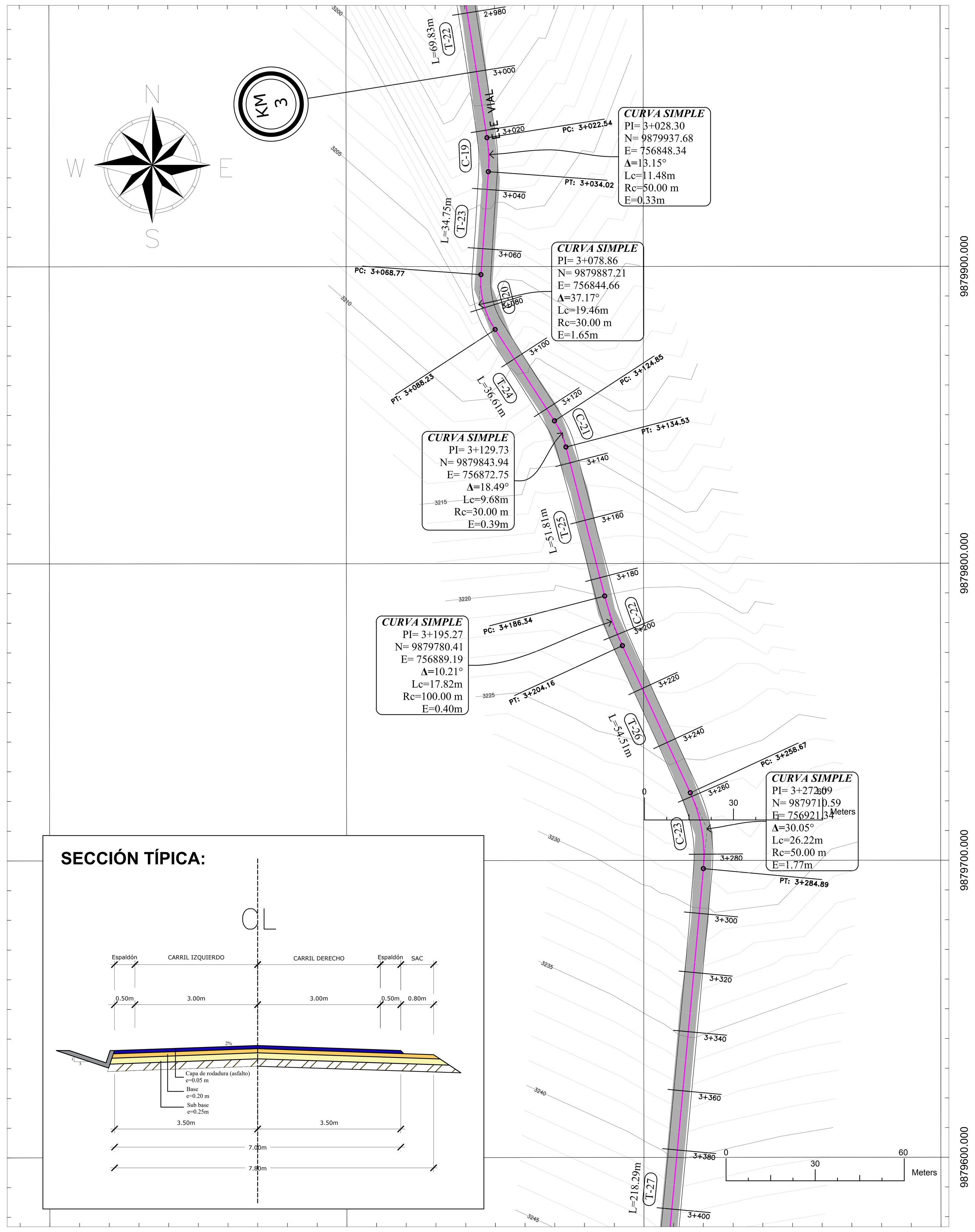
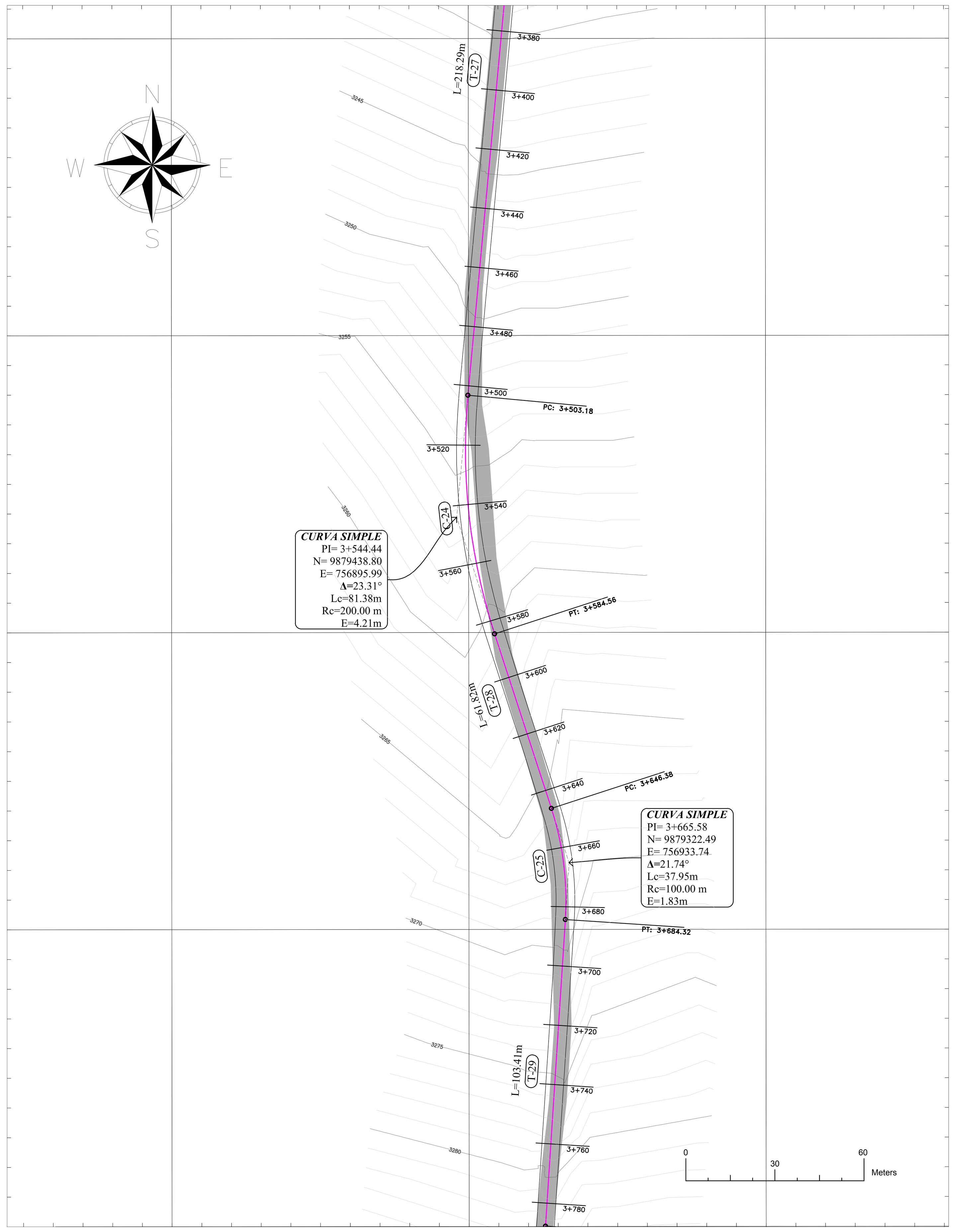
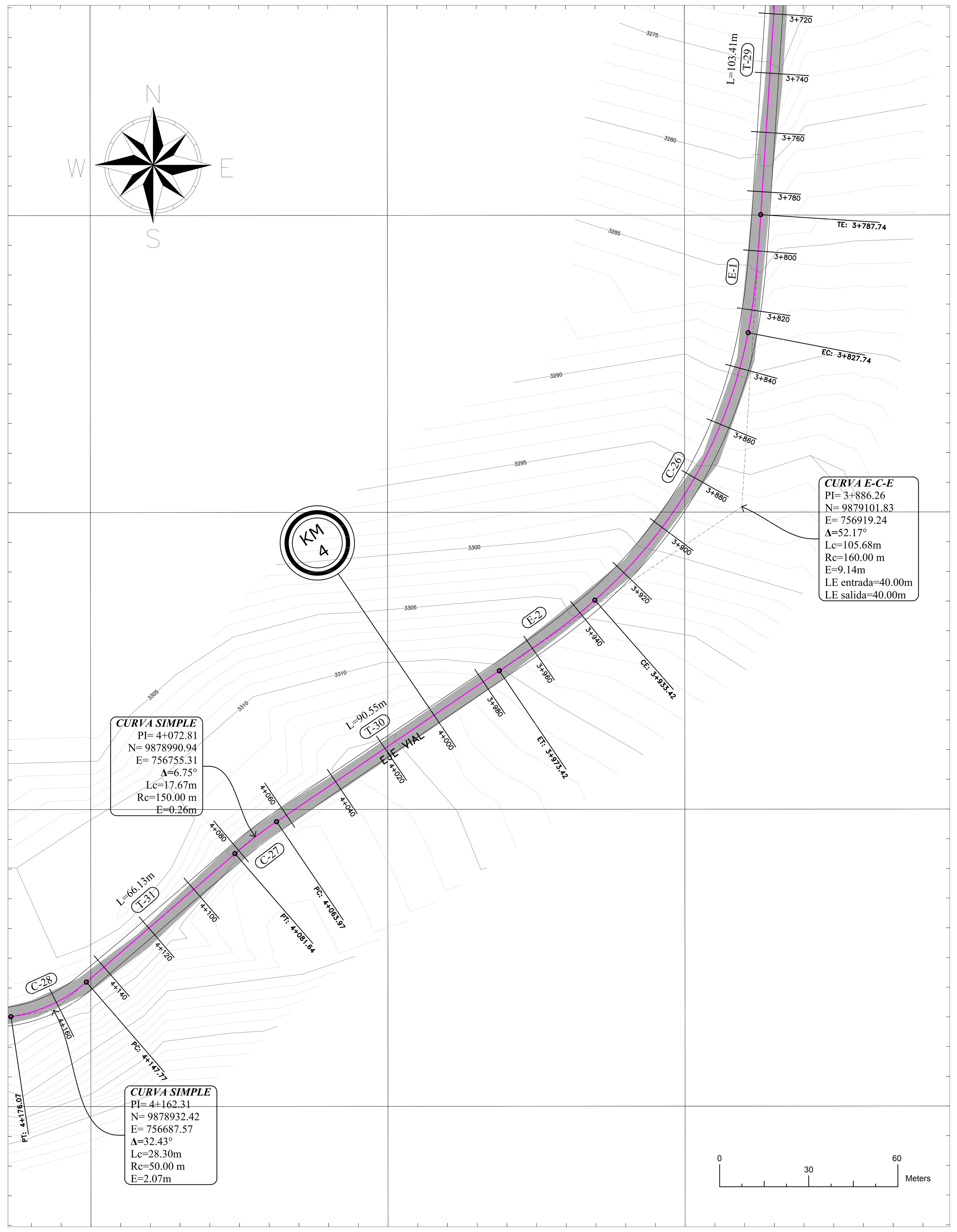


DIAGRAMA DE PERALTES (%)
ESCALA 1% = 1mm

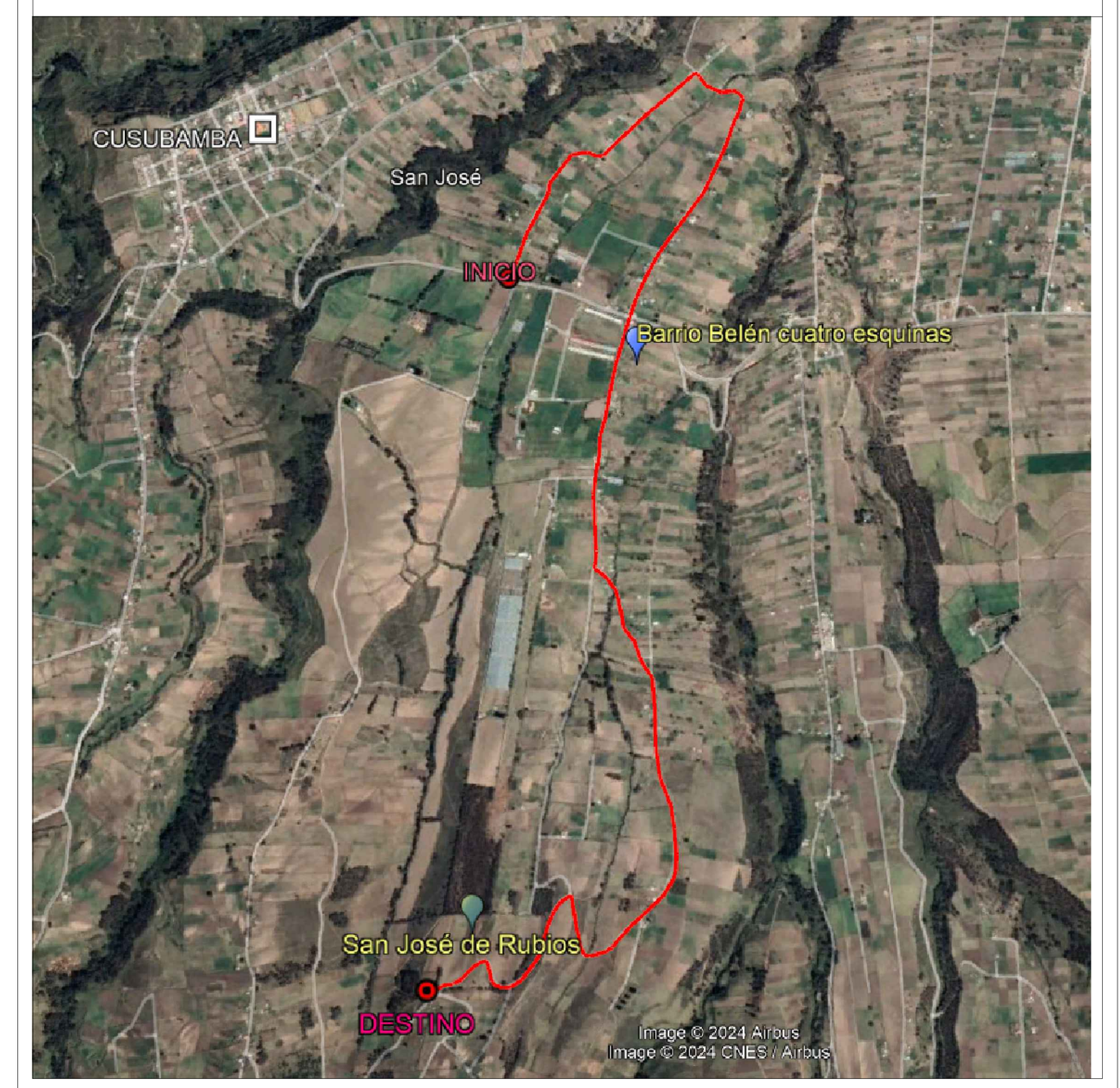






UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO


TUTOR: ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

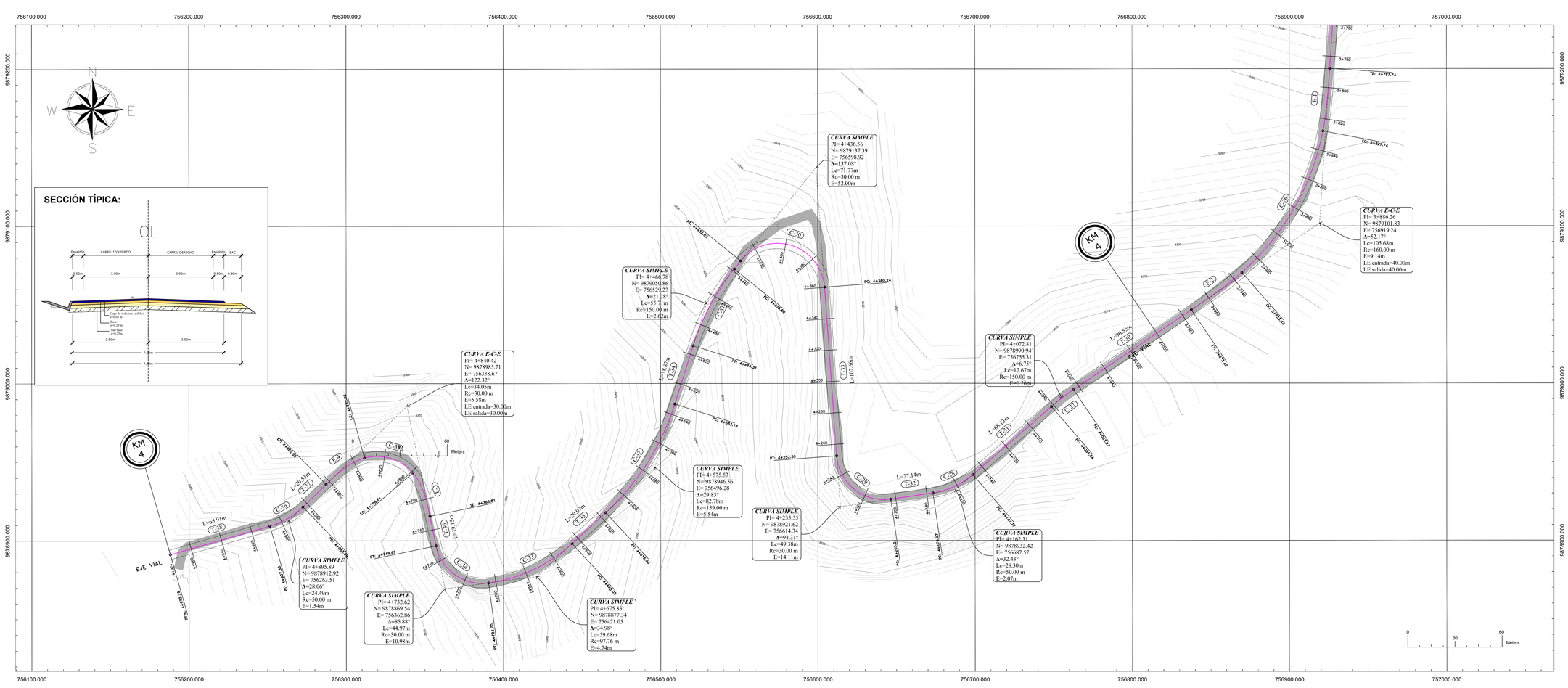
ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

No. DE LÁMINA: 1/1



Abscisa	CT	CR	E. Corte	E. Relleno
3+000	3193.37	3194.07		0.70
3+020	3196.19	3196.52	−0.33	−0.33
3+040	3199.01	3199.05	−0.04	−0.04
3+060	3202.04	3201.58	0.46	0.46
3+080	3205.37	3204.09	1.28	1.28
3+100	3209.00	3206.57	2.43	
3+120	3212.55	3209.01	3.54	3.54
3+140	3214.98	3211.43	3.55	3.55
3+160	3217.20	3213.81	3.39	3.39
3+180	3219.32	3216.16	3.16	3.16
3+200	3221.23	3218.48	2.75	
3+220	3222.82	3220.77	2.05	2.05
3+240	3224.42	3223.07	1.35	1.35
3+260	3226.13	3225.37	0.76	0.76
3+280	3228.09	3227.67	0.42	0.42
3+300	3230.20	3229.96	0.23	
3+320	3232.40	3232.26	0.14	0.14
3+340	3234.78	3234.56	0.22	0.22
3+360	3237.26	3236.85	0.40	0.40
3+380	3239.72	3239.15	0.57	0.57
3+400	3241.89	3241.44	0.44	
3+420	3244.05	3243.73	0.32	0.32
3+440	3246.36	3246.02	0.34	0.34
3+460	3248.54	3248.30	0.24	0.24
3+480	3250.26	3250.59	−0.33	−0.33
3+500	3252.45	3252.88		0.42
3+520	3254.25	3255.09	−0.84	−0.84
3+540	3256.05	3257.06	−1.01	−1.01
3+560	3258.53	3258.81	−0.28	−0.28
3+580	3260.31	3260.49	−0.18	−0.18
3+600	3261.77	3262.18		0.41
3+620	3263.35	3263.86	−0.51	−0.51
3+640	3265.04	3265.54	−0.51	−0.51
3+660	3266.91	3267.30	−0.39	−0.39
3+680	3268.63	3269.60	−0.98	−0.98
3+700	3270.57	3272.21		1.64
3+720	3272.76	3274.82	−2.06	−2.06
3+740	3275.43	3277.43	−2.00	−2.00
3+760	3278.17	3280.04	−1.87	−1.87
3+780	3281.22	3282.65	−1.42	−1.42
3+800	3284.09	3285.26		1.17
3+820	3286.87	3287.86	−0.99	−0.99
3+840	3289.63	3290.47	−0.85	−0.85
3+860	3292.62	3293.08	−0.47	−0.47
3+880	3295.69	3295.69	0.00	0.00
3+900	3298.70	3298.30	0.40	
3+920	3301.51	3300.91	0.60	0.60
3+940	3304.68	3303.52	1.16	1.16
3+960	3307.87	3306.13	1.75	1.75
3+980	3311.20	3308.74	2.47	2.47
4+000	3314.04	3310.90	3.15	
4+020	3315.23	3312.26	2.97	2.97
4+040	3315.45	3312.81	2.64	2.64
4+050	3315.44	3312.83	2.61	



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

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR: ING. Msc. Miryam Marisol Bayas A.

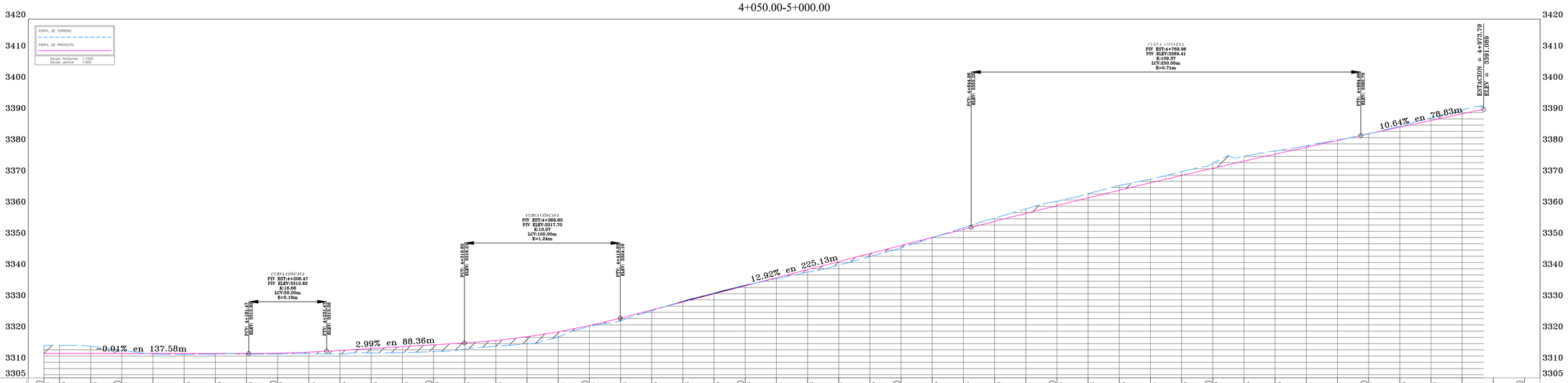
CONTIENE: LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO

ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

No. DE LÁMINA: 1/1

PERFIL LONGITUDINAL
4+050.00-5+000.00



ABSCISADO	4+050	4+060	4+080	4+100	4+120	4+140	4+160	4+180	4+200	4+220	4+240	4+260	4+280	4+300	4+320	4+340	4+360	4+380	4+400	4+420	4+440	4+460	4+480	4+500	4+520	4+540	4+560	4+580	4+600	4+620	4+640	4+660	4+680	4+700	4+720	4+740	4+760	4+780	4+800	4+820	4+840	4+860	4+880	4+900	4+920	4+940	4+960	4+980	5+000
CL	3315.43	3315.43	3315.43	3315.84	3315.82	3315.82	3315.82	3315.82	3315.82	3315.75	3315.56	3315.42	3315.08	3315.49	3315.49	3315.45	3315.41	3315.71	3315.80	3315.79	3315.46	3315.38	3315.35	3315.47	3315.71	3315.88	3315.66	3315.47	3315.43	3315.79	3315.75	3315.63	3315.49	3315.43	3315.45	3315.64	3315.68	3315.42	3315.37	3315.63	3315.74	3315.76	3315.84	3316.17	3316.23	3316.37	3316.58	3316.73	3316.91	CL:
CR	3315.43	3315.43	3315.43	3315.84	3315.82	3315.82	3315.82	3315.82	3315.82	3315.82	3315.82	3315.42	3315.08	3315.49	3315.49	3315.45	3315.41	3315.71	3315.80	3315.79	3315.46	3315.38	3315.35	3315.47	3315.71	3315.88	3315.66	3315.47	3315.43	3315.79	3315.75	3315.63	3315.49	3315.43	3315.45	3315.64	3315.68	3315.42	3315.37	3315.63	3315.74	3315.76	3315.84	3316.17	3316.23	3316.37	3316.58	3316.73	3316.91	CR:
E. Corte	2.61	2.61	2.30	1.02	−0.20	−0.29	−0.22	−0.19		−0.51	−1.19	−1.39	−1.93		−2.02	−1.86	−2.29	−1.68		−0.91	−0.27	0.23	0.27	0.21	−0.37	−0.81	−1.10	−0.97		−0.13	0.54	1.04	1.41	1.43	1.38	1.54	1.12	1.22	1.71	1.56	1.01	0.51	0.16	0.03	0.36	0.88	1.28			
E. Relleno	2.61		2.30		−0.20	−0.29	−0.22	−0.19	0.23	−0.51	−1.19	−1.39	−1.93	2.21	−2.02	−1.86	−2.29	−1.68	0.35	−0.91	−0.27	0.23	0.27		−0.37	−0.81	−1.10	−0.97	0.73	−0.13	0.54	1.04	1.41		1.38	1.54	1.12	1.22		1.56	1.01	0.51	0.16		0.36	0.88	1.28			

Geometría H.

L=90.52 | L=17.67 R=150.00 | L=66.13 | L=28.30 R=50.00 | L=27.14 | L=49.38 R=30.00 | L=107.66 | L=71.77 R=30.00 | L=6.58 | L=55.71 R=150.00 | L=38.87 | L=82.78 R=159.00 | L=29.07 | L=59.68 R=97.76 | L=44.97 | L=19.15 | L=30.00 | L=34.05 R=30.00 | L=30.00 | L=20.53 | L=24.49 R=50.00 | L=65.91

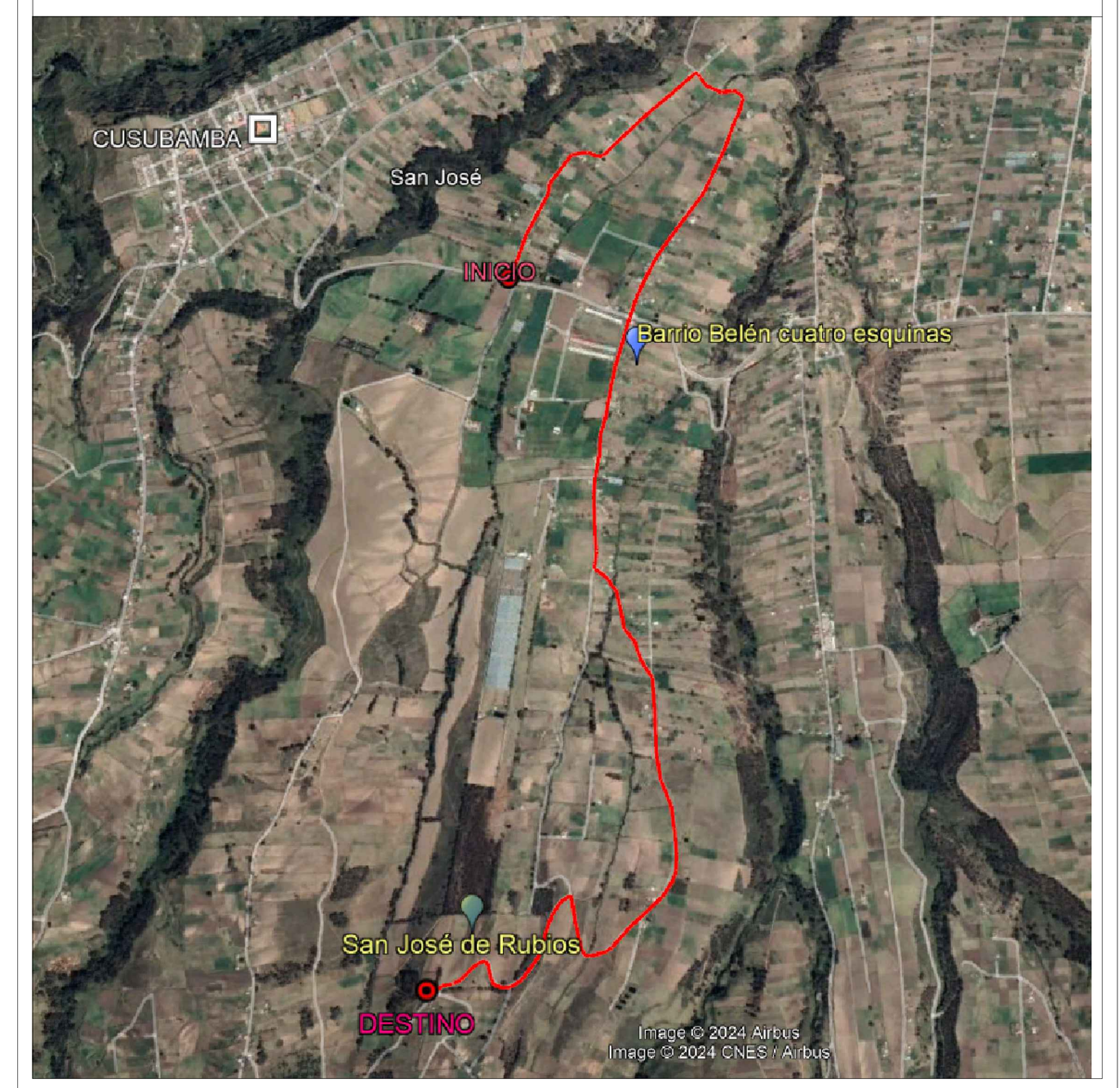
DIAGRAMA DE PERALTES (%)
ESCALA 1% = 1mm

SECCIONES TRANSVERSALES

Estación	Área Corte	Área de relleno	Volumen Corte	Volumen de relleno	Elevación TN	Elevación SUB-RAS
K0+000.00	7.35	0.00	0.00	0.00	3149.55	3149.05
K0+020.00	14.07	0.00	214.13	0.00	3149.66	3148.59
K0+040.00	19.51	0.00	335.79	0.00	3149.54	3148.12
K0+060.00	24.96	0.00	444.71	0.00	3149.44	3147.65
K0+080.00	30.59	0.00	555.52	0.00	3149.31	3147.18
K0+100.00	32.94	0.00	635.33	0.00	3149.00	3146.72
K0+120.00	29.35	0.00	622.92	0.00	3148.38	3146.25
K0+140.00	25.16	0.00	545.58	0.00	3147.65	3145.78
K0+160.00	21.23	0.00	463.98	0.00	3146.89	3145.32
K0+180.00	18.02	0.00	392.52	0.00	3146.17	3144.85
K0+200.00	15.48	0.00	334.96	0.00	3145.55	3144.38
K0+220.00	12.97	0.00	284.51	0.00	3144.90	3143.92
K0+240.00	9.55	0.00	225.19	0.00	3144.23	3143.45
K0+250.00	8.23	0.00	88.88	0.00	3143.89	3143.18
K0+260.00	7.26	0.00	77.23	0.00	3143.51	3142.89
K0+280.00	5.44	0.00	126.95	0.00	3142.61	3142.21
K0+300.00	1.16	0.21	65.99	2.10	3141.46	3141.40
K0+310.00	0.57	1.72	8.24	10.09	3140.86	3140.95
K0+320.00	0.59	2.24	5.38	20.93	3140.35	3140.46
K0+330.00	0.46	1.31	4.88	18.69	3139.85	3139.95
K0+340.00	0.33	0.40	3.98	8.45	3139.34	3139.40
K0+350.00	1.00	0.48	6.26	4.60	3138.83	3138.82
K0+360.00	1.22	0.58	10.35	5.61	3138.23	3138.21
K0+380.00	0.96	0.00	21.39	5.88	3136.96	3136.90
K0+400.00	1.90	0.00	28.65	0.00	3135.73	3135.57
K0+420.00	2.99	0.00	48.95	0.00	3134.49	3134.25
K0+440.00	3.85	0.00	68.38	0.00	3133.25	3132.92
K0+460.00	0.51	0.25	43.60	2.48	3131.64	3131.59
K0+470.00	0.23	1.84	3.68	10.58	3130.85	3130.93
K0+480.00	0.40	3.49	2.73	29.69	3130.03	3130.27
K0+490.00	0.25	6.18	2.76	53.66	3129.17	3129.60
K0+500.00	0.25	6.83	2.31	68.06	3128.47	3128.94
K0+520.00	0.18	6.16	4.23	129.85	3127.17	3127.61
K0+530.00	0.63	5.05	3.91	57.17	3126.62	3126.95
K0+540.00	2.36	2.72	13.07	43.43	3126.20	3126.20
K0+550.00	7.94	0.00	48.59	15.06	3126.04	3125.32
K0+560.00	15.27	0.00	118.42	0.00	3125.66	3124.40
K0+570.00	19.98	0.00	174.37	0.00	3125.09	3123.47
K0+580.00	21.57	0.00	199.04	0.00	3123.71	3122.54
K0+590.00	20.01	0.00	192.94	0.00	3122.69	3121.62
K0+600.00	16.78	0.00	182.05	0.00	3121.80	3120.69
K0+620.00	12.76	0.00	295.40	0.00	3119.88	3118.84
K0+640.00	9.65	0.00	224.11	0.00	3117.76	3116.98
K0+660.00	6.41	0.00	160.56	0.00	3115.68	3115.13
K0+680.00	4.00	0.00	104.07	0.00	3113.57	3113.28
K0+700.00	1.55	0.00	55.46	0.00	3111.49	3111.43
K0+720.00	0.01	0.87	15.58	8.70	3109.48	3109.57
K0+740.00	0.00	1.83	0.13	27.01	3107.58	3107.72
K0+760.00	0.40	0.40	3.98	22.29	3105.82	3105.87
K0+780.00	1.56	0.00	19.72	3.95	3104.06	3104.03
K0+800.00	2.98	0.00	45.41	0.00	3102.47	3102.33
K0+820.00	2.04	0.00	50.17	0.00	3100.90	3100.79
K0+840.00	0.26	0.19	22.98	1.87	3099.36	3099.42
K0+860.00	0.04	1.26	2.99	14.45	3098.01	3098.17
K0+880.00	0.17	0.02	2.07	12.82	3096.92	3096.93
K0+900.00	1.91	0.00	20.75	0.24	3095.81	3095.69
K0+920.00	4.37	0.00	62.75	0.00	3094.81	3094.46
K0+940.00	8.87	0.01	132.34	0.06	3093.95	3093.22
K0+960.00	14.33	0.00	231.95	0.06	3093.12	3091.98
K0+980.00	19.96	0.00	342.55	0.00	3092.35	3090.74
K0+990.00	20.58	0.00	201.88	0.00	3091.69	3090.12
K1+000.00	17.81	0.00	192.01	0.00	3090.85	3089.50
K1+010.00	1.02	2.29	93.26	12.19	3088.53	3088.88
K1+020.00	0.00	16.03	4.23	96.49	3087.02	3088.27
K1+040.00	0.00	26.10	0.00	421.34	3085.01	3087.03
K1+060.00	0.00	25.64	0.00	515.12	3083.60	3085.79
K1+070.00	0.00	20.51	0.00	226.72	3083.33	3085.17
K1+080.00	0.00	18.84	0.00	194.06	3082.89	3084.55
K1+090.00	0.00	16.82	0.00	177.98	3082.48	3083.93
K1+100.00	0.00	14.90	0.00	160.62	3082.07	3083.31
K1+120.00	0.00	13.72	0.00	286.47	3080.92	3082.13
K1+140.00	0.00	20.18	0.00	339.00	3080.33	3081.61
K1+150.00	0.00	22.27	0.00	229.43	3080.47	3081.65
K1+160.00	0.00	19.60	0.00	225.84	3080.58	3081.90
K1+170.00	0.00	17.89	0.00	200.08	3081.09	3082.35
K1+180.00	0.40	8.00	1.65	139.69	3082.36	3083.01
K1+190.00	4.23	0.04	21.80	43.78	3083.96	3083.87
K1+200.00	13.65	0.00	90.16	0.23	3085.64	3084.94
K1+220.00	24.67	0.00	383.47	0.00	3088.95	3087.37
K1+240.00	29.12	0.00	537.98	0.00	3091.84	3089.81
K1+260.00	26.47	0.00	555.95	0.00	3094.18	3092.26
K1+280.00	20.75	0.00	472.20	0.00	3096.14	3094.59
K1+300.00	14.09	0.00	348.43	0.00	3097.78	3096.67
K1+320.00	12.07	0.00	261.60	0.00	3099.46	3098.50
K1+340.00	13.17	0.00	252.35	0.00	3101.07	3100.08
K1+360.00	15.61	0.00	287.77	0.00	3102.67	3101.52
K1+380.00	19.19	0.00	347.98	0.00	3104.38	3102.96
K1+400.00	20.16	0.00	393.50	0.00	3105.90	3104.40
K1+420.00	20.90	0.00	410.64	0.00	3107.33	3105.85
K1+440.00	21.38	0.00	422.83	0.00	3108.89	3107.29
K1+450.00	23.07	0.00	222.27	0.00	3109.73	3108.01
K1+460.00	23.38	0.00	232.24	0.00	3110.47	3108.73
K1+470.00	24.41	0.00	238.96	0.00	3111.18	3109.46
K1+480.00	27.55	0.00	260.01	0.00	3111.93	3110.18
K1+490.00	29.56	0.00	286.01	0.00	3112.68	3110.90
K1+500.00	30.35	0.00	300.10	0.00	3113.47	3111.62
K1+510.00	29.92	0.00	301.79	0.00	3114.25	3112.34
K1+520.00	28.51	0.00	292.43	0.00	3114.98	3113.06
K1+530.00	26.69	0.00	276.04	0.00	3115.67	3113.79
K1+540.00	25.95	0.00	263.07	0.00	3116.34	3114.51
K1+550.00	25.23	0.00	255.74	0.00	3116.99	3115.23
K1+560.00	24.51	0.00	248.56	0.00	3117.65	3115.95
K1+580.00	22.14	0.00	466.43	0.00	3118.89	3117.39
K1+600.00	16.88	0.00	390.18	0.00	3120.00	3118.84
K1+620.00	9.34	0.00	262.27	0.00	3120.85	3120.28
K1+640.00	6.46	0.00	158.05	0.00	3121.99	3121.65
K1+660.00	5.78	0.00	122.44	0.00	3123.11	3122.82
K1+680.00	5.32	0.00	111.01	0.00	3124.11	3123.79
K1+700.00	5.88	0.11	111.96	1.12	3125.07	3124.63
K1+720.00	6.40	0.72	122.74	8.31	3125.97	3125.48
K1+740.00	6.98	0.02	133.76	7.36	3126.84	3126.32
K1+760.00	8.78	0.00	157.59	0.17	3127.74	3127.17
K1+780.00	10.86	0.00	196.34	0.00	3128.64	3128.01
K1+790.00	11.62	0.00	112.37	0.00	3129.09	3128.44
K1+800.00	10.86	0.00	112.61	0.00	3129.39	3128.86
K1+810.00	10.34	0.00	106.19	0.00	3129.82	3129.28
K1+820.00	9.88	0.00	101.22	0.00	3130.31	3129.70
K1+830.00	9.84	0.00	98.69	0.00	3130.78	3130.12
K1+840.00	10.33	0.00	100.96	0.00	3131.20	3130.55
K1+850.00	10.28	0.00	103.16	0.00	3131.62	3130.97
K1+860.00	9.24	0.00	97.71	0.00	3131.91	3131.39
K1+870.00	8.68	0.00	89.79	0.00	3132.27	3131.81
K1+880.00	8.66	0.00	86.90	0.00	3132.70	3132.24
K1+890.00	8.79	0.00	87.38	0.00	3133.14	3132.66
K1+900.00	9.91	0.00	93.52	0.00	3133.64	3133.08
K1+920.00	14.92	0.00	248.15	0.00	3134.80	3133.93
K1+940.00	19.50	0.00	344.28	0.00	3135.94	3134.79
K1+960.00	19.06	0.00	385.66	0.00	3136.95	3135.84
K1+980.00	17.47	0.00	365.34	0.00	3138.21	3137.10
K2+000.00	15.84	0.00	333.13	0.00	3139.49	3138.49
K2+020.00	14.39	0.00	302.33	0.00	3140.86	3139.88
K2+030.00	11.04	0.00	127.19	0.00	3141.39	3140.58
K2+040.00	7.97	0.00	95.37	0.00	3141.70	3141.27
K2+060.00	10.99	0.00	190.23	0.00	3143.20	3142.66
K2+080.00	15.23	0.00	262.13	0.00	3144.73	3144.05
K2+100.00	15.33	0.00	305.51	0.00	3146.25	3145.44
K2+120.00	15.12	0.00	304.50	0.00	3147.78	3146.83
K2+140.00	22.76	0.00	378.85	0.00	3149.28	3148.22
K2+160.00	22.64	0.00	454.02	0.00	3150.76	3149.61
K2+180.00	22.44	0.00	450.77	0.00	3152.26	3151.00
K2+200.00	21.43	0.00	438.70	0.00	3153.75	3152.39
K2+220.00	22.07	0.00	435.07	0.00	3155.22	3153.78
K2+240.00	23.46	0.00	456.30	0.00	3156.69	3155.16
K2+260.00	21.06	0.00	445.15	0.00	3157.97	3156.55

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

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR: ING. Msc. Myriam Marisol Bayas A.

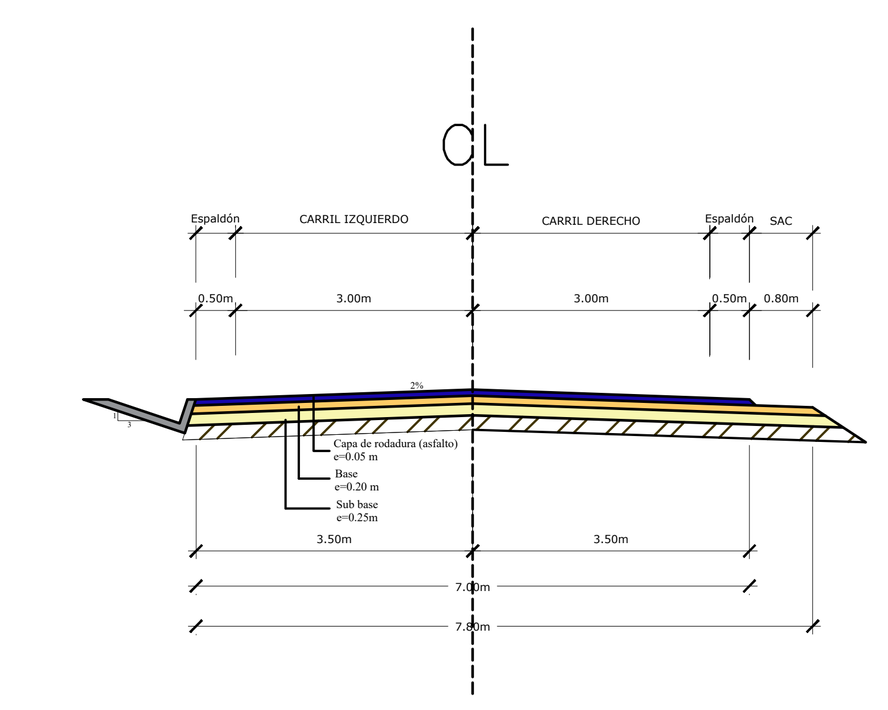
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

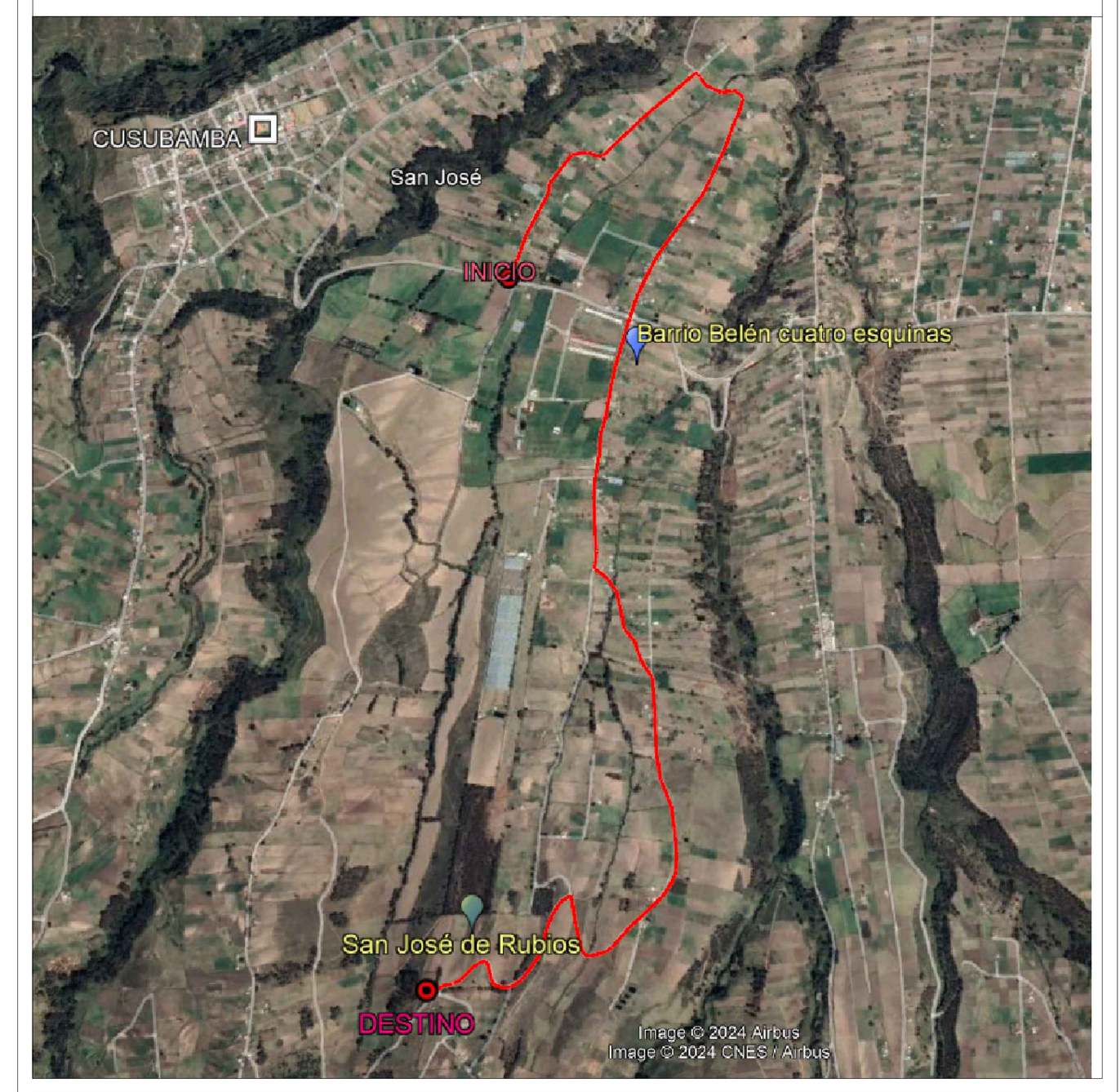
No. DE LÁMINA: 1/1

SECCIÓN TÍPICA:



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

UBICACIÓN:



COORDENADAS: WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO

PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR: ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR: ING. Msc. Myriam Marisol Bayas A.

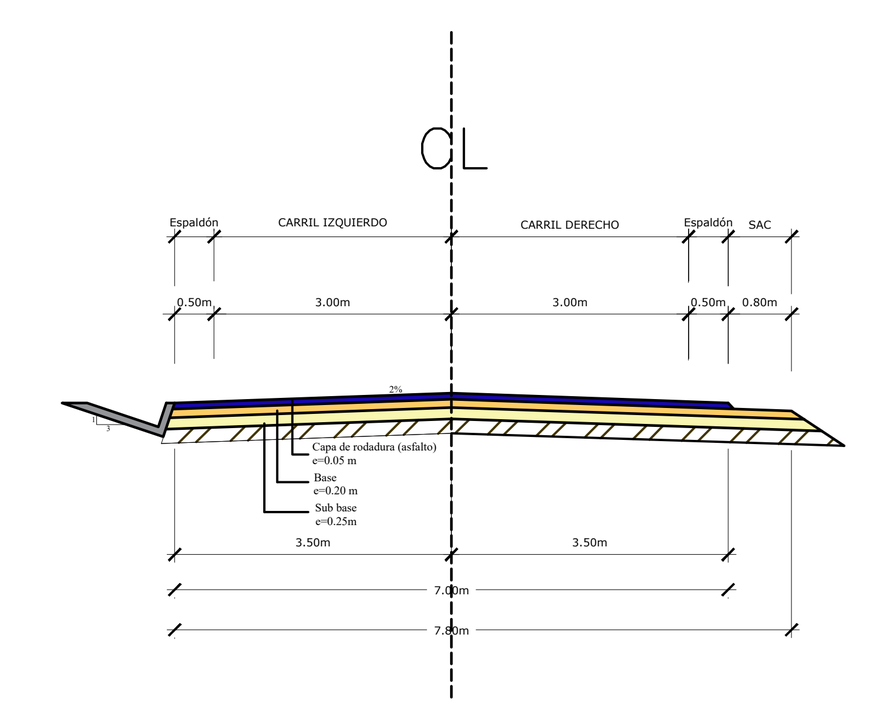
CONTIENE: SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1:1000

FECHA: JULIO/2024

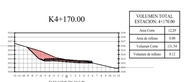
No. DE LÁMINA: 1/1

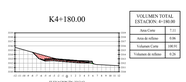
SECCIÓN TÍPICA:

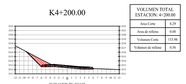


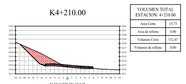
SECCIONES TRANSVERSALES

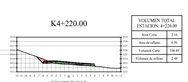
VOLUMEN TOTAL ESTACION	Area Corte	Area de relleno	Volumen Corte	Volumen de relleno	ELEVACION TN	ELEVACION SUB-RAS
K2+280.00	19.10	0.00	401.58	0.00	3159.12	3157.94
K2+300.00	16.12	0.00	352.25	0.00	3160.39	3159.33
K2+320.00	8.98	0.00	251.00	0.00	3161.12	3160.66
K2+340.00	7.13	0.00	160.12	0.00	3161.80	3161.50
K2+360.00	10.22	0.16	173.49	1.61	3162.28	3161.80
K2+380.00	10.82	0.07	210.39	2.27	3162.43	3161.82
K2+400.00	10.44	0.06	212.63	1.26	3162.53	3161.84
K2+420.00	9.20	0.00	196.47	0.63	3162.62	3161.86
K2+430.00	8.61	0.00	89.21	0.02	3162.66	3161.88
K2+440.00	7.38	0.09	80.04	0.43	3162.70	3162.07
K2+450.00	6.12	0.00	68.18	0.43	3162.76	3162.46
K2+460.00	5.55	3.33	59.83	16.42	3162.82	3163.06
K2+480.00	9.08	6.48	146.31	98.05	3163.81	3164.34
K2+500.00	9.27	2.82	183.46	92.98	3165.45	3165.62
K2+510.00	9.53	1.53	89.09	22.29	3166.25	3166.25
K2+520.00	11.22	0.19	96.27	9.00	3167.52	3166.83
K2+540.00	17.51	0.00	287.21	1.93	3169.29	3167.85
K2+560.00	13.80	0.00	313.03	0.00	3169.78	3168.68
K2+570.00	13.58	0.00	137.81	0.00	3170.03	3169.07
K2+580.00	11.46	0.00	126.28	0.00	3170.24	3169.47
K2+600.00	7.59	0.00	191.71	0.00	3170.62	3170.26
K2+620.00	3.80	0.25	113.91	2.54	3170.99	3171.06
K2+640.00	3.44	7.78	72.43	80.31	3171.38	3172.19
K2+660.00	3.28	7.14	67.25	149.18	3173.11	3173.74
K2+680.00	5.20	3.95	84.77	110.90	3175.41	3175.61
K2+700.00	11.48	0.25	166.73	41.97	3177.76	3177.49
K2+720.00	20.20	0.22	322.27	4.62	3180.11	3179.37
K2+740.00	22.74	0.60	429.42	8.23	3182.36	3181.25
K2+760.00	21.15	0.56	438.93	11.57	3184.36	3183.13
K2+780.00	17.69	2.60	388.43	31.58	3185.88	3184.94
K2+800.00	13.77	5.90	306.38	87.08	3186.81	3186.45
K2+820.00	19.33	0.18	322.52	62.21	3187.98	3187.61
K2+840.00	22.71	0.08	420.40	2.63	3189.03	3188.44
K2+850.00	21.55	0.00	230.93	0.38	3189.74	3188.73
K2+860.00	17.37	0.00	209.67	0.00	3190.23	3188.94
K2+870.00	17.97	0.00	185.50	0.00	3190.22	3189.06
K2+880.00	7.86	0.57	135.63	2.33	3189.55	3189.16
K2+900.00	0.00	13.40	78.58	139.69	3188.40	3189.35
K2+920.00	0.00	34.87	0.00	483.51	3187.32	3189.55
K2+930.00	0.00	32.12	0.00	339.76	3187.46	3189.64
K2+940.00	0.00	30.71	0.00	312.53	3187.63	3189.76
K2+950.00	0.00	37.10	0.00	335.04	3187.42	3190.00
K2+960.00	0.00	31.66	0.00	342.35	3187.96	3190.40
K2+980.00	0.00	9.35	0.00	410.05	3190.43	3191.67
K3+000.00	2.68	0.99	26.79	103.39	3193.37	3193.57
K3+020.00	3.26	0.04	59.41	10.32	3196.19	3196.02
K3+030.00	4.12	0.00	35.52	0.24	3197.58	3197.28
K3+040.00	6.52	0.01	52.93	0.08	3199.01	3198.55
K3+060.00	15.51	0.00	220.36	0.13	3202.04	3201.08
K3+070.00	20.43	0.00	178.68	0.00	3203.66	3202.34
K3+080.00	26.98	0.00	231.83	0.00	3205.37	3203.59
K3+100.00	47.72	0.00	747.14	0.00	3209.00	3206.07
K3+120.00	61.98	0.00	1097.01	0.00	3212.55	3208.51
K3+130.00	63.68	0.00	618.31	0.00	3213.81	3209.72
K3+140.00	64.06	0.00	631.96	0.00	3214.98	3210.93
K3+160.00	62.98	0.00	1270.33	0.00	3217.20	3213.31
K3+180.00	58.91	0.00	1218.90	0.00	3219.32	3215.66
K3+190.00	56.34	0.00	576.50	0.00	3220.39	3216.82
K3+200.00	51.77	0.00	541.53	0.00	3221.23	3217.98
K3+220.00	40.55	0.00	924.14	0.00	3222.82	3220.27
K3+240.00	27.79	0.00	683.42	0.00	3224.42	3222.57
K3+260.00	17.42	0.00	451.69	0.00	3226.13	3224.87
K3+270.00	14.67	0.00	157.52	0.00	3227.08	3226.02
K3+280.00	11.76	0.00	129.33	0.00	3228.09	3227.17
K3+300.00	9.91	0.00	215.90	0.00	3230.20	3229.46
K3+320.00	8.10	0.00	180.13	0.00	3232.40	3231.76
K3+340.00	10.98	0.00	190.81	0.00	3234.78	3234.06
K3+360.00	13.79	0.00	247.76	0.00	3237.26	3236.35
K3+380.00	15.62	0.00	294.16	0.00	3239.72	3238.65
K3+400.00	14.65	0.00	302.67	0.00	3241.89	3240.94
K3+420.00	13.65	0.00	282.99	0.00	3244.05	3243.23
K3+440.00	14.31	0.00	279.60	0.00	3246.36	3245.52
K3+460.00	11.75	0.00	260.53	0.00	3248.54	3247.80
K3+480.00	5.97	0.00	177.16	0.00	3250.26	3250.09
K3+500.00	2.53	0.00	85.03	0.00	3252.45	3252.38
K3+510.00	0.22	1.29	13.82	6.44	3253.40	3253.51
K3+520.00	0.00	3.32	1.12	23.08	3254.25	3254.59
K3+530.00	0.00	5.32	0.00	43.40	3255.11	3255.61
K3+540.00	0.00	6.30	0.00	58.51	3256.05	3256.56
K3+550.00	0.19	4.33	0.91	53.79	3257.17	3257.46
K3+560.00	2.53	1.11	13.40	27.70	3258.53	3258.31
K3+570.00	3.55	0.50	30.04	8.24	3259.59	3259.15
K3+580.00	2.54	0.79	30.09	6.61	3260.31	3259.99
K3+600.00	1.51	0.33	40.34	11.31	3261.77	3261.68
K3+620.00	2.14	0.15	36.51	4.84	3263.35	3263.36
K3+640.00	2.47	0.12	46.10	2.70	3265.04	3265.04
K3+650.00	3.47	0.04	30.19	0.80	3265.89	3265.89
K3+660.00	6.27	0.00	50.61	0.20	3266.91	3266.80
K3+670.00	4.35	0.69	55.26	3.35	3267.73	3267.88
K3+680.00	3.78	3.38	42.69	19.88	3268.63	3269.10
K3+700.00	0.18	10.79	40.00	141.26	3270.57	3271.71
K3+720.00	0.00	18.41	1.77	291.95	3272.76	3274.32
K3+740.00	0.00	18.23	0.00	366.38	3275.43	3276.93
K3+760.00	0.00	14.07	0.00	323.00	3278.17	3279.54
K3+780.00	0.00	8.28	0.00	223.44	3281.22	3282.15
K3+790.00	0.00	7.11	0.00	76.93	3282.66	3283.45
K3+800.00	0.14	5.41	0.70	62.61	3284.09	3284.76
K3+810.00	0.51	4.23	3.32	48.15	3285.51	3286.06
K3+820.00	0.69	3.31	6.17	37.57	3286.87	3287.36
K3+830.00	0.35	3.27	5.35	32.68	3288.29	3288.67
K3+840.00	0.00	2.93	1.79	30.85	3289.63	3289.97
K3+850.00	0.00	1.34	0.03	21.39	3291.12	3291.28
K3+860.00	1.67	0.00	8.44	6.77	3292.62	3292.58
K3+870.00	4.88	0.00	32.92	0.00	3294.13	3293.89
K3+880.00	7.58	0.00	62.51	0.00	3295.69	3295.19
K3+890.00	10.20	0.00	89.16	0.00	3297.20	3296.50
K3+900.00	12.48	0.00	113.73	0.00	3298.70	3297.80
K3+910.00	14.62	0.00	135.83	0.00	3300.15	3299.11
K3+920.00	17.95	0.00	163.44	0.00	3301.51	3300.41
K3+930.00	22.07	0.00	201.14	0.00	3303.13	3301.71
K3+940.00	26.23	0.00	242.71	0.00	3304.68	3303.02
K3+950.00	29.30	0.00	278.48	0.00	3306.22	3304.32
K3+960.00	33.23	0.00	313.10	0.00	3307.87	3305.63
K3+970.00	38.77	0.00	359.99	0.00	3309.58	3306.93
K3+980.00	40.96	0.00	398.63	0.00	3311.20	3308.24
K4+000.00	52.18	0.00	931.33	0.00	3314.04	3310.40
K4+020.00	50.55	0.00	1027.29	0.00	3315.23	3311.76
K4+040.00	51.25	0.00	1018.04	0.00	3315.45	3312.31
K4+060.00	56.20	0.00	1074.48	0.00	3315.43	3312.33
K4+070.00	56.59	0.00	556.95	0.00	3315.42	3312.33
K4+080.00	53.07	0.00	536.40	0.00	3315.13	3312.33
K4+100.00	28.52	2.36	815.92	23.64	3313.84	3312.32
K4+120.00	6.64	9.90	351.64	122.67	3312.62	3312.32
K4+140.00	4.79	5.27	114.35	151.72	3312.53	3312.32
K4+150.00	7.77	0.46	64.02	27.92	3312.60	3312.32
K4+160.00	12.10	0.03	107.69	2.15	3312.60	3312.32

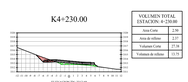


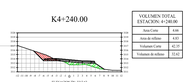


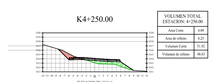


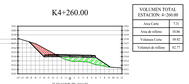


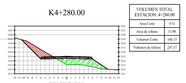


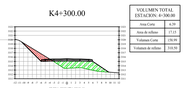


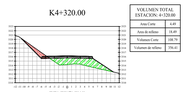


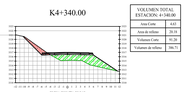


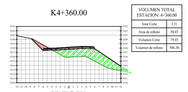


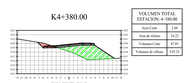


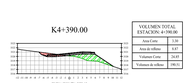


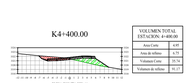


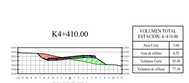


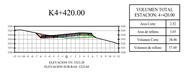


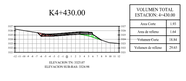


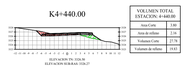


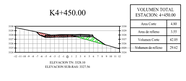


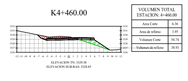


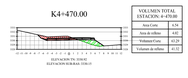


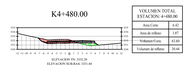


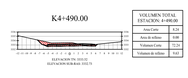


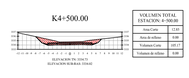


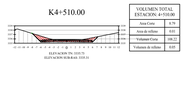


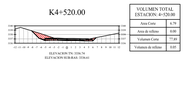


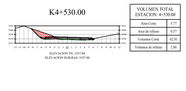


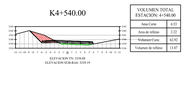


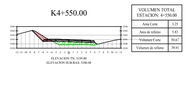


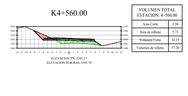


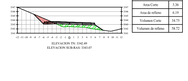


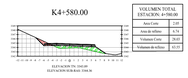


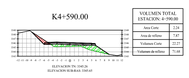


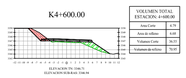


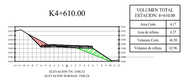


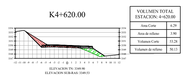


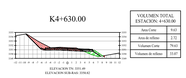












UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

UBICACIÓN:

COORDENADAS:
WGS-84 ZONA 17S

PROYECTO: BELÉN CUATRO ESQUINAS

CANTÓN: SALCEDO
PROVINCIA: COTOPAXI

REALIZADO POR:
ALEX JAVIER JIMÉNEZ MOGRO

TUTOR:
ING. Msc. Myriam Marisol Bayas A.

CONTIENE:
SECCIONES TRANSVERSALES

ESCALA: 1:1000
FECHA: JULIO/2024

No. DE LÁMINA: 1/1

SECCIÓN TÍPICA: