



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

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

TEMA:

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

AUTOR: Jairo Eliecer Chimbana Agualongo

TUTOR: Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

AMBATO – ECUADOR

Febrero – 2024

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, para la obtención del título de Ingeniero Civil, con el tema: “**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**”, elaborado por el **Sr. Jairo Eliecer Chimbana Agualongo**, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1850270842, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

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

Ambato, febrero 2024



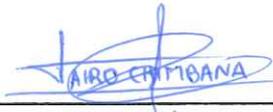
Ing. Fricson Lutgardo Moreira Cedeño, Mg.

TUTOR

AUTORÍA DEL TRABAJO DE TITULACIÓN

Yo, Jairo Eliecer Chimbana Agualongo con C.I. 1850270842, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema **“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”**, así como también los análisis estadísticos, gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del Proyecto Técnico, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2024



Jairo Eliecer Chimbana Agualongo

C.I. 1850270842

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, febrero 2024



Jairo Eliecer Chimbana Agualongo

C.I. 1850270842

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante **Jairo Elicer Chimbana Agualongo** de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“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”**.

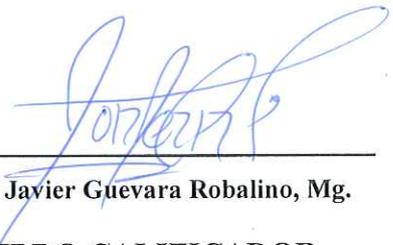
Ambato, febrero 2024

Para constancia firman:



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez, Ph.D.

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Jorge Javier Guevara Robalino, Mg.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

El presente Trabajo Técnico va dedicado a mis padres Segundo Chimbana y Martha Agualongo.

A mis hermanos Juan Carlos Agualongo y Jessica Paulina Chimbana.

A mis mejores amigos y amigas.

Y a todas aquellas personas con quienes he compartido experiencias y vivencias en esta hermosa coincidencia llamada destino.

Todos ellos han sido y son parte fundamental del desarrollo de mi existencia como también de mi superación profesional, sin su apoyo, comprensión y dureza no hubiera logrado llegar a este capítulo de mi vida.

Con mucho amor y respeto

Jairo Eliecer Chimbana Agualongo

AGRADECIMIENTO

Me considero una persona agnóstica, pero creo en la existencia de un ser Todopoderoso quien vigila nuestras acciones sin quitarnos el libre albedrío, por ende, le daría gracias al destino por ponerme en estas circunstancias de la vida, con esta posición, con esta actitud y rodeado de aquellas personas quienes se quedaron y me han demostrado un sentimiento de aprecio y respeto.

Agradezco a Segundo y Martha mis padres más que todo por brindarme las posibilidades necesarias para poder estudiar y superarme día tras día.

Soy grato con Juan Carlos y Jessica, mis hermanos quienes siempre me han incentivado a dar todo mi esfuerzo en las acciones a las que me inmiscuyo.

Correspondo la labor de mi tutor, Ing. Mg. Fricson Moreira quien ha exteriorizado sus conocimientos para guiar de la mejor forma la realización de este proyecto.

Con mayor gratitud expreso mi reconocimiento al elemento profesional de la Carrera de Ingeniería Civil – FICM de la Universidad Técnica de Ambato, por simplemente proporcionar sus instrucciones en mi desarrollo académico.

Finalmente, reconozco el apoyo moral de mis mejores amigos; Jhon, Jorge, Edison, Ludwing y Stalin. La actitud positiva de mis mejores amigas; Mara, Karla y Andrea. La enseñanza y motivación de Verónica Salas y Alice Puig. Y la experiencia que me han dejado todas aquellas personas con quienes he compartido momentos especiales.

¡GRATITUD INFINITA!

Jairo Eliecer Chimbana Agualongo

ÍNDICE GENERAL

APROBACIÓN DEL TUTOR.....	ii
AUTORÍA DEL TRABAJO E TITULACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO	v
DEDICATORIA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xvi
ÍNDICE DE GRÁFICAS	xviii
RESUMEN EJECUTIVO	xix
ABSTRACT.....	xx
CAPÍTULO I.....	1
MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 Antecedentes Investigativos.....	1
1.2 Objetivos	5
1.2.1 Objetivo General	5
1.2.2 Objetivos Específicos	5
CAPÍTULO II	6
METODOLOGÍA	6
2.1 Materiales.....	6
2.2 Métodos.....	7
2.2.1 FASE PRELIMINAR: Definición del proyecto.....	8
2.2.2 FASE I: Actividades de campo	8
2.2.2.1 Levantamiento topográfico	8
2.2.2.2 Estudio de tráfico	10
2.2.2.3 Ensayos de laboratorio.....	18

2.2.3	FASE II: Diseño geométrico y de la estructura del pavimento.....	24
2.2.3.1	Diseño geométrico de la vía.....	24
2.2.3.2	Diseño de la estructura del pavimento flexible.....	56
2.2.3.3	Señalización vial.....	64
2.2.4	FASE III: Presupuesto referencial.....	68
	CAPÍTULO III.....	69
	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	69
3.1	Análisis y discusión de los resultados.....	69
3.1.1	FASE PRELIMINAR.....	69
3.1.1.1	Ubicación del proyecto.....	69
3.1.2	FASE I: Actividades de campo.....	70
3.1.2.1	Levantamiento topográfico.....	70
3.1.2.2	Estudio de tráfico.....	71
3.1.1.4.	Extracción de muestras.....	80
3.1.1.5.	Ensayos de laboratorio.....	82
3.1.2.	FASE II: Diseño geométrico y la estructura del pavimento.....	85
3.1.2.1	Diseño geométrico de la vía.....	85
3.1.2.2.	Diseño de la Estructura del Pavimento.....	103
3.1.2.3.	Señalización vial.....	113
3.1.2.	FASE III: Presupuesto referencial.....	117
3.1.2.1.	Definición de rubros y volúmenes de obra.....	117
3.1.2.2.	Precio unitario.....	120
	CAPÍTULO IV.....	127
	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	127
4.1	Conclusiones.....	127
4.2	Recomendaciones.....	129
	REFRENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	130

ANEXOS 135

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1.	Valores de k según la zona	13
Tabla 2.	Porcentajes de TPDA para el tráfico actual	14
Tabla 3.	Tasa de crecimiento de tráfico	14
Tabla 4.	Factores de daño según el tipo de vehículo	16
Tabla 5.	Factor de distribución por dirección	16
Tabla 6.	Factor de distribución por carril.....	16
Tabla 7.	Ensayos de laboratorio ejecutados.....	18
Tabla 8.	Clasificación AASHTO de los suelos.....	22
Tabla 9.	Clasificación y uso del suelo según el CBR	23
Tabla 10.	Percentil de diseño	24
Tabla 11.	Valores de diseño recomendados para carreteras – MTOP 2003	25
Tabla 12.	Clasificación de carreteras en función del TPDAf.....	25
Tabla 13.	Relación, función, clase MTOP y tráfico.....	26
Tabla 14.	Velocidad de diseño según su clasificación.....	26
Tabla 15.	Longitud de tramo en tangente.....	27
Tabla 16.	Radios mínimos de curvas de acuerdo con el peralte (e) y el coeficiente de fricción lateral (f).....	31
Tabla 17.	Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo.....	36
Tabla 18.	Peraltes máximos permitidos	38
Tabla 19.	Elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento en condiciones de seguridad para carreteras de dos carriles.....	43
Tabla 20.	Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas	44
Tabla 21.	Longitud máxima	44
Tabla 22.	Curvas verticales convexas mínimas	47
Tabla 23.	Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas	48

Tabla 24.	Curvas verticales cóncavas mínimas.....	49
Tabla 25.	Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas.....	50
Tabla 26.	Anchos de calzada.....	51
Tabla 27.	Valores de diseño para el ancho de espaldones	52
Tabla 28.	Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos ...	53
Tabla 29.	Valores referenciales para taludes en corte (relación H:V)	54
Tabla 30.	Taludes referenciales en zonas de relleno (relación V:H)	54
Tabla 31.	Clasificación de superficies de rodadura.....	55
Tabla 32.	Dimensiones cunetas superficiales de sección triangular	56
Tabla 33.	Vida útil del pavimento.....	57
Tabla 34.	Espesores mínimos del paquete estructural del pavimento.....	58
Tabla 35.	Nivel de confiabilidad.....	58
Tabla 36.	Desviación estándar normal en función de la confiabilidad	58
Tabla 37.	Desviación estándar global	59
Tabla 38.	Criterios de diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall.....	61
Tabla 39.	Capacidad de drenaje	63
Tabla 40.	Coeficiente de drenaje para pavimentos flexibles.....	63
Tabla 41.	Clasificación de las líneas longitudinales	65
Tabla 42.	Clasificación de las señales reglamentarias	66
Tabla 43.	Clasificación de las señales preventivas	67
Tabla 44.	Abscisas georreferenciadas del Proyecto.....	70
Tabla 45.	Georreferenciación de la estación de conteo.....	71
Tabla 46.	Volumen de vehículos en la hora pico	73
Tabla 47.	TPDA por tipo de vehículo	74
Tabla 48.	Tráfico actual del proyecto.....	76
Tabla 49.	TPDA futuro a 20 años de proyección.....	77

Tabla 50.	Factores de daño del vehículo 2DA	78
Tabla 51.	Ejes equivalentes W18 para el año 2043.....	80
Tabla 52.	Localización de calicatas para extracción de muestras de suelo.....	81
Tabla 53.	Resultados obtenidos del análisis granulométrico	82
Tabla 54.	Resultados obtenidos de límites de consistencia.....	82
Tabla 55.	Resultados obtenidos del ensayo de compactación.....	83
Tabla 56.	Resultados obtenidos del ensayo de CBR puntual.....	83
Tabla 57.	CBR puntual ordenados	84
Tabla 58.	Velocidades de diseño por tramos de vía.....	86
Tabla 59.	Velocidad de circulación en volúmenes de tránsito bajos	87
Tabla 60.	Curvas circulares simples del proyecto.....	89
Tabla 61.	Curvas circulares de transición (espirales).....	92
Tabla 62.	Sobrecanchos aplicados en cada curva	92
Tabla 63.	Distancia de visibilidad mínima de parada	94
Tabla 64.	Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento.....	94
Tabla 65.	Tangentes del alineamiento.....	95
Tabla 66.	Resumen de las características geométricas del alineamiento horizontal	95
Tabla 67.	Gradientes y longitudes de desarrollo	97
Tabla 68.	Curvas verticales convexas	99
Tabla 69.	Curvas verticales cóncavas	100
Tabla 70.	Resumen de factores y coeficientes de diseño	108
Tabla 71.	Espesores de la estructura del pavimento flexible	109
Tabla 72.	Granulometría de las mezclas asfálticas	111
Tabla 73.	Tolerancias de las mezclas asfálticas	112
Tabla 74.	Propiedades mecánicas generales para bases y subbases.....	112
Tabla 75.	Granulometría del material de la base clase 3.....	113

Tabla 76.	Granulometría del material de la subbase para toda clase	113
Tabla 77.	Marcas de pavimento	114
Tabla 78.	Señalización vertical de origen a destino	114
Tabla 79.	Señalización vertical de destino a origen	116
Tabla 80.	Presupuesto referencial de la obra civil	126
Tabla 81.	Materiales y equipos utilizados	136
Tabla 82.	Actividades realizadas durante el proyecto técnico	140
Tabla 83.	Ortofotos del levantamiento topográfico	145
Tabla 84.	Conteo vehicular del lunes 14 de agosto en ambos sentidos	149
Tabla 85.	Conteo vehicular del miércoles 16 de agosto en ambos sentidos	150
Tabla 86.	Conteo vehicular del viernes 18 de agosto en ambos sentidos	151
Tabla 87.	Conteo vehicular del sábado 19 de agosto en ambos sentidos.....	152
Tabla 88.	Hora de máxima demanda.....	153
Tabla 89.	Número de ejes equivalentes, W18.....	154
Tabla 90.	Granulometría de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00	157
Tabla 91.	Granulometría de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00	158
Tabla 92.	Granulometría de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00	159
Tabla 93.	Granulometría de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00	160
Tabla 94.	Granulometría de Calicata 5 – corte – km 6+450,00	161
Tabla 95.	Granulometría de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00	162
Tabla 96.	Granulometría de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00	163
Tabla 97.	Límites de consistencia de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00 ..	165
Tabla 98.	Límites de consistencia de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00 ..	166
Tabla 99.	Límites de consistencia de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00.....	167
Tabla 100.	Límites de consistencia de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00 ..	168
Tabla 101.	Límites de consistencia de Calicata 5 – corte – km 6+450,00.....	169
Tabla 102.	Límites de consistencia de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00.....	170

Tabla 103.	Límites de consistencia de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00 ..	171
Tabla 104.	Proctor modificado de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00.....	173
Tabla 105.	Proctor modificado de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00.....	174
Tabla 106.	Proctor modificado de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00	175
Tabla 107.	Proctor modificado de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00.....	176
Tabla 108.	Proctor modificado de Calicata 5 – corte – km 6+450,00	177
Tabla 109.	Proctor modificado de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00	178
Tabla 110.	Proctor modificado de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00.....	179
Tabla 111.	CBR de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00.....	181
Tabla 112.	CBR de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00.....	183
Tabla 113.	CBR de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00	185
Tabla 114.	CBR de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00.....	187
Tabla 115.	CBR de Calicata 5 – corte – km 6+450,00	189
Tabla 116.	CBR de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00	191
Tabla 117.	CBR de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00.....	193
Tabla 118.	Volúmenes de corte y relleno del proyecto.....	196

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Rúbrica para el conteo de tráfico vehicular	11
Figura 2. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el tránsito promedio diario anual	12
Figura 3. Pesos y dimensiones de vehículos motorizados	15
Figura 4. Curva granulométrica	20
Figura 5. Curvas circulares simples	29
Figura 6. Curvas circulares compuestas.....	29
Figura 7. Curvas circulares inversas	30
Figura 8. Elementos que conforman la curva circular simple.....	32
Figura 9. Elementos que conforman una curva de transición con espiral.....	35
Figura 10. Estabilidad del vehículo en las curvas	38
Figura 11. Sobreancho de un carril de tránsito en una curva	40
Figura 12. Distancia de visibilidad para parada	41
Figura 13. Distancia de visibilidad para rebasamiento.....	42
Figura 14. Elementos de curvas verticales	45
Figura 15. Curva convexa simétrica.....	47
Figura 16. Curva cóncava simétrica	49
Figura 17. Taludes de corte y relleno	53
Figura 18. Secciones típicas de cunetas.....	55
Figura 19. Dimensiones típicas de cunetas triangulares.....	56
Figura 20. Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos	61
Figura 21. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes	62
Figura 22. Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes	62

Figura 23.	Recorridos in situ del proyecto	69
Figura 24.	Punto de control marcados con RTK	70
Figura 25.	Colocación de estacas en los puntos de control	71
Figura 26.	Ubicación de la estación de conteo	72
Figura 27.	Extracción muestras de suelo por calicata generada	81
Figura 28.	Diseño geométrico del alineamiento horizontal.....	96
Figura 29.	Diseño geométrico del alineamiento vertical.....	101
Figura 30.	Sección de la cuneta triangular	102
Figura 31.	Sección típica de la vía.....	102
Figura 32.	Número estructural mínimo total requerido por la vía.....	105
Figura 33.	Coefficientes estructurales al	106
Figura 34.	Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes	107
Figura 35.	Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes	107
Figura 36.	Estructura del pavimento flexible	110

ÍNDICE DE GRÁFICAS

Gráfica 1.	Distribución de vehículos en la hora de máxima demanda.....	73
Gráfica 2.	CBR de diseño	84
Gráfica 3.	Valores de CBR analizados del proyecto.....	85

RESUMEN EJECUTIVO

La elaboración del presente Proyecto Técnico surge como respuesta a la necesidad identificada de establecer una conexión entre las comunidades rurales de Llangahua – Silipo – Pinllopata localizadas entre las Provincias de Tungurahua y Cotopaxi, reduciendo los tiempos de traslados y fomentando el desarrollo económico y social de las zonas intervenidas y sus alrededores.

En esta investigación, se llevó a cabo el levantamiento de la faja topográfica mediante la extracción de ortofotos con el uso de un dron, un estudio de tráfico mediante un conteo manual de vehículos en la zona aledaña al proyecto, obteniendo para el año 2043 un TPDA futuro= 94 veh/día y un número de ejes equivalente de 80 833, definiendo a la vía como un camino vecinal de clase IV. El diseño geométrico se trazó utilizando la normativa MTOP 2003 ecuatoriana y sugerencias de la DG-2014 peruana, para el diseño del paquete estructural del pavimento se efectuó el estudio de suelos mediante ensayos de laboratorio resultando un CBR de diseño de 7.942 por ciento y aplicando el Método AASHTO-93 se establecieron espesores de 5cm para la carpeta asfáltica, 15cm para la base granular clase 4 y 20cm para la subbase granular clase 3. Adicionalmente, se integró la señalización horizontal y vertical sobre la vía para brindar seguridad y comodidad al usuario.

Finalmente, se elaboró el presupuesto referencial del proyecto, estableciendo rubros, volúmenes de obra y especificaciones técnicas, proporcionando de esta manera una comprensión clara de los recursos necesarios para la ejecución de la propuesta.

Palabras clave: Diseño Geométrico, Paquete Estructural, Estudio de Suelos, Tráfico, Presupuesto Referencial.

ABSTRACT

The elaboration of the present Technical Project arises in response to the identified need to establish a connection between the rural communities of Llangahua – Silipo – Pinllopata located between the Provinces of Tungurahua and Cotopaxi, reducing travel times, and promoting the economic and social development of the intervened areas and their surroundings.

In this research, the topographic survey was carried out by extracting orthophotos using a drone. A traffic study was conducted by manually counting vehicles in the area adjacent to the project, obtaining a future TPDA of 94 vehicles/day and an equivalent number of axles of 80,833 for the year 2043, defining the road as a Class IV local road. The geometric design was drawn using Ecuadorian MTOP 2003 regulations and suggestions from the Peruvian DG-2014. For the structural pavement design, a soil study was conducted through laboratory tests, resulting in a design CBR of 7.942 percent. Applying the AASHTO-93 Method, thicknesses of 5cm for the asphalt layer, 15cm for granular base class 4, and 20cm for granular subbase class 3 were established. Additionally, horizontal and vertical signage was integrated on the road to provide safety and comfort to the user.

Finally, the indicative budget for the project was prepared, establishing items, work volumes, and technical specifications, thus providing a clear understanding of the resources needed for the proposal's execution.

Keywords: Geometric Design, Structural Package, Soil Study, Traffic, Indicative Budget.

CAPÍTULO I

MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes Investigativos

El incremento demográfico del país que de la mano al creciente patio automotor nacional ha exigido que la movilidad de las conexiones viales entre las ciudades o las poblaciones sean de mayor fluidez y en el menor tiempo posible, por lo que ha llevado a las Instituciones encargadas de este sector a la construcción de nuevas carreteras que satisfagan estas necesidades y que cumplan eficazmente los factores de operabilidad, seguridad y comodidad para sus usuarios.

Estas vías desempeñan un papel fundamental en el progreso social y económico del país debido a que su función primordial de enlazar todo el territorio permite la comercialización de productos y servicios, el acceso general a la educación y salud, la integración de nuevos sectores productivos y de generación de empleo, entre otras acciones de progreso, mejorando así la calidad de vida de muchas zonas. Ecuador, en los últimos años se ha convertido en un país más productivo gracias en gran parte a la implementación de nuevas rutas de comercio, nuevas redes viales que interconectan rápidamente las regiones, los mercados con los centros de exportación, etc., el movimiento de servicios y bienes dinamizan la economía en todo el territorio. [1]

En el país, ciertas zonas se encuentren alejadas y marginadas de las grandes urbes, por lo cual la apertura de vías de diferente orden y funcionalidad efectúan un trabajo crucial que facilita el acceso a ellas rompiendo de este modo su aislamiento, permitiendo que estos sectores y comunidades se integren a la vida globalizada que ofrecen las ciudades de forma local y regional. [2]

El MTOP de Ecuador, a través del Plan Estratégico de Movilidad 2013 – 2037, prioriza distintos enfoques de modernización de toda la red del transporte nacional para la cual busca: “potenciar la cohesión y equilibrio del territorio, facilitando la movilidad interna del país, incluida la integración de las regiones especiales, minimizando el impacto en el ambiente y asegurando la sostenibilidad del mismo en años venideros”, estos planteamientos tienen como finalidad el fortalecer las economías regionales y brindar un soporte socioeconómico a las poblaciones remotas, siempre y cuando se doten de obras civiles enfocadas a la construcción de nuevas carreteras. [3]

Guiándose en estas proyecciones, el MTOP ha generado una red vial estatal de aproximadamente 44.000 km de longitud con distintos tipos de capa de rodadura dependiendo del tipo de vía, este sistema vial integra una red nacional compuesta por redes primarias o secundarias y una red provincial dispuesta de una red terciaria o vecinal. [4]

Dentro de esta última categorización, la provincia de Tungurahua cuenta con 871,75 Km de vía construida que conecta asentamientos humanos a asentamientos humanos y cabeceras parroquiales rurales a asentamientos humanos. [5] Mientras que por el lado de la provincia de Cotopaxi contempla 1.684,3 Km de vías construidas que conectan asentamientos humanos a asentamientos humanos y cabeceras parroquiales rurales a asentamientos humanos. [6]

Evidentemente, para el cumplimiento de la planificación a largo plazo de modernización de la red de transporte nacional se deben sumar varias vías nuevas que conecten a muchos sectores campesinos y productivos, además de hacerlos parte de una red vial integral. Entre ellas se encaja la propuesta presentada en este Proyecto Técnico, el diseño geométrico y de la estructura del pavimento de la vía que unirá las comunidades rurales de Llangahua – Silipo – Pinllopata, ubicadas en la intersección de la delimitación provincial entre Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi. En la actualidad, no existe una vía conformada técnicamente que brinde conexión directa entre estos lugares proporcionando así un transporte rápido y que adicionalmente facilite la comunicación hacia otros sectores cercanos de gran importancia como el Corazón, Angamarca o Pangua, pese a que la provincia de Tungurahua forma parte fundamental en el corredor interandino de vías provinciales.

Lo que sí se puede hallar son aperturas peatonales (chaquiñanes) por zonas con pendientes muy pronunciadas o escasas carreteras en los alrededores, las mismas que presentan un trazado antitécnico o incompleto, además de una superficie de rodadura muy complicada e ineficaz con material granular no especificada lo que afecta severamente a la mecánica de los vehículos, muchas de estas rodean las montañas haciendo que su circulación comprenda el empleo de tiempo innecesario, así mismo, el usuario tiene la incertidumbre sobre su seguridad debido a los constantes desprendimientos de tierra a causa de las lluvias, catalogando a estas vías como peligrosas para su recorrido. [7]

Estos sectores al encontrarse ubicados a más de 3.000 m.s.n.m. su principal actividad económica se basa en la agricultura y ganadería, por ende, la apertura de esta vía facilitará la comercialización de sus productos con mercados de consumo mucho más grandes y competitivos, fortaleciendo así su desarrollando hacia un mejor estilo de vida tal como lo resalta el Banco Interamericano de Desarrollo. [8] En el mismo contexto, su elevación hace considerar criterios técnicos específicos sobre el trazado vial en montaña, Aníbal Altamira establece prestar más atención en: “las características topográficas, las condiciones geológicas y geotécnicas de las rocas, la distribución y tipología de la red de drenaje presente, el medioambiente y el paisaje del entorno que rodea el área de influencia del proyecto”. [9]

Así, también la gran demanda de calles y carreteras con condiciones estructurales eficientes y de largos periodos de duración ha requerido que se dé un desarrollo completo en el diseño geométrico de vías, donde se priorice construir mayores kilómetros que deben ser cubiertos por el usuario en el menor tiempo posible haciendo prevalecer los mejores estándares en seguridad. [10]

Uniendo ambas consideraciones, se establecen los factores de mayor significancia, uno de ellos el elemento topográfico, que gracias a la constante innovación tecnológica en los procedimientos para establecer las posiciones relativas y precisas de los puntos sobre la superficie de la tierra ha permitido el levantamiento topográfico de muchos lugares remotos y aislados. El método más utilizado en la actualidad es la fotogrametría, que, mediante fotografías tomadas con cámaras especiales o sensores instalados en aviones o drones, y apoyados sobre puntos visibles localizados en la superficie por triangulación, generan mapas de terrenos topográficos con superficies estrelladas y de difícil acceso de forma más rápida y precisa. En base a estos, se generan curvas de nivel indispensables en la construcción de cualquier obra civil como las carreteras. [11]

Del mismo modo, existen otros elementos a tomar en cuenta como el volumen de tráfico proyectado y el cálculo de la velocidad de diseño, la tipología de las carreteras y su funcionamiento y sobre todo la estructura del pavimento que se pretende implementar. [12] En la actualidad el pavimento flexible que se compone de un revestimiento asfáltico sobre una doble capa de material granular es el mayormente utilizado por su economía, debido a que es más accesible y rinde más por metro

cuadrado de colocación, aunque su desventaja recae sobre la necesidad de un mantenimiento regular. [13] Además, se debe de tomar en consideración la implementación de obras de drenaje, imprescindibles para el vaciado y escurrimiento inmediato de agua lluvia mediante cuentas o alcantarillas. El conjunto de todos estos procedimientos define el diseño de una carretera, que se establece geoméricamente por el trazado de su eje en planta y en perfil, y su trazado de sección transversal. [14]

Un proyecto vial debido a su exigencia debe de cumplir los máximos estándares a un costo mínimo, sin embargo, estas limitaciones en el presupuesto sacrifican ciertos aspectos en favor de otros relacionados a la geografía, estrategia e incluso política. La ejecución de un proyecto vial comprende tres fases: la prefactibilidad, la factibilidad y el diseño respectivo, cada una de estas fases poseen actividades y requerimientos específicos que en su conjunto generan el diseño integral de la vía y denotan su costo total. [15] Con un buen trazado horizontal y vertical, la apertura de vías por zonas montañosas no limita su presupuesto debido a que se opta por aprovechar todos los recursos existentes en el lugar, tal es el caso de los cortes de tierra excesivos que son reutilizados como volumen de relleno en las áreas que según al diseño lo necesitan, minorando de esta forma en cierta medida los costes de transporte y movimiento de tierras que resultan ser muy costosos. [16]

Pues bien, tomando en cuentas todos criterios y las precisiones técnicas mencionadas, la apertura de esta propuesta vial brindará información de suma importancia al Gobierno Provincial de Tungurahua, Bolívar y Cotopaxi en cuanto a la factibilidad de la construcción de esta, fortaleciendo el progreso los sectores inmiscuidos y dotando a la provincia de Tungurahua luego de varios años de espera una conexión más eficaz con el subtrópico ecuatoriano.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo General

Realizar el 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.

1.2.2 Objetivos Específicos

- Desarrollar las actividades de campo referentes al levantamiento de la faja topográfica, el estudio de tráfico y extracción de muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio.
- Establecer el diseño geométrico y de la estructura del pavimento definitivo de la vía.
- Elaborar el presupuesto referencial de la obra civil.

CAPÍTULO II

METODOLOGÍA

El presente proyecto técnico se dividió en cuatro fases: preliminarmente se ubicó el proyecto y se explican los motivos por los cuales se realiza el trabajo de investigación, posteriormente se ejecutó el desarrollo de las actividades de campo referentes al levantamiento de la faja topográfica, el estudio de tráfico y extracción de muestras para la ejecución de ensayos de laboratorio, en tercer lugar, se estableció el diseño geométrico y de la estructura del pavimento definitivo de la vía, incluyendo obras complementarias como la señalización horizontal y vertical, y finalmente, se elaboró el presupuesto referencial de la obra civil.

A continuación, se describen los Materiales especializados y Métodos que fueron utilizados en dichas fases conforme lo establecen las normativas INEN y ASTM. Cabe mencionar que los materiales de los ensayos fueron proporcionados por el Laboratorio de Mecánica de Suelos de la Carrera de Ingeniería Civil en la Universidad Técnica de Ambato.

2.1 Materiales

En el levantamiento de la faja topográfica se utilizó el equipo de precisión GPS RTK (**Anexo A8**), que se compone de una estación base marca EFIX – F4 F7, un Rover EFIX – i80, una controladora inalámbrica para GPS marca EFIX – H3 Plus Software Survx 4, un tripié con plato nivelante y plomada óptica marca EFIX – GST103 y un bastón telescópico marca Leica, además de estacas, combo y pintura, para establecer los puntos de control sobre el terreno. Consecutivamente, se dispuso del uso de un dron marca DJI Mavic 3 Pro (**Anexo A9**), para el sobrevuelo sobre el área delimitada, y se usó el Software Agisoft Metashape Professional versión 2023 para la representación georreferenciada de las ortofotos y los puntos extraídos con el fin de generar la superficie de trabajo exportándolo hacia el Autodesk Civil 3D. Por otra parte, en el estudio de tráfico fue necesario el empleo de un celular (**Anexo A10**), como también de un Software Ingenieril especializado para el registro de datos.

En segundo lugar, para el Diseño Geométrico y de la estructura del pavimento de la vía se empleó un ordenador portátil Marca HP Core i5 11va (**Anexo A11**), inicialmente para el trazado vial se aprovechó del Software Autodesk Civil 3D versión 2023 con

acceso estudiantil y en función del perfil longitudinal trazado, se procedió a la extracción de muestras de suelo, el cual se tuvo que valer del uso de herramienta menor, tales como; una barra, un azadón, palas, lonas o sacos, baldes, así como de un flexómetro marca Stanley (**Anexo A12**) de 5m de longitud.

Aquí es importante exteriorizar los equipos y materiales usados en los ensayos de laboratorio ejecutados, en principio para Granulometría se empleó un juego de tamices metálicos redondos (#4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200) más fuente con tapa marca Standard (**Anexo A13**), y una agitadora/tamizadora eléctrica marca Controls – D407 (**Anexo A14**), además de una balanza electrónica marca Gramera – TH500 de 1500gr de capacidad. En los Límites de Atterberg se dispuso para la ejecución del Límite Líquido la utilización de la Copa de Casagrande marca Humboldt – H4226, (**Anexo A15**), un ranurador, una espátula, un mortero de porcelana y una balanza electrónica marca Gramera – TH500 de 300gr de capacidad, mientras que para el Límite Plástico se necesitó adicionalmente de un portaobjetos de cristal. Así mismo, para los ensayos correspondientes al Proctor Modificado Tipo B y California Bearing Ratio (CBR) se hizo uso de moldes de compactación con collarín y retorta (**Anexo A16**), de un martillo de 10lb estandarizado (**Anexo A17**), un palustre, un enrasador, una probeta de 1000ml graduada, pesas, calibrador y dial, una balanza electrónica marca Gramera – TH500 de 10000gr de capacidad y la prensa CBR Multispeed marca Humboldt (**Anexo A18**). El empleo del horno en 110°C marca Memmert – GmbH, (**Anexo A19**), y de los recipientes metálicos (**Anexo A20**) que fueron consecutivos en todos los ensayos mismo caso que la balanza electrónica (**Anexo A21**).

En cuanto se refiere al diseño de la estructura del pavimento flexible, en éste se empleó el software libre Ecuación AASHTO 93.

Por último, para la elaboración del presupuesto referencial de la obra civil se manejó el programa Excel versión Microsoft 365.

2.2 Métodos

Como se mencionó, el presente proyecto técnico consta de cuatro fases que contemplan la utilización de medios bibliográficos como normas técnicas, informes, libros, artículos científicos, trabajos de investigación de pregrado y posgrado, así también de otros medios digitales de información como revistas, blogs, boletines informativos, etc.

2.2.1 FASE PRELIMINAR: Definición del proyecto

De forma inicial, mediante una investigación exploratoria en campo, se realizó un recorrido acompañado con representantes del Consejo Provincial de Tungurahua, Cotopaxi y autoridades del cantón Pangua. En esta visita técnica se constató la ubicación del proyecto sobre los límites provinciales de Tungurahua – Bolívar – Cotopaxi, teniendo como origen el sector de Llangahua perteneciente a la parroquia rural de San Fernando en Ambato, mientras que el destino planificado se estableció en el sector de Silipo perteneciente al cantón Pujilí.

Además, se visualizó las características de la zona referentes a su relieve que a primera impresión se estableció como montañosa a escarpada, la vegetación conformada mayoritariamente por extensas áreas de pajonales y reducidas áreas de bosque, también se observaron ojos de agua y cruces hidráulicos, la escasa existencia de viviendas y los espacios dedicados a la producción agrícola y ganadera, en el aspecto del clima se constató que las precipitaciones no son muy frecuentes.

La razón por la que se desarrolla este proyecto técnico es para conectar la provincia de Tungurahua de forma directa con el subtrópico ecuatoriano mediante una red interandina en conjunto con la provincia de Cotopaxi, una solución geométrica para el trazado de la vía se da al unir las comunidades rurales de LLangahua – Silipo – Pinllopata debido a que el lugar se considera como probablemente factible por su relieve y tipo de suelo, debido a que otras zonas cercanas presentan superficies altamente estrelladas y con condiciones climáticas drásticas que complican las propiedades mecánicas del suelo.

2.2.2 FASE I: Actividades de campo

En este apartado se realizó una investigación de campo, pues esta implica la recolección de datos *in situ*, como la extracción de los puntos georreferenciados, el conteo vehicular y la obtención de muestras de suelo para su respectivo ensayo de laboratorio.

2.2.2.1 Levantamiento topográfico

En principio se debe entender que la topografía es la ciencia que estudia el conjunto de procedimientos para establecer las posiciones relativas y precisas (no exactas) de los puntos sobre la superficie de la tierra, por medio de la combinación de medidas

según tres elementos del espacio: distancia, elevación y dirección. Para que todo esto se lleve a cabo se debe realizar un “levantamiento topográfico”, que es el conjunto de operaciones que determinan las posiciones de los puntos mediante un Sistema de Coordenadas Georreferenciadas, como es el sistema UTM, sus pertinentes cálculos y su representación en un plano topográfico a escala. El Ecuador continental se encuentra ubicado en dos zonas, la 17 Sur y 18 Norte, debido a que pertenece a dos hemisferios, otro caso es la región insular de las islas Galápagos. [11]

Para el levantamiento topográfico existen varios métodos empleados, uno de ellos es la fotogrametría, que, mediante fotografías tomadas con cámaras especiales o sensores instalados en drones, y apoyados sobre puntos visibles localizados en la superficie por triangulación, generan mapas de terrenos topográficos de forma más rápida y precisa. Los puntos de tierra son colocados de manera tradicional, es decir, con el uso del Real Time Kinematic (RTK) proporcionando correcciones en tiempo real con exactitud submétrica de los puntos de control. [17]

El empalme de los puntos con la misma altura o elevación se denomina curvas de nivel, que al interpretarse en los planos ayudan a reconocer las diferencias de altura y los accidentes geográficos existentes en el terreno, indispensables en la construcción de cualquier obra civil como la carretera propuesta en este proyecto técnico. [18]

Por consiguiente, y siguiendo una metodología exploratoria se efectuó un recorrido por la ruta del proyecto para fijar los puntos de referencia y definir la extensión de la faja topográfica en la superficie, con esto se desarrolló el levantamiento topográfico utilizando el dron y empleando el siguiente procedimiento:

- Marcar un punto de partida inicial utilizando las estacas y la pintura, y con la ayuda del RTK georreferenciarlo y enlazar la señal con el dron mediante los bancos de nivel (BN).
- Colocar los puntos de referencia adicionales a una distancia de 1000m a partir del punto inicial, estas deben ser marcados de la misma manera con pintura y una estaca para un buen cotejamiento con el dron.
- Realizar la ruta de sobrevuelo del dron por tramos debido a que las baterías y el alcance de este no pueden cubrir grandes extensiones, considerando la complejidad del lugar como sus condiciones climáticas.

- Tomar una faja topográfica de 100m de ancho, partiendo desde el alineamiento de la línea de cerros a 50m por lado.
- Exportar las ortofotos capturadas por el dron y los puntos de control del RTK para su respectiva corrección y despliegue de curvas de nivel utilizando el software Agisoft Metashape Professional y Autodesk Civil 3D.

2.2.2.2 Estudio de tráfico

El tráfico promedio diario anual TPDA, es la unidad de medida del tráfico de una carretera y para su cálculo se debe de tomar en cuenta varios criterios como: las observaciones de campo dentro de las cuales se deben realizar conteos vehiculares con el fin de saber el volumen existente de vehículos como de su clasificación, donde estos pueden ser livianos, buses y camiones; los tipos de conteo que pueden ser manuales o automáticos; el período de observación en base a aforos cortos, largos o continuos y finalmente, los factores de variación que correlacionan las observaciones actuales y puntuales de tráfico con datos estadísticos anteriores. [19]

Para el conteo vehicular el MTOP sugiere utilizar un aforo largo de por lo menos 7 días si se cuenta con información de estaciones permanentes cercanas al área de estudio como puntos de peaje, estaciones de servicio, etc. que ayuden a ajustar el registro estadístico del flujo vehicular mediante factores de variación. Como no es usual ni práctico contar con estaciones de conteo permanente en todas las rutas se puede utilizar un aforo corto de 4 días incluyendo fines de semana, siempre y cuando se conozcan los periodos semanales más representativos con el objeto de tomar en cuenta las variaciones estacionales máximas y mínimas. [20] Gracias a los datos recopilados de los habitantes de las localidades cercanas al proyecto sobre los días de máxima afluencia de vehículos y sobre todo a que no se cuenta con ninguna estación permanente de conteo próxima, se optó por un aforo corto.

Utilizando un método cuantitativo para definir la cantidad de vehículos y cualitativo para considerar su tipo, se realizó un conteo manual del flujo vehicular en base a las siguientes actividades:

- Definir la estación de conteo vehicular en una vía aledaña al lugar donde se desarrolla el proyecto.

- Contabilizar y clasificar la cantidad de vehículos que transitan por ambas direcciones de la vía durante los 4 días de estudio, con periodos de observación de 12 horas al día (6h00 – 18h00) en intervalos de 15 minutos.
- Tabular los datos obtenidos en una plantilla Excel programada.

Figura 1. Rúbrica para el conteo de tráfico vehicular

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA		
H	min													
	00-15													
	15-30													
	30-45													
	45-00													
	00-15													
	15-30													
	30-45													
	45-00													
	00-15													
	15-30													
	30-45													
	45-00													
	00-15													
	15-30													
	30-45													
	45-00													
	00-15													
	15-30													
	30-45													
	45-00													

Autor: Autoría propia

El TPDA es el indicativo del flujo vehicular diario que corresponde a un año calendario y se calcula mediante los factores de variación de tráfico, al no contar con dicha información, el MTOP sugiere como alternativa el método de la trigésima hora (30^{ava} hora) de diseño.

Este método se compone de la variación del volumen de tránsito en la hora de máxima demanda diaria.

2.2.1.2.1. Factor de la hora de máxima demanda, FHMP

No siempre la frecuencia del flujo vehicular se mantiene constante durante toda una hora, por ende, existen periodos cortos dentro de este tiempo con tasas de flujo mucho mayores a las que representan a la hora misma. Para su respectivo cálculo, se requiere del factor de la hora de máxima demanda que es la relación entre el volumen horario

de máxima demanda y el volumen máximo que se presenta durante un periodo dado dentro de dicha hora. [21]

$$\mathbf{FHMD} = \frac{\mathbf{VHMD}}{\mathbf{N} * \mathbf{q}_{\mathbf{m\acute{a}x}}}$$

(ecuación 2.1)

Donde:

FHMD: factor de la hora de máxima demanda

VHMD: volumen horario de máxima demanda

N: número de periodos durante la hora de máxima demanda (4 periodos de 15min)

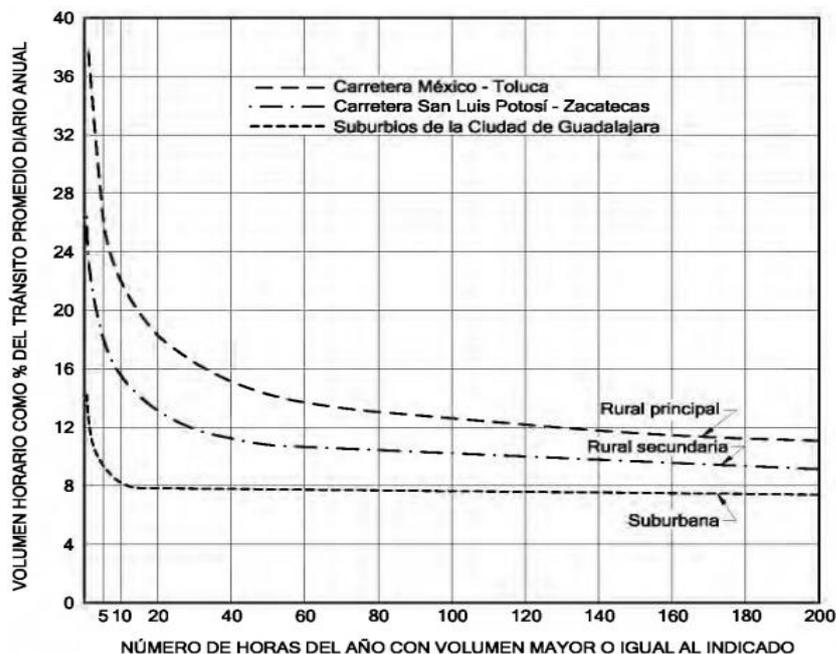
q_{máx}: flujo máximo vehicular en dicha hora máxima

El FHMD representa las características del flujo de tránsito en periodos máximos e indica la forma de cómo se distribuye los flujos máximos dentro de la hora, su mayor valor es 1 que denota una distribución uniforme. Valores menores a 1 exteriorizan concentraciones de flujos máximos en periodos cortos dentro de la hora analizada.

2.2.1.2.2. Tráfico Promedio Diario Anual, TPDA

La relación entre el volumen horario de proyecto y el tránsito promedio diario anual se da mediante la curva de la Figura 2, que indica la variación de los volúmenes de tránsito horario durante el año.

Figura 2. Relación entre los volúmenes horarios más altos del año y el tránsito promedio diario anual



Autor: Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones, 2018

Estas curvas también establecen los volúmenes de tránsito horario en una carretera durante el año, es decir, representan el mismo volumen de tránsito que ocurre durante un número relativamente pequeño de horas, correlacionando de esta manera el VHP de forma directamente proporcional al FHMD e inversamente proporcional al valor k. El valor k, representa la relación entre el volumen de la 30^{ava} hora máxima seleccionada y el TPDA del año proyecto, sus valores recomendados en base a la zona del proyecto se establecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Valores de k según la zona

ZONA	Valor k
Rural	15%
Urbana	10%

Autor: Ingeniería de tránsito, fundamentos y aplicaciones, 2018

De acuerdo con lo anterior en los proyectos de carreteras, el TPDA para el año de proyecto se define en función del volumen horario de proyecto y se expresa como:

$$\text{TPDA} = \frac{\text{VHP} * \text{FHMD}}{k}$$

(ecuación 2.2)

Donde:

TPDA: tráfico promedio diario anual

VHP: volumen horario de proyecto correspondiente a la hora de estudio

FHP: factor horario de proyecto

k: relación entre el volumen de la hora máxima y el tráfico estimado

2.2.1.2.3. Tráfico actual, Ta

El tráfico actual se compone del tráfico existente más otros tipos de tráfico, como; el desviado, este es aquel atraído desde otras carreteras o medios de transporte con el fin de ahorrar tiempos de circulación, acortar distancias y costos. El tráfico generado, que se constituye por el número de viajes que se efectúan si la carretera presenta las mejores condiciones de circulación, seguridad y comodidad; y finalmente el tráfico desarrollado, que se produce por incorporación de nuevas áreas de producción de las zonas localizadas en el área de influencia de la carretera. [19]

Tabla 2. Porcentajes de TPDA para el tráfico actual

TIPOS DE TRÁFICO	PORCENTAJE DEL TPDA
Tráfico atraído, Tat	10%
Tráfico generado, TG	20%
Tráfico desarrollado, TD	5%

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Por ende, el tráfico actual se expresa como:

$$T_a = T_{at} + T_G + T_D$$

(ecuación 2.3)

Donde:

T_a: tráfico actual

T_{at}: tráfico atraído

T_G: tráfico generado

T_D: tráfico desarrollado

2.2.1.2.4. Tráfico futuro, TPDA_f

Además, para el diseño se debe de considerar el Tráfico Futuro que se deriva del flujo de tráfico actual y su aumento esperado en un período de diseño elegido. [22]

$$TPDA_{futuro} = T_a * (1 + i)^n$$

(ecuación 2.4)

Donde:

T_a: tráfico actual

i: tasa de crecimiento del tráfico

n: número de años proyectados

Tabla 3. Tasa de crecimiento de tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO [%]			
PERIODO	TIPOS DE VEHÍCULOS		
	Livianos	Buses	Camiones
2010 – 2015	4.47	2.22	2.18
2015 – 2020	3.97	1.97	1.94
2020 – 2025	3.57	1.79	1.74
2025 – 2030	3.25	1.78	1.58
2030 – 2040	3.25	1.62	1.58

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

El período de diseño se basa en una predicción de tráfico a 15 o 20 años, por otro lado, en caso de no contar con información estadística, las proyecciones se harían en base a la tasa de crecimiento demográfico o al consumo de combustible. [19]

2.2.1.2.5. Número de ejes equivalentes, W18

Se obtiene de los porcentajes de tipos de vehículos que conforman la composición del del tráfico, los mismos que se proceden a convertirlos en ejes de carga equivalente. Se transforma los diferentes tipos de ejes que circulan por la vía de estudio (buses y camiones) en un sistema estandarizado de ejes simples, para la variable de carga se utiliza los pesos sugeridos por la NEVI-12 en la Figura 3 o cualquier otro sistema de pesaje vehicular adecuado. [23]

Figura 3. Pesos y dimensiones de vehículos motorizados

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

Autor: Norma para estudios y diseños viales, NEVI – 12 (A)

Se debe tomar en cuenta que el tipo de eje y su peso influyen directamente en el comportamiento del pavimento.

2.2.1.2.5.1. Factor de daño del pavimento, FD

Este parámetro indica el daño que se producirá en el pavimento durante su vida útil debido a los valores de carga inducida por el tránsito vehicular convertidos a un eje simple de 1800lb.

Tabla 4. Factores de daño según el tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULOS	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	Ton	$\left(\frac{P}{6,6}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{8,2}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{15}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{23}\right)^4$	
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	0,04	11	3,24					4,51
3A	7	1,27			20	3,16			4,43
4C	7	1,27					24	1,19	2,46
3S2	7	1,27			20	6,32			7,59
3S3	7	1,27			20	3,16	24	1,19	5,62

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

2.2.1.2.5.2. Factor de distribución por dirección, Dd

Este factor se determina de acuerdo con el número de carriles en ambas direcciones que contempla la vía.

Tabla 5. Factor de distribución por dirección

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

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

2.2.1.2.5.3. Factor de distribución por carril, Dc

Este factor se determina de acuerdo con el número de carriles que tiene cada sentido que compone la vía.

Tabla 6. Factor de distribución por carril

NÚMERO DE CARRILES EN UNA DIRECCIÓN	PORCENTAJE DEL W18 EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100%
2	80% a 100%
3	60% a 80%

4	50% a 75%
---	-----------

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

2.2.1.2.5.4. Ejes de carga equivalente

Se basa en las siguientes ecuaciones consecutivas para su cálculo:

- **W18 parcial**

$$W18_{PARCIAL} = [(TPDA_{BUSES} * FD_{BUSES}) + (TPDA_{2D} * FD_{2D}) + (TPDA_{2DA} * FD_{2DA}) + \dots] * 365$$

(ecuación 2.5)

Donde:

W₁₈: número de ejes equivalentes

TPDA_{vehículos}: tráfico promedio diario anual correspondiente a cada tipo de vehículo

FD: factor de daño correspondiente a cada tipo de vehículo

- **W18 acumulado**

$$W18_{ACUMULADO} = W18_{PARCIAL ANTERIOR} + W18_{PARCIAL ACTUAL}$$

(ecuación 2.6)

Donde:

W₁₈: número de ejes equivalentes acumulado

W₁₈_{PARCIAL}: número de ejes equivalentes parcial de año anterior

W₁₈_{ACTUAL}: número de ejes equivalentes parcial de presente año

- **W18 por sentido**

$$W18_{POR SENTIDO} = W18_{ACUMULADO} * Dd$$

(ecuación 2.7)

Donde:

W₁₈_{POR SENTIDO}: número de ejes equivalentes por sentido de la vía

W₁₈_{ACUMULADO}: número de ejes equivalentes acumulado

Dd: factor de distribución por dirección

- **W18 carril de diseño**

$$W18_{CARRIL DE DISEÑO} = W18_{POR SENTIDO} * Dc$$

(ecuación 2.8)

Donde:

W18_{CARRIL DE DISEÑO}: número de ejes equivalentes de diseño

W18_{POR SENTIDO}: número de ejes equivalentes por sentido de la vía

Dc: factor de distribución por carril

El W18 de carril de diseño es el eje equivalente requerido en el diseño de pavimentos.

2.2.2.3 Ensayos de laboratorio

Se hizo uso del método experimental para la recopilación, obtención e interpretación de datos, así también como el empleo del método cuantitativo para la medición de las muestras de suelos.

A continuación, en la Tabla 7 se exteriorizan los ensayos efectuados con respectivas normas de sustentación que indican los procedimientos experimentales bajo los cuales deben ser ejecutados.

Tabla 7. Ensayos de laboratorio ejecutados

ENSAYOS	NORMATIVA
Extracción de muestras	NTE INEN 686 – ASTM D420
Granulometría	NTE INEN 696:2011 – ASTM D421
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

Autor: Autoría propia

2.2.1.3.1. Extracción de muestras

La extracción de muestras de suelo se sustenta en la normativa NTE INEN 686 y ASTM D420, las cuales indican la manera de realización de las calicatas. Las calicatas fueron hechas considerando las áreas de corte, relleno y de intersección entre estas que representa a la subrasante, las cuales se exteriorizan el perfil longitudinal del Diseño Geométrico de la vía. La norma infiere que si el terreno presenta condiciones topográficas similares o estratos no cambiantes a lo largo de los tramos se puede considerar una sola calicata para distancias considerables. [24] Además, expone el siguiente procedimiento de ejecución:

- Replantear en el alineamiento del terreno los puntos pertenecientes al suelo utilizado para corte, relleno y subrasante de donde se deben obtener las muestras representativas.
- Retirar de 20 a 30 cm de capa vegetal en cada calicata.
- Realizar la excavación del pozo a cielo abierto con dimensiones de 1m x 1m x 1.20m de profundidad.
- Tomar muestras representativas de suelo con un peso aproximado de 50 kilogramos por cada calicata.
- Transportar las muestras de suelo en sacos con su respectiva identificación hacia los laboratorios, para identificar y determinar sus propiedades físicas y mecánicas.

2.2.1.3.2. Granulometría

El ensayo de granulometría es el procedimiento mecánico manual que separa las partículas constitutivas de una muestra de suelo en tamaños específicos, de tal manera que se puedan conocer los pesos que cada tamaño específico aporta al peso total del agregado y estos se expresan como porcentajes retenidos, de forma parcial o acumulada. Para esta división de tamaños se hace uso de mallas redondas con diferentes aberturas normadas. [25]

Se procedió en primer lugar a pesar una cantidad de 1000 gr de suelo, posteriormente se colocaron todos los tamices necesarios en orden descendente en abertura de malla; #4, #8, #10, #16, #30, #40, #50, #60, #100, #200 y la fuente. Desde la parte superior se colocó la cantidad de suelo pesado llevando el juego de tamices hacia la maquina tamizadora para que sea agitada durante un periodo controlado de 10 minutos. Finalmente, se extraen los pesos de materia retenido en cada malla incluida la fuente, con estos datos se procede a realizar la curva granulométrica en una escala semilogarítmica. De tal modo que este procedimiento se realizó por cada calicata tomada.

Al cumplir con este ensayo se constató el coeficiente de curvatura que determina la graduación del material, en base a la siguiente expresión.

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

(ecuación 2.9)

Donde:

Cc: coeficiente de curvatura

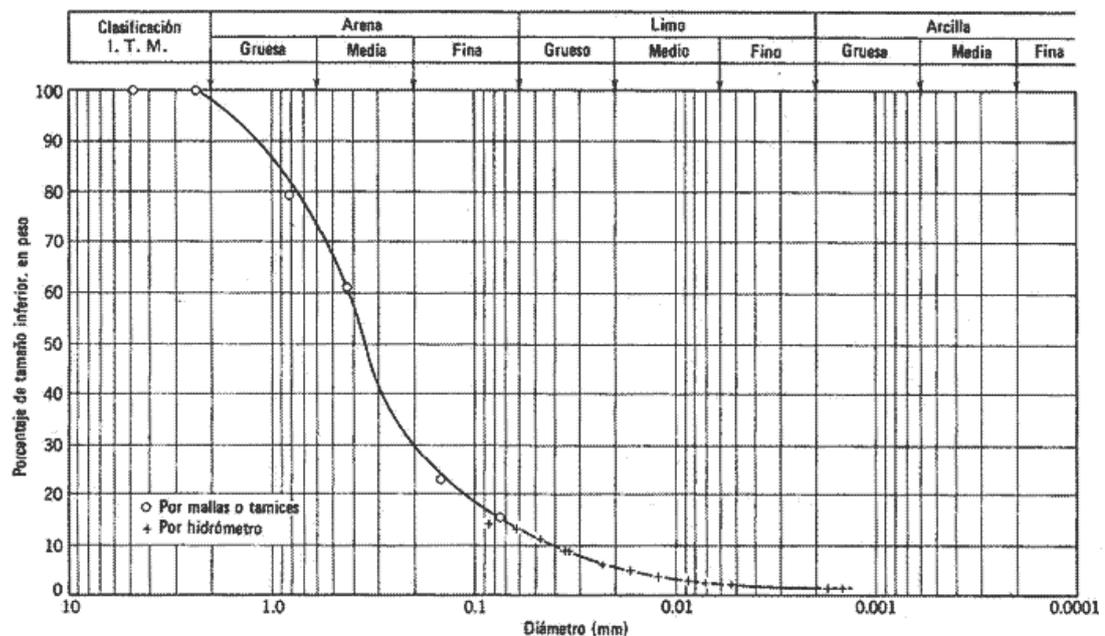
D₁₀: diámetro efectivo

D₃₀: diámetro equiparable

D₆₀: diámetro dimensional

Cuando $1 < C_c < 3$ los suelos se encuentran bien graduados, mientras que si $C_c > 3$ ó $C_c < 1$, los suelos se consideran mal graduados. [26]

Figura 4. Curva granulométrica



Autor: Fundamentos de mecánica de suelos, 2005

2.2.1.3.3. Límites de Atterberg

El ensayo de límites de consistencia determina la condición física de la mezcla de suelos finos y agua, y se obtiene como resultado el comportamiento y las propiedades plásticas de los suelos arcillosos y limosos. Al variar el contenido de humedad en la masa de suelo fino este cambia su estado, por ende, su consistencia y resistencia se alteran. [27]

El Límite Líquido (LL) se define como la humedad necesaria que se requiere para llenar los huecos de una muestra de suelo que ha perdido agua o se ha desecado. Este

estado de consistencia se realiza tomando aproximadamente 200gr de suelo que pasa el tamiz N°40, colocándola sobre un mortero con adición de agua, homogenizándola hasta obtener una consistencia plástica, con la ayuda de una espátula se la introduce en la Copa de Casagrande donde apoyado de un ranurador se corta la masa por el centro para que el contenido de humedad establecido logre que las dos mitades de la pasta de suelo se unan en una longitud de 12mm al golpearse la copa en rangos de 0 – 15, 15 – 30, 30 – 45 y 45 – 60 golpes. Posteriormente, se extraen dos muestras pequeñas de la pasta para pesarlos y obtener contenidos de humedad. [28]

El Límite Plástico (LP) establece la humedad más baja con el cual el suelo permanece en estado plástico, mejor dicho, el momento en el que se produce el cambio del estado plástico a un estado semisólido disgregante. [29]

Utilizando la misma pasta generada en el anterior límite de consistencia, se procede a moldear cilindros de 3mm de diámetro y 5cm de largo, rodando los mismos entre los dedos de la mano y la superficie lisa del portaobjetos, hasta que estos empiecen a resquebrajarse. Se efectuaron cinco rollos por muestra, que fueron pesados para calcular sus contenidos de humedad.

El Índice de Plasticidad (IP) denota aquel intervalo de humedad donde el suelo se conserva plástico, siendo elevado su valor cuando más plástico es la muestra.

$$IP = LL - LP$$

(ecuación 2.10)

Donde:

IP: índice de plasticidad

LL: límite líquido

LP: límite plástico

En base al análisis granulométrico y los resultados de los límites de consistencia, se puede determinar la tipología de los suelos en base a la clasificación AASHTO en [30], dividiendo las muestras en gravas, arenas, limos y/o arcillas, como se muestra en la Tabla 8.

Tabla 8. Clasificación AASHTO de los suelos

Clasificación General		Materiales granulares 35% o menos pasan la malla 200							Materiales limosos y arcillosos más del 35% pasa la malla No 200				
Grupos		A-1		A-3	A-2			A-4	A-5	A-6	A-7		
		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 por mallas.	10	50 Max											
% que pasa la malla	40	30 Max	50 Max	51 Min									
No	200	15Max	25 Max	10 Max	35 Max	35 Max	35 Max	35 Max	36 Min	36 Min	36 Min	36 Min	36 Min
Característica de la fracción que pasa la malla 40	LL				40 Max	41 Min	40 Max	41 Min	40 Max	41 Min	40 Max	41 Min	41 Min
Índice de grupo	LP	6 Max	6 Max	NP	10 Max	10Max	11 Min	11 Min	10 Max	10 Max	11 Min	11 Min	11 Min
		0	0	0	0	4 Max	8 Max	4 Max	8 Max	12 Max	16 Max	20 Max	20 Max
Tipo usual de materiales constituyentes		Piedra Grava Arena		Arena	Arena limosa o arcillosa, arena				Suelos limosos		Suelos arcillosos		
Comportamiento general como subbase		EXELENTE A BUENO					ACEPTABLE A MALO						

Nota: En la división A-7, cuando IP > 30, el grupo A-7-5. Si el IP < 30 el grupo es A-7-6

Autor: Fundamentos de mecánica de suelos, 2005

2.2.1.3.4. Proctor Modificado Tipo B

Este ensayo describe el procedimiento de la determinación de la relación entre el contenido de humedad óptimo y la densidad máxima seca de la muestra representativa de suelo compactado en un molde de tamaño establecido; 152.40 mm (6in) de diámetro, con un pistón de 454 Kg (10lb) que cae de una altura de 457 mm (18in). El material de suelo utilizado es aquel que pasa el tamiz de 4,75mm (N°4) que se distribuye de forma equitativa en 5 capas dentro del molde para ser compactado a ritmo de 56 golpes por capa. [31] Este ensayo disminuye al máximo los vacíos entre partículas ya sea de agua y aire dentro de la muestra de suelo para poder lograr una mayor capacidad de soporte.

Se utilizaron 6000gr de material seco que pasó el tamiz N°4, el cual se lo colocó dentro de una bandeja metálica y se le añadió diferentes porcentajes de agua, en rangos de 3%, se homogeneizó la mezcla y se la alisó en la superficie de la bandeja, con la ayuda de un palustre se dividió ésta en 5 partes iguales que se fueron colocando por capas en el molde para que fueran compactadas al dejar caer el martillo. Luego, se pesó el molde sin el collarín, se dispuso la extracción de dos muestras de suelo compactado de la parte superior e inferior del molde para la determinación de contenidos de humedad.

Este proceso se realizó en cuatro instancias variando el porcentaje de humedad añadida en la mezcla. Con los datos obtenidos se puede graficar la curva de compactación y determinar el punto máximo de densidad seca y humedad óptima.

2.2.1.3.5. Relación de Soporte de California, CBR

El CBR determina la resistencia al esfuerzo cortante de una muestra de suelo bajo condiciones determinadas de humedad y densidad controladas, y sirve para poder evaluar la calidad del terreno para una subrasante, sub – base y base en el estudio de pavimentos. [32] Los porcentajes del CBR indican la calidad que posee el suelo, estos valores van desde el 0% que infiere una pésima calidad hasta el 100% que indica una resistencia portante óptima.

$$\text{CBR} = \frac{\text{Carga unitaria de ensayo}}{\text{Carga unitaria patrón}} * 100$$

(ecuación 2.11)

Los resultados en porcentaje del CBR expresan el grado de capacidad de soporte del suelo en condiciones de carga y humedad críticas, así como el uso que se les puede dar.

Tabla 9. Clasificación y uso del suelo según el CBR

CBR [%]	CLASIFICACIÓN GENERAL	USOS	CLASIFICACIÓN AASHTO
0 – 3	Muy pobre	Subrasante	A5, A6, A7
3 – 7	De pobre a regular	Subrasante	A4, A5, A6, A7
7 – 20	De regular a buena	Subbase	A2, A4, A6, A7
20 – 50	De buena a muy buena	Base, subbase	A1b, A2-5, A3, A2-6
> 50	Excelente	Base	A1a, A2-4, A3

Autor: Mecánica de suelos y cimentaciones, Villalaz

El procedimiento del ensayo parte con la obtención de 6000gr de suelo seco que pasa el tamiz N°4 y la adición del porcentaje óptimo de agua establecido en el anterior ensayo. A partir de ahí 3 muestras de suelo deben ser compactadas en un molde de 6in de diámetro colocados en 5 capas distribuidas uniformemente para dejar caer un pistón de 10lb a una altura de 18in, a 11, 27 y 56 golpes respectivamente. Posteriormente, se procede a dejar los moldes sumergidos en el agua de 3 a 5 días para obtener la saturación en la muestra de suelo como el esponjamiento del mismo mediante las mediciones del dial. Finalmente, se procederá a medir la resistencia que ejerce el suelo a la penetración del pistón con la ayuda de la máquina Multispeed o de CBR a una velocidad de 1.27mm/min, extrayendo muestras para contenidos de humedad.

2.2.1.3.6. CBR de diseño

Para el cálculo del CBR de diseño se deben ordenar los valores de CBR puntual de las diferentes muestras elaboradas de forma ascendente donde se toma un percentil que represente al número de ejes equivalentes proyectado. [33]

Tabla 10. Percentil de diseño

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%

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

2.2.3 FASE II: Diseño geométrico y 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, diseño de pavimento flexible, diseño de obras de drenaje y señalización vial.

2.2.3.1 Diseño geométrico de la vía

La construcción de una carretera se da gracias al diseño geométrico, que establece la correlación de elementos físicos y las características de operación de los vehículos mediante el uso de la física, matemática y geometría.

En tal sentido, mediante el método analítico que evalúa la bibliografía consultada y la somete a un análisis de criterios, se establece que la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil, como el trazado de su sección transversal. Este trazado debe cumplir con el objetivo de ser funcional, seguro, cómodo para el usuario, estético, económico y compatible con el medio ambiente. [14]

La Tabla 11 exterioriza los valores recomendados de los factores de diseño más importantes a tomar en cuenta durante el diseño del alineamiento horizontal y vertical de la vía.

Tabla 11. Valores de diseño recomendados para carreteras – MTOP 2003

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

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

2.2.2.1.1. Clasificación de la vía según el TPDA_f

Para emprender con el diseño geométrico, preliminarmente se requieren de ciertos elementos iniciales, como el estudio de tráfico que calcula el TPDA futuro con el cual se selecciona la tipología de la vía. El MTOP clasifica las carreteras como se exterioriza en la Tabla 12.

Tabla 12. Clasificación de carreteras en función del TPDA_f

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS EN FUNCIÓN DEL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de Carretera	Tráfico Proyectoado TPDA _f
R-I o R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Además, se debe de establecer su funcionalidad.

Tabla 13. Relación, función, clase MTOP y tráfico

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

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

La NEVI-12, también clasifica las carreteras en base los siguientes aspectos: por su capacidad basada en el TPDA proyectado a 15 o 20 años; por su jerarquía en la red vial como: un corredor arterial, una vía colectora o un camino vecinal o por su jurisdicción: red nacional, provincial o cantonal; por las condiciones orográficas, es decir, el relieve del terreno: llano, ondulado, accidentado o muy accidentado; por el número de calzadas, donde existen las carreteras de calzadas separadas físicamente para cada sentido de circulación o de calzada única con sentidos de circulación independientes, y finalmente, en función de la superficie de rodamiento, en el cual la capa de rodadura puede ser un pavimento flexible o rígido, un afirmado (material granular) o simplemente suelo natural. [22]

2.2.2.1.2. Velocidad de diseño y circulación

La velocidad de diseño correspondiente a la vía se define como la velocidad máxima a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre una carretera cuando las circunstancias atmosféricas y del tránsito son favorables, el MTOP recomienda un valor en base a su clasificación. [19]

Tabla 14. 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

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Además, se debe tomar en cuenta la velocidad de circulación que se calcula en función de la velocidad de diseño.

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$$

(ecuación 2.12)

Donde:

V_c : velocidad de circulación

V_d : velocidad de diseño seleccionado

2.2.2.1.3. Alineamiento Horizontal

El diseño geométrico del alineamiento horizontal se traza sobre la faja de superficie creada en el Autodesk Civil 3D, en el que se incluyen:

2.2.2.1.3.1. Tramos en tangentes

Las tangentes son las proyecciones que unen las curvas en un plano horizontal. Se define como PI a la intersección entre dos tangentes consecutivas y el ángulo que estas dos conforman se detona como delta (Δ).

Una tangente intermedia se determina entre la distancia existente desde el punto final de la curva predecesora y el comienzo de la curva posterior. La longitud máxima de las tangentes se limita a la seguridad, debido a que las tangentes intermedias con contemplan extensas distancias conllevan un alto riesgo de accidentes por causas de somnolencia producidas en el conductor. [34]

Tabla 15. Longitud de tramo en tangente

VELOCIDAD DE DISEÑO [km/h]	Longitud mínima S [m]	Longitud mínima O [m]	Longitud máxima [m]
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002

70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Autor: Manual de carreteras, DG-2014

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables en los tramos en tangente se calcula por:

$$L. \text{mín.}_s = 1,39 * V_d$$

(ecuación 2.13)

$$L. \text{mín.}_o = 2,78 * V_d$$

(ecuación 2.14)

$$L_{\text{máx}} = 16,70 * V_d$$

(ecuación 2.15)

Donde:

V_d: velocidad de diseño seleccionado

L. mín._s: longitud mínima para trazos “S” (radios de curvatura de sentido contrario)

L. mín._o: longitud mínima para el resto de los casos (radios de curvatura del mismo sentido)

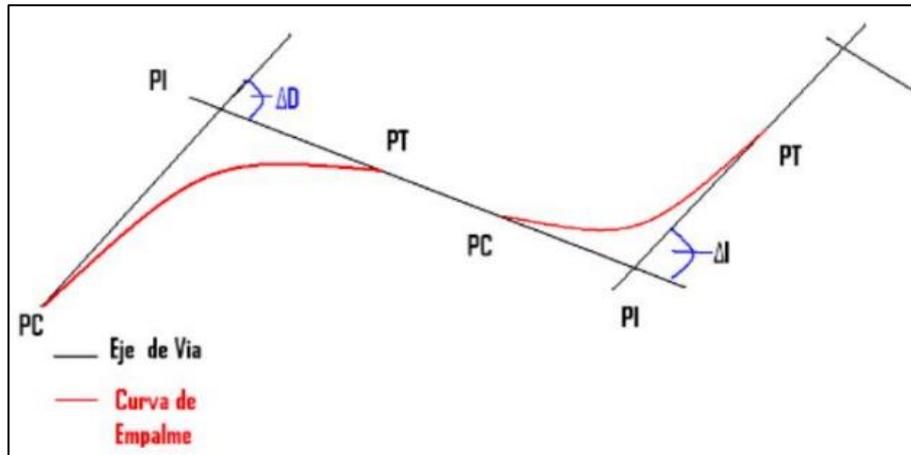
L. máx.: longitud deseable máxima

2.2.2.1.3.2. Curvas circulares

Se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que acoplan dos tangentes continuas adquiriendo así la proyección horizontal de las curvas reales o especiales, se pueden clasificar en:

- **Simples:** las deflexiones pueden ser izquierdas o derechas dependiendo de la posición en la cual se ubique la curva sobre el eje de la vía. [35]

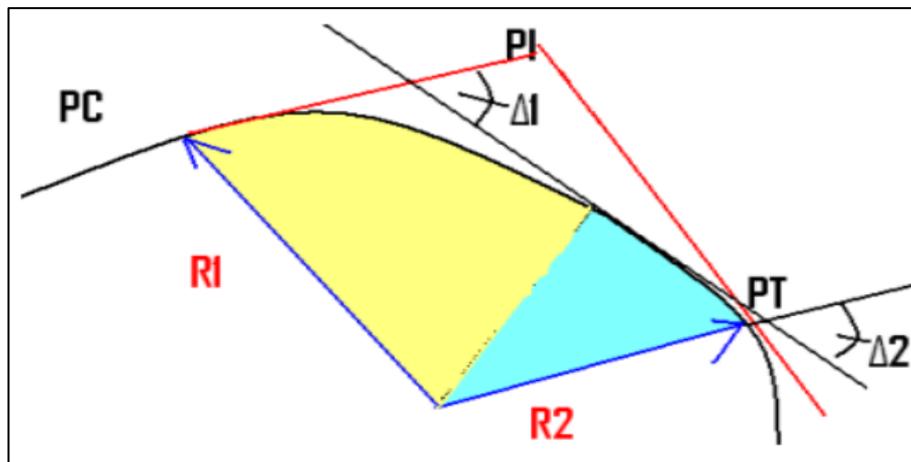
Figura 5. Curvas circulares simples



Autor: Curvas horizontales – topografía I, Navarro 2014

- **Compuestas:** la curva circular principal se compone de una o más curvas simples dispuestas una a continuación de la otra y poseen arcos de circunferencia distintos. [35]

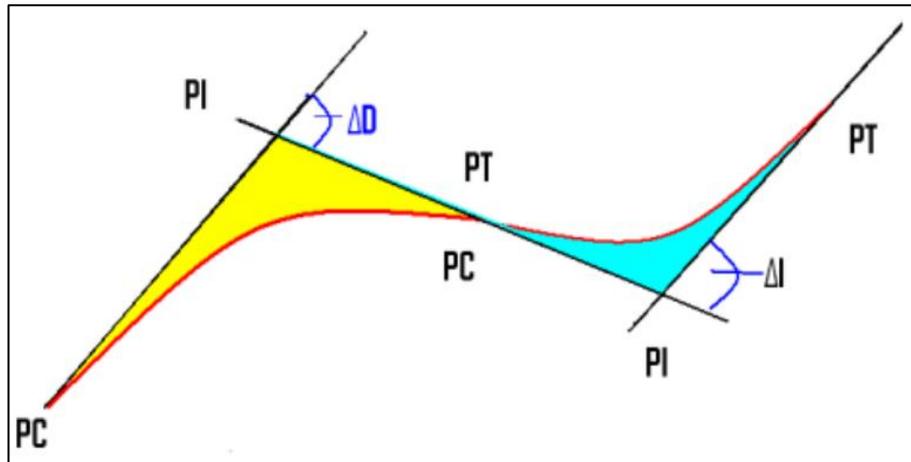
Figura 6. Curvas circulares compuestas



Autor: Curvas horizontales – topografía I, Navarro 2014

- **Inversas:** curvas que se instalan una después de otra en sentido contrario, pero con la tangente en común. [35]

Figura 7. Curvas circulares inversas



Autor: Curvas horizontales – topografía I, Navarro 2014

Los elementos principales que poseen las curvas circulares son:

- **Grado de curvatura:** es el valor máximo que se permite la curva recorrer sin problema con el peralte máximo a la velocidad de diseño, el grado de curvatura es el ángulo que se forma por un arco de 20 metros. [19]

$$G_c = \frac{1145,92}{R}$$

(ecuación 2.16)

- **Radio de curvatura:** es el radio de la curva circular y se denota como “R”.

$$R = \frac{1145,92}{G_c}$$

(ecuación 2.17)

- **Radio mínimo de curvatura horizontal:** es el valor más bajo que brinda la seguridad en el tránsito a una velocidad de diseño seleccionada en función del máximo peralte (e) adoptado y el coeficiente (f) de fricción lateral. [19]

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

(ecuación 2.18)

Donde:

R: radio mínimo de una curva horizontal

V_d : velocidad de diseño seleccionado

e : peralte de la curva

f : coeficiente de fricción lateral

El MTOP pone a disposición en la Tabla 16 los valores del radio mínimo, pero para adoptarlos deben de cumplir criterios referentes a la topografía del terreno si es montañosa a escarpada o si la vía se encuentra en las proximidades a cruces de accidentes hidrográficos. [19]

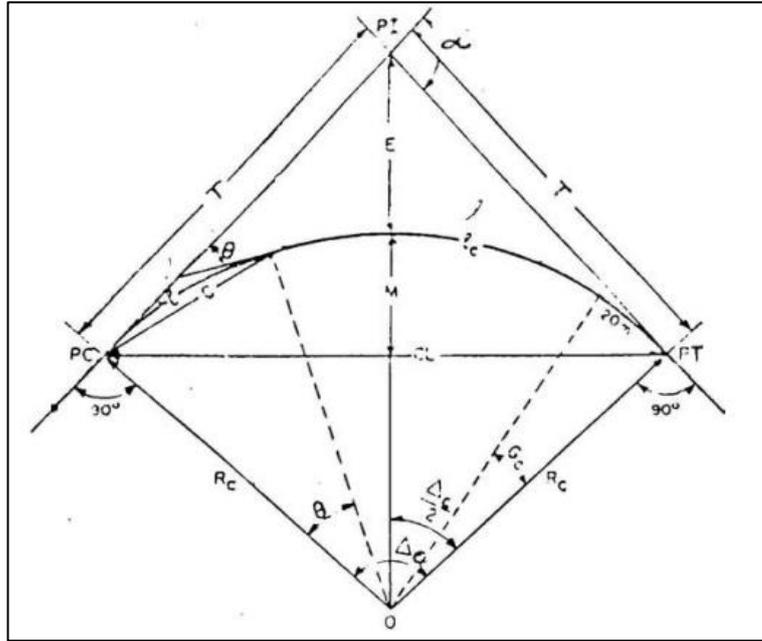
Tabla 16. Radios mínimos de curvas de acuerdo con el peralte (e) y el coeficiente de fricción lateral (f)

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
110	0,124	425,34	467,04	517,80	580,95	430	470	520	585
120	0,120	515,39	566,39	629,92	708,66	520	570	630	710

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

2.2.2.1.3.3. Elementos de la curva circular simple

Figura 8. Elementos que conforman la curva circular simple



Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

En la Figura 8 se observan los elementos de la curva circular simple que 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

α : ángulo de deflexión de las tangentes

Δ_c : ángulo central de la curva circular

θ : ángulo de deflexión a un punto sobre la curva circular

G_c : grado de curvatura de la curva circular

R_c : radio de la curva circular

T: tangente de la curva circular o subtangente

E: external

M: ordenada media

C: cuerda

CL: cuerda larga

l: longitud de un arco

l_c : longitud de la curva circular

- **Ángulo central:** es el ángulo formado por la curva circular (α), además en curvas circulares simples es igual a la deflexión de las tangentes. [19]

- **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:

$$l_c = \frac{\pi * R * \alpha}{180}$$

(ecuación 2.19)

Se debe tomar en cuenta que si (α) es muy pequeño se deberá de asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte como para mejorar las condiciones estéticas del trazado. [19]

- **Tangente de la curva o subtangente:** es la medida entre el PI y el PC, o también entre el PI y el PT de la curva, cuantificada sobre la prolongación de las tangentes.

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right)$$

(ecuación 2.20)

- **External:** mide la distancia mínima entre el PI y la curva.

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

(ecuación 2.21)

- **Ordenada media:** es la longitud de la flecha en el punto de la curva.

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

(ecuación 2.22)

- **Deflexión en un punto cualquiera de la curva:** es el ángulo entre la prolongación de la tangente en el PC y la tangente en el punto considerado. [19] Se visualiza como (θ).

$$\theta = \frac{G_c * l}{20}$$

(ecuación 2.23)

- **Cuerda:** representa a la recta comprendida entre dos puntos de la curva.

$$C = 2 * R * \text{sen} \frac{\theta}{2}$$

(ecuación 2.24)

- **Cuerda larga:** es la cuerda producto de la unión de dos puntos de la curva, el PC y el PT.

$$CL = 2 * R * \text{sen} \frac{\alpha}{2}$$

(ecuación 2.25)

- **Ángulo de la cuerda:** simboliza el ángulo comprendido entre la prolongación de la tangente de la vía y la cuerda, se exterioriza como (\emptyset).

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

(ecuación 2.26)

En base al grado de curvatura:

$$\emptyset = \frac{G_c * l}{40}$$

(ecuación 2.27)

El ángulo para la cuerda larga se determina mediante:

$$\emptyset = \frac{G * l_c}{40}$$

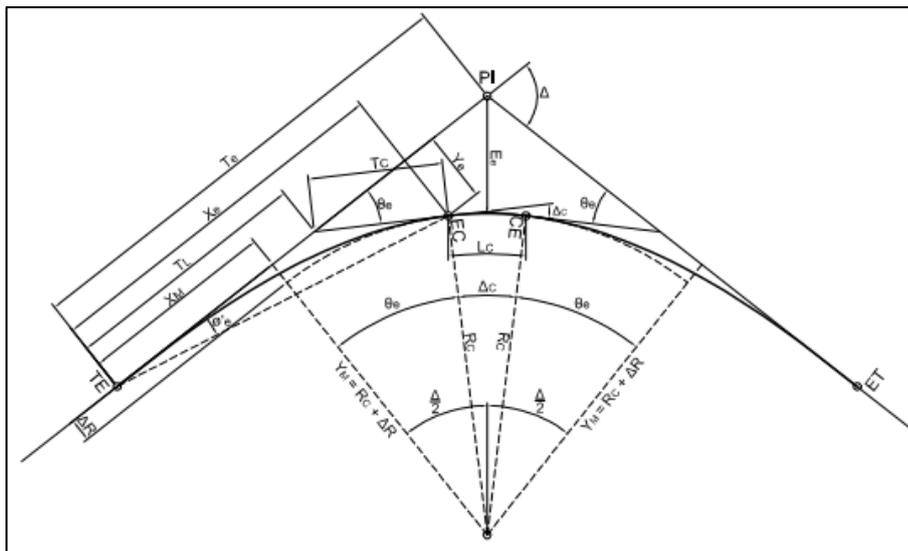
(ecuación 2.28)

2.2.2.1.3.4. Curvas de transición

Se trata de curvas que enlazan al tramo de tangente con la curva circular en forma gradual, tanto para el desarrollo del peralte como para el sobreancho. El cambio en el valor del radio de curvatura se genera de forma continua a lo largo de la curva de transición desde el infinito en la tangente hasta llegar al radio de la curva circular. [19]

Aumenta la seguridad favoreciendo al usuario en la maniobra de entrada a la curva y la permanencia de los vehículos en su propio carril.

Figura 9. Elementos que conforman una curva de transición con espiral



Autor: Manual de diseño geométrico de carreteras, 2008

En la Figura 9 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

Δ_c: ángulo central de la curva circular

R_c: radio de la curva circular

E: external

ΔR: desplazamiento de curva circular y curva de transición

L_e: longitud de la curva de transición

k: valor aproximadamente L_e/2

θ_e: ángulo de deflexión de la espiral

- **Parámetro A:** parámetro de la clotoide que distribuye la aceleración transversal no compensada, a una tasa J compatible con la seguridad y comodidad. [34] Se obtiene con la siguiente ecuación:

$$A_{\min} = \sqrt{\frac{V_d * R}{46656 * J} * \left(\frac{V_d^2}{R} - 1,27e \right)}$$

(ecuación 2.29)

$$A = \sqrt{L_e * R}$$

(ecuación 2.30)

Donde:

- A_{mín}**: parámetro de la clotoide
- V_d**: velocidad de diseño seleccionado
- R**: radio de una curva horizontal
- e**: peralte de la curva
- J**: variación uniforme de aceleración
- L_e**: longitud de la curva de transición

Se adoptan los valores de J mediante la siguiente tabla:

Tabla 17. Variación de la aceleración transversal por unidad de tiempo

V [km/h]	V < 80	80 < V – 100	100 < V < 120	V > 120
J [m/s ³]	0,5	0,4	0,4	0,4
J _{máx} [m/s ³]	0,7	0,8	0,5	0,4

Autor: Manual de carreteras, DG-2014

- **Longitud mínima de la curva de transición:** para carreteras en general se establece por la siguiente ecuación.

$$L_{e_{\min}} = \frac{V_d * R}{46656 * J} * \left(\frac{V_d^2}{R} - 1,27e \right)$$

(ecuación 2.31)

Donde:

- L_{e_{mín}}**: longitud mínima de la curva de transición
- V_d**: velocidad de diseño seleccionado
- R**: radio de una curva horizontal
- e**: peralte de la curva
- J**: variación uniforme de aceleración

En el caso de carreteras de tercer orden (Clase IV y V para Ecuador) con curvas de transición, la longitud de la espiral no será menos que L_{mín} ni mayor que L_{máx} según las siguientes ecuaciones:

$$L_{e_{\min}} = 0,0178 * \frac{V_d^3}{R}$$

(ecuación 2.32)

$$L_{e_{\max}} = (24R)^{0,5}$$

(ecuación 2.33)

Donde:

$L_{e\text{mín}}$: longitud mínima de la curva de transición

$L_{e\text{máx}}$: longitud máxima de la curva de transición

V_d : velocidad de diseño seleccionado

R: radio de una curva horizontal

- **Ángulo de deflexión de la espiral**

$$\theta_e = \frac{90 * L_e}{\pi * R}$$

(ecuación 2.34)

- **Disloque de la espiral**

$$\Delta R = \frac{L_e^2}{24R}$$

(ecuación 2.35)

- **External**

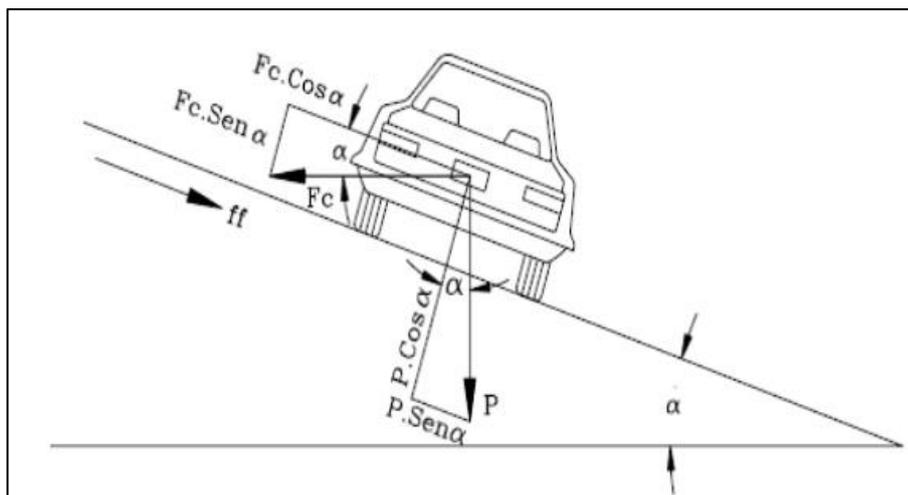
$$E = \frac{R + \Delta R}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - R$$

(ecuación 2.36)

2.2.2.1.3.5. Peralte

Representa a la trayectoria circular que recorre un vehículo cuando es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “F” y se contrarresta con las fuerzas componentes del peso (P) del vehículo gracias al peralte más la fuerza de fricción generada entre los neumáticos y el pavimento. [19]

Figura 10. Estabilidad del vehículo en las curvas



Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

El MTOP establece la siguiente fórmula para el cálculo del peralte:

$$e = \frac{V_d^2}{127 * R} - f$$

(ecuación 2.37)

Donde:

- e:** peralte de la curva
- V_d:** velocidad de diseño seleccionada
- R:** radio de la curva
- f:** máximo coeficiente de fricción lateral

El empleo del peralte ofrece comodidad y seguridad al usuario que circula sobre la carretera en curvas horizontales, sin embargo, el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores máximos debido a que un $e_{máx}$ exagerado puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a velocidades bajas. Los valores máximos permisibles se establecen en la Tabla 18.

Tabla 18. Peraltes máximos permitidos

PERALTE máx.	V _d [Km/h]	TIPO DE VÍA	CAPA DE RODADURA
10%	> 50	Carreteras y caminos	Asfalto, concreto o empedrado
8%	≤ 50	Caminos vecinales	Capa granular

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace en curvas simples, sin espirales, la longitud de transición se ubica en 2/3 dentro de la tangente y 1/3 dentro de la curva circular, pero en casos extremos puede ser permitido el 50% en la tangente y 50% dentro de la curva.

Mientras que, en curvas de transición con espirales, el desarrollo del peralte se da en el 100% dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud.

2.2.2.1.3.6. Sobreancho en las curvas

Este factor de diseño se emplea en las curvas que tienen radios mínimos y que poseen anchos de vía muy pequeños o estrechos, con el fin de mantener al vehículo más largo dentro del carril en este tipo de tramos. [19]

Para definir el sobreancho sobre los tramos curvos se deben de considerar los siguientes criterios:

- El sobreancho debe de obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte.
- En las curvas simples, el ensanchamiento debe hacerse únicamente con respecto al borde interno del pavimento.
- En el caso de curvas de transición, el ensanchamiento se lo distribuye a lo largo de la longitud de la espiral, a los dos lados de la calzada o solo en el lado interno.
- El borde de la calzada es indispensable que posea una transición suave para aminorar su influencia sobre el vehículo.

El sobreancho se calcula con la siguiente ecuación:

$$S = n * \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V_d}{10 * \sqrt{R}}$$

(ecuación 2.38)

Donde:

S: sobreancho

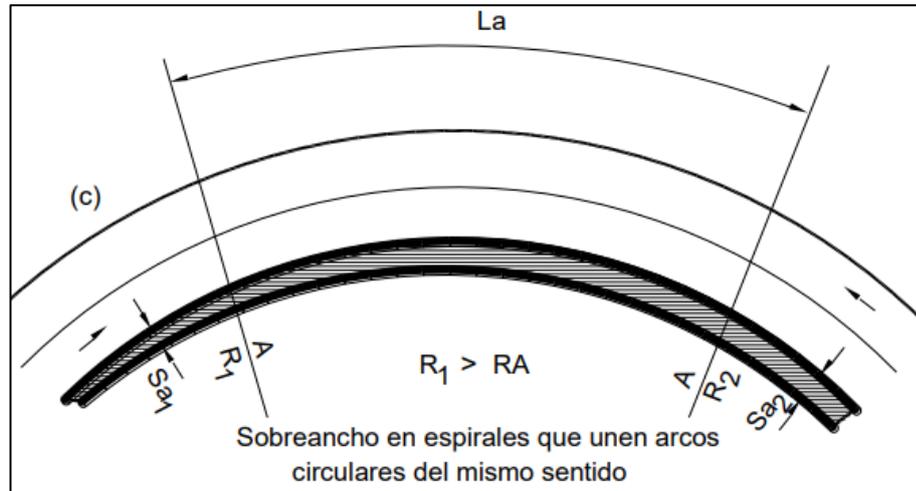
n: número de carriles de calzada

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

R: radio de la curva

V_d: velocidad de diseño seleccionada

Figura 11. Sobreechancho de un carril de tránsito en una curva



Autor: Manual de carreteras, DG-2014

El MTOP dictamina que por temas de costos se establece el valor mínimo de diseño para el sobreechancho de 30cm en velocidades de hasta 50km/h y 40cm para velocidades mayores. [19]

2.2.2.1.3.7. Distancias de visibilidad

La capacidad de visibilidad es de gran importancia para la seguridad y eficiencia en la circulación de vehículos sobre la carretera.

- **Distancia de visibilidad para parada:** es la distancia mínima necesaria para que el usuario que circula a la velocidad de diseño visualice un objeto en su trayectoria y pueda parar el automotor antes de llegar a él. [19]

Esta distancia se determina con la siguiente ecuación:

$$D_v = d_1 + d_2$$

(ecuación 2.39)

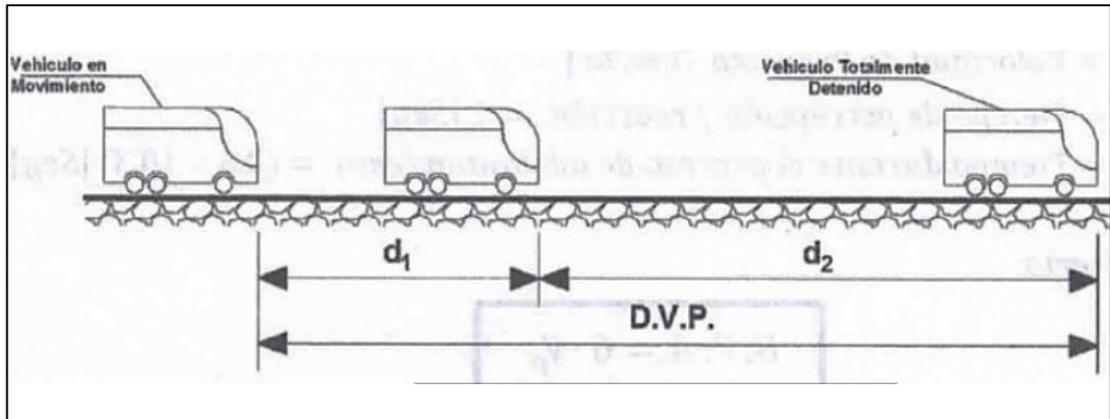
Donde:

D_v : distancia mínima de visibilidad para parada de un vehículo

d_1 : distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que se visualiza un objeto en el camino

d_2 : distancia de frenado del vehículo

Figura 12. Distancia de visibilidad para parada



Autor: Carreteras I, UTO 2018

La distancia recorrida en el tiempo de percepción más reacción del conductor se determina por:

$$d_1 = 0,7 * V_c$$

(ecuación 2.40)

Donde:

d₁: distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que se visualiza un objeto en el camino

V_c: velocidad de circulación del vehículo determinada

La distancia de frenado se calcula teniendo en cuenta la acción de la fricción desarrollada entre los neumáticos y la calzada de forma longitudinal, y se establece como:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$

(ecuación 2.41)

Donde:

d₂: distancia de frenado del vehículo

V_c: velocidad de circulación del vehículo determinada

f: coeficiente de fricción longitudinal

La AASHTO determina que el coeficiente de fricción longitudinal (*f*) no es similar para todas las velocidades, debido a que decrece conforme la velocidad aumenta, por ende, su variación se representa mediante la siguiente ecuación:

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$

(ecuación 2.42)

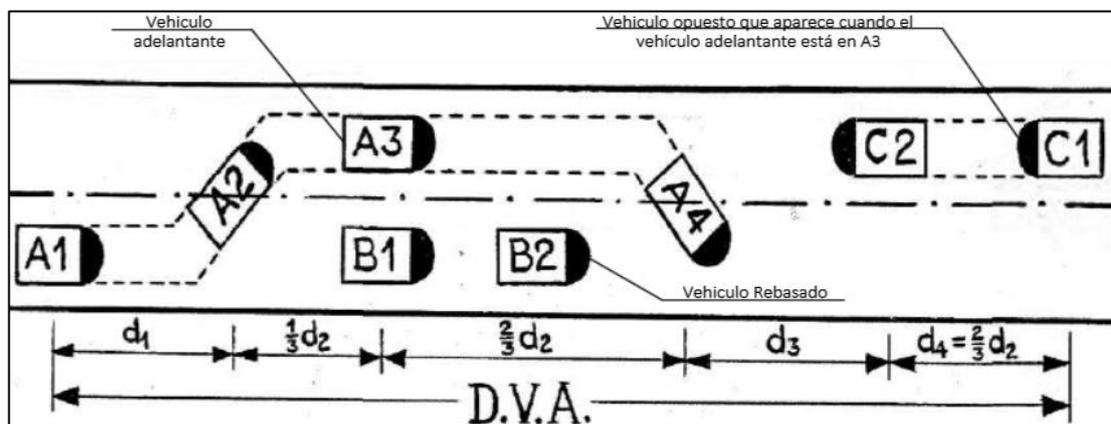
Donde:

f: coeficiente de fricción longitudinal

V_c: velocidad de circulación del vehículo determinada

- **Distancia de visibilidad para rebasamiento:** se determina en función a la longitud de carreta para efectuar la maniobra de adelantamiento en condiciones de seguridad. [19]

Figura 13. Distancia de visibilidad para rebasamiento



Autor: Carreteras I, UTO 2018

Esta distancia de adelantamiento se formula por:

$$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$$

(ecuación 2.43)

Donde:

d_r: distancia de visibilidad para rebasamiento

d₁: distancia recorrida por el vehículo en el tiempo de percepción o reacción

d₂: distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el otro carril

d₃: distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido contrario (30m a 90m)

d₄: distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario durante $\frac{2}{3}$ del tiempo que emplea el vehículo rebasante

El MTOP exterioriza la variación que sufre la distancia de visibilidad para adelantamiento en base a la velocidad, representándola por la siguiente expresión para los rangos de $30 < V < 100$.

$$d_r = 9,54 * V - 218$$

(ecuación 2.44)

Donde:

d_r : distancia de visibilidad para rebasamiento

V : velocidad promedio del vehículo rebasante

Tabla 19. Elementos de la distancia de visibilidad para rebasamiento en condiciones de seguridad para carreteras de dos carriles

Grupo de velocidades	[km/h]	48 – 64	64 – 80	80 – 96	96 – 112
Velocidades promedio para rebasamiento	[km/h]	56,00	70,00	84,00	99,00
Maniobra inicial					
a: aceleración promedio	[km/seg]	2,24	2,29	2,35	2,40
t_1 : tiempo	[seg]	3,60	4,00	4,30	4,50
d_1 : distancia recorrida	[m]	44,00	66,00	88,00	112
Ocupación del carril del lado izquierdo					
t_2 : tiempo	[seg]	9,30	10,00	10,70	11,30
d_2 : distancia recorrida	[m]	145	196	251	313
Vehículo opuesto					
d_3 : distancia libre entre el vehículo rebasante y el vehículo opuesto	[m]	30,00	55,00	76,00	91,00
d_4 : distancia recorrida	[m]	30,00	55,00	76,00	91,00
Distancia de visibilidad para rebasamiento [m]					
$d_r = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$		316	448	583	725

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

2.2.2.1.4. Alineamiento Vertical

El perfil vertical debe estar en armonía con el alineamiento horizontal, además de estar en relación directa con la velocidad de diseño, las curvas horizontales y las distancias de visibilidad.

2.2.2.1.4.1. Gradientes

Este factor de diseño depende directamente de la topografía del terreno y para acogerlas se deben tener valores bajos con el fin de permitir velocidades razonables de circulación y facilitar la operación vehicular. [19]

En función del volumen de tráfico se establecen las gradientes máximas en la Tabla 20.

Tabla 20. Valores de diseño de las gradientes longitudinales máximas

CLASE DE CARRETERA		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
Categoría	TPDA _f	LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	2	3	4	3	4	6
I	3000 – 8000	3	4	6	3	5	7
II	1000 – 3000	3	4	7	4	6	8
III	300 – 1000	4	6	7	6	7	9
IV	100 – 300	5	6	8	6	8	12
V	<100	5	6	8	6	8	14

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Las gradientes se desarrollan en las longitudes máximas que se adaptan a los siguientes valores.

Tabla 21. Longitud máxima

GRADIENTE [%]	LONGITUD MÁXIMA [m]
8 – 10	1000
10 – 12	500
12 – 14	250

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

2.2.2.1.4.2. Gradientes mínimas

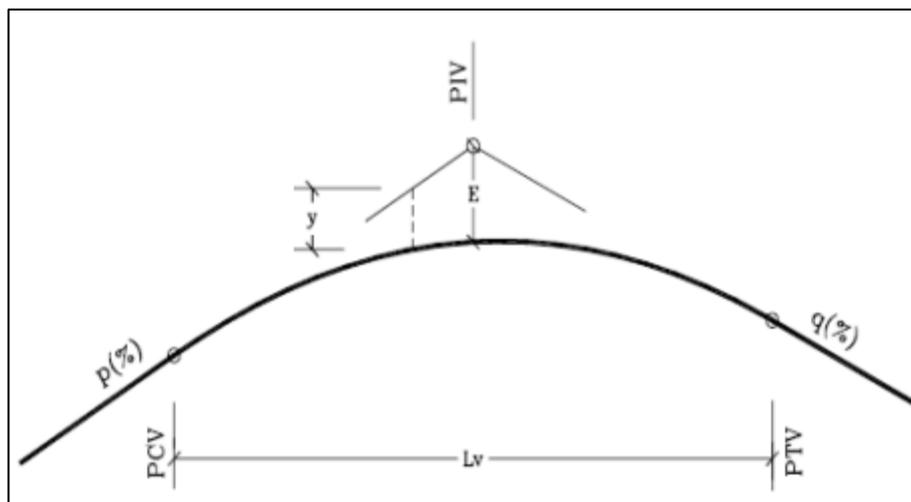
El MTOP sugiere una gradiente mínima de 0,5%. Aunque en casos de rellenos de 1m de altura o mayor se puede tomar una gradiente de 0%, y también cuando el pavimento tenga una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas lluvias. [19]

2.2.2.1.4.3. Curvas verticales

Son aquellas que unen dos tangentes verticales consecutivas del alineamiento vertical, para que en su longitud se desarrolle el paso gradual de la pendiente (gradiente) de la tangente de entrada a la tangente de salida. Dando como resultado una vía de operación vehicular segura y confortable, que además cuente con una estética agradable y unas características de drenaje adecuadas. [36]

El punto en común de una tangente y una curva vertical en su origen se define como PCV, y al final de esta como PTV. Mientras que al punto de intersección de dos tangentes consecutivas se le denomina como PIV, y la diferencia algebraica entre pendientes en este punto se representa como “A”.

Figura 14. Elementos de curvas verticales



Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Donde:

PIV: punto de intersección de las tangentes verticales

PCV: punto de inicio de la curva vertical

PTV: punto de inicio de la tangente vertical consecutiva, final de la curva vertical

E: external, distancia vertical entre el PIV y la curva

L_v : longitud de la curva vertical

p: pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje

q: pendiente final o de salida expresada en porcentaje

y: corrección vertical

La curva más idónea en el diseño del perfil de una carretera es la parábola, que se aproxima a una curva simple. Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por

su parámetro de curvatura K , que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal por cada porcentaje de variación en la pendiente.

$$K = \frac{L}{A}$$

(ecuación 2.45)

Donde:

K: variación por unidad de pendiente

A: diferencia de pendientes

L: longitud de la curva

Esta relación sirve para determinar la longitud de las curvas verticales para las diferentes velocidades de diseño.

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

$$A = P_i - P_s$$

(ecuación 2.46)

Donde:

A: diferencia de pendientes

P_i: pendiente de ingreso a la curva vertical

P_s: pendiente de salida de la curva vertical

Además, las curvas verticales se clasifican por la proporción de sus ramas simétricas o asimétricas y por su forma convexa y cóncava.

- **Curvas verticales convexas:** la longitud mínima de las curvas verticales de fija en función a los requerimientos de la distancia de visibilidad para parada del automotor. [19] La longitud de una curva convexa de forma simplificada se expresa como:

$$L = K * A$$

(ecuación 2.47)

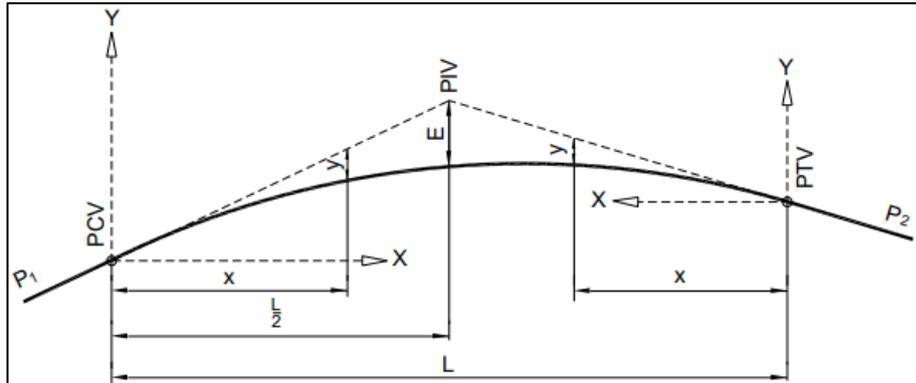
Donde:

A: diferencia de pendientes

L: longitud de la curva

K: variación por unidad de pendiente: L/A

Figura 15. Curva convexa simétrica



Autor: Manual de carreteras, DG-2014

Las Tablas 22 y 23 exteriorizan los valores de K en función de la velocidad de diseño o la tipología de la carretera.

Tabla 22. Curvas verticales convexas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA	COEFICIENTE	
		$K = \frac{S^2}{426}$	
[km/h]	[m]	CALCULADO	REDONDEADO
20	20	0,94	1
25	25	1,47	2
30	30	2,11	2
35	35	2,88	3
40	40	3,76	4
45	50	5,87	6
50	55	7,10	7
60	70	11,50	12
70	90	19,01	19
80	110	28,40	28
90	135	42,78	43
100	160	60,09	60
110	180	76,06	80
120	220	113,62	115

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Tabla 23. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales convexas mínimas

CLASE DE CARRETERA		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
Categoría	TPDA _f	LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 – 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 – 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 – 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 – 300	28	12	7	12	3	2
V	<100	12	7	4	7	3	2

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

La longitud de las ramas que componen la curva convexa simétrica se define como:

$$L_1 = L_2 = \frac{L}{2}$$

(ecuación 2.48)

Donde:

L: longitud de la curva vertical

L₁ = L₂: longitud de la rama de entrada o salida de la curva vertical

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales convexas se calcula por la siguiente ecuación.

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * V_d$$

(ecuación 2.49)

Donde:

L_{mín}: longitud mínima de la curva vertical convexa

V_d: velocidad de diseño seleccionada

La external se define como el valor de la ordenada vertical desde el PIV a la curva y se determina con la siguiente ecuación:

$$E = \frac{A * L}{800}$$

(ecuación 2.50)

Donde:

E: external

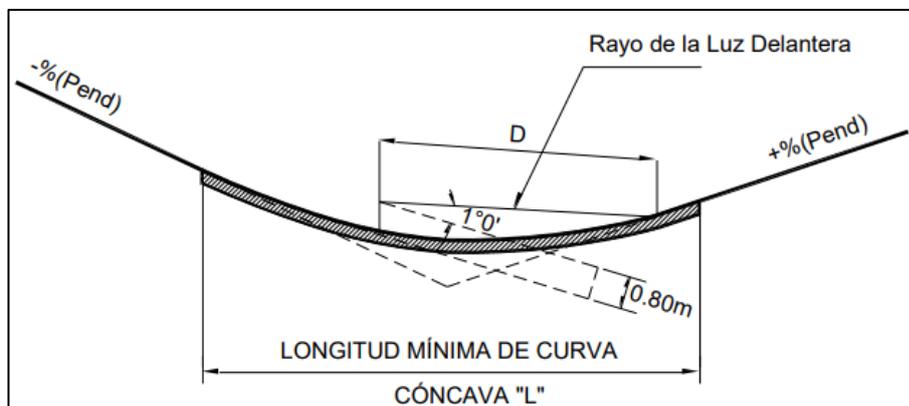
A: diferencia de pendientes

L: longitud de la curva vertical

- **Curvas verticales cóncavas:** deben de ser lo suficientemente largas por temas de seguridad, de tal manera que la longitud de los rayos de luz de los faros de los automotores se aproximadamente igual a la distancia de visibilidad de parada. [19] La longitud de una curva cóncava de forma simplificada se expresa como:

$$L = K * A$$

Figura 16. Curva cóncava simétrica



Autor: Manual de carreteras, DG-2014

Las Tablas 24 y 25 exteriorizan los valores de K en función de la velocidad de diseño o la tipología de la carretera.

Tabla 24. Curvas verticales cóncavas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA PARADA	COEFICIENTE	
		$K = \frac{S^2}{122 + 3,5 * S}$	
[km/h]	[m]	CALCULADO	REDONDEADO
20	20	2,08	2
25	25	2,98	3
30	30	3,96	4
35	35	5,01	5
40	40	6,11	6
45	50	8,42	8
50	55	9,62	10
60	70	13,35	13

70	90	18,54	19
80	110	23,87	24
90	135	30,66	31
100	160	37,54	38
110	180	43,09	43
120	220	54,26	54

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Tabla 25. Valores mínimos de diseño del coeficiente “K” para la determinación de la longitud de curvas verticales cóncavas mínimas

CLASE DE CARRETERA		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
Categoría	TPDA _f	LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	115	80	43	80	43	28
I	3000 – 8000	80	60	28	60	28	12
II	1000 – 3000	60	43	19	43	28	7
III	300 – 1000	43	28	12	28	12	4
IV	100 – 300	28	12	7	12	3	2
V	<100	12	7	4	7	3	2

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

La longitud de las ramas que componen la curva cóncava simétrica se define como:

$$L_1 = L_2 = \frac{L}{2}$$

La longitud mínima absoluta de las curvas verticales cóncavas se calcula por la siguiente ecuación.

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * V_d$$

2.2.2.1.5. Sección Transversal

La sección transversal depende esencialmente del volumen de tráfico y las características del terreno, por ende, la importancia recae en la elección de una velocidad de diseño adecuada. La elección de la sección transversal más idónea debe de tomarse de acuerdo con los beneficios que generará al usuario, así como tener en cuenta los costos de mantenimiento que esta implica, todos los elementos que conforman esta parte del diseño son significativos en la seguridad del conductor. [19]

2.2.2.1.5.1. Ancho de calzada

Para altos volúmenes de tráfico o velocidades de diseño elevadas, el MTOP sugiere la elección del máximo ancho de pavimento que sea económicamente factible. Mientras que, para velocidades de diseño pequeñas o volúmenes de tráfico bajos, el ancho del pavimento debe de ser el mínimo permisible que evite el deterioro de la superficie por efecto de la aplicación de cargas vehiculares. [19]

En la Tabla 26 se exteriorizan los valores de diseño sobre el ancho de la calzada en base a los volúmenes de tráfico para vías de Ecuador.

Tabla 26. Anchos de calzada

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

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

2.2.2.1.5.2. Espaldones

Los espaldones cumplen funciones como: ser sitios que proveen espacio para estacionamiento temporal fuera de la superficie de rodadura (zonas de seguridad) evitando la obstaculización del tráfico, contribuir en el mejoramiento de la distancia de visibilidad en curvas horizontales y ser un soporte lateral del pavimento. [19]

Además, de que evitan la infiltración del agua que escurre por la superficie de rodadura manteniéndola alejada del borde del pavimento, reduciendo su deterioro y rotura. Para trabajos de mantenimiento estos ofrecen un espacio provisorio y mejoran la apariencia estética de la carretera.

Conforme las consideraciones descritas, el ancho de espaldones en función al tipo de vía sugerida para el país, se presenta en la Tabla 27.

Tabla 27. 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 Enel ancho de la superficie de rodadura (no se considera espaldón como tal)					

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

La pendiente transversal de los espaldones por norma general es 4% hacia el exterior de la plataforma, según el MTOP.

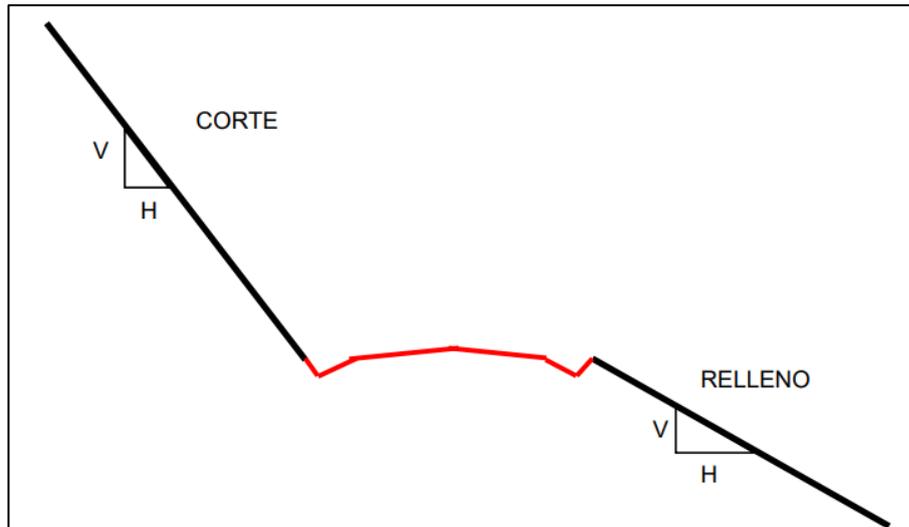
Del mismo modo, la existencia de espaldones no evidencia la economía de un proyecto para carreteras de volumen de tráfico bajo, para vías vecinales (clase V) no se justifican los espaldones, por ende, se sugiere un ensanchamiento de la calzada en los tramos adecuados y necesarios para facilitar la circulación de los vehículos en ambas direcciones. [19]

2.2.2.1.5.3. Taludes

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la vía, tanto en zonas de corte como de relleno. Esta inclinación es tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal.

Los taludes en corte y en relleno son imprescindibles dentro de la seguridad y estética de las carreteras, además de su influencia en el costo de mantenimiento. El diseño de los taludes depende de las condiciones del suelo, las características geométricas de la vía y de la pendiente que económicamente sea permisible. [19]

Figura 17. Taludes de corte y relleno



Autor: Manual de carreteras, DG-2014

Para superficies montañosas en las cuales el rubro de movimiento de tierras es elevado es recomendable considerar de manera especial los taludes en corte dentro de las curvas horizontales, con la finalidad de proveer una adecuada distancia de visibilidad al usuario con un costo coherente.

El MTOP, sugiere para terrenos planos valores de corte y relleno en taludes que se exteriorizan en la Tabla 28.

Tabla 28. Valores de diseño recomendables de los taludes en terrenos planos

CLASE DE CARRETERA		TALUD	
		H: V	
Categoría	TPDA _f	CORTE	RELLENO
RI – RII	>8000	3:1	4:1
I	3000 – 8000	3:1	4:1
II	1000 – 3000	2:1	3:1
III	300 – 1000	2:1	2:1
IV	100 – 300	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1
V	<100	1,8 – 1:1	1,5 – 2:1

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

La norma peruana DG-2014 va un poco más allá en el tratamiento de taludes, y delimita los valores de corte y relleno conforme a la clasificación del material, como se puede observar en la Tabla 29 y 30.

Tabla 29. Valores referenciales para taludes en corte (relación H: V)

CLASIFICACIÓN DE MATERIALES DE CORTE		ROCA FIJA	ROCA SUELTA	MATERIAL		
				Grava	Limo arcillosos 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	*	*	*

Autor: Manual de carreteras, DG-2014

(*) requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Tabla 30. 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

Autor: Manual de carreteras, DG-2014

2.2.2.1.5.4. Tipo de superficie de rodadura y bombeo

El diseño geométrico y la superficie de rodadura van estrechamente ligadas en lo referente a la indeformabilidad de la superficie y a la facilidad que brinda en el escurrimiento de las aguas, así como la influencia ejercida en la operación de los vehículos.

Los pavimentos de grado estructural alto que son indeformables no tienden a deteriorarse con facilidad en sus bordes y su superficie lisa ofrece un eficaz escurrimiento de las aguas, permitiendo gradientes transversales mínimas. Por otro lado, los pavimentos con grado estructural bajo las gradientes transversales deben ser más elevadas para facilitar el escurrimiento evitando de este modo el estancamiento de agua que ocasione el ablandamiento de la superficie. [19]

La elección del tipo de superficie va ligado a la velocidad de diseño teniendo en cuenta que las superficies lisas, planas e indeformables favorecen las velocidades altas de operación vehicular. La superficie de rodadura se clasifica en la Tabla 31 en base al tipo estructural y la clase de carretera implementada.

Tabla 31. Clasificación de superficies de rodadura

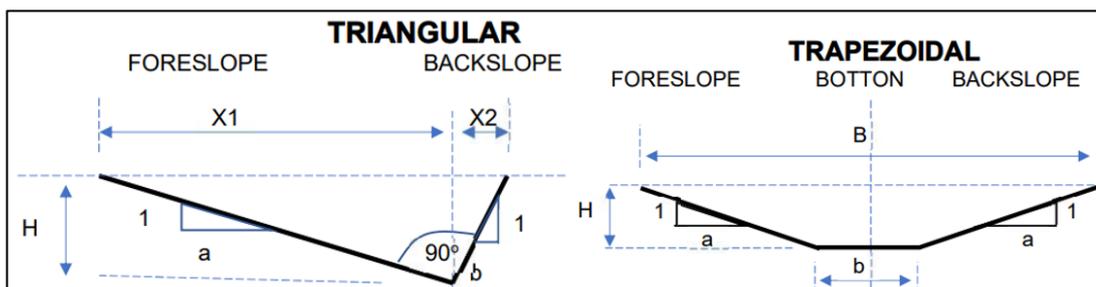
CLASE DE CARRETERA		TIPO DE SUPERFICIE	GRADIENTE TRANSVERSAL [%]
Categoría	TPDA _f		
RI – RII	>8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
I	3000 – 8000	Alto grado estructural: concreto asfáltico u hormigón	1,5 – 2
II	1000 – 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 – 1000	Bajo 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

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

2.2.2.1.5.5. Cunetas

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, en zonas de corte, con el propósito de interceptar y conducir el agua de lluvia procedente de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento. La sección transversal puede ser: triangular, rectangular o trapezoidal.

Figura 18. Secciones típicas de cunetas



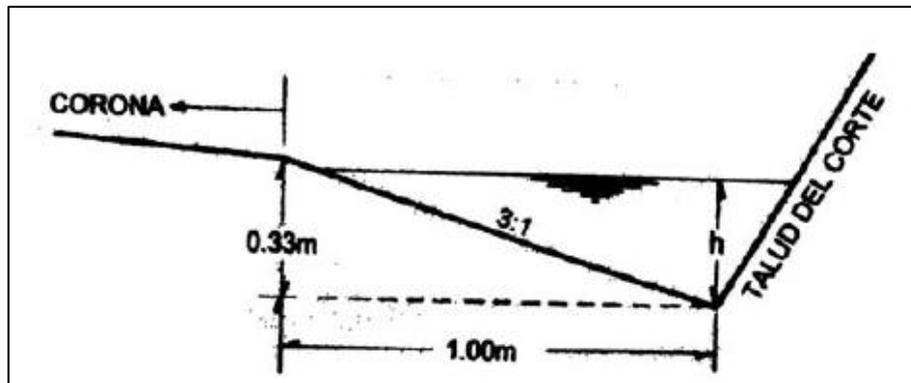
Autor: Autoría propia

El MTOP establece que para vías con características topográficas de montaña se coloque una cuneta de 30cm de profundidad con respecto a la rasante, revistiéndola para proteger el pavimento de la carretera. Con este criterio de diseño, la lateral del corte será menor, por ende, el volumen de tierras correspondiente disminuiría.

El uso de cunetas triangulares es generalizado, debido a su facilidad de construcción y mantenimiento. Por lo mismo, en este tipo de secciones el MTOP recomienda que el

talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1 o 4:1, considerando una lámina de agua no mayor a 30cm. [19]

Figura 19. Dimensiones típicas de cunetas triangulares



Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

En base a la Figura 18, se establecen otras dimensiones recomendadas para las cunetas de sección triangular.

Tabla 32. Dimensiones cunetas superficiales de sección triangular

TIPO	DIMENSIONES [m]			RELACIÓN VERTICAL	
	X1	X2	H	a	b
I	1,00	0,11	0,33	3,00	0,33
II	1,00	0,16	0,40	2,50	0,40
III	1,10	0,11	0,33	3,33	0,33
IV	1,10	0,16	0,40	2,75	0,40

Autor: Autoría propia

2.2.3.2 Diseño de la estructura del pavimento flexible

Un pavimento es una estructura asentada sobre una fundación adecuada que permite una superficie de rodamiento segura y confortable para el tránsito de vehículos, a velocidades operacionales deseados y bajo cualquier condición climática. Sus principales componentes se constituyen de una capa de revestimiento y de una base, la fundación se conforma por las capas de sub – base y suelo compactado.

En la actualidad el tipo de pavimento mayormente utilizado es el flexible, que se establece de un revestimiento asfáltico sobre una capa base granular, las principales ventajas a corto y mediano plazo que ofrece es su economía, debido a que es más

accesible y rinde más por metro cuadrado de colocación, aunque necesita de un mantenimiento regular. [13]

En el diseño de la estructura del pavimento se empleó el método AASHTO – 93, que se determina mediante la siguiente ecuación.

$$\log_{10}W_{18} = Z_r * S_o * \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \text{Log}_{10}M_r - 0,87$$

(ecuación 2.51)

Donde:

W₁₈: número de ejes equivalentes proyectado

Z_r: desviación estándar normal en función de la confiabilidad

S_o: desviación estándar global

ΔPSI: pérdida de serviciabilidad de la vía

M_r: módulo de resiliencia de la subrasante

SN: número estructural

2.2.2.2.1. Periodo de diseño

Se refiere a la vida útil de la estructura del pavimento, depende principalmente del volumen de tráfico que circularía por esta, el mismo que influye en el presupuesto, la funcionalidad y las características físicas de la vía, por ende, la AASHTO – 93 recomienda en la Tabla 33 distintos periodos de análisis.

Tabla 33. Vida útil del pavimento

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE ANÁLISIS [años]
Urbana de alto nivel	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

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

2.2.2.2.2. Espesores mínimos de la estructura del pavimento

La AASHTO – 93 establece los valores mínimos de los espesores de la carpeta asfáltica y de la base granular que conforman el paquete estructural del pavimento

conforme al total de ejes equivalentes calculados para el año proyectado, como se observa en la Tabla 34.

Tabla 34. Espesores mínimos del paquete estructural del pavimento

NÚMERO DE W18	CONCRETO ASFÁLTICO [cm]	BASE GRANULAR [cm]
Menos de 50 000	2,5 (o tratamiento superficial)	10
50 001 – 150 000	5,0	10
150 001 – 500 000	6,5	10
500 001 – 2' 000 000	7,5	15
2' 000 001 – 7' 000 000	9,0	15
Mayor a 7' 000 000	10,0	15

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

2.2.2.2.3. Nivel de confiabilidad, R

Este factor considera el comportamiento y el desempeño del pavimento durante su vida útil conforme a su funcionalidad o importancia. Es decir, permite conocer el grado de certidumbre que el sistema estructural del pavimento tendrá para operar y cumplir su función adecuadamente durante su período de vida proyectado y bajo las condiciones de operación previstas en su diseño. [37]

Tabla 35. 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

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

El nivel de confiabilidad define la desviación estándar normal “Z_r” para el diseño.

Tabla 36. Desviación estándar normal en función de la confiabilidad

CONFIABILIDAD R [%]	DESVIACIÓN ESTÁNDAR NORMAL Z _r
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

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

2.2.2.2.4. Desviación estándar global, S_o

Se define como la variación estadística en la predicción del comportamiento del pavimento con o sin errores en el tránsito. [37]

Tabla 37. Desviación estándar global

TIPO DE PAVIMENTO	VALORES RECOMENDADOS
Pavimentos rígidos	0,30 – 0,40
Pavimentos flexibles	0,40 – 0,50

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

2.2.2.2.5. Índice de serviciabilidad, ΔPSI

La AASHTO – 93 define a la serviciabilidad de un pavimento como la habilidad para servir al tipo de tráfico que usa la vía (automóviles, buses y camiones) hasta que esta necesite rehabilitación. Los valores de serviciabilidad presente PSI que califican al pavimento varían entre 0 (camino en pésimas condiciones) a 5 (camino perfecto) [38].

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.

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

(ecuación 2.52)

Donde:

Δ PSI: variación de la serviciabilidad

P_{inicial}: serviciabilidad inicial

P_{final}: serviciabilidad final

2.2.2.2.6. Módulo resiliente de la subrasante, Mr

El módulo resiliente mide la propiedad elástica del suelo, específicamente de la subrasante, tomando en cuenta ciertas características no lineales y relacionándola con el CBR. Este factor se considera para el diseño de pavimentos flexibles. [38]

Este factor de diseño se calcula mediante las siguientes ecuaciones establecidas en [39]:

- Para un CBR en el rango de $CBR \leq 10$:

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

(ecuación 2.53)

- Para un CBR en el rango de $10 < CBR \leq 20$:

$$Mr(\text{psi}) = 3000 * CBR_{\text{DISEÑO}}^{0,65}$$

(ecuación 2.54)

- Para un CBR en el rango de $CBR > 20$:

$$Mr(\text{psi}) = 4326 * \ln(CBR_{\text{DISEÑO}}) + 241$$

(ecuación 2.55)

Donde:

M_r: módulo resiliente de la subrasante

CBR_{DISEÑO}: valor de CBR de diseño de la subrasante

2.2.2.2.7. Coeficientes estructurales

- **Coeficiente estructural a1:** se define como el módulo que permite determinar la resistencia del material conformante de la carpeta asfáltica ante cargas vehiculares. Este valor depende de la capacidad de diseño de la mezcla asfáltica basado en el método Marshall. [40]

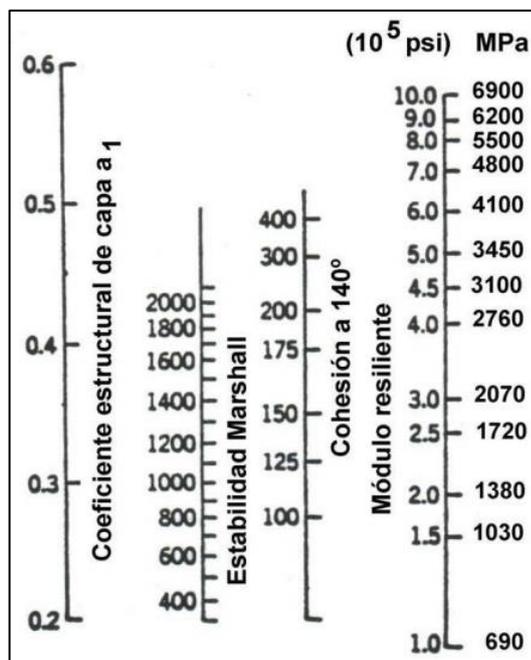
Tabla 38. Criterios de diseño de mezclas asfálticas por el método Marshall

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

Autor: Manual método Marshall para mezclas asfálticas, SCT 2021

La AASHTO – 93 exterioriza nomogramas que relacionan el coeficiente estructural con varios ensayos.

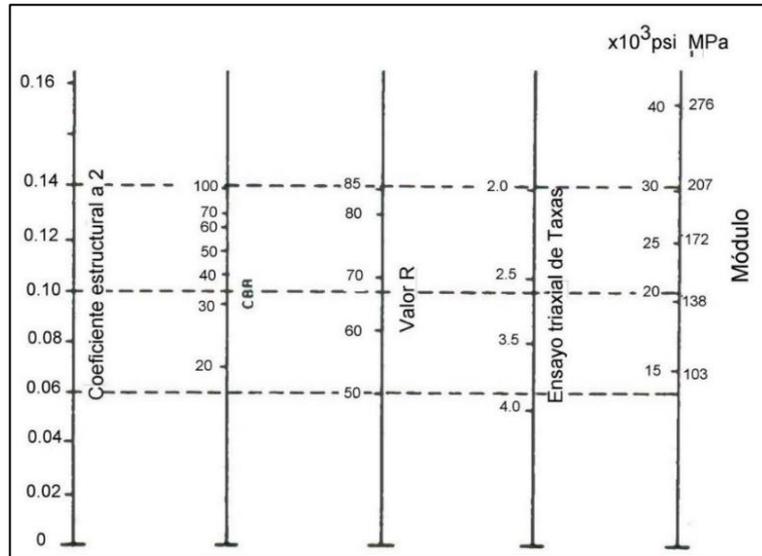
Figura 20. Coeficientes estructurales para capas asfálticas relacionados con varios ensayos



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

- **Coefficiente estructural a2:** la norma también proporciona un nomograma que relaciona el coeficiente estructural para la base granular con distintos parámetros de resistencia.

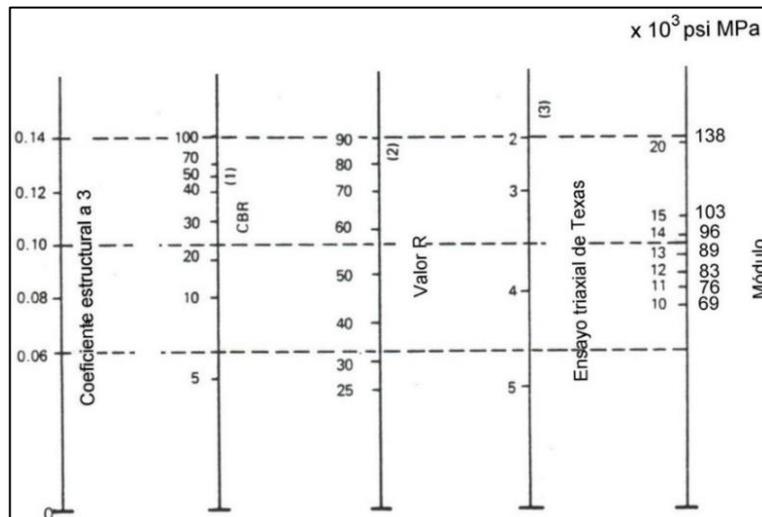
Figura 21. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes



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

- **Coefficiente estructural a3:** de igual manera se exterioriza un nomograma que relaciona el coeficiente estructural para la subbase granular con distintos parámetros de resistencia.

Figura 22. Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes



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

2.2.2.2.8. Coeficiente de drenaje

El correcto funcionamiento del drenaje es verificado mediante la medición del tiempo que tarda el agua precipitada en ser drenada de las capas base y subbase, la AASHTO – 93 lo cataloga con los siguientes valores.

Tabla 39. Capacidad de drenaje

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

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

Además, en base a la capacidad de drenaje se establece el porcentaje de tiempo en que la estructura de pavimento se encuentra expuesta a niveles de humedad cercanas a la saturación.

Tabla 40. Coeficiente de drenaje para pavimentos flexibles

CALIDAD DEL DRENAJE	PORCENTAJE DEL TIEMPO EN QUE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO ESTÁ EXPUESTA A NIVELES DE HUMEDAD			
	Menos de 1%	1 – 5%	5 – 25%	Más del 25%
Excelente	1,40 – 1,35	1,35 – 1,30	1,30 – 1,20	1,20
Buena	1,35 – 1,25	1,25 – 1,15	1,15 – 1,00	1,00
Regular	1,25 – 1,15	1,15 – 1,05	1,00 – 0,80	0,80
Pobre	1,15 – 1,05	1,05 – 0,80	0,80 – 0,60	0,60
Deficiente	1,05 – 0,95	0,95 – 0,75	0,75 – 0,40	0,40

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

2.2.2.2.9. Número estructural, SN

Se calcula mediante el software Ecuación AASHTO – 93 en el cual se introducen todos los parámetros de diseño establecidos con anterioridad, el valor que sale resultante indica 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 con las siguientes ecuaciones:

- **Carpeta asfáltica**

$$SN_1 = D_1 * a_1$$

(ecuación 2.56)

- **Base**

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

(ecuación 2.57)

- **Subbase**

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

(ecuación 2.58)

Donde:

D_n: Espesor de la capa asfáltica, base o sub – base.

SN_n: Número estructural de la capa asfáltica, base o sub – base.

a_n: Coeficiente estructural de la capa asfáltica, base o sub – base.

m_n: Coeficiente de drenaje de la capa asfáltica, base o sub – base.

2.2.3.3 Señalización vial

La señalización en las carreteras es de vital importancia para la comodidad y seguridad del usuario, tanto aquel que usa del vehículo como aquel que es peatón. Se define como el conjunto de objetos, avisos, medios acústicos, marcas, signos o leyendas colocadas en las vías de forma horizontal (en la calzada) como vertical (carteles) para regular el tránsito, estimulando al individuo a percibir indicaciones y estar obligado a obedecer su significado, es un lenguaje vial que precautela siempre la seguridad. [41]

Todo tipo de señalización de tránsito debe cumplir las siguientes condiciones para satisfacer eficientemente su objetivo:

- Ser visibles y llamar la atención.
- Ser legible y de fácil entendimiento.
- Dar tiempo al usuario de comprender y reaccionar ante su significado.

- Infundir respeto.
- Ser creíble.

2.2.3.3.1. Señalización horizontal

La señalización horizontal contempla las marcas viales, flechas, símbolos e inclusive letras sobre la calzada, como también de objetos que se ubican sobre la superficie de rodadura, su objetivo es transferir un mensaje al conductor sin que este desvíe su atención de la vía. [42]

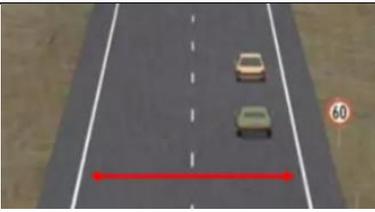
Los reductores de velocidad no deben ser instalados en curvas verticales ni horizontales o en vías con pendientes mayores al 8%.

Según su forma, las señales horizontales pueden ser longitudinales, transversales y marcas especiales.

- **Líneas longitudinales:** se pintan en la calzada de forma longitudinal; para determinar carriles y calzadas, para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; para carriles de uso exclusivo de determinado tipo de vehículo. Los principales tipos de visualizan en la Tabla 41.

Tabla 41. Clasificación de las líneas longitudinales

TIPO	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN
Línea continua	Restringe la circulación del vehículo de tal manera que no pueda circular sobre esta para rebasar o adelantar.	
Línea discontinua o segmentada	Permite el rebasamiento sobre estas líneas, siempre que haya la seguridad necesaria.	
Doble línea	Prohíbe las maniobras de rebasamiento por cualquiera de los carriles de circulación.	

Líneas de borde	Señalan los límites de la calzada. En las vías rurales funcionan para orientar al conductor en las condiciones de noche o en escasa visibilidad.	
-----------------	--	--

Autor: Manual básico de señalización vial, 2014

2.2.3.3.2. Señalización vertical

La señalización vertical corresponde a las placas fijadas sobre postes, estructuras sobre la vía o a un costado de ellas, que comúnmente tienen la intención de prevenir peligros existentes, fijar direcciones o rutas, o simplemente informar la ubicación, existen muchos tipos de señalización, pero las que se destacan son las preventivas, reglamentarias e informativas. [43]

La mayoría de las señales verticales se deben ubicar a lado derecho de la calzada.

- **Señales reglamentarias o regulatorias:** informan a los usuarios las prioridades en el uso de las vías, así como las prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Usualmente estas señaléticas tienen forma rectangular.

Tabla 42. Clasificación de las señales reglamentarias

TIPO	SERIE	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN
NO ADELANTAR	Serie de movimiento y dirección R2 – 13	Prohíbe efectuar maniobras de adelantamiento en vías con un solo carril de circulación en cada sentido.	
LÍMITE MÁXIMO	Serie de límites máximos R4 - 1	Indica la velocidad máxima permitida en un tramo de la vía.	
REDUZCA LA VELOCIDAD	Serie de límites máximos R4 – 4	Se utiliza en sitios donde la velocidad se aproxima y se requiere la reducción de la velocidad para una probable detención más adelante.	

Autor: Manual básico de señalización vial, 2014

- **Señales preventivas:** alerta a los conductores de potenciales peligros que se encuentran en la vía más adelante. Requiere de una reducción de la velocidad de circulación u otra maniobra. En vías urbanas se instalan a una distancia mínima de 100m antes del peligro y a 150m en vías rurales (carreteras). Usualmente su forma es un rombo.

Tabla 43. Clasificación de las señales preventivas

TIPO	SERIE	DESCRIPCIÓN	REPRESENTACIÓN
CURVA ABIERTA IZQUIERDA – DERECHA	Serie de alineamiento P1 – 2I P1 – 2D	Indican la aproximación a curvas abiertas.	
CURVA TIPO U IZQUIERA – DERECHA	Serie de alineamiento P1 – 6I P1 – 6D	Previene al conductor de la existencia delante de una curva tipo “U”	
DESCENSO PRONUNCIADO	Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía P6 – 4	Advierte la aproximación a una pendiente pronunciada.	
ASCENSO PRONUNCIADO	Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía P6 – 5	Advierte la aproximación a un ascenso con pendiente pronunciada.	
ZONA DE DERUMBRES IZQUIERDA – DERECHA	Serie de obstáculos y situaciones especiales en la vía P6 – 6I P6 – 6D	Advierte la aproximación a zonas de derrumbes al costado izquierdo o derecho de la circulación norma, con posibles desprendimientos de materiales en la vía.	

Autor: Manual básico de señalización vial, 2014

- **Señales informativas:** tienen como propósito orientar y guiar a los usuarios viales, ofreciéndoles información necesaria para que puedan llegar a sus destinos de forma simple, segura y directa posible. Su forma común es rectangular.

2.2.4 FASE III: Presupuesto referencial

Para esta última fase se utilizó una investigación bibliográfica basada principalmente en revistas de la cámara de la construcción a nivel nacional, procesos ejecutados extraídos del portal de compras públicas, la tabla de salarios mínimos en el país actualizados, materiales y transporte obtenidos del IPCO, etc., que mediante un método analítico se analizaron los diferentes precios para ver cuál de ellos se ajustaba de forma real al proyecto encaminado.

Este análisis comprende el siguiente proceso:

- Determinar los rubros que abarquen el proyecto.
- Calcular los volúmenes de obra del proyecto en base a los planos generados.
- Fijar el costo de cada rubro en función a las especificaciones técnicas extraídas de procesos de contratación pública y obtener de este modo el presupuesto referencial del proyecto.

CAPÍTULO III

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 Análisis y discusión de los resultados

En el presente capítulo se va a exteriorizar todos los resultados obtenidos por orden de las fases ya descritas.

3.1.1 FASE PRELIMINAR

3.1.1.1 Ubicación del proyecto

El proyecto está ubicado en tres provincias del centro del país, su punto de origen inicia en el sector de Llangahua perteneciente a la provincia de Tungurahua, cantón Ambato, el alineamiento atraviesa el límite provincial entre Bolívar y Cotopaxi hasta llegar al punto de destino en el sector de Silipo perteneciente a la provincia de Cotopaxi, cantón Pujilí.

Además, este se basa en un plano guía exteriorizado por el Gobierno Provincial de Tungurahua extraído luego de varias visitas técnicas *in situ* como se observa en la Figura 23, en el cual se indica la ruta más adecuada para el planteamiento de la vía con una longitud total aproximada de 12 km, en este proyecto técnico se desarrolló el diseño geométrico y de la estructura del pavimento desde la abscisa km 4+000,00 hasta km 8+000,00 georreferenciado en la Tabla 44.

Figura 23. Recorridos in situ del proyecto



Autor: Autoría propia

Tabla 44. Abscisas georreferenciadas del Proyecto

PUNTOS	ABSCISAS [Km]	COORDENADAS UTM WGS-84 ZONA: 17SUR		COTAS [m.s.n.m.]
		ESTE [m]	NORTE [m]	
1	4+000,00	736621,453	9865080,130	4205,09
2	8+000,00	735529,967	9866901,082	4249,17

Autor: Autoría propia

3.1.2 FASE I: Actividades de campo

3.1.2.1 Levantamiento topográfico

El levantamiento topográfico perteneciente a la abscisa Km 4+000,00 – Km 8+000,00 se realizó con el empleo de un dron para la fotogramétrica luego de haber realizado la marcación de puntos de control con el empleo del equipo de posicionamiento cinético en tiempo real (RTK) y estacas de forma visual cada 1000m (ANEXO C).

Figura 24. Punto de control marcados con RTK



Autor: Autoría propia

Figura 25. Colocación de estacas en los puntos de control



Autor: Autoría propia

La faja topográfica levantada fue de 50m por cada lado a partir del eje del alineamiento de la vía considerando cruces de agua existentes en la zona. Una vez extraído los puntos georreferenciados y generada la superficie se determinó que es un terreno montañoso cuyas curvas de nivel principales se establecieron cada 5m y secundarias cada 1m, manejándose en una escala 1:1000.

3.1.2.2 Estudio de tráfico

En primera instancia, se estableció la estación de conteo en la intersección de la vía Escaleras – Mula Corral con la entrada vía a el sector de Chuquibanza, debido a que es el único ingreso de los usuarios hacia el sector y sus alrededores, en el cual se encuentra nuestro punto de origen, por ende, quienes hacen uso de esta vía son los beneficiarios directos de la apertura de la propuesta vial evitando de esta manera rodear tramos innecesarios de camino para llegar al punto de destino en un menor tiempo.

Tabla 45. Georreferenciación de la estación de conteo

PUNTO	COORDENADAS UTM WGS-84, ZONA: 17SUR		COTA [m.s.n.m.]
	ESTE [m]	NORTE [m]	
E.C.	739990,91	9860393,66	3724,00

Autor: Autoría propia

Figura 26. Ubicación de la estación de conteo



Autor: Google Earth, 2023

Posteriormente, se realizó un conteo vehicular manual con un periodo de observación en base a un aforo corto de 4 días, 3 entre semana y 1 en fin de semana, siendo estos: lunes 14, miércoles 16, viernes 18 y sábado 19 pertenecientes al mes de agosto del 2023, durante 12 horas iniciando a las 6:00am hasta las 18:00pm en intervalos de 15 minutos.

Este conteo se lo ejecutó en ambos sentidos de la vía obteniendo en el primer día 27 veh, en el segundo día 24 veh, en el tercer día 29 veh y en el último día 33 veh, tal como se exterioriza en el **ANEXO D**.

El sábado 19 de agosto fue el día de mayor aforo vehicular, esto se da debido varias razones, pero la más significativa recae en que en el sector de Llangahua existe una feria para la comercialización de productos agrícolas, ganado, etc., además de que muchos usuarios retornan de los centros urbanos a sus domicilios o viceversa.

La hora pico más alta registrada del día de mayor aforo se vislumbra desde 13:30pm hasta las 14:30pm, como se indica en la Tabla 46.

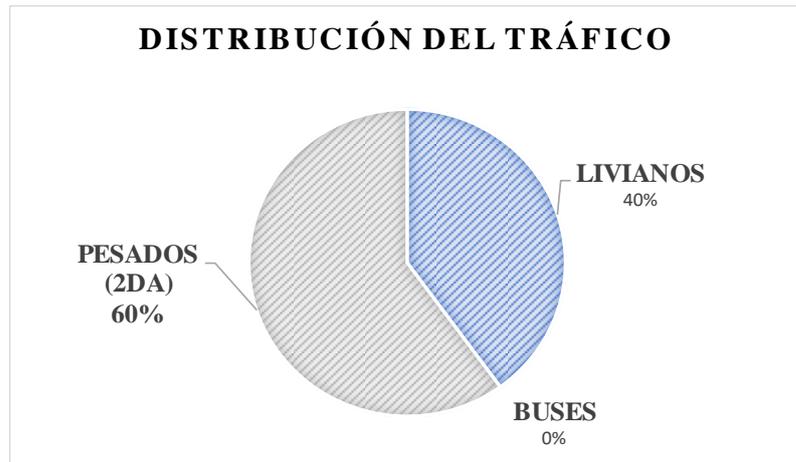
Tabla 46. Volumen de vehículos en la hora pico

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS		TOTAL 15 minutos (VHMD)
			2D	2DA	
13:30 – 13:45	1	0	0	1	2
13:45 – 14:00	1	0	0	0	1
14:00 – 14:15	0	0	0	1	1
14:15 – 14:30	0	0	0	1	1
TOTAL (VHP)	2	0	0	3	5

Autor: Autoría propia

En la Gráfica 1 se observa cómo se configura el tráfico en la hora de máxima demanda, en el cual se establece que existe mayor cantidad de camiones de tipo 2DA con un 60% sin contar con la existencia de buses debido a que ninguna cooperativa de transporte de este tipo opera en el sector. Los vehículos livianos representan un 40%.

Gráfica 1. Distribución de vehículos en la hora de máxima demanda



Autor: Autoría propia

3.1.1.3.1. Factor de la hora de máxima demanda, FHMP

El total de vehículos en la hora pico es de 5, valor con el cual se procede a calcular el factor horario de máxima demanda u hora pico, FHMD.

Empleando la *ecuación 2.1*.

$$\mathbf{FHMD} = \frac{\mathbf{VHMD}}{\mathbf{N} * \mathbf{q}_{\max}}$$

$$\mathbf{FHMD} = \frac{5 \text{ veh}}{4 * (2 \text{ veh})}$$

$$\text{FHMD} = 0,625$$

Debido a que $\text{FHMD} < 1$, se asume el valor de 1 para efectos de cálculo.

3.1.1.3.2. Tráfico Promedio Diario Anual, TPDA

Una vez calculado el FHMD se procede a determinar el TPDA del proyecto mediante el método de la treintava hora, utilizando $k = 0,15$ para zonas rurales.

Utilizando la *ecuación 2.2*.

$$\text{TPDA} = \frac{\text{VHP} * \text{FHMD}}{k}$$

- Livianos

$$\text{TPDA}_{\text{livianos}} = \frac{2 * 1}{0,15} = 13,33 \text{ veh/día}$$

$$\text{TPDA}_{\text{livianos}} = 14 \text{ veh/día}$$

- Pesados – 2DA

$$\text{TPDA}_{\text{pesados 2DA}} = \frac{3 * 1}{0,15} = 20 \text{ veh/día}$$

$$\text{TPDA}_{\text{pesados 2DA}} = 20 \text{ veh/día}$$

Tabla 47. TPDA por tipo de vehículo

TIPO DE VEHÍCULO	VHP	TPDA
Livianos	2	14
Pesados – 2DA	3	20
TOTAL		34

Autor: Autoría propia

3.1.1.3.3. Tráfico actual, Ta

Para determinar el tráfico actual del proyecto, al TPDA calculado se le integra el tráfico atraído, el tráfico generado y el tráfico desarrollado, mediante la *ecuación 2.3*.

$$\text{Ta} = \text{Tat} + \text{TG} + \text{TD}$$

- Tráfico atraído, Tat

De acuerdo con el MTOP y la Tabla 2 este tráfico representa el 10% del TPDA.

$$\mathbf{Tat} = 10\% * TPDA$$

- Livianos

$$\mathbf{Tat}_{\text{livianos}} = 10\% * 14 \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 1,4 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{Tat}_{\text{livianos}} = 1 \text{ veh/día}$$

- Pesados – 2DA

$$\mathbf{Tat}_{\text{pesados 2DA}} = 10\% * 20 \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 2 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{Tat}_{\text{pesados 2DA}} = 2 \text{ veh/día}$$

- Tráfico generado, TG

Conforme el MTOP y la Tabla 2 se utiliza el 20% del TPDA como valor para los primeros años de uso.

$$\mathbf{TG} = 20\% * TPDA$$

- Livianos

$$\mathbf{TG}_{\text{livianos}} = 20\% * 14 \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 2,8 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TG}_{\text{livianos}} = 3 \text{ veh/día}$$

- Pesados – 2DA

$$\mathbf{TG}_{\text{pesados 2DA}} = 20\% * 20 \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 4 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TG}_{\text{pesados 2DA}} = 4 \text{ veh/día}$$

- Tráfico desarrollado, TD

En base al MTOP y la Tabla 2 se empleas el 5% del TPDA.

$$\mathbf{TG} = 5\% * TPDA$$

- Livianos

$$\mathbf{TD}_{\text{livianos}} = 5\% * 14 \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 0,7 \text{ veh/día}$$

$$\mathbf{TD}_{\text{livianos}} = 1 \text{ veh/día}$$

- Pesados – 2DA

$$TD_{\text{pesados 2DA}} = 5\% * 20 \frac{\text{veh}}{\text{día}} = 1 \text{ veh/día}$$

$$TD_{\text{pesados 2DA}} = 1 \text{ veh/día}$$

Tabla 48. Tráfico actual del proyecto

COMPONENTES DEL TRÁFICO	TIPO DE VEHÍCULO				TOTAL [veh/día]
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS		
			2D	2DA	
TPDA	14	0	0	20	34
Tráfico atraído, Tat	1	0	0	2	3
Tráfico generado, TG	3	0	0	4	7
Tráfico desarrollado, TD	1	0	0	1	2
TRÁFICO ACTUAL, Ta	19	0	0	27	46

Autor: Autoría propia

3.1.1.3.4. Tráfico Futuro, Tf

Para el cálculo del tráfico futuro el MTOP dicta el índice de crecimiento anual de tráfico para los tres tipos de vehículos, los cuales se visualizan en la Tabla 3.

Para el cálculo del tráfico futuro se emplea la *ecuación 2.4*.

$$TPDA_{\text{futuro}} = Ta * (1 + i)^n$$

El período de diseño de la vía es **n = 20 años**, es decir, una proyección para el año 2043.

- Livianos

$$TPDA_{\text{livianos}}(2024) = 19 \text{ veh/día} * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^1 = 19,62 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{\text{livianos}}(2024) = 20 \text{ veh/día}$$

- Pesados – 2DA

$$TPDA_{\text{pesados-2DA}}(2024) = 27 \text{ veh/día} * \left(1 + \frac{3.25}{100}\right)^1 = 27,88 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{\text{pesados-2DA}}(2024) = 28 \text{ veh/día}$$

Tráfico futuro total para el año 2024, es:

$$TPDA_{\text{futuro}}(2024) = TPDA_{\text{livianos}}(2024) + TPDA_{\text{pesados-2DA}}(2024)$$

$$TPDA_{\text{futuro}}(2024) = 20 \text{ veh/día} + 28 \text{ veh/día}$$

$$TPDA_{\text{futuro}}(2024) = 48 \text{ veh/día}$$

Tabla 49. TPDA futuro a 20 años de proyección

AÑO	% TASA DE CRECIMIENTO			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL			
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS 2DA	TPDA _f TOTAL [veh/día]
2023	3,57	1,78	1,74	19	0	27	46
2024	3,57	1,78	1,74	20	0	28	48
2025	3,57	1,78	1,74	21	0	29	50
2026	3,57	1,78	1,74	22	0	30	52
2027	3,25	1,62	1,58	23	0	31	54
2028	3,25	1,62	1,58	24	0	32	56
2029	3,25	1,62	1,58	25	0	33	58
2030	3,25	1,62	1,58	26	0	34	60
2031	3,25	1,62	1,58	27	0	35	62
2032	3,25	1,62	1,58	28	0	36	64
2033	3,25	1,62	1,58	29	0	37	66
2034	3,25	1,62	1,58	30	0	38	68
2035	3,25	1,62	1,58	31	0	39	70
2036	3,25	1,62	1,58	33	0	40	73
2037	3,25	1,62	1,58	35	0	41	76
2038	3,25	1,62	1,58	37	0	42	79
2039	3,25	1,62	1,58	39	0	43	82
2040	3,25	1,62	1,58	41	0	44	85
2041	3,25	1,62	1,58	43	0	45	88
2042	3,25	1,62	1,58	45	0	46	91
2043	3,25	1,62	1,58	47	0	47	94

Autor: Autoría propia

3.1.1.3.5. Número de ejes equivalentes, W18

3.1.1.3.5.1. Factor de daño del pavimento, FD

De acuerdo con la Figura 3 y la Tabla 4, se confeccionó la Tabla 50 que exterioriza los factores de daño que ejercen los tipos de vehículos observados y sus pesos en la vía.

Tabla 50. Factores de daño del vehículo 2DA

TIPO DE VEHÍCULOS	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	Ton	$\left(\frac{P}{6,6}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{8,2}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{15}\right)^4$	Ton	$\left(\frac{P}{23}\right)^4$	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
2DA	3	0,04	7	0,53					0,57
Cuadro demostrativo de tipo de vehículos motorizados, remolques y semirremolques									
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE		DESCRIPCIÓN				PESO MÁXIMO PERMITIDO [Ton]		
2DA							Camión de 2 ejes medianos		10

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

Conforme al TPDA, el tipo de vehículo más pesado que circula por la vía son los camiones de dos ejes medianos clasificados según la NEVI – 12 como 2DA, con un factor de daño calculado de **FD = 0,57**

Empleando la *ecuación 2.5*, se determinan los ejes equivalentes parciales. Evidentemente, al solo contar con los camiones de tipo 2DA, se modifica la ecuación a la siguiente:

$$W18_{PARCIAL} = (TPDA_{2DA} * FD_{2DA}) * 365$$

- Para el año 2023

$$W18_{PARCIAL-2023} = (27 \text{ veh/día} * 0,57) * 365 \text{ día} = 5617,35 \text{ veh}$$

$$W18_{PARCIAL-2023} = 5618 \text{ veh}$$

- Para el año 2024

$$W18_{PARCIAL-2024} = (28 \text{ veh/día} * 0,57) * 365 \text{ día} = 5825,4 \text{ veh}$$

$$W18_{PARCIAL-2024} = 5826 \text{ veh}$$

Los ejes equivalentes acumulados se calculan sumando cada eje parcial de cada año hasta cumplir los 20 años del periodo de diseño, *ecuación 2.6*.

$$W18_{ACUMULADO-2024} = W18_{PARCIAL-2023} + W18_{PARCIAL-2024}$$

$$W18_{ACUMULADO-2024} = 5618 \text{ veh} + 5826 \text{ veh}$$

$$W18_{ACUMULADO-2024} = \mathbf{11444 \text{ veh}}$$

3.1.1.3.5.2. Factor de distribución por dirección, Dd

La propuesta vial consta con un diseño de 2 carriles, uno para cada dirección de circulación, por ende, en base a la Tabla 5 se toma el 50% de los ejes equivalentes en el carril de diseño, es decir, la mitad del flujo de tránsito total que circula la vía.

$$Dd = 50\%$$

Empleando la *ecuación 2.7*.

- Para el año 2024

$$W18_{POR SENTIDO-2024} = W18_{ACUMULADO-2024} * Dd$$

$$W18_{POR SENTIDO-2024} = 11444 \text{ veh} * 0,5$$

$$W18_{POR SENTIDO-2024} = \mathbf{5722 \text{ veh}}$$

3.1.1.3.5.3. Factor de distribución por carril, Dc

Al contar de un solo carril por dirección, y en base a la Tabla 6, a este se le adjudicó el 100% del flujo vehicular de los ejes equivalentes calculados por sentido.

$$Dc = 100\%$$

Utilizando la *ecuación 2.8*.

- Para el año 2024

$$W18_{CARRIL DE DISEÑO-2024} = W18_{POR SENTIDO-2024} * Dc$$

$$W18_{CARRIL DE DISEÑO-2024} = 5722 \text{ veh} * 1$$

$$W18_{CARRIL DE DISEÑO-2024} = \mathbf{5722 \text{ veh}}$$

Tabla 51. Ejes equivalentes W18 para el año 2043

AÑO	TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL			EJES EQUIVALENTES W18			
	BUSES	PESADOS	TPDA _f TOTAL [veh/día]	PARCIAL [veh]	ACUMULADO [veh]	POR SENTIDO [veh]	CARRIL DE DISEÑO [veh]
		2DA					
2023	0	27	46	5618	5618	2809	2809
2024	0	28	48	5826	11444	5722	5722
2025	0	29	50	6034	17478	8739	8739
2026	0	30	52	6242	23720	11860	11860
2027	0	31	54	6450	30170	15085	15085
2028	0	32	56	6658	36828	18414	18414
2029	0	33	58	6866	43694	21847	21847
2030	0	34	60	7074	50768	25384	25384
2031	0	35	62	7282	58050	29025	29025
2032	0	36	64	7490	65540	32770	32770
2033	0	37	66	7698	73238	36619	36619
2034	0	38	68	7906	81144	40572	40572
2035	0	39	70	8114	89258	44629	44629
2036	0	40	73	8322	97580	48790	48790
2037	0	41	76	8531	106111	53056	53056
2038	0	42	79	8739	114850	57425	57425
2039	0	43	82	8947	123797	61899	61899
2040	0	44	85	9155	132952	66476	66476
2041	0	45	88	9363	142315	71158	71158
2042	0	46	91	9571	151886	75943	75943
2043	0	47	94	9779	161665	80833	80833

Autor: Autoría propia

3.1.1.4. Extracción de muestras

En base al perfil longitudinal del diseño definitivo de la vía, las muestras fueron tomadas en áreas de corte (C), relleno (R) y subrasante (SB) sincronizándolas de cierta manera con lo que dicta el NTE INEN en [24], que establece la extracción de muestras de suelo cada 500 metros, obteniendo de esta manera un total de 7 calicatas que se muestran en la Tabla 52.

Tabla 52. Localización de calicatas para extracción de muestras de suelo

TRAMO		No. CALICATA	PUNTO ABCISIA	COORDENADAS UTM WGS-84, ZONA: 17SUR			TIPO
				ESTE [m]	NORTE [m]	COTA [m.s.n.m.]	
ABSCISA Km 4+000,00 hasta Km 8+000,00	Km 4+000,0	1	Km 4+525,00	736270,738	9865467,602	4251,31	SB
	Km 5+000,0	2	Km 4+940,00	736129,550	9865845,120	4273,68	SB
	Km 6+000,0	3	Km 5,500+00	736356,335	9866311.835	4316,03	R
		4	Km 6+020,00	735996,992	9866109,676	4334,62	SB
		5	Km 6+450,00	735910,094	9866251,359	4384,67	C
	Km 7+000,0	6	Km 7+000,00	736022,432	9866590,377	4336,46	R
	Km 8+000,0	7	Km 7+475,00	735919,175	9866715,915	4293,52	SB

Autor: Autoría propia

En la Figura 27 se puede observar la obtención de la cuarta muestra de suelo de una calicata de 1m x 1m en la abscisa Km 6+020,00. La capa vegetal existente en la zona tenía una profundidad promedio de 30cm por el cual se introdujo 50cm adicionales para iniciar con la toma del espécimen, ajustando los 120cm que dicta la norma.

Figura 27. Extracción muestras de suelo por calicata generada



Autor: Autoría propia

3.1.1.5. Ensayos de laboratorio

La finalidad de los ensayos desarrollados a continuación es evaluar la utilidad del suelo extraído para ser utilizados como fundación en la estructura del pavimento y para examinar su empleo como volumen de relleno.

3.1.1.5.1. Granulometría

Tabla 53. Resultados obtenidos del análisis granulométrico

PUNTO ABSCISA	GRAVA [%]	ARENA [%]	LIMO Y ARCILLA [%]	DESCRIPCIÓN
Km 4+525,0	0,65	81,43	17,92	Gravas y Arenas limosas o arcillosas / MAL GRADUADAS
Km 4+940,0	0,45	77,02	22,53	
Km 5+500,0	0,00	72,99	27,01	
Km 6+020,0	0,17	76,95	22,88	
Km 6+450,0	0,00	70,44	29,56	
Km 7+000,0	0,00	69,01	30,99	
Km 7+475,0	0,27	72,20	27,53	

Autor: Autoría propia

3.1.1.5.2. Límites de Atterberg

Tabla 54. Resultados obtenidos de límites de consistencia

PUNTO ABSCISA	Límite Líquido [%]	Límite Plástico [%]	Índice de Plasticidad [%]	Tipo de suelo AASHTO
Km 4+525,0	65,16	58,19	6,97	A-2-5
Km 4+940,0	67,99	60,86	7,13	A-2-5
Km 5+500,0	64,26	55,49	8,77	A-2-5
Km 6+020,0	75,73	66,64	9,09	A-2-5
Km 6+450,0	72,02	66,43	5,60	A-2-5
Km 7+000,0	50,19	43,26	6,93	A-2-5
Km 7+475,0	62,98	56,89	6,09	A-2-5

Autor: Autoría propia

En base a la Tabla 8 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 – 5, 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.

3.1.1.5.3. Proctor Modificado Tipo B

Tabla 55. Resultados obtenidos del ensayo de compactación

PUNTO ABSCISA	HUMEDAD ÓPTIMA ω [%]	DENSIDAD SECA MÁXIMA γ_d [gr/cm³]
Km 4+525,0	25,70	1,176
Km 4+940,0	25,45	1,184
Km 5+500,0	25,30	1,166
Km 6+020,0	26,50	1,197
Km 6+450,0	31,20	1,150
Km 7+000,0	29,08	1,310
Km 7+475,0	25,90	1,192

Autor: Autoría propia

3.1.1.5.4. Relación de Soporte California, CBR

Tabla 56. Resultados obtenidos del ensayo de CBR puntual

No. CALICATA	ABSCISA	CBR PUNTUAL [%]	CLASIFICACIÓN [7-20]
1	Km 4+525,0	7,70	Clasificación: De regular a buena Uso: Subrasante y subbase
2	Km 4+940,0	8,00	
3	Km 5+500,0	7,50	
4	Km 6+020,0	9,40	
5	Km 6+450,0	9,20	
6	Km 7+000,0	8,10	
7	Km 7+475,0	7,92	

Autor: Autoría propia

De acuerdo con la Tabla 9, donde se indica la clasificación general de los suelos en base al CBR, se establece que en todos los tramos de la abscisa km 4+000,00 – km 8+000,00 existe un suelo catalogado como regular a bueno siendo aplicable como subrasante y subbase.

Los suelos pertenecientes a las abscisas Km 5+500,00 y Km 7+000,00 representan las áreas de relleno significativas, al tener valores de CBR con la misma tendencia que la subrasante son aptas para soportar un relleno con otro material, este nuevo material granular puede ser extraído de los volúmenes de corte existentes en el proyecto (ANEXO F) que también cuentan con un valor de CBR adecuado para ser empleados como subrasante.

3.1.1.5.5. CBR de diseño

Para determinar el CBR de diseño no se toma en cuenta las muestras pertenecientes a las áreas de relleno, puesto que estas serían niveladas con otro material y sobre este último iría la estructura del pavimento.

Por ende, una vez seleccionado los valores del CBR puntual de cada muestra de suelo solo de áreas de subrasante y corte se proceden a ordenarlos ascendentemente y graficarlos, como se observa en la Tabla 57 y Gráfica 2.

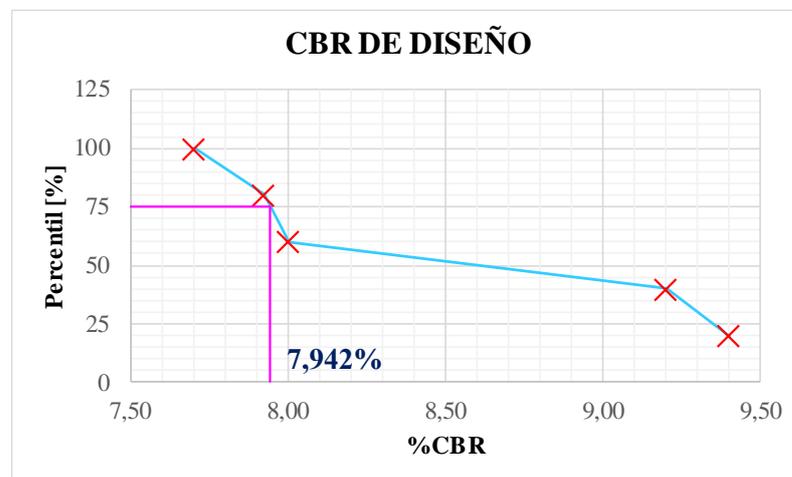
Tabla 57. CBR puntual ordenados

CBR DE DISEÑO SUBRASANTE Y CORTE			CBR (ascendente) [%]	fi	Valores iguales o mayores al CBR	Percentil [%]
No. CALICATA	PUNTO ABSCISADO	CBR [%]				
1	Km 4+525,00	7,70	7,70	1	5	100,00
2	Km 4+940,00	8,00	7,92	1	4	80,00
4	Km 6+020,00	9,40	8,00	1	3	60,00
5	Km 6+450,00	9,20	9,20	1	2	40,00
7	Km 7+475,00	7,92	9,40	1	1	20,00
TOTAL				5		

Autor: Autoría propia

Posteriormente, se toma un valor de percentil que represente al número de ejes equivalentes calculado para el carril de diseño conforme a la Tabla 10. Con un $W18_{2043} = 80\ 833$ veh que se encuentra en el rango de 10.000 – 1'000.000, se determina un 75% en el percentil.

Gráfica 2. CBR de diseño



Autor: Autoría propia

Con el percentil de 75% se obtiene un CBR de diseño de **7,942%** para todos los tramos.

Gráfica 3. Valores de CBR analizados del proyecto



Autor: Autoría propia

De acuerdo con la Gráfica 3 y el CBR de diseño determinado, se interpreta que el proyecto no necesita de un mejoramiento en la subrasante debido a que no hay puntos donde los valores de CBR sean muy bajos y estén catalogados como pobres (0 – 3%).

3.1.2. FASE II: Diseño geométrico y la estructura del pavimento

Durante esta etapa se recopila la información levantada en campo y determinada en laboratorio para ser empleada en el diseño geométrico vial y de la estructura del pavimento.

3.1.2.1 Diseño geométrico de la vía

3.1.2.1.1. Clasificación de la vía según el TPDAf

Con un $TPDAf_{(2043)} = 94$ veh/día, la vía del proyecto pertenece a una carretera clase V en base a la Tabla 12, pero al encontrarse en el límite de la clasificación, se optó por establecerla como una vía de **CLASE IV**.

Además, en base a la Tabla 13 la carretera se cataloga conforme a su funcionalidad como **VECINAL** incluyéndose en los caminos rurales.

3.1.2.1.2. Velocidad de diseño

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

$$Vd_1 = 50 \text{ km/h}$$

Se optó por el valor recomendado para tramos donde las tangentes y curvas permiten esta velocidad. Mientras que para tramos donde los radios de giro de las curvas circulares no permiten aceleraciones elevadas por ser muy cerradas se optó relativamente el valor absoluto.

$$Vd_2 = 30 \text{ km/h}$$

En la Tabla 58 se visualizan las velocidades de diseño para los tramos de vía en el cual se desarrollan.

Tabla 58. Velocidades de diseño por tramos de vía

VELOCIDAD DE DISEÑO [km/h]	ABSCISA [km]	
	Tramo Inicial	Tramo Final
50	4+000,00	5+430,00
30	5+430,00	6+240,00
50	6+240,00	6+800,00
30	6+800,00	7+440,00
50	7+440,00	8+000,00

Autor: Autoría propia

3.1.2.1.3. Velocidad de circulación

Para el cálculo de la velocidad de circulación se aplica la *ecuación 2.12*.

$$V_c = 0,80 * V_d + 6,5$$

$$V_c = 0,80 * 50 \text{ km/h} + 6,5$$

$$V_c = 46,5 \text{ km/h}$$

El MTOP también exterioriza una velocidad de circulación que se relaciona directamente con la velocidad de diseño escogida y el volumen de tránsito existente en el proyecto.

Tabla 59. Velocidad de circulación en volúmenes de tránsito bajos

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

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

De forma conservadora, la velocidad de circulación para el estudio se fijó en **46 km/h** y **28 km/h** según lo permitan los tramos de vía.

3.1.2.1.4. Diseño de Alineamiento Horizontal

3.1.2.1.4.1. Peralte

De acuerdo con la Tabla 18, el MTOP 2003 recomienda un peralte máximo de **8%** para vías de dos carriles con velocidades inferiores de 50km/h que se desarrollan en las curvas circulares y curvas de transición, mientras que para los tramos en tangentes se estableció un peralte de 2%.

3.1.2.1.4.2. Curvas circulares simples, CCS

Considerando la topografía del terreno y la velocidad de diseño seleccionada, se establecieron curvas circulares simples en el diseño horizontal.

3.1.2.1.4.2.1. Radio mínimo de curvatura horizontal

De acuerdo con el factor de fricción (f) máximo exteriorizado en la Tabla 16 para la velocidad de diseño seleccionada y el peralte se procede a calcular el radio mínimo de curvatura utilizando la *ecuación 2.18*:

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

- Para $V_d = 50\text{km/h}$

$$R_1 = \frac{(50 \text{ km/h})^2}{127 * (0,08 + 0,190)}$$

$$R_1 = 72,91 \text{ m}$$

- Para $V_d = 30\text{km/h}$

$$R_2 = \frac{(30 \text{ km/h})^2}{127 * (0,08 + 0,284)}$$

$$R_2 = 19,47 \text{ m}$$

Por ende, se asumen como los valores de radio mínimo de curvas a $R_1 = 75 \text{ m}$ y $R_2 = 20 \text{ m}$ con el objetivo de que exista armonía con el diseño vertical.

3.1.2.1.4.2.2. Elementos que conforman las C.C.S.

- **Ángulo de inflexión en el PI:** se extrae del diseño geométrico en el Civil 3D.

$$PI_{CCS-1} = \text{km } 4 + 125,11$$

$$\Delta_{CCS-1} = 8,9676$$

- **Radio de la curva:** el PI se encuentra en el tramo donde $V_d = 50\text{km/h}$

$$R_{c\text{mín}} = 75 \text{ m}$$

$$R_{c\text{ASUMIDO}} = 200 \text{ m}$$

- **Grado de curvatura**

Se aplica la *ecuación 2.16*.

$$G_c = \frac{1145,92}{R}$$

$$G_{c_{CCS-1}} = \frac{1145,92}{200}$$

$$G_{c_{CCS-1}} = 5,7296$$

- **External**

Se aplica la *ecuación 2.21*.

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

$$E = 200\text{m} * \left(\sec \frac{8,9676}{2} - 1 \right)$$

$$E = 15,683\text{m}$$

▪ **Longitud de la curva**

Se aplica la *ecuación 2.19*.

$$l_c = \frac{\pi * R * \Delta}{180}$$

$$l_{\text{CCS-1}} = \frac{\pi * 200\text{m} * 8,9676}{180^\circ}$$

$$l_{\text{CCS-1}} = 31,30\text{m}$$

En la Tabla 60 se presenta un resumen de todas las curvas circulares simples y sus elementos calculados.

Tabla 60. Curvas circulares simples del proyecto

CURVAS	ABSCISA [km]			Δ_c [rad]	G_c	R_{ASU} [m]	E [m]	l_c [m]
	PC o EC	PT o CE	PI					
C.C – 1	4+109,42	4+140,73	4+125,11	8,9676	5,7296	200	15,683	31,30
C.C – 2	4+426,01	4+486,55	4+456,52	17,3434	5,7296	200	30,503	60,54
C.C – 3	4+799,73	4+857,09	4+829,22	32,8621	11,4592	100	29,490	57,36
C.C – 4	5+190,98	5+272,30	5+234,04	46,5919	11,4592	100	43,058	81,32
C.C – 5	5+497,15	5+551,19	5+586,72	154,826 5	57,2958	20	89,572	54,04
C.C – 6	5+852,88	5+878,71	5+866,09	29,5966	22,9183	50	13,209	25,83
C.C – 7	6+134,61	6+187,85	6+216,37	152,511 5	57,2958	20	81,769	53,24
C.C – 8	6+318,78	6+362,29	6+340,88	24,9294	11,4592	100	22,105	43,51
C.C – 9	6+532,19	6+584,60	6+559,01	30,0326	11,4592	100	26,825	52,42
C.C – 10	6+864,14	6+918,70	6+959,40	156,285 9	57,2958	20	95,260	54,55
C.C – 11	7+096,33	7+151,45	7+198,74	157,898 4	57,2958	20	102,40 6	55,12
C.C – 12	7+330,16	7+382,04	7+401,38	148,630 0	57,2958	20	71,224	51,88
C.C – 13	7+658,85	7+717,17	7+689,21	39,3122	13,4814	85	30,361	58,32
C.C – 14	7+854,76	7+898,17	7+876,81 2	24,8687	11,4592	100	22,049	43,40

Autor: Autoría propia

3.1.2.1.4.3. Curvas de transición, E – CCS – E

Preliminarmente se obtienen los datos de la curva circular simple que la conforma

- **Ángulo de inflexión en el PI:** se extrae del diseño geométrico en el Civil 3D.

$$PI_{CCS-6} = \text{km } 5 + 866,09$$

$$\Delta_{CCS-6} = 29,5966$$

- **Radio de la curva:** el PI se encuentra en el tramo donde $V_d = 30\text{km/h}$

$$R_{c_{\text{mín}}} = 20 \text{ m}$$

$$R_{c_{\text{ASUMIDO}}} = 50 \text{ m}$$

Posteriormente, se calculan los parámetros de las curvas de transición

- **Longitud de la curva de transición o longitud de la espiral:** en base a la clasificación de la vía (clase IV) se utiliza la *ecuación 2.31* y *ecuación 2.32*.

$$L_{e_{\text{mín}}} = 0,0178 * \frac{V_d^3}{R}$$

$$L_{e_{\text{mín}}} = 0,0178 * \frac{(30\text{km/h})^3}{50\text{m}}$$

$$L_{e_{\text{mín}}} = 9,512\text{m}$$

$$L_{e_{\text{máx}}} = (24R)^{0,5}$$

$$L_{e_{\text{máx}}} = (24 * 50\text{m})^{0,5}$$

$$L_{e_{\text{máx}}} = 34,64\text{m}$$

Entonces;

$$L_{e_{\text{ASUMIDA}}} = 30\text{m}$$

- **Parámetro A en función de la longitud de la espiral**

Se aplica la *ecuación 2.30*.

$$A = \sqrt{L_e * R}$$

$$A = \sqrt{30\text{m} * 50\text{m}}$$

$$A = 38,729\text{m}$$

- **Ángulo de deflexión de la espiral**

Se aplica la *ecuación 2.34*.

$$\theta_e = \frac{90 * L_e}{\pi * R}$$

$$\theta_e = \frac{90 * 30m}{\pi * 50m}$$

$$\theta_e = 17,1887$$

- **Disloque de la espiral**

Se aplica la *ecuación 2.35*.

$$\Delta R = \frac{L_e^2}{24R}$$

$$\Delta R = \frac{(30m)^2}{24 * 50m}$$

$$\Delta R = 0,75$$

- **External**

Se aplica la *ecuación 2.36*.

$$E = \frac{R + \Delta R}{\cos\left(\frac{\Delta}{2}\right)} - R$$

$$E = \frac{50m + 0,75}{\cos\left(\frac{29,5966}{2}\right)} - 50$$

$$E = 2,491m$$

En la Tabla 61 se presenta un resumen de todas las espirales y sus elementos calculados.

Tabla 61. Curvas circulares de transición (espirales)

ESPIRAL L	ABSCISA [km]		Le _{ASUMIDA} [m]	A [m]	θ_e [rad]	ΔR	E [m]
	TE o CE	EC o ET					
E – 1	5+822,88	5+852,8 8	30	38,730	17,1887	0,75	2,491
E – 2	5+878,71	5+98,71	30	38,730	17,1887	0,75	2,491
E – 3	7+623,85	7+658,8 5	35	54,544	11,7962	0,60	15,34
E – 4	7+717,17	7+752,1 7	35	54,544	11,7962	0,60	15,34

Autor: Autoría propia

3.1.2.1.4.4. Sobreancho

Acorde a los criterios geométricos del MTOP 2003, este recomienda utilizar para vías de velocidades de hasta 50km/h un sobreancho de 30cm, pero con el fin de dar mayor comodidad al usuario se optó por un sobreancho de **40cm**.

Tabla 62. Sobreanchos aplicados en cada curva

N° curva	R [m]	S [m]	Sobreancho en la calzada [m]	Longitud de desarrollo [m]	Ubicación
1	200	0,40	6,40	30	C.C.S 1/3 curva 2/3 tangente Lado interno
2	200			30	
3	100			30	
4	100			30	
5	20			20	
6	50			20	
7	20			20	E – CC – E 100% espiral Lado interno
8	100			30	
9	100			30	
10	20			20	
11	20			20	
12	20			20	
13	85			32	
14	100			30	

Autor: Autoría propia

3.1.2.1.4.5. Coeficiente de fricción longitudinal

Este coeficiente se calcula utilizando la *ecuación 2.42*.

$$f = \frac{1,15}{V_c^{0,3}}$$
$$f = \frac{1,15}{(46 \text{ km/h})^{0,3}}$$
$$f = 0,3646$$

3.1.2.1.4.6. Distancia de visibilidad de parada

- La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción, se calcula con la *ecuación 2.40*:

$$d_1 = 0,7 * V_c$$
$$d_1 = 0,7 * (46 \text{ km/h})$$
$$d_1 = 32,20 \text{ m}$$

- La distancia de frenado sobre la calzada se determina mediante la *ecuación 2.41*:

$$d_2 = \frac{V_c^2}{254 * f}$$
$$d_2 = \frac{(46 \text{ km/h})^2}{254 * 0,3646}$$
$$d_2 = 22,85 \text{ m}$$

Estas dos distancias componen la distancia de visibilidad de parada del proyecto, y se determina con la *ecuación 2.39*.

$$D_v = d_1 + d_2$$
$$D_v = 32,20\text{m} + 22,85\text{m} = 55,05\text{m}$$
$$D_v = 55\text{m}$$

El MTOP recomienda los siguientes valores mínimo de distancia de visibilidad para parada.

Tabla 63. Distancia de visibilidad mínima de parada

CLASE DE CARRETERA		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
Categoría	TPDA _f	LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	220	180	135	180	135	110
I	3000 – 8000	180	160	110	160	110	70
II	1000 – 3000	160	135	90	135	110	55
III	300 – 1000	135	110	70	110	70	40
IV	100 – 300	110	70	55	70	35	25
V	<100	70	55	40	55	35	25

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

3.1.2.1.4.7. 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 en base a la Tabla 18.

Con un $V_c = 37 \text{ km/h}$ que se ajusta a una velocidad promedio de 56 km/h se aplica la ecuación 2.44.

$$d_r = 9,54 * V - 218$$

$$d_r = 9,54 * (56 \text{ km/h}) - 218$$

$$d_r = 316,24 \text{ m}$$

Del mismo modo, el MTOP recomienda los siguientes valores mínimo de distancia de visibilidad para rebasamiento.

Tabla 64. Distancia de visibilidad mínima para el rebasamiento

CLASE DE CARRETERA		VALOR RECOMENDABLE			VALOR ABSOLUTO		
Categoría	TPDA _f	LL	O	M	LL	O	M
RI – RII	>8000	830	830	640	830	640	565
I	3000 – 8000	830	690	565	690	565	415
II	1000 – 3000	690	640	940	640	565	345
III	300 – 1000	640	565	415	565	415	270
IV	100 – 300	480	290	210	290	150	110
V	<100	290	210	150	210	150	110

Autor: Norma de diseño geométrico de carreteras, MTOP 2003

Para las características técnicas de la vía, se asumen los valores mínimos expresados en la Tabla 64.

En la Tabla 65 se presentan la longitud de las tangentes y su respectiva validación para la distancia de parada y rebasamiento.

Tabla 65. Tangentes del alineamiento

N°	V_d [km/h]	ABSCISA [km]		L [m]	CONDICIÓN DE PARADA	CONDICIÓN DE REBASAMIENTO
		Inicial	Final			
T – 1	50	4+000,000	4+109,422	109,422	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
T – 2	50	4+140,725	4+426,012	285,288	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 3	50	4+486,552	4+799,733	313,181	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 4	50	4+857,088	5+190,982	333,894	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 5	50	5+272,300	5+497,145	224,845	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 6	30	5+551,189	5+822,883	271,694	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 7	30	5+908,711	8+134,610	225,899	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 8	50	6+187,847	6+318,779	130,932	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
T – 9	50	6+362,289	6+532,186	169,897	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
T – 10	50	6+584,603	6+864,141	279,538	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 11	30	6+918,695	7+096,333	177,638	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 12	30	7+151,450	7+330,157	178,707	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 13	50	7+382,038	7+623,850	241,812	ACEPTABLE	ACEPTABLE
T – 14	50	7+752,171	7+854,762	102,591	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE
T – 15	50	7+898,166	8+035,975	137,808	ACEPTABLE	NO ACEPTABLE

Autor: Autoría propia

La Tabla 66 resume todos los parámetros técnicos de diseño que se emplearon en el ensamble geométrico del alineamiento horizontal.

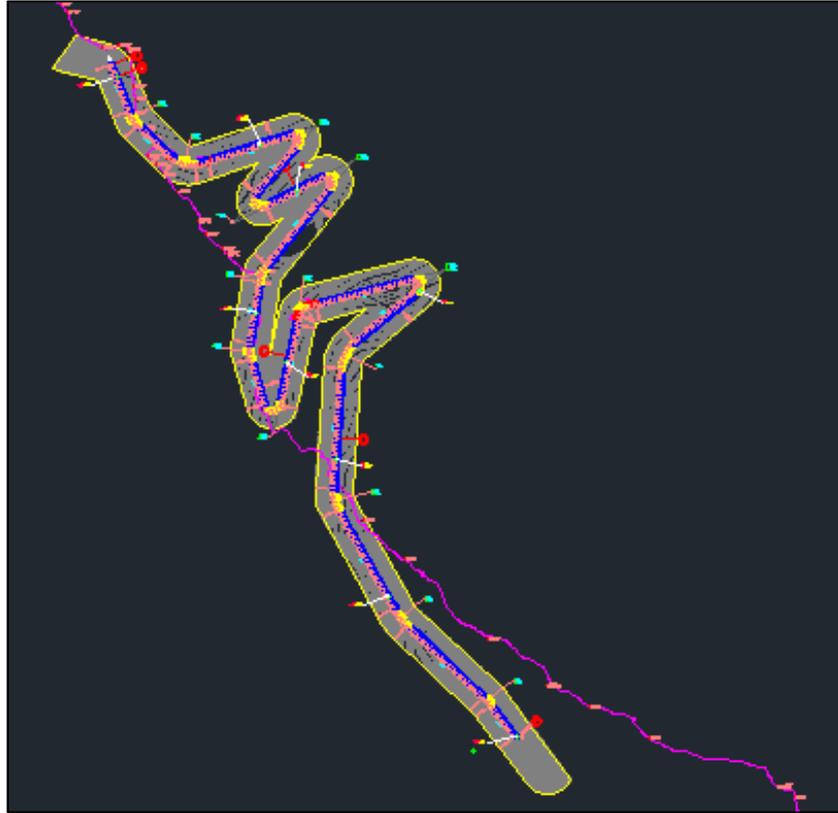
Tabla 66. Resumen de las características geométricas del alineamiento horizontal

PARÁMETROS DE DISEÑO HORIZONTAL	VALOR RECOMENDABLE	VALOR ABSOLUTO
Velocidad de diseño [km/h]	50	30
Velocidad de circulación [km/h]	46	28
Peralte	8%	
Radio mínimo de curva [m]	75	20
Sobrecancho [cm]	30	
Distancia de parada [m]	55	25
Distancia de rebasamiento [m]	210	110

Autor: Autoría propia

Por ende, el alineamiento horizontal queda propuesto como se ve en la Figura 28.

Figura 28. Diseño geométrico del alineamiento horizontal



Autor: Autoría propia

3.1.2.1.5. Diseño de Alineamiento Vertical

3.1.2.1.5.1. Gradientes longitudinales

De la Tabla 20 se obtiene que la gradiente longitudinal máxima recomendada es de 8% para las características del proyecto, pero por la naturaleza de la topografía del terreno, una configuración altamente montañosa se tomó el valor absoluto de **14%**.

Además, la norma exterioriza en la Tabla 21 los valores de longitud máxima de desarrollo para cada gradiente longitudinal obtenida en el diseño

La gradiente longitudinal mínima se optó la usual de **0,5%**.

Tabla 67. Gradientes y longitudes de desarrollo

N°	ABSCISA [km]		GRADIENTE [%]	LONGITUD [m]	VALIDACIÓN	
	Inicial	Final			NORMA	CONDICIÓN
G – 1	4+000,00	4+183,41	8,30	183,41	1000m	CUMPLE
G – 2	4+250,21	4+589,57	11,64	339,36	500m	CUMPLE
G – 3	4+675,79	4+893,48	3,02	217,69	>1000m	CUMPLE
G – 4	4+971,68	5+557,38	8,24	585,70	1000m	CUMPLE
G – 5	5+624,18	5+925,78	0,81	301,60	>1000m	CUMPLE
G – 6	6+034,22	6+349,96	11,66	315,74	500m	CUMPLE
G – 7	6+544,52	6+964,81	-7,80	420,29	>1000m	CUMPLE
G – 8	7+035,19	7+447,53	-10,14	412,34	500m	CUMPLE
G – 9	7+532,47	7+643,86	-0,71	111,39	>1000m	CUMPLE
G – 10	7+732,16	8+000,00	-9,54	267,84	1000m	CUMPLE

Autor: Autoría propia

3.1.2.1.5.2. Curvas verticales convexas simétricas

- **Diferencia algebraica de pendientes:** los porcentajes de las pendientes (gradientes) se extraen del Civil 3D.

$$G - 2 = P_i = +11,64\%$$

$$G - 3 = P_s = +3,02\%$$

Se aplica la *ecuación 2.46*.

$$A = P_i - P_s$$

$$A_{cv2} = 11,64\% - 3,02\%$$

$$A_{cv2} = 8,622\%$$

- **Parámetro de curvatura K:** el valor mínimo de K se obtiene en base a la Tabla 22 para una velocidad de diseño de 50km/h.

$$Dv_{\min} = 55m$$

$$K_{\min} = 7$$

$$K_{ASUMIDO} = 10$$

- **Longitud de la curva**

Se aplica la *ecuación 2.47*.

$$L = K * A$$

$$L_{cv2} = 10 * 8,622\%$$

$$L_{cv2} = 86,22\text{m}$$

- **Longitud de las ramas**

Se aplica la *ecuación 2.48*.

$$L_1 = L_2 = \frac{L}{2}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{86,22\text{m}}{2}$$

$$L_1 = L_2 = 43,11\text{m}$$

- **La longitud mínima**

Se aplica la *ecuación 2.49*.

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * V_d$$

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * 50\text{km/h}$$

$$L_{\text{mín}} = 30\text{m}$$

$$L = 86,22\text{m} > 30\text{m} \therefore \text{CUMPLE}$$

- **External**

Se aplica la *ecuación 2.50*.

$$E = \frac{A * L}{800}$$

$$E = \frac{8,622\% * 86,22\text{m}}{800}$$

$$E = 0,929\text{m}$$

En la Tabla 68 se presenta un resumen de las curvas verticales convexas y sus elementos calculados.

Tabla 68. Curvas verticales convexas

N° CURVA	ABSCISA [km]			COTA PIV [m. s. n. m]	A [%]	D _v [m]	K ASUM	L [m]	E [m]
	PCV	PTV	PIV						
C. v – 2	4+589,57	4+675,79	4+632,6 8	4263,57	8,62	55	10	86,22	0,929
C. v – 4	5+557,38	5+624,18	5+590,7 8	4326,83	7,43	30	9	66,80	0,620
C. v – 6	6+349,96	6+544,52	6+447,2 4	4384,47	19,4 6	55	10	194,5 6	4,732
C. v – 7	6+964,81	7+035,19	7+000,0 0	4341,36	2,34	30	30	70,37	0,206
C. v – 9	7+643,86	7+732,16	7+688,0 1	4290,25	8,83	55	10	88,30	0,975

Autor: Autoría propia

3.1.2.1.5.3. Curvas verticales cóncavas simétricas

- **Diferencia algebraica de pendientes:** los porcentajes de las pendientes (gradientes) se extraen del Civil 3D.

$$G - 1 = P_i = +8,30\%$$

$$G - 2 = P_s = +11,64\%$$

$$A = P_i - P_s$$

$$A_{cv1} = 8,30\% - 11,64\%$$

$$A_{cv1} = -3,34\%$$

- **Parámetro de curvatura K:** el valor mínimo de K se obtiene en base a la Tabla 24 para una velocidad de diseño de 50km/h.

$$Dv_{mín} = 55m$$

$$K_{mín} = 10$$

$$K_{ASUMIDO} = 20$$

- **Longitud de la curva**

$$L = K * A$$

$$L_{cv1} = 20 * 3,34\%$$

$$L_{cv1} = 66,80m$$

▪ Longitud de las ramas

$$L_1 = L_2 = \frac{L}{2}$$

$$L_1 = L_2 = \frac{66,80m}{2}$$

$$L_1 = L_2 = 33,40m$$

▪ La longitud mínima

$$L_{mín} = 0,60 * V_d$$

$$L_{mín} = 0,60 * 50km/h$$

$$L_{mín} = 30m$$

$$L = 66,80m > 30m \therefore \text{CUMPLE}$$

En la Tabla 69 se presenta un resumen de las curvas verticales cóncavas y sus elementos calculados.

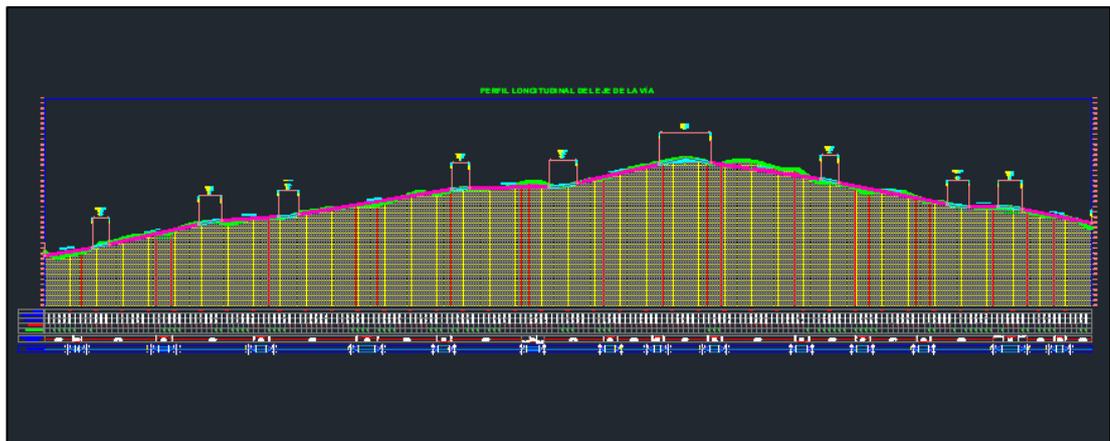
Tabla 69. Curvas verticales cóncavas

N° CURVA	ABSCISA [km]			COTA PIV [m. s. n. m]	A [%]	D _v [m]	K ASUM	L [m]	E [m]
	PCV	PTV	PIV						
C. v – 1	4+183,41	4+250,21	4+216,8 1	4215,14	3,34	55	20	66,80	0,279
C. v – 3	4+893,48	4+971,68	4+932,5 8	4272,63	5,22	55	15	78,20	0,510
C. v – 5	5+925,78	6+034,22	5+980,0 0	4330,00	10,8 5	30	10	108,4 4	1,470
C. v – 8	7+447,53	7+532,47	7+490,0 0	4291,65	9,43	55	9	84,94	1,002

Autor: Autoría propia

Por ende, la propuesta geométrica del alineamiento vertical queda definida como se visualiza en la Figura 29.

Figura 29. Diseño geométrico del alineamiento vertical



Autor: Autoría propia

3.1.2.1.6. Diseño de la Sección Transversal

3.1.2.1.6.1. Ancho de calzada

El MTOP 2003 dentro de la categorización de la vía en CLASE IV recomienda en la Tabla 26 un ancho de calzada **6m**, es decir, 3m en el carril derecho y 3m en el carril izquierdo.

3.1.2.1.6.2. Espaldones

Dentro de la clasificación de la vía el MTOP menciona que para carreteras de clase IV los espaldones tienen un ancho de **0,60m** con una pendiente transversal de **4%** hacia el exterior de la plataforma vial.

3.1.2.1.6.3. Taludes

El base al análisis granulométrico, la muestra de suelo en el área de corte se clasificó como una grava y arena limosa o arcillosa, por ende, en la Tabla 29 y 30 para taludes de corte y relleno respectivamente de la norma peruana, se obtiene para un material de este tipo una relación de **1:1 (H: V)** para cortes de 5m y mayores a este. Mientras que, para relleno, se fijó una relación **1:1,5 (V: H)**. Cabe recalcar, que los valores coinciden con los propuestos en la norma MTOP.

3.1.2.1.6.4. Bombeo

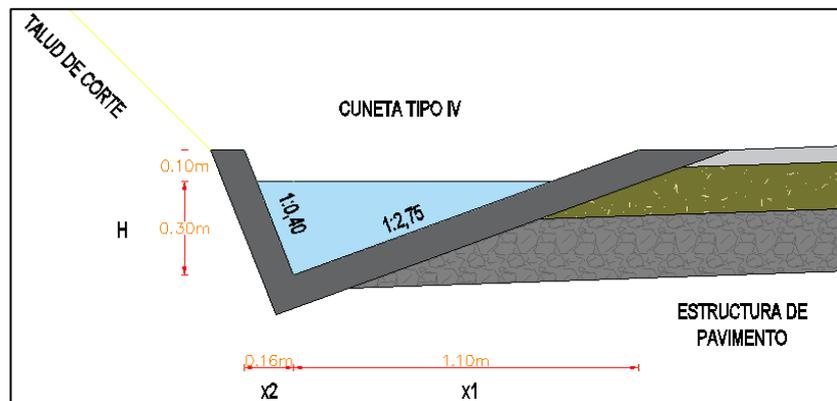
Aunque la gradiente transversal para la superficie de rodadura exteriorizado en la Tabla 31 sea de 4%, se asumió un bombeo de **2%** debido a que esta se va a componer

de un **pavimento flexible** gracias a que su plano liso ayuda al eficaz escurrimiento de las aguas lluvia.

3.1.2.1.6.5. Cunetas

Se adoptó una cuneta de sección triangular revestida con hormigón $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$ con espesor de 10cm, las dimensiones que se observan en la Figura 30 pertenecen a la cuneta TIPO IV extraída de la Tabla 32, tomando en cuenta que la lámina de agua establecida por el MTOP para superficies montañosas es de 30cm y la altura de seguridad de desbordamiento es de 10cm.

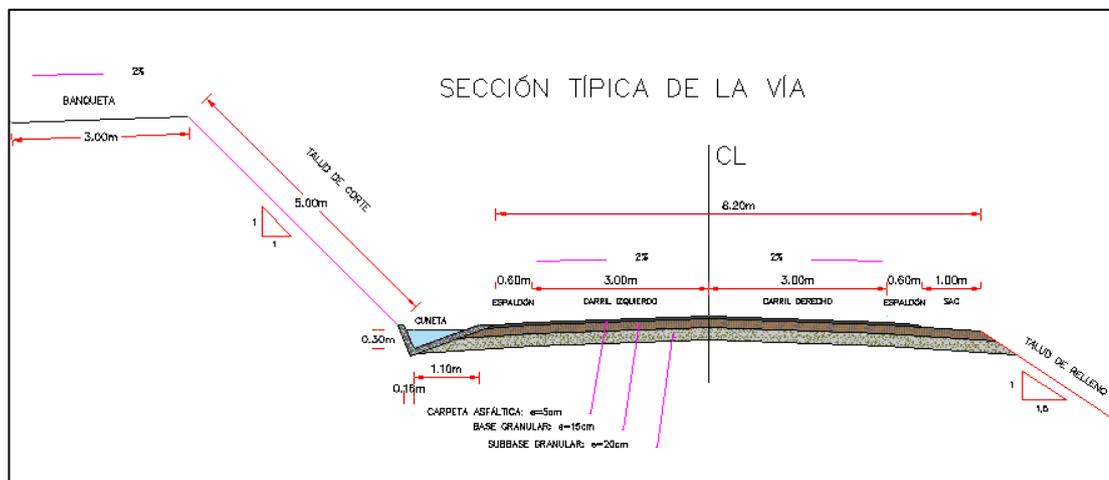
Figura 30. Sección de la cuneta triangular



Autor: Autoría propia

Por ende, la propuesta de la sección transversal queda definida con una vía de 8,20m de ancho total, tal como se visualiza en la Figura 31.

Figura 31. Sección típica de la vía



Autor: Autoría propia

3.1.2.2. Diseño de la Estructura del Pavimento

Para el diseño del pavimento flexible se aplica la *ecuación 2.51* establecida por la norma AASHTO – 93, que contempla el cálculo del número estructural (SN) requerido por la vía y determina los espesores de las capas que conforman el paquete estructural de la misma.

$$\log_{10}W18 = Z_r * S_o * \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10}\left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5}\right)}{0,4 + \frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}}} + 2,32 * \log_{10}Mr - 0,87$$

3.1.2.2.1. Factores de diseño

3.1.2.2.1.1. Período de diseño

De acuerdo con el TPDA futuro que indica un bajo volumen de tráfico y en base a los años proyectados para la geometría de la vía trazada, se considera de la Tabla 33 un periodo de diseño promedio de **20 años** para la estructura del pavimento.

3.1.2.2.1.2. Espesores mínimos de la estructura del pavimento

Con un número de ejes equivalentes $W18_{2043} = 80\ 833$ veh dentro del rango 50 001 – 150 000, se espera tener en base a la Tabla 34 un espesor como mínimo de 5,0cm en la carpeta asfáltica y 10cm en la capa base.

3.1.2.2.1.3. Confiabilidad, R

En base a la funcionalidad de la carretera clase IV, se define su tipo, siendo **LOCAL**, además, el proyecto se ubica en una zona rural, por ende, el grado de confiabilidad según la Tabla 35 se encuentra en un rango de 50% a 80%. Se ha decidido por tomar un promedio, es decir, **R = 70%**.

De acuerdo con el nivel de confiabilidad seleccionado se obtiene en la Tabla 36 el valor de la desviación estándar normal.

$$Z_r = -0,524$$

3.1.2.2.1.4. Desviación estándar global, So

El rango de valores que indica la AASHTO – 93 en la Tabla 37 para pavimentos flexibles va de 0,40 a 0,50. Se ha optado por tomar un promedio, siendo este un valor de **S_o = 0,45**

3.1.2.2.1.5. Índice de serviciabilidad, Δ PSI

Conforme a los valores obtenidos en el AASHTO Road Test en [38] y al tipo de pavimento siendo este flexible, se tiene que:

- Seviabilidad inicial $P_o = 4,2$

Mientras que, de acuerdo con la importancia de la carretera, siendo esta un camino secundario, se tiene que:

- Seviabilidad final $P_t = 2,0$

Por ende, en base a la *ecuación 2.52*, se determina el índice de serviciabilidad.

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

$$\Delta\text{PSI} = 4,2 - 2,0$$

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

3.1.2.2.1.6. Módulo resiliente de la subrasante, M_r

Se aplica la *ecuación 2.53*, debido a que el valor del CBR de diseño de 7,942% se encuentra en el rango establecido entre $\text{CBR} \leq 10$, por ende:

$$M_r(\text{psi}) = 1500 * \text{CBR}_{\text{DISEÑO}}$$

$$M_r(\text{psi}) = 1500 * 7,942$$

$$M_r(\text{psi}) = 11\ 913\ \text{psi}$$

3.1.2.2.2. Número estructural requerido

En base a los factores de diseño anteriormente calculados, se emplea el Software Ecuación AASHTO – 93 para computar el Número Estructural Mínimo Total (SN_{REQ}) requerido por la vía.

Figura 32. Número estructural mínimo total requerido por la vía

Ecuación AASHTO 93

Tipo de Pavimento
 Pavimento flexible Pavimento rígido

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

Serviciabilidad inicial y final
PSI inicial 4.2 PSI final 2.0

Módulo resiliente de la subrasante
Mr 11913 psi

Información adicional para pavimentos rígidos

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

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

Tipo de Análisis
 Calcular SN **W18 = 80833**

Calcular W18

Número Estructural
SN = 1.66

Calcular Salir

Autor: Autoría propia

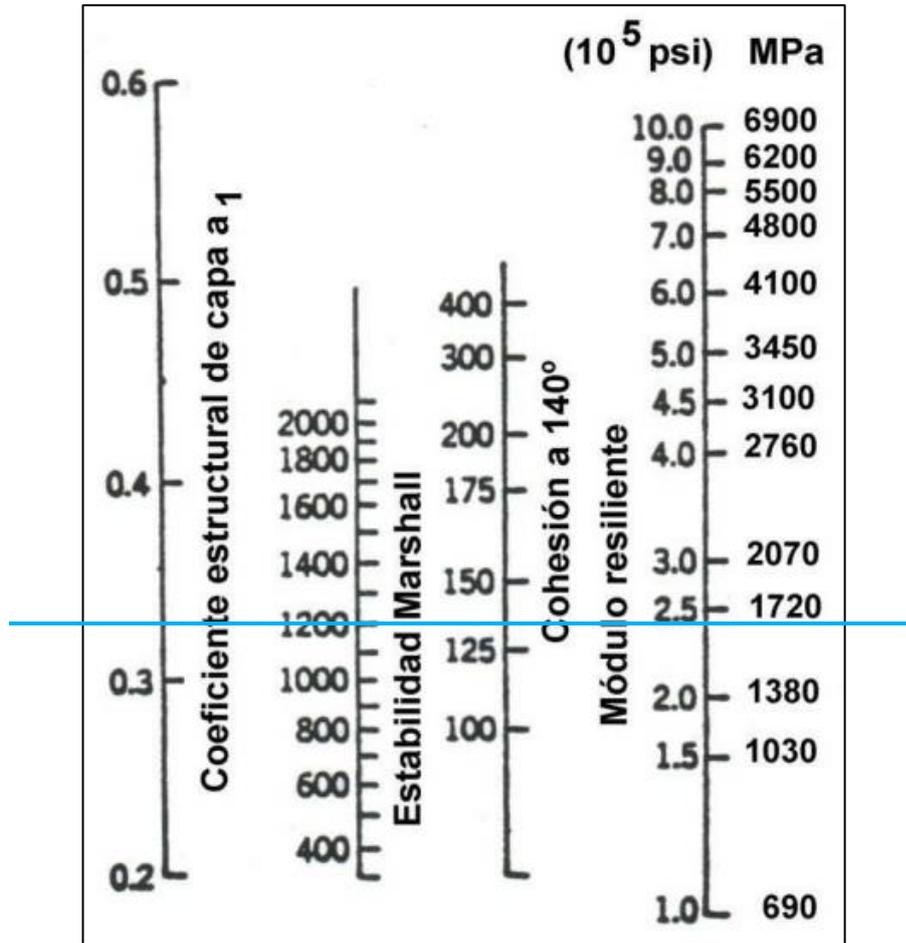
El $SN_{REQ} = 1,66$ representa el mínimo valor total de todos los números estructurales de las capas que conforman la estructura del pavimento y que puede soportar la subrasante, en función de este valor se determinan los espesores teóricos de la subbase, base y la carpeta asfáltica.

3.1.2.2.3. Coeficientes estructurales

3.1.2.2.3.1. Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica, a1

De acuerdo con la Tabla 38 y el número de ejes equivalentes acumulados de diseño se opta una estabilidad mínima de 1200 lb, valor que se ingresa en el nomograma de la Figura 33 para determinar el coeficiente estructural y el módulo resiliente de la carpeta asfáltica.

Figura 33. Coeficientes estructurales a1



Autor: Autoría propia

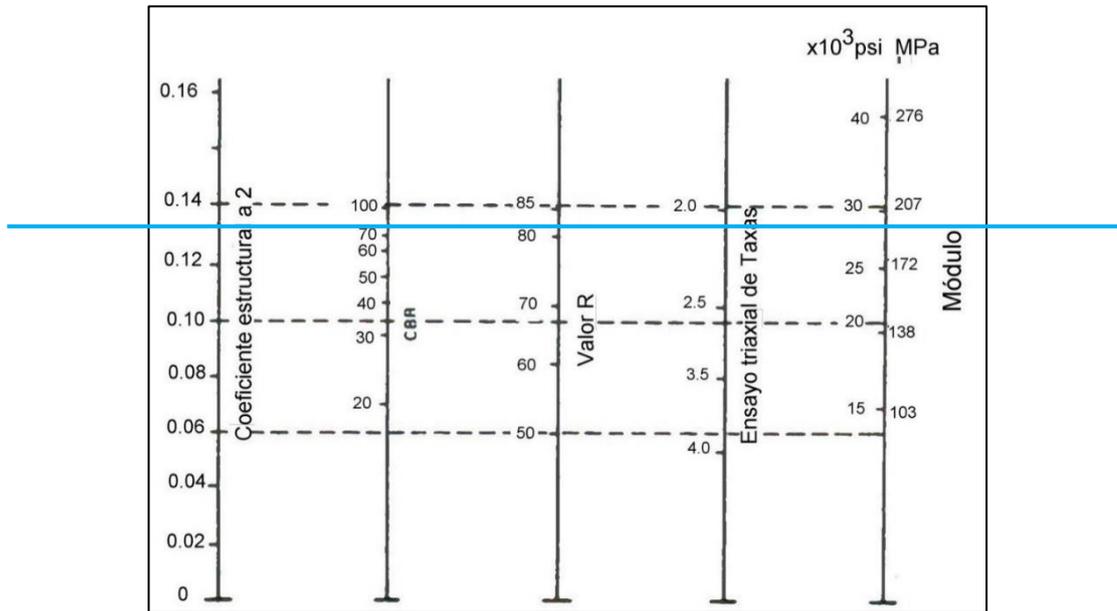
$$a_1 = 0,325$$

$$Mr_{\text{mezcla asfáltica}} = 2,45 * 10^5 \text{ psi}$$

3.1.2.2.3.2. Coeficiente estructural de la base, a2

La conformación de la capa base se determina mediante las especificaciones técnicas que establece el MTOP 2002, en el cual se indica que el material granular que compone a cualquier tipo de base (Clase 1, 2, 3 y 4) debe de tener un CBR $\geq 80\%$, valor que se ingresa en la Figura 34.

Figura 34. Relación entre el coeficiente estructural para base granular y distintos parámetros resistentes



Autor: Autoría propia

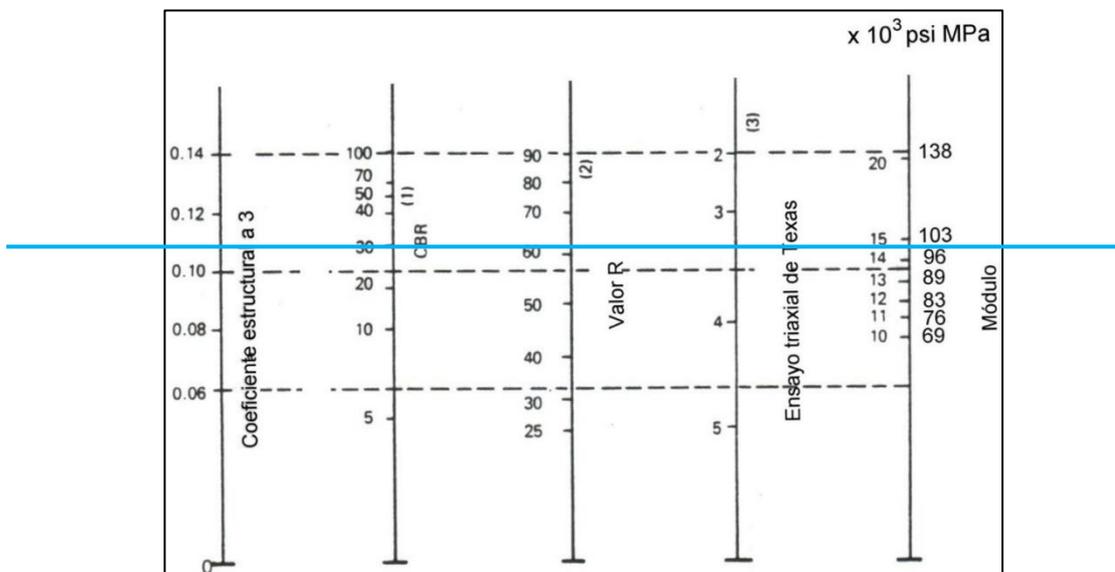
$$a_2 = 0,133$$

$$M_{r_{\text{base granular}}} = 28,5 * 10^3 \text{ psi}$$

3.1.2.2.3.3. Coeficiente estructural de la subbase, a_3

Del mismo modo, el MOP 2002 establece un $\text{CBR} \geq 30\%$ para cualquier tipo de subbase (Clase 1, 2 y 3), valor que se ingresa en la Figura 35.

Figura 35. Relación entre el coeficiente estructural para subbase granular y distintos parámetros resistentes



Autor: Autoría propia

$$a_3 = 0,110$$

$$Mr_{\text{subbase granular}} = 14,8 * 10^3 \text{ psi}$$

3.1.2.2.3.4. Coeficientes de drenaje, m_2 y m_3

Debido a que la base clase 4 y subbase clase 3, con buena granulometría para el drenaje, se opta de la Tabla 39 una condición de calidad **BUENA**, es decir, el agua en tarda 1 día en eliminarse.

Mientras que porcentaje de tiempo en que el pavimento está expuesto a la humedad cercana a la saturación, por la ubicación y el clima del proyecto en base a la Tabla 40, se estima un valor de más del 25%, por ende:

$$m_2 = m_3 = 1,00$$

3.1.2.2.4. Espesores de la estructura del pavimento flexible

A continuación, en la Tabla 70 se presenta en forma resumida todos los factores y coeficientes de diseño calculados para establecer la estructura del pavimento flexible.

Tabla 70. Resumen de factores y coeficientes de diseño

PAVIMENTO FLEXIBLE – VÍA CLASE IV	VALORES
Período de diseño	20 años
TPDA _f (2043)	94 veh/día
Ejes equivalentes, W_{18}	80 833 veh
Confiabilidad, R	70%
Desviación estándar normal, Z_r	-0,524
Desviación estándar global, S_0	0,45
Serviciabilidad inicial, P_0	4,2
Serviciabilidad final, P_t	2,0
Módulo resiliente de la subrasante, $Mr_{\text{subrasante}}$	11 913 psi
Número estructural total requerido, SN_{REQ}	1,66
Coeficiente a_1	0,325
Módulo resiliente de la mezcla asfáltica, $Mr_{\text{mezcla asfáltica}}$	245 000 psi
Coeficiente a_2	0,133
Módulo resiliente de la capa base, $Mr_{\text{base granular}}$	28 500 psi
Coeficiente a_3	0,110
Módulo resiliente de la capa subbase, $Mr_{\text{subbase granular}}$	14 800 psi
Coeficientes de drenaje, m_2 y m_3	1,00

Autor: Autoría propia

Tabla 71. Espesores de la estructura del pavimento flexible

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO	: LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA	TRAMO	: TODOS
SECCION	: km 4+000,00 a km 8+000,00	FECHA	: 23 - noviembre - 2023
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)			80,833
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,524
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			11,91
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a1)			0,325
Base granular (a2)			0,133
Subbase (a3)			0,110
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m2)			1,000
Subbase (m3)			1,000
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})		1,66	
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})		1,13	
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})		0,38	
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})		0,14	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8,9 cm	5,0 cm	0,64
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	7,2 cm	15,0 cm	0,79
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	3,3 cm	20,0 cm	0,87
ESPESOR TOTAL (cm)		40,0 cm	2,29
DISEÑADO POR		JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO	
		<i>fm</i>	

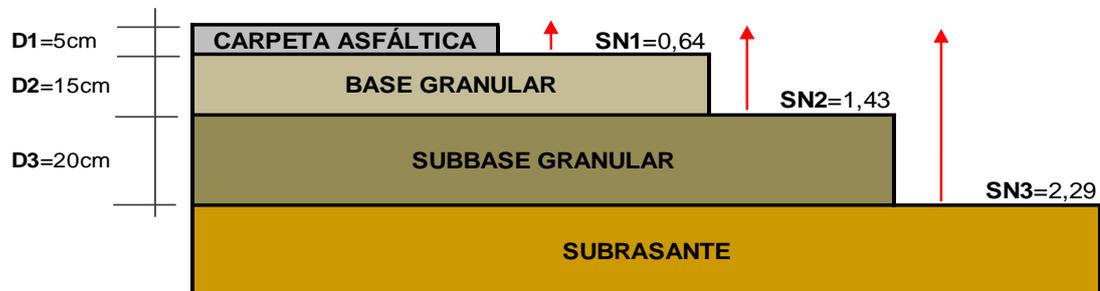
Autor: Autoría propia

$$SN_{REQ} < SN_{PROPUESTO}$$

$$1,66 < 2,29 \therefore \text{CUMPLE}$$

El diseño definitivo de la estructura del pavimento con sus espesores y números estructurales se observa en la Figura 36.

Figura 36. Estructura del pavimento flexible



Autor: Autoría propia

Ahora bien, evidentemente los espesores definidos 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 sistema soporte nuevos requerimiento de vehículos pesados no considerados en el diseño que resulten de uso por parte del sector agrícola y ganadero del sector quienes pueden mejorar y ampliar su capacidad de producción, factor que se ve reflejado en el transporte que ocupan.

En segundo lugar, debido a que para el periodo de vida útil se estima que la estructura del pavimento no sufra daños significativos en base al tráfico previsto, 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 exigirá un tipo de mantenimiento, esto en base a los resultados de varios ensayos destructivos y no destructivos como la deflexión con la viga Benkelman, la evaluación del PCI, IRI y PSI, etc. Datos que denotaran el nivel de mantenimiento del sistema estructural para una conservación, rehabilitación o una reconstrucción.

Si fuera el último caso, con los espesores finales propuestos se pretende que la única capa a ser reconstruida sería la carpeta asfáltica mas no la base y subbase, o tal vez, en una situación muy poco probable se debería completar el espesor de la capa base, evitando de este modo destruir toda la estructura del pavimento para ajustarla a nuevos

números estructurales que evidentemente se darán a futuro, sin sobredimensionar erróneamente la capa asfáltica o emplear cualquier otra solución no técnica, este criterio se aplica con el fin de que el paquete estructural del pavimento secundado de un mantenimiento dure más allá de los 20 años proyectados.

3.1.2.2.5. Especificaciones técnicas de los materiales granulares

En el diseño de la estructura del pavimento, se utilizó material granular específico para sus diferentes capas; hormigón asfáltico mezclado en planta, base granular Clase 4 y subbase granular Clase 3. El MOP 2002, establece las especificaciones técnicas que estos componentes deben cumplir para su correcta manipulación y uso.

3.1.2.2.5.1. Hormigón asfáltico mezclado en planta

En la sección 405 – 5 del MOP 2002, se establece que el material asfáltico debe de ser cemento asfáltico con un grado de penetración entre 85 – 100. Además, para la mezcla asfáltica se debe de emplear cualquier granulometría exteriorizada en la Tabla 72.

Tabla 72. Granulometría de las mezclas asfálticas

TAMIZ		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA			
in	mm	3/4"	1/2"	3/8"	N°4
1"	25,40	100	–	–	–
3/4"	19,00	90 – 100	100	–	–
1/2"	12,70	–	90 – 100	100	–
3/8"	9,50	56 – 80	–	90 – 100	100
N°4	4,75	35 – 65	44 – 74	55 – 85	80 – 100
N°8	2,36	23 – 49	28 – 58	32 – 67	65 – 100
N°16	1,18	–	–	–	40 – 80
N°30	0,60	–	–	–	25 – 65
N°50	0,30	5 – 19	5 – 21	7 – 23	7 – 40
N°100	0,15	–	–	–	3 – 20
N°200	0,075	2 – 8	2 – 10	2 – 10	2 – 10

Autor: Especificaciones generales para la construcción de caminos, MOP 2002

Los agregados que se emplean pueden ser constituidos por roca o grava triturada total o parcialmente, material fragmentado naturalmente, arenas y relleno natural. [44]

La mezcla asfáltica producida en planta deberá de satisfacer a la fórmula maestra de obra con las tolerancias presentadas en la Tabla 73.

Tabla 73. Tolerancias de las mezclas asfálticas

TOLERANCIAS DE HORMIGONES ASFÁLTICOS PRODUCIDOS EN PLANTA
Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de 1/2''(12,70mm) y mayores: $\pm 8\%$.
Peso de los agregados secos que pasen los tamices de 3/8''(9,50mm) y N°4 (4,75mm): $\pm 7\%$.
Peso de los agregados secos que pasen los tamices de N°8 (2,36mm) y N°16 (1,18mm): $\pm 6\%$.
Peso de los agregados secos que pasen los tamices de N°30 (0,60mm) y N°50 (0,30mm): $\pm 5\%$.
Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de N°100 (0,15mm): $\pm 4\%$.
Peso de los agregados secos que pasen el tamiz de N°200 (0,075mm): $\pm 3\%$.
Dosificación del material asfáltico en peso: $\pm 0,3\%$.
Temperatura de la mezcla al salir de la mezcladora: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.
Temperatura de la mezcla al colocar en el sitio: $\pm 10^{\circ}\text{C}$.

Autor: Especificaciones generales para la construcción de caminos, MOP 2002

3.1.2.2.5.2. Propiedades mecánicas de los materiales de base y subbase

Las bases y subbases en todos sus tipos deberán de satisfacer las siguientes propiedades técnicas.

Tabla 74. Propiedades mecánicas generales para bases y subbases

ENSAYOS	MATERIALES	
	BASE	SUBBASE
CBR	$\geq 80\%$	$\geq 30\%$
Límite líquido, LL	$\leq 25\%$	
Índice plástico, IP	$\leq 6\%$	
Desgaste por abrasión en la máquina de los Ángeles	$\leq 40\%$	$\leq 50\%$
Desgaste por acción de los sulfatos	$\leq 12\%$	–

Autor: Especificaciones generales para la construcción de caminos, MOP 2002

3.1.2.2.5.3. Base de agregados, Clase 4

Los agregados empleados para esta clase de base deben de ser elementos limpios, sólidos y resistentes, sin polvo, suciedad, arcillas u otras materias extrañas, además de estar constituidos de material obtenido por trituración o cribado de piedras

fragmentadas naturalmente o de gravas. [44] Deben encontrarse uniformemente graduadas conforme las indicaciones de la Tabla 75.

Tabla 75. Granulometría del material de la base clase 3

TAMIZ		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA
in	mm	
2''	50,80	100
1''	25,40	60 – 90
N°40	0,425	20 – 50
N°200	0,075	0 – 15

Autor: Especificaciones generales para la construcción de caminos, MOP 2002

La densidad mínima no deberá ser menor que el 100% de la densidad seca máxima.

3.1.2.2.5.4. Subbase de agregados, Clase 3

Una subbase clase 3 se constituye de agregados naturales y procesados, y que se encuentren graduados uniformemente dentro de los límites de granulometría que se establecen en la Tabla 76.

Tabla 76. Granulometría del material de la subbase para toda clase

TAMIZ		PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAICE DE MALLA CUADRADA		
in	mm	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3''	76,20	–	–	100
2''	50,40	–	100	–
1 1/2''	38,10	100	70 – 100	–
N°4	4,75	30 – 70	30 – 70	30 – 70
N°40	0,425	10 – 35	15 – 40	–
N°200	0,075	0 – 15	0 – 20	0 – 20

Autor: Especificaciones generales para la construcción de caminos, MOP 2002

La densidad mínima no deberá ser menor que el 100% de la densidad seca máxima.

3.1.2.3. Señalización vial

3.1.2.3.1. Señalización horizontal

En base a la Tabla 41, se utilizó líneas longitudinales de tipo continua para dividir los anchos de carril y restringir el rebasamiento en los tramos donde la geometría no lo permita. También se empleó la línea segmentada para indicar la validación de

maniobras de rebasamiento. Finalmente, se usó la línea de borde para delimitar la calzada.

De la Tabla 65 donde se indica las tangentes longitudinales se observa que las tangentes 1, 8, 9, 14 y 15 no cumplen con la distancia mínima para rebasamiento, por ende, la línea que divide a los carriles por dirección en la superficie del pavimento debe de ser continua, para los demás tramos en donde si se cumple la condición para el adelantamiento la línea será segmentada.

Tabla 77. Marcas de pavimento

CARACTERÍSTICAS	TIPOS DE LÍNEAS		
	Separación de carriles por dirección		Líneas de borde en ancho de calzada
	Continua	Segmentada	
Color	Amarilla		Blanca
Ancho [mm]	130		130
Longitud [m]	650,65	3349,35	8000

Autor: Autoría propia

3.1.2.3.2. Señalización vertical

En este apartado se debe tomar en cuenta la dirección de circulación, para colocar las señaléticas de regulación y prevención.

Tabla 78. Señalización vertical de origen a destino

Abscisa [km]	Serie	Cantidad [u]	Representación	Dimensiones [m]	Significado
SEÑALES REGULATORIAS					
4+030,00 6+220,00 6+400,00 7+770,00 7+910,00	R2 – 13	5		0,60 x 0,60	NO ADELANTAR
6+800,00	R4 – 1	1		0,60 x 0,60	LÍMITE MÁXIMO
6+750,00	R4 – 4	1		1,00 x 0,50	REDUZCA LA VELOCIDAD
SEÑALES REGULATORIAS					

4+050,00 5+720,00	P1 – 2I	2		0,60 x 0,60	CURVA ABIERTA IZQUIERDA
4+320,00 4+700,00 5+090,00 6+240,00 6+450,00 7+520,00 7+800,00	P1 – 2D	7		0,60 x 0,60	CURVA ABIERTA DERECHA
5+400,00 6+750,00 7+230,00	P1 – 6I	3		0,75 x 0,75	CURVA TIPO U IZQUIERDA
6+030,00 6+990,00	P1 – 6D	2		0,75 x 0,75	CURVA TIPO U DERECHA
6+250,00	P6 – 5	1		0,60 x 0,60	ASCENSO PRONUNCIAD O
6+650,00	P6 – 4	1		0,60 x 0,60	DESCENSO PRONUNCIAD O
6+700,00	P6 – 6D	1		0,60 x 0,60	ZONA DE DERUMBRES DERECHA
6+700,00	P6 – 6I	1		0,60 x 0,60	ZONA DE DERUMBRES DERECHA

Autor: Autoría propia

Tabla 79. Señalización vertical de destino a origen

Abscisa [km]	Serie	Cantidad [u]	Representación	Dimensiones [m]	Significado
SEÑALES REGULATORIAS					
8+000,00 7+820,00 6+500,00 6+290,00 4+080,00	R2 – 13	5		0,60 x 0,60	NO ADELANTAR
5+600,00	R4 – 1	1		0,60 x 0,60	LÍMITE MÁXIMO
5+650,00	R4 – 4	1		1,00 x 0,50	REDUZCA LA VELOCIDAD
SEÑALES REGULATORIAS					
7+960,00 7+800,00 6+650,00 6+450,00 5+360,00 4+950,00 4+570,00	P1 – 2I	7		0,60 x 0,60	CURVA ABIERTA IZQUIERDA
5+980,00 4+230,00	P1 – 2D	2		0,60 x 0,60	CURVA ABIERTA DERECHA
7+250,00 6+260,00	P1 – 6I	2		0,75 x 0,75	CURVA TIPO U IZQUIERDA
7+480,00 7+030,00 6+650,00	P1 – 6D	3		0,75 x 0,75	CURVA TIPO U DERECHA
7+250,00	P6 – 5	1		0,60 x 0,60	ASCENSO PRONUNCIADO
6+250,00	P6 – 4	1		0,60 x 0,60	DESCENSO PRONUNCIADO

6+900,00	P6 – 6D	1		0,60 x 0,60	ZONA DE DERUMBRES DERECHA
6+900,00	P6 – 6I	1		0,60 x 0,60	ZONA DE DERUMBRES DERECHA

Autor: Autoría propia

3.1.2. FASE III: Presupuesto referencial

3.1.2.1. Definición de rubros y volúmenes de obra

3.1.2.1.1. Trabajos preliminares

- **RUBRO 1.** Replanteo y nivelación (Equipo Topográfico)

$$R1 = 4,00\text{km}$$

- **RUBRO 2.** Desbroce, desbosque y limpieza

$$R2 = \frac{4000\text{m} * 15\text{m}}{10000\text{m}^2}$$

$$R2 = 6,00\text{ha}$$

3.1.2.1.2. Movimiento de tierras

- **RUBRO 3.** Excavación sin clasificar, incluye desalojo

Volumen acumulado de corte, ANEXO F.

$$R3 = 202.628,39\text{m}^3$$

- **RUBRO 4.** Relleno compactado con material de excavación

Volumen acumulado de relleno, ANEXO F.

$$R4 = 124.670,50\text{m}^3$$

- **RUBRO 5.** Excavación para cunetas y encauzamiento

Dimensiones de la cuneta triangular, **Figura 30** y área extraída de Civil 3D.

$$R5 = 8000\text{m} * 0.438\text{m}^2$$

$$\mathbf{R5 = 3.504,00m^3}$$

- **RUBRO 6.** Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)

La escombrera certificada por el Ministerio del Ambiente se ubica en el cantón Ambato, parroquia Unamuncho a 50km del proyecto.

Volumen acumulado neto, **ANEXO F.**

$$\mathbf{R6 = 77.957,89m^3 * 50km}$$

$$\mathbf{R6 = 3'897.894,50m^3 * km}$$

3.1.2.1.3. Obras de drenaje

- **RUBRO 7.** Hormigón simple $f'c = 180\text{kg/cm}^2$ para cunetas

Dimensiones de la cuneta triangular, **Figura 30** y área extraída de Civil 3D.

$$\mathbf{R7 = 8000m * 0.186m^2}$$

$$\mathbf{R7 = 1.488,00m^3}$$

3.1.2.1.4. Estructura de pavimento

- **RUBRO 8.** Subbase clase 3 $e=20\text{cm}$, tendido y compactado

Sección típica de la vía, **Figura 31.**

$$\mathbf{R8 = 4000m * 8,20m * 0,20m}$$

$$\mathbf{R8 = 6.560,00m^3}$$

- **RUBRO 9.** Transporte de material pétreo de subbase clase 3

Jeal Constructora encargada del suministro de material para pavimentos se ubica a 50km del proyecto, en el cantón Ambato parroquia Izamba.

$$\mathbf{R9 = 6.560,00m^3 * 50km}$$

$$\mathbf{R9 = 328.000,00m^3 * km}$$

- **RUBRO 10.** Base clase 4 $e=15\text{cm}$, tendido y compactado

Sección típica de la vía, **Figura 31.**

$$\mathbf{R10} = 4000\text{m} * 8,20\text{m} * 0,15\text{m}$$

$$\mathbf{R10} = 4.920,00\text{m}^3$$

- **RUBRO 11.** Transporte de material de base clase 4

Mismo caso del rubro 9.

$$\mathbf{R11} = 4.920,00\text{m}^3 * 50\text{km}$$

$$\mathbf{R11} = 246.000,00\text{m}^3 * \text{km}$$

- **RUBRO 12.** Suministro y riego de imprimación asfáltica RC250

Sección típica de la vía, **Figura 31.**

Se considera 1,30 litros por cada metro cuadrado.

$$\mathbf{R12} = 1,30 \text{ Lt} * 4000\text{m} * 7,20\text{m}$$

$$\mathbf{R12} = 37.440,00\text{Lt}$$

- **RUBRO 13.** Suministro y colocación de carpeta asfáltica e=5cm.

Sección típica de la vía, **Figura 31.**

$$\mathbf{R13} = 4000\text{m} * 7,20\text{m}$$

$$\mathbf{R13} = 28.800,00\text{m}^2$$

- **RUBRO 14.** Transporte de mezcla asfáltica

Mismo caso del rubro 9 y 11.

$$\mathbf{R14} = 28.800,00\text{m}^2 * 0,05\text{m} * 50\text{km}$$

$$\mathbf{R14} = 72.000,00\text{m}^3 * \text{km}$$

3.1.2.1.5. Control de tránsito

- **RUBRO 15.** Marcas de pavimento (pintura amarilla retro reflectiva entrecortadas 13cm)

Señalización horizontal, **Tabla 77.**

$$\mathbf{R15} = 4,00\text{km}$$

- **RUBRO 16.** Marcas de pavimento (pintura blanca retro reflectiva continua 13cm)

Señalización horizontal, **Tabla 77.**

$$\mathbf{R16 = 8,00km}$$

- **RUBRO 17.** Suministro e instalación de señales preventivas (0,75mx0,75m). Incluye poste

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

$$\mathbf{R17 = 36u}$$

- **RUBRO 18.** Suministro e instalación de señales reglamentarias (0,75mx0,75m). Incluye poste

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

$$\mathbf{R18 = 14u}$$

3.1.2.1.6. Medidas ambientales

- **RUBRO 19.** Agua para el control de polvo

Se considera 2 litros por cada metro cuadrado.

$$\mathbf{R17 = \frac{2L * (4000m * 15m)}{1000 L}}$$

$$\mathbf{R17 = 120m^3}$$

3.1.2.2.Precio unitario

- **RUBRO 1.** Replanteo y nivelación (Equipo Topográfico)

Proceso: Construcción del asfalto de la vía Puma – Sol Naciente segunda etapa desde la abscisa 7+850 hasta la abscisa 11+000 en la parroquia Dayuma del cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana.

Código: LICO – GADPRDAYUMA – 2023 – 001

Rubro: 1.1

Precio \$ 432,95

unitario:

- **RUBRO 2.** Desbroce, desbosque y limpieza

Proceso: Construcción del asfalto de la vía Puma – Sol Naciente segunda etapa desde la abscisa 7+850 hasta la abscisa 11+000 en la parroquia Dayuma del cantón Francisco de Orellana, Provincia de Orellana.

Código: LICO – GADPRDAYUMA – 2023 – 001

Rubro: 1.2

Precio \$ 510,30

unitario:

- **RUBRO 3.** Excavación sin clasificar, incluye desalojo

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 3

Precio \$ 2,29

unitario:

- **RUBRO 4.** Relleno compactado con material de excavación

Proceso: Asfalto y fresado, calles del barrio San Juan del cantón Pillaro

Código: MCO – GADSP – 2023 – 010

Rubro: 10

Precio \$ 4,05

unitario:

- **RUBRO 5.** Excavación para cunetas y encauzamiento

Proceso: Mejoramiento vial a nivel de carpeta asfáltica en el tramo San Luis de la parroquia Pancho Negro, cantón La Troncal

Código: COTO – GADPCANAR – 2023 - 010

Rubro: 1.8

Precio \$ 13,67

unitario:

- **RUBRO 6.** Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 11

Precio \$ 0,22

unitario:

- **RUBRO 7.** Hormigón simple $f'c = 180\text{kg/cm}^2$ para cunetas

Proceso: Mejoramiento vial a nivel de carpeta asfáltica en el tramo San Luis de la parroquia Pancho Negro, cantón La Troncal

Código: COTO – GADPCANAR – 2023 - 010

Rubro: 2.4

Precio \$ 137,64

unitario:

- **RUBRO 8.** Subbase clase 3 $e=20\text{cm}$, tendido y compactado

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 6

Precio \$ 11,25

unitario:

- **RUBRO 9.** Transporte de material pétreo de subbase clase 3

Proceso: Asfalto de la zona de influencia petrolera tramo km17 vía Puyo Arajuno Esfuerzo I y Esfuerzo II, I etapa, L 8,6km, provincia de Pastaza

Código: LICO – GADPPZ – 2023 – 003

Rubro: 20

Precio \$ 0,30

unitario:

- **RUBRO 10.** Base clase 4 e=15cm, tendido y compactado

Proceso: Asfalto de la zona de influencia petrolera tramo km17 vía Puyo Arajuno Esfuerzo I y Esfuerzo II, I etapa, L 8,6km, provincia de Pastaza

Código: LICO – GADPPZ – 2023 – 003

Rubro: 17

Precio \$ 18,05

unitario:

- **RUBRO 11.** Transporte de material de base clase 4

Proceso: Asfalto de la zona de influencia petrolera tramo km17 vía Puyo Arajuno Esfuerzo I y Esfuerzo II, I etapa, L 8,6km, provincia de Pastaza

Código: LICO – GADPPZ – 2023 – 003

Rubro: 21

Precio \$ 0,30

unitario:

- **RUBRO 12.** Suministro y riego de imprimación asfáltica RC250

Proceso: Asfalto de la zona de influencia petrolera tramo km17 vía Puyo Arajuno Esfuerzo I y Esfuerzo II, I etapa, L 8,6km, provincia de Pastaza

Código: LICO – GADPPZ – 2023 – 003

Rubro: 22

Precio \$ 0,84

unitario:

- **RUBRO 13.** Suministro y colocación de carpeta asfáltica e=5cm.

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 9

Precio \$ 8,36

unitario:

- **RUBRO 14.** Transporte de mezcla asfáltica

Proceso: Mejoramiento vial a nivel de carpeta asfáltica en el tramo San Luis de la parroquia Pancho Negro, cantón La Troncal

Código: COTO – GADPCANAR – 2023 - 010

Rubro: 3.11

Precio \$ 0,31

unitario:

- **RUBRO 15.** Marcas de pavimento (pintura amarilla retro reflectiva entrecortadas 13cm)

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 22

Precio \$ 542,93

unitario:

- **RUBRO 16.** Marcas de pavimento (pintura blanca retro reflectiva continua 13cm)

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 23

Precio \$ 399,90

unitario:

- **RUBRO 17.** Suministro e instalación de señales preventivas (0,75mx0,75m). Incluye poste

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 25

Precio \$ 140,54

unitario:

- **RUBRO 18.** Suministro e instalación de señales reglamentarias (0,75mx0,75m). Incluye poste

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 26

Precio \$ 143,07

unitario:

- **RUBRO 19.** Agua para el control de polvo

Proceso: Mejoramiento vial desde el sector La Cruz hasta el barrio Culaguango Alto, parroquia Belisario Quevedo

Código: COTO – GADMC – L – 2023 – 15

Rubro: 29

Precio \$ 3,43

unitario:

Se definieron 19 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 exteriorizado en la Tabla 80.

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

Tabla 80. Presupuesto referencial de la obra civil

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PRESUPUESTO				
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA 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	4,00	\$ 432,95	\$ 1.731,80	
2	Desbroce, desbosque y limpieza	ha	6,00	\$ 510,30	\$ 3.061,80	
MOVIMIENTO DE TIERRAS						
3	Excavación sin clasificar, incluye desalojo	m3	202.628,39	\$ 2,29	\$ 464.019,01	
4	Relleno compactado con material de excavación	m3	124.670,50	\$ 4,05	\$ 505.239,67	
5	Excavación para cunetas y encauzamiento	m3	3.504,00	\$ 13,67	\$ 47.899,68	
6	Transporte de material de excavación (Transporte libre 500m)	m3-km	3.897.894,50	\$ 0,22	\$ 857.536,79	
OBRAS DE DRENAJE						
7	Hormigón simple f'c=180kg/cm2 para	m3	1.488,00	\$ 137,64	\$ 204.808,32	
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO						
8	Subbase clase 3 e=20cm, tendido y compactado.	m3	6.560,00	\$ 11,25	\$ 73.800,00	
9	Transporte de material pétreo de subbase clase 3	m3	328.000,00	\$ 0,30	\$ 98.400,00	
10	Base clase 4 e=15cm, tendido y compactado	m3	4.920,00	\$ 18,05	\$ 88.806,00	
11	Transporte de material de base clase 4	m3	246.000,00	\$ 0,30	\$ 73.800,00	
12	Suministro y riego de imprimación asfáltica RC250	Lt	37.440,00	\$ 0,84	\$ 31.449,60	
13	Suministro y colocación de carpeta asfáltica e=5cm	m2	28.800,00	\$ 8,36	\$ 240.768,00	
14	Transporte de mezcla asfáltica	m2	72.000,00	\$ 0,31	\$ 22.320,00	
CONTROL DE TRÁNSITO						
15	Marcas de pavimento (pintura amarilla retro reflectiva entrecortadas 13cm)	km	4,00	\$ 542,93	\$ 2.171,72	
16	Marcas de pavimento (pintura blanca retro reflectivas continua 13cm)	km	8,00	\$ 399,90	\$ 3.199,20	
17	Suministro e instalación de señales preventivas (0,75mx0,75m). Incluye poste	u	36,00	\$ 140,54	\$ 5.059,44	
18	Suministro e instalación de señales reglamentarias (0,75mx0,75m). Incluye poste	u	14,00	\$ 143,07	\$ 2.002,98	
MEDIDAS AMBIENTALES						
19	Agua para el control de polvo	m3	120,00	\$ 3,43	\$ 411,60	
				TOTAL:	\$ 2.726.485,61	

Autor: Autoría propia

El costo total asciende a \$2'726.485,61 valor SIN IVA. El rubro que representa el mayor gasto es el de la excavación sin clasificar y su transporte, es decir, el material correspondiente al corte, debido a la existencia de grandes volúmenes del mismo.

CAPÍTULO IV

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Se realizó el diseño geométrico de la vía obteniéndose una gradiente vertical máxima de 12% en 500m de longitud de desarrollo. Un ancho de vía de 8,20m en el que se integran 6,00m de calzada en dos carriles, un sobreebanco en curvas de 40 cm, espaldones de 60 cm y un S.A.C. en el lado del relleno de 1,00m. Además, se realizó el diseño de la estructura del pavimento flexible con un espesor de 5cm para la carpeta asfáltica, 15cm para la base granular Clase 4 y 20cm para la subbase granular Clase 3.
- Se desarrolló el levantamiento de una faja topográfica de 100m de ancho mediante el uso del dron DJI Mavic 3 Pro, generando de esta manera curvas de nivel principales cada 5m y secundarias cada 1m correctamente georreferenciadas, mismas que permitieron la creación de la superficie de trabajo y denotaron sus características como su pendiente máxima de 14% considerando al terreno en base a la clasificación del MTOP 2003 como montañoso.
- Se contabilizó el volumen de tráfico mediante una estación manual en una vía alterna cercana al proyecto de estudio, determinando un $TPDA_{actual} = 46$ veh/día y $TPDA_{futuro} = 94$ veh/día para una proyección de 20 años, en base a estos y al encontrarse rozando el límite de la clasificación del MTOP 2003, se estableció a la vía como Clase IV y de funcionalidad vecinal.
- Se estableció un diseño geométrico de la vía con una velocidad de diseño de 50km/h y una velocidad de circulación de 46km/h, por el lado del alineamiento horizontal se asumió un peralte máximo del 8% en curvas, se establecieron dos tipos de curvas, las circulares simples y las de transición, los radios mínimos para curvas circulares abiertas se fijaron en 75m y 20m para curvas circulares cerradas, un sobreebanco de 40cm, 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 500m, las curvas circulares

simétricas cóncavas y convexas (9 curvas) se definieron con una longitud mínima de 30m, y en el diseño de la sección transversal se optó por una calzada de 6m de ancho con espaldones de 0,60m, taludes en corte 1:1 y en relleno 1:1,5, y con un bombeo de 2%.

- Se realizaron ensayos geotécnicos a 7 muestras de suelo extraídas del alineamiento definitivo de la vía, estableciéndose el suelo como una grava y arena limosa y arcillosa mal graduada, catalogada como A-2-5 acorde con la clasificación AASHTO, definiendo su calidad en buena para fundación. Además, se calculó el CBR de diseño, siendo de 7,942% clasificando al suelo como bueno para uso en subrasante y de este modo no requerir de mejoramiento.
- Se diseñó una estructura de pavimento flexible con 5cm de espesor para la carpeta asfáltica, 15cm de espesor para la base granular clase 4 y de 20cm para la subbase granular de clase 3 que cumple con solicitudes del número estructural ($SN_{REQ} = 1,66$) requerido por la vía.
- Se elaboró el presupuesto referencial de la obra civil mediante procesos similares ya ejecutados del Portal de Compas Públicas Nacional, del cual se definieron 19 rubros, extrayendo los precios unitarios y especificaciones técnicas que en conjunto a los volúmenes de obra se determinó un costo total de \$2'726.485,61 valor SIN IVA.

4.2 Recomendaciones

- Una vez se inicie con la apertura de la vía se recomienda realizar ajustes a los valores de CBR conforme dictamina la norma, de este modo poder precisar de mejor manera el diseño de la estructura del pavimento en áreas en las cuales el CBR de diseño sobredimensione la capacidad o por lo contrario no satisfaga la misma.
- Si bien se propone una estructura de pavimento con espesores de base y subbase que satisfacen a las dimensiones teóricas, la carpeta asfáltica se trabajó con el mínimo en el cual se sugiere aumentar su espesor completando el diseño siempre y cuando luego de una evaluación del volumen de carga de tránsito lo requiera evitando llegar así a destruir el paquete estructural para intervenir en otras capas inferiores.
- Se recomienda realizar un estudio del impacto ambiental que generaría esta obra sobre la vegetación que predomina el sector.
- En lo referente a taludes de corte y relleno, este apartado se sugiere realizar un estudio particular en cada caso tomando en cuenta la naturaleza del terreno y las condiciones geológicas existente.
- Se recomienda al Consejo Provincial de Tungurahua y al GAD Pangua examinar con mayor detalle los criterios técnicos y resultados exteriorizados en este proyecto contrastándolas con ensayos ejecutados por sus laboratorios debido a que este es un proyecto no definitivo, solo de prefactibilidad.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] J. A. Montaña 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. Cultura Científica y Tecnología*, vol. 12, nº 57, pp. 42 -52, 2015.
- [2] G. Ospina Ovalle, «El papel de las vías secundarias y los caminos vecinales en el desarrollo de Colombia,» *Revista de Ingeniería*, nº 44, pp. 20-27, 2016.
- [3] Ministerio de Transporte y Obras Públicas de Ecuador, MTOP, PLAN ESTRATÉGICO DE MOVILIDAD 2013 - 2037, Quito, Pichincha: Ineco, 2016, pp. 17-18.
- [4] E-Asphalt, «Red Vial del Ecuador,» 2019. [En línea]. Available: <http://www.e-asfalto.com/redvialecuador/>.
- [5] Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, CONGOPE, Plan Vial Integral Provincia de Tungurahua, 1 ed., vol. 1, CONGOPE, 2019, p. 30.
- [6] Consorcio de Gobiernos Autónomos Provinciales del Ecuador, CONGOPE, Plan Vial Integral Provincia de Cotopaxi, 1 ed., vol. 1, CONGOPE, 2019, p. 30.
- [7] GAD PARROQUIAL RURAL SAN FERNANDO , «GAD SAN FERNANDO,» 2023. [En línea]. Available: <https://www.gadsanfernando.gob.ec/>.
- [8] S. Saldarriaga Gallón y D. Álvarez Franco, IMPORTANCIA DE LAS VÍAS DE CUARTA GENERACIÓN EN EL DESEMPEÑO DEL COMERCIO EXTERIOR EN COLOMBIA EN EL PERIODO 2008-2017, Medellín: Facultad de Ciencias Administrativas y Económicas. Tecnológico de Antioquia Institución Universitaria, 2017, p. 31.
- [9] A. L. Altamira, «Diseño Geométrico de Caminos de Montaña: particularidades y desafíos,» *Avances: Investigación en Ingeniería*, vol. 17, nº 2, pp. 1-15, 2020.

- [10] R. Cal y M. Reyes Spíndola, Ingeniería de Tránsito. Fundamentos y aplicaciones, México: Alfaomega Grupo Editor, S.A. de C.V., 2007.
- [11] S. Ing. C.S.S., «Civilgeeks.com,» 6 septiembre 2018. [En línea]. Available: https://civilgeeks.com/2018/09/06/generalidades-de-topografia/#google_vignette. [Último acceso: 2023].
- [12] J. J. Agudelo Ospina, DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS, Medellín - Colombia: Universidad Nacional de Colombia, 2014.
- [13] I. C. Balderrama Aldunate, «studocu,» Universidad Mayor de San Simón, 2020. [En línea]. Available: <https://www.studocu.com/bo/document/universidad-mayor-de-san-simon/carreteras-ii/05cap4-pavimentos-de-concreto-asfaltico-metodo-aashto-93/39220220>.
- [14] S. Ig. Mg. Navarro Hudiel, Diseño y cálculo geométrico de viales, Estelí - Nicaragua: Universidad Nacional de Ingeniería, 2017, p. 56.
- [15] P. F. Cepeda Frías, Estudio de la vía "Mulligua - San Juan Siles" ubicado en la parroquia de El Corazón cantón Pangua provincia de Cotopaxi de longitud 3.0 km para su rehabilitación y mejoramiento, El Corazón - Cotopaxi: Universidad Politécnica Salesiana, 2019.
- [16] B. M. Patiño Alzate y C. A. Salazar Hernández, «Proyectos de Infraestructura Vial e Integración Territorial,» ISSN-e 0124-7913, Vol. 26, N°. 2, 2016, Colombia, 2016.
- [17] AshTech, «Receptor GPS Z-Xtreme TM. Guía del Sistema para Medición RTK,» Thales Navigation, Santa Clara, CA USA 95050-4300, 2002.
- [18] J. Cárdenas Grisales, Diseño geométrico de carreteras, vol. 2º edición, Bogotá: Ecoe Ediciones, 2013, p. 1.
- [19] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS MOP , NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS - 2003, Quito: Ministerio de Obras Públicas , 2003.

- [20] F. A. N. Cardozo, «IDOC PUB,» Noviembre 2020. [En línea]. Available: <https://idoc.pub/documents/calculo-de-tpda-vlr07xm36xlz>.
- [21] R. Cal y Mayor Reyes Spíndola y J. Cárdenas Grisales, Ingeniería de tránsito. Fundamentos y aplicaciones, vol. 9na edición, San Luis, Bogotá: Alfaomega Colombiana S.A., 2018, p. 729.
- [22] MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PÚBLICAS DEL ECUADOR, NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES, NEVI -12-MTOP, Vols. %1 de %2N° 2 - LIBRO A, Quito: Subsecretaría de Infraestructura del Trsnporte, 2013, p. 49.
- [23] S. L. Barreto Cedeño, J. Banguera Garcés y J. Ing. Córdova Rizo, «Análisis comparativo de ejes equivalentes obtenidos mediante método AASHTO 93 y los proporcionados por pesaje en balanza fija de vehículos,» Universidad de Guayaquil, Guayaquil, Ecuador, 2018.
- [24] Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, «MECÁNICA DE SUELOS. TOMA DE MUESTRAS ALTERADAS,» NTE INEN, Quito, Ecuador, 1982.
- [25] I. Instituto Ecuatoriano de Normalización, «ÁRIDOS. ANÁLISIS GRANULOMÉTRICOS EN LOS ÁRIDOS, FINO Y GRUESO.,» NTE INEN 696:2011, Quito - Ecuador, 2011.
- [26] E. Juárez Badillo y A. Rico Rodríguez, Fundamentos de mecánica de suelos, vol. Tomo I, México: Limusa, 2005, p. 636.
- [27] A. S. f. T. a. Materials, «Standard Test Methods for Liquid Limit, Plastic Limit, and Plasticity Index of Soils,» ASTM D4318-17e1, United States, 2018.
- [28] Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, «Mecánica de Suelos: Determinación del Límite Líquido, Método de Casa Grande,» NTE INEN, Quito, Ecuador, 1982.
- [29] Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, «Mecánica de Suelos: Determinación del Límite Plástico,» INEN, 1982.

- [30] G. Duque Escobar, «Manual de geología para ingenieros,» de *GEOMECÁNICA*, Bogotá, Universidad Nacional de Colombia, 2016, p. 88.
- [31] A. A. o. S. H. a. T. Officials, «Método estándar de prueba para las relaciones humedad-densidad de suelos,» AASHTO T180, United States, 2020.
- [32] A. S. f. Testing, «Standard Test Method for California Bearing Ratio (CBR) of Laboratory-Compacted Soils,» ASTM D1883-16, United States, 2016.
- [33] American Association of State Highway and Transportation Officials, Guía AASHTO para el Diseño de Estructuras de Pavimentos 1993, Lima: Instituto para el desarrollo de los pavimentos en el Perú, 1997.
- [34] Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, MANUAL DE CARRETERAS, DISEÑO GEOMÉTRICO DG - 2014, Lima: Viciministerio de Transportes, 2014, p. 329.
- [35] S. Navarro Hudiel, «Curvas Horizontales,» de *Topografía I*, Nicaragua, Universidad Nacional de Ingeniería, 2014, p. 24.
- [36] Ministerio de Transporte, Manual de Diseño Geométrico de Carreteras, Bogotá: Instituto Nacional de Vías, Subdirección de Apoyo Técnico, 2008, p. 298.
- [37] I. O. Cordo, Diseño de pavimentos (AASHTO-93), vol. Tercer, La Paz: Universidad Nacional de San Juan, 2006.
- [38] American Association of State and Transportation Highway Officials, Guía AASHTO para diseño de estructuras de pavimentos, Capitol Street, New York: AASHTO, 1992.
- [39] M. L. Aragundi Demera, C. M. Delgado Romero, E. H. Ortiz Hernández y D. A. Delgado Gutierrez, «Estudio para determinar la capacidad portante del suelo como parámetro geotécnico, aplicando el ensayo de cono dinámico de penetración (DCP), en los terrenos aledaños a la Facultad de Ciencias Matemáticas, Físicas y Químicas,» Universidad Técnica de Manabí, Manabí, Ecuador, 2019.

- [40] Secretaría de comunicaciones y transportes, «CMT. Características de los materiales,» de *Materiales asfálticos, aditivos y mezclas*, México, Secretaría de comunicaciones y transportes, 2008, p. 17.
- [41] Ministerio de Transporte y Obras Públicas, MTOP, Manual Básico de Señalización Vial, Quito, Ecuador: MTOP, 2014, p. 51.
- [42] Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, «Señalización Vial. Parte 2. Señalización Horizontal,» RTE INEN, Quito, Ecuador, 2011.
- [43] Instituto Ecuatoriano de Normalización, INEN, «Señalización Vial. Parte 1. Señalización Vertical,» RTE INEN, Quito, Ecuador, 2011.
- [44] MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS Y COMUNICACIONES, Especificaciones generales para la construcción de caminos y puentes, Quito: MOP-001-F2002, 2002.

ANEXOS

ANEXO A.
MATERIALES Y EQUIPOS

Tabla 81. Materiales y equipos utilizados

MATERIALES	
Anexo A1: estacas de madera	Anexo A2: pintura en <i>sprite</i>
	
Anexo A3: herramienta menor	Anexo A4: combo
	
Anexo A5: balde	Anexo A6: sacos de carga
	
Anexo A7: libreta de apuntes	
	

EQUIPOS DE CAMPO Y ESCRITORIO															
Anexo A8: GPS RTK	Anexo A9: drone DJI Mavic 3 pro														
															
Anexo A10: celular	Anexo A11: ordenador portátil														
	<div data-bbox="858 808 1377 1113"> <p>Sistema > Información</p> <p>ⓘ Especificaciones del dispositivo Copiar</p> <table border="0"> <tr> <td>Nombre del dispositivo</td> <td>JAIROU2411</td> </tr> <tr> <td>Procesador</td> <td>11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.40 GHz</td> </tr> <tr> <td>RAM instalada</td> <td>8,00 GB (7,65 GB utilizable)</td> </tr> <tr> <td>Id. del dispositivo</td> <td>8AC2B11A-EE85-463E-83DE-C04649BC8E52</td> </tr> <tr> <td>Id. del producto</td> <td>00342-43204-17609-AAOEM</td> </tr> <tr> <td>Tipo de sistema</td> <td>Sistema operativo de 64 bits, procesador x64</td> </tr> <tr> <td>Lápiz y entrada táctil</td> <td>La entrada táctil o manuscrita no está disponible para esta pantalla</td> </tr> </table> </div>	Nombre del dispositivo	JAIROU2411	Procesador	11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.40 GHz	RAM instalada	8,00 GB (7,65 GB utilizable)	Id. del dispositivo	8AC2B11A-EE85-463E-83DE-C04649BC8E52	Id. del producto	00342-43204-17609-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
Nombre del dispositivo	JAIROU2411														
Procesador	11th Gen Intel(R) Core(TM) i5-1135G7 @ 2.40GHz 2.40 GHz														
RAM instalada	8,00 GB (7,65 GB utilizable)														
Id. del dispositivo	8AC2B11A-EE85-463E-83DE-C04649BC8E52														
Id. del producto	00342-43204-17609-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 A12: flexómetro															
															
EQUIPOS DE LABORATORIO															
Anexo A13: juego de tamices	Anexo A14: tamizadora eléctrica														
															

<p>Anexo A15: copa de Casagrande</p>	<p>Anexo A16: moldes cilíndricos de metal</p>
 <p>A Casagrande cup, a brass hemispherical mold used for soil compaction tests, mounted on a black base with a hand crank.</p>	 <p>Two cylindrical metal molds, one stacked on top of the other, held together by a metal frame with adjustment screws.</p>
<p>Anexo A17: martillo compactador</p>	<p>Anexo A18: prensa CBR multispeed</p>
 <p>A vertical metal rod with a black spherical head, used as a compaction hammer.</p>	 <p>A CBR multispeed press machine, a complex mechanical device used for soil compaction and testing, featuring a vertical frame and a control panel.</p>
<p>Anexo A19: horno de 110°C</p>	<p>Anexo A20: recipientes metálicos</p>
 <p>An industrial oven with its door open, showing internal shelves and a control panel on the front.</p>	 <p>A stack of several cylindrical metal containers, with one container lying on its side in the foreground.</p>
<p>Anexo A21: balanza electrónica</p>	
 <p>A small, white electronic scale with a flat weighing pan and a digital display on the front.</p>	

Autor: Autoría propia

ANEXO B.
FOTOGRAFÍAS

Tabla 82. Actividades realizadas durante el proyecto técnico

<p>Anexo B1: Recorrido y reconocimiento de la ruta acompañado del Consejo Provincial</p>	<p>Anexo B2: Posicionamiento y marcación de puntos de control en el terreno</p>
	
<p>Anexo B3: Sobrevuelo de dron para la fotogrametría</p>	<p>Anexo B4: Conte vehicular</p>
	
<p>Anexo B5: Realización de calicatas</p>	<p>Anexo B6: Extracción de muestras de suelo</p>
	

<p>Anexo B7: Identificación de muestras de suelo</p>	<p>Anexo B8: Secado natural de muestras de suelo</p>
	
<p>Anexo B9: Empleo de la tamizadora electrónica</p>	<p>Anexo B10: Pesaje de material retenido en los tamices</p>
	
<p>Anexo B11: Preparación de muestra para ensayo del límite líquido</p>	<p>Anexo B12: Realización del ensayo del límite líquido</p>
	
<p>Anexo B13: Realización del ensayo del límite plástico</p>	<p>Anexo B14: Tamizado de suelo</p>



Anexo B15: Pesaje de 6000gr de material



Anexo B16: Toma de medidas de los moldes



Anexo B17: Realización del ensayo de compactación de suelo



Anexo B18: Realización del ensayo CBR



Anexo B19: Pesaje del suelo ensayado



Anexo B20: Introducción de las muestras en cámara sumergible

	
<p>Anexo B21: Medición del esponjamiento del suelo</p>	<p>Anexo B22: Drenaje del exceso de agua en las muestras</p>
	
<p>Anexo B23: Realización del ensayo de penetración</p>	<p>Anexo B25: Extracción de muestras para contenido de humedad</p>
	

Autor: Autoría propia

ANEXO C.

LEVANTAMIENTO

TOPOGRÁFICO

Tabla 83. Ortofotos del levantamiento topográfico

ACTIVIDADES PREVIAS	
<p>Anexo C1: Georreferenciación de los puntos de control empleando el equipo RTK</p>	<p>Anexo C2: Marcación de los puntos de control</p>
	
<p>Anexo C3: Control de mando del dron</p>	<p>Anexo C4: Sobrevuelo del dron</p>
	

ORTOFOTOS

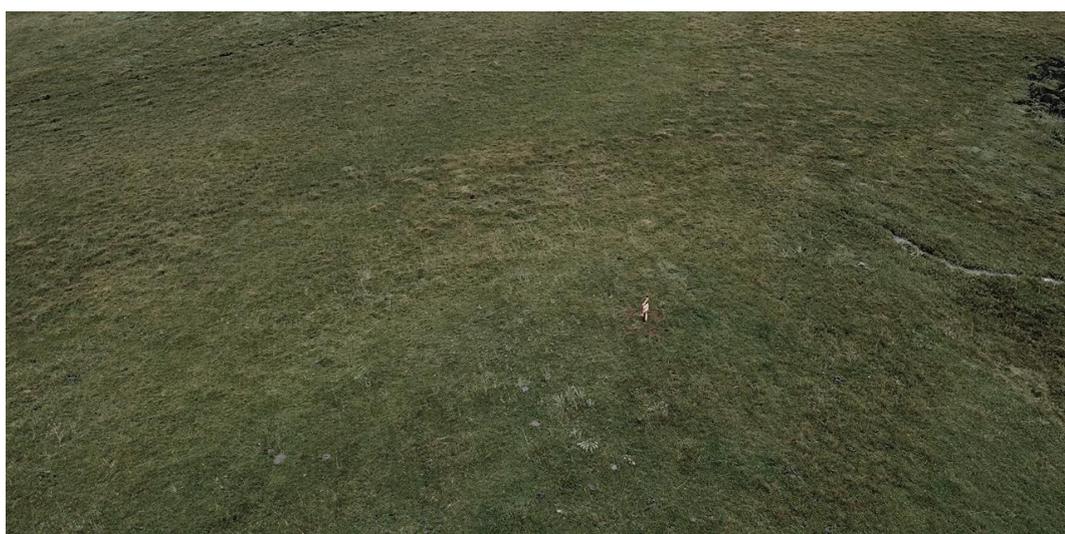
Anexo C5: Orto – foto del tramo km 4+000,00



Anexo C6: Orto – foto del tramo km 5+000,00



Anexo C7: Orto – foto del tramo km 6+000,00



Anexo C8: Orto – foto del tramo km 7+000,00



Autor: Autoría propia

ANEXO D.
CONTEO DE TRÁFICO

Tabla 84. Conteo vehicular del lunes 14 de agosto en ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
				2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2			
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6:30-6:45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7:15-7:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
7:30-7:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
7:45-8:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
8:00-8:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8:15-8:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
8:30-8:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8:45-9:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:30-10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
11:00-11:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30-11:45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00-12:15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	4
12:15-12:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:45-13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30-13:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
14:00-14:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
14:15-14:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
14:30-14:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
15:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
15:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
16:00-17:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
16:15-17:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00-18:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:15-18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:30-18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17:45-19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1

Autor: Autoría propia

Tabla 85. Conteo vehicular del miércoles 16 de agosto en ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
				2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2			
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6:30-6:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
7:15-7:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
7:30-7:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
8:00-8:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
8:15-8:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
8:30-8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:15-9:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:00-10:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
10:15-10:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	4
10:30-10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	5
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11:00-11:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30-11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	1
12:45-13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
13:30-13:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
14:00-14:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
14:15-14:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
15:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15-16:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15:30-16:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
16:00-17:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
16:15-17:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
17:00-18:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
17:15-18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:30-18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:45-19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Autor: Autoría propia

Tabla 86. Conteo vehicular del viernes 18 de agosto en ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
				2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2			
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6:30-6:45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
6:45-7:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
7:15-7:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
7:30-7:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8:00-8:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
8:15-8:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
8:30-8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
8:45-9:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:00-9:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
9:15-9:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
10:15-10:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:30-10:45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	4
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:00-11:15	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	5
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	4
11:30-11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
12:45-13:00	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	2
13:00-13:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13:30-13:45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	5
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
14:00-14:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:15-14:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:30-14:45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3
14:45-15:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15-16:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30-16:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1
15:45-17:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
16:00-17:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	2
16:15-17:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
16:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00-18:15	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3
17:15-18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30-18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
17:45-19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3

Autor: Autoría propia

Tabla 87. Conteo vehicular del sábado 19 de agosto en ambos sentidos

HORA		LIVIANOS	BUSES	PESADOS						TOTAL PESADOS	TOTALES	ACUMULADO POR HORA
				2D	2DA	2DB	3A	4C	3S2			
6:00-6:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
6:15-6:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0
6:30-6:45	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	0
6:45-7:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7:00-7:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
7:15-7:30	0	0	0	2	0	0	0	0	0	2	2	4
7:30-7:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
7:45-8:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
8:00-8:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
8:15-8:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
8:30-8:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
8:45-9:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
9:00-9:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
9:15-9:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
9:30-9:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
9:45-10:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
10:00-10:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
10:15-10:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
10:30-10:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
10:45-11:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
11:00-11:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
11:15-11:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
11:30-11:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
11:45-12:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:00-12:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
12:15-12:30	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2	3
12:30-12:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
12:45-13:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
13:00-13:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
13:15-13:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
13:30-13:45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	1	2	3
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
14:00-14:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
14:15-14:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	5
14:30-14:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45-15:00	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	3
15:00-16:15	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15-16:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
15:30-16:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
15:45-17:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	3
16:00-17:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	1	4
16:15-17:30	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	4
16:30-17:45	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	3
16:45-18:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00-18:15	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:15-18:30	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
17:30-18:45	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2
17:45-19:00	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	2

Autor: Autoría propia

Tabla 88. Hora de máxima demanda

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL HORA MÁXIMA									
PROYECTO:		LLANGAHUA - SILIPO - PINLLOPATA		ESTACIÓN:		Entrada al sector de Chuquiianza		SENTIDO:		Escaleras – Mula Corral (ambos sentidos)	
FECHA:		19-ago-23		DIA:		SÁBADO		ESTADO DEL TIEMPO:		Nublado	
				RESPONSABLE:						Tesisistas	
HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS							ACUMULADO POR HORA	
			2D 	2DA 	2DB 	3A 	4C 	3S2 	3S3 		
13:30-13:45	1	0	0	1	0	0	0	0	0	0	2
13:45-14:00	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
14:00-14:15	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
14:15-14:30	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1
SUMA 1	2	0	0	3	0	0	0	0	0	0	5
SUMA 2	2	0	3							5	
TPDA parcial	14	0	20							34	
TOTAL											
Tráfico atraído, Tat	2	0	2							4	
Tráfico generado, TG	3	0	4							7	
Tráfico desarrollado, TD	1	0	1							2	
Ta	6	0	7							13	
TPDA TOTAL	47										

Autor: Autoría propia

Tabla 89. Número de ejes equivalentes, W18

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL 											
TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL PROYECTADO - NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES											
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”											
AÑO	ÍNDICE DE CRECIMIENTO %			LIVIANOS 	BUSES 	PESADOS 2DA 	TPDA TOTAL [veh/día]	W18			
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS					PARCIA L [veh]	ACUMULAD O [veh]	POR SENTIDO [veh]	CARRIL DE DISEÑO
2023	3,57	1,78	1,74	19	0	27	46	5618	5618	2809	2809
2024	3,57	1,78	1,74	20	0	28	48	5826	11444	5722	5722
2025	3,57	1,78	1,74	21	0	29	50	6034	17478	8739	8739
2026	3,25	1,62	1,58	22	0	30	52	6242	23720	11860	11860
2027	3,25	1,62	1,58	23	0	31	54	6450	30170	15085	15085
2028	3,25	1,62	1,58	24	0	32	56	6658	36828	18414	18414
2029	3,25	1,62	1,58	25	0	33	58	6866	43694	21847	21847
2030	3,25	1,62	1,58	26	0	34	60	7074	50768	25384	25384
2031	3,25	1,62	1,58	27	0	35	62	7282	58050	29025	29025
2032	3,25	1,62	1,58	28	0	36	64	7490	65540	32770	32770
2033	3,25	1,62	1,58	29	0	37	66	7698	73238	36619	36619
2034	3,25	1,62	1,58	30	0	38	68	7906	81144	40572	40572
2035	3,25	1,62	1,58	31	0	39	70	8114	89258	44629	44629
2036	3,25	1,62	1,58	33	0	40	73	8322	97580	48790	48790
2037	3,25	1,62	1,58	35	0	41	76	8531	106111	53056	53056
2038	3,25	1,62	1,58	37	0	42	79	8739	114850	57425	57425
2039	3,25	1,62	1,58	39	0	43	82	8947	123797	61899	61899
2040	3,25	1,62	1,58	41	0	44	85	9155	132952	66476	66476
2041	3,25	1,62	1,58	43	0	45	88	9363	142315	71158	71158
2042	3,25	1,62	1,58	45	0	46	91	9571	151886	75943	75943
2043	3,25	1,62	1,58	47	0	47	94	9779	161665	80833	80833

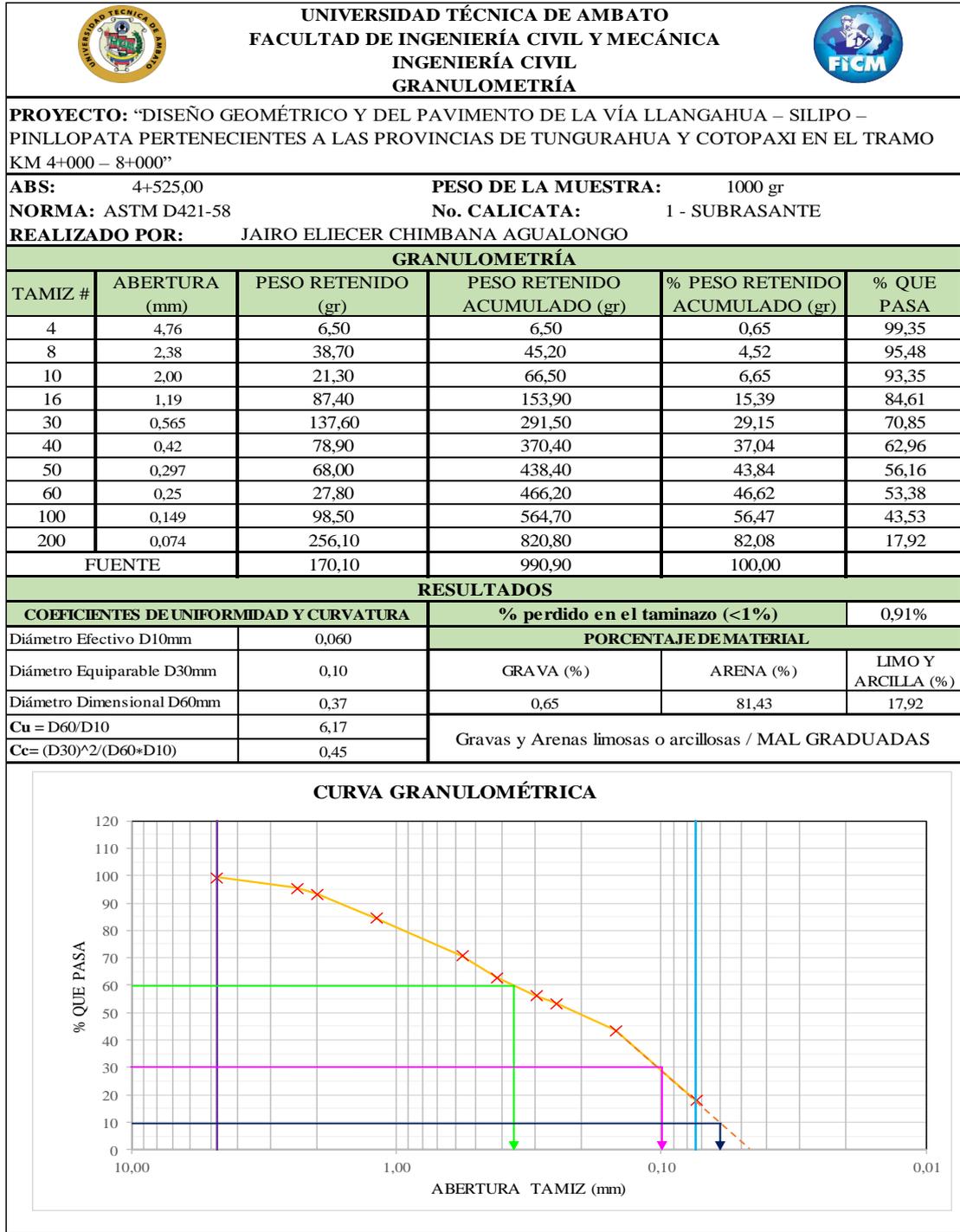
Autor: Autoría propia

ANEXO E.

ESTUDIO DE SUELOS

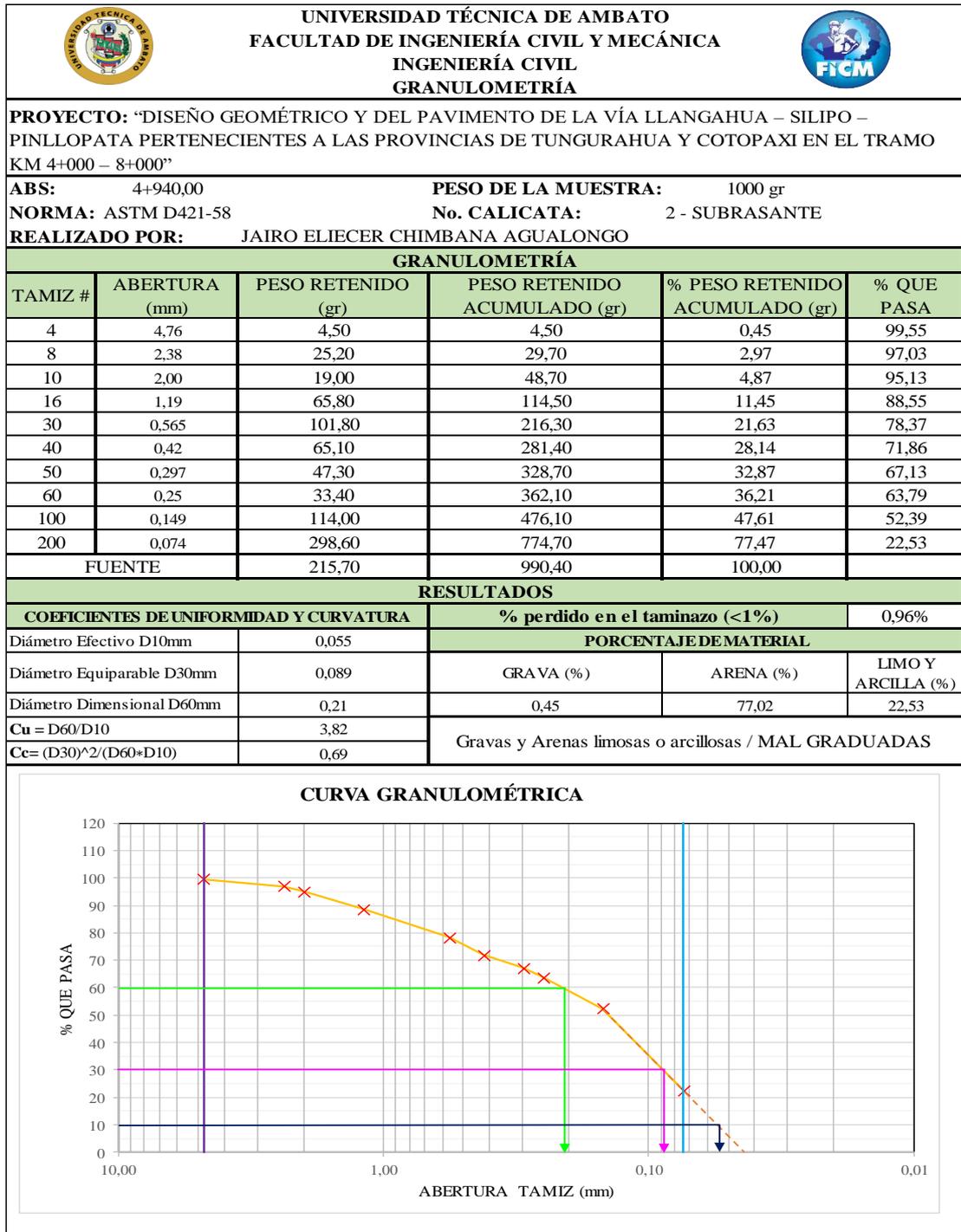
ENSAYO 1.
GRANULOMETRÍA

Tabla 90. Granulometría de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00



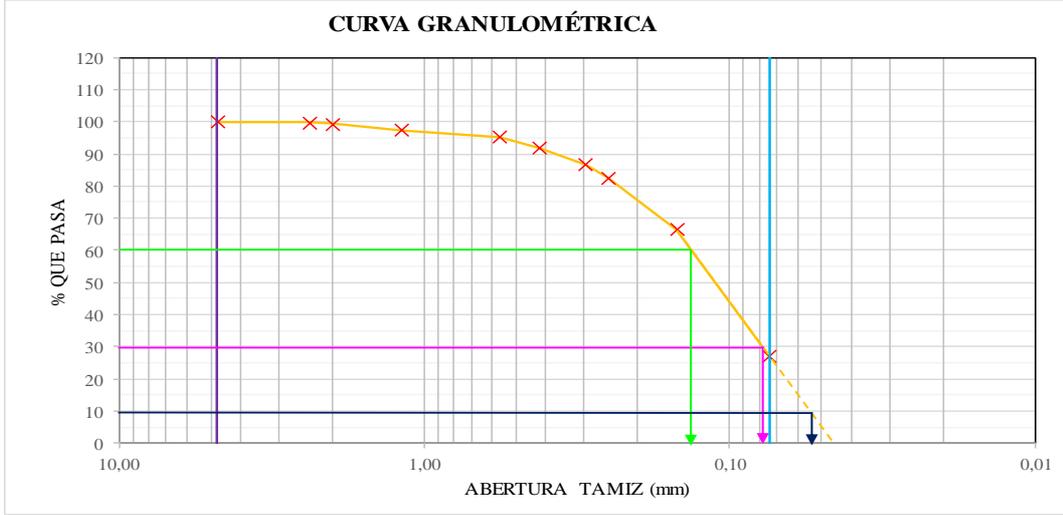
Autor: Autoría propia

Tabla 91. Granulometría de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00



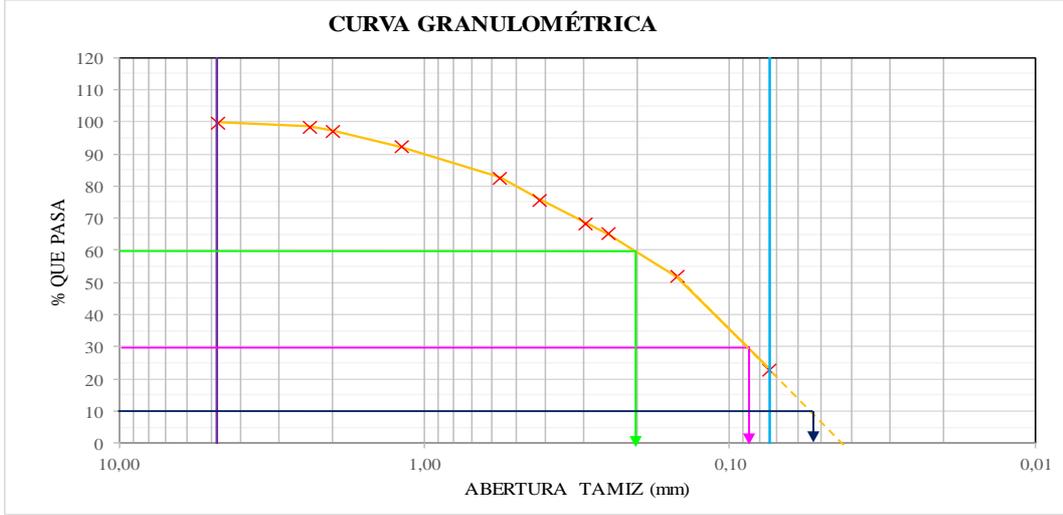
Autor: Autoría propia

Tabla 92. Granulometría de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”					
ABS: 5+500,00		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 3 - RELLENO			
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,38	1,90	1,90	0,19	99,81
10	2,00	3,70	5,60	0,56	99,44
16	1,19	19,60	25,20	2,52	97,48
30	0,565	22,60	47,80	4,78	95,22
40	0,42	33,90	81,70	8,17	91,83
50	0,297	52,20	133,90	13,39	86,61
60	0,25	39,10	173,00	17,30	82,70
100	0,149	162,60	335,60	33,56	66,44
200	0,074	394,30	729,90	72,99	27,01
FUENTE		261,30	991,20	100,00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			% perdido en el tamizado (<1%)		0,88%
Diámetro Efectivo D10mm		0,054	PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Equiparable D30mm		0,078	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60mm		0,14	0,00	72,99	27,01
$C_u = D_{60}/D_{10}$		2,59	Gravas y Arenas limosas o arcillosas / MAL GRADUADAS		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} * D_{10})$		0,80			
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

Autor: Autoría propia

Tabla 93. Granulometría de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”					
ABS: 6+020,00		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 4 - SUBRASANTE			
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4,76	1,70	1,70	0,17	99,83
8	2,38	14,10	15,80	1,58	98,42
10	2,00	11,10	26,90	2,69	97,31
16	1,19	50,90	77,80	7,78	92,22
30	0,565	96,80	174,60	17,46	82,54
40	0,42	67,50	242,10	24,21	75,79
50	0,297	74,10	316,20	31,62	68,38
60	0,25	32,10	348,30	34,83	65,17
100	0,149	131,90	480,20	48,02	51,98
200	0,074	291,00	771,20	77,12	22,88
FUENTE		221,60	992,80	100,00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			% perdido en el tamizado (<1%)		0,72%
Diámetro Efectivo D10mm		0,053	PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Equiparable D30mm		0,088	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60mm		0,20	0,17	76,95	22,88
$C_u = D_{60}/D_{10}$		3,78	Gravas y Arenas limosas o arcillosas / MAL GRADUADAS		
$C_c = (D_{30})^2/(D_{60}*D_{10})$		0,73			
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

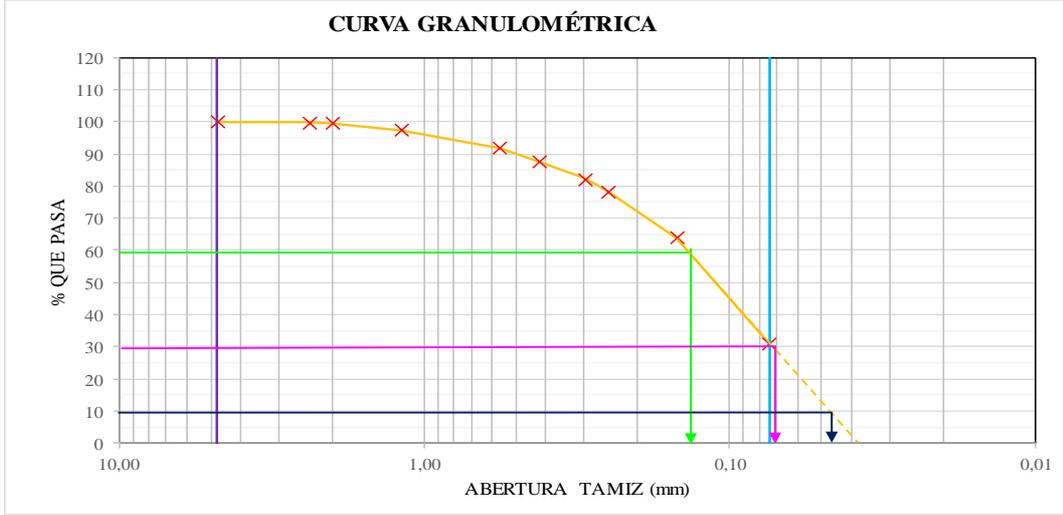
Autor: Autoría propia

Tabla 94. Granulometría de Calicata 5 – corte – km 6+450,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA				
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”						
ABS: 6+450,00		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr				
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 5 - CORTE				
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
GRANULOMETRÍA						
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA	
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00	
8	2,38	1,40	1,40	0,14	99,86	
10	2,00	2,60	4,00	0,40	99,60	
16	1,19	24,60	28,60	2,86	97,14	
30	0,565	76,10	104,70	10,47	89,53	
40	0,42	46,20	150,90	15,09	84,91	
50	0,297	59,00	209,90	20,99	79,01	
60	0,25	26,40	236,30	23,63	76,37	
100	0,149	125,90	362,20	36,22	63,78	
200	0,074	342,20	704,40	70,44	29,56	
FUENTE		288,50	992,90	100,00		
RESULTADOS						
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			% perdido en el taminazo (<1%)		0,71%	
Diámetro Efectivo D10mm	0,049		PORCENTAJE DE MATERIAL			
Diámetro Equiparable D30mm	0,074		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)	
Diámetro Dimensional D60mm	0,15		0,00	70,44	29,56	
$C_u = D_{60}/D_{10}$	3,06		Gravas y Arenas limosas o arcillosas / MAL GRADUADAS			
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,75					
CURVA GRANULOMÉTRICA						

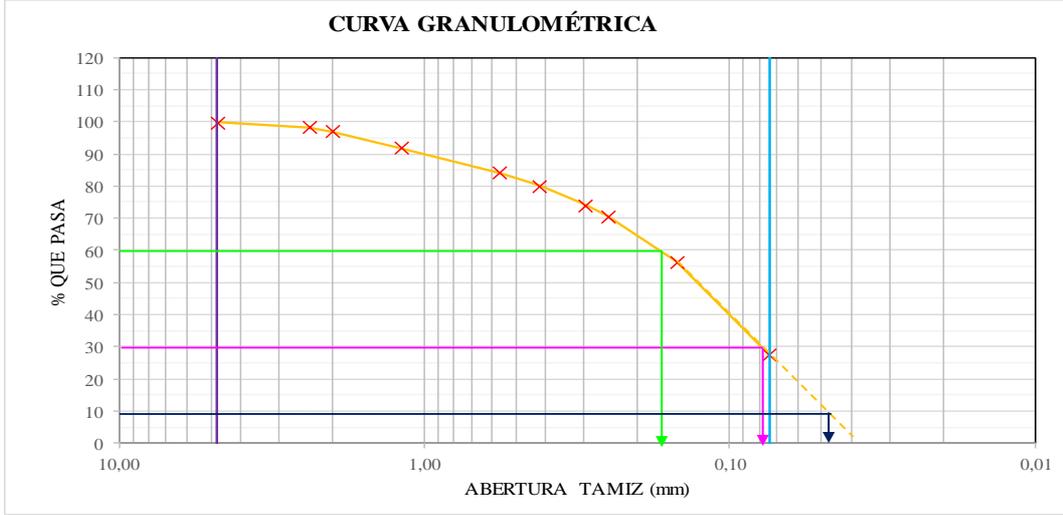
Autor: Autoría propia

Tabla 95. Granulometría de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”					
ABS: 7+000,00		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 6 - RELLENO			
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4,76	0,00	0,00	0,00	100,00
8	2,38	1,80	1,80	0,18	99,82
10	2,00	3,00	4,80	0,48	99,52
16	1,19	21,00	25,80	2,58	97,42
30	0,565	56,50	82,30	8,23	91,77
40	0,42	41,60	123,90	12,39	87,61
50	0,297	54,60	178,50	17,85	82,15
60	0,25	39,00	217,50	21,75	78,25
100	0,149	143,40	360,90	36,09	63,91
200	0,074	329,20	690,10	69,01	30,99
FUENTE		301,00	991,10	100,00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			% perdido en el tamizado (<1%)		0,89%
Diámetro Efectivo D10mm	0,048		PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Equiparable D30mm	0,071		GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60mm	0,14		0,00	69,01	30,99
$C_u = D_{60}/D_{10}$	2,83		Gravas y Arenas limosas o arcillosas / MAL GRADUADAS		
$C_c = (D_{30})^2 / (D_{60} * D_{10})$	0,77				
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

Autor: Autoría propia

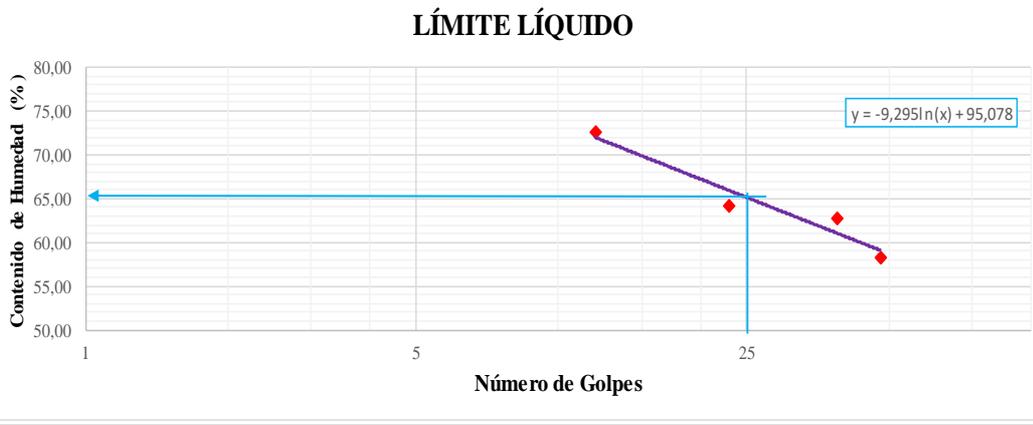
Tabla 96. Granulometría de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL GRANULOMETRÍA			
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”					
ABS: 7+475,00		PESO DE LA MUESTRA: 1000 gr			
NORMA: ASTM D421-58		No. CALICATA: 7 - SUBRASANTE			
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO					
GRANULOMETRÍA					
TAMIZ #	ABERTURA (mm)	PESO RETENIDO (gr)	PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% PESO RETENIDO ACUMULADO (gr)	% QUE PASA
4	4,76	2,70	2,70	0,27	99,73
8	2,38	14,60	17,30	1,73	98,27
10	2,00	12,40	29,70	2,97	97,03
16	1,19	52,70	82,40	8,24	91,76
30	0,565	77,00	159,40	15,94	84,06
40	0,42	39,40	198,80	19,88	80,12
50	0,297	61,90	260,70	26,07	73,93
60	0,25	33,20	293,90	29,39	70,61
100	0,149	141,50	435,40	43,54	56,46
200	0,074	289,30	724,70	72,47	27,53
FUENTE		269,00	993,70	100,00	
RESULTADOS					
COEFICIENTES DE UNIFORMIDAD Y CURVATURA			% perdido en el tamizado (<1%)		0,63%
Diámetro Efectivo D10mm		0,049	PORCENTAJE DE MATERIAL		
Diámetro Equiparable D30mm		0,078	GRAVA (%)	ARENA (%)	LIMO Y ARCILLA (%)
Diámetro Dimensional D60mm		0,18	0,27	72,20	27,53
$C_u = D_{60}/D_{10}$		3,57	Gravas y Arenas limosas o arcillosas / MAL GRADUADAS		
$C_c = (D_{30})^2/(D_{60}*D_{10})$		0,71			
CURVA GRANULOMÉTRICA					
					

Autor: Autoría propia

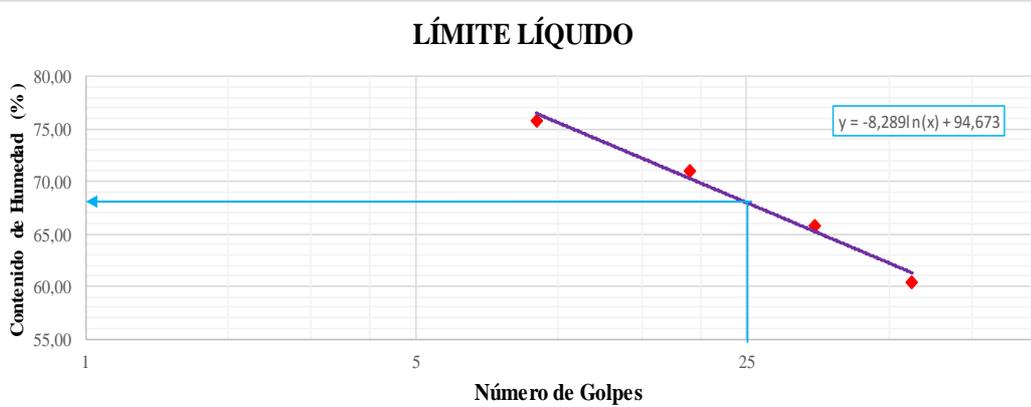
ENSAYO 2.
LÍMITES DE ATTERBERG

Tabla 97. Límites de consistencia de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
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”								
ABS: 4+525,00								
NORMA: ASTM D4318				No. CALICATA: 1 - SUBRASANTE				
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [A1]	12	26,37	20,03	11,24	6,33	8,79	72,03	72,61
0 -15 [A2]		26,82	20,29	11,37	6,53	8,92	73,20	
15 -30 [A1]	23	28,17	21,40	10,98	6,77	10,42	64,99	64,22
15 -30 [A2]		25,32	20,01	11,65	5,31	8,36	63,45	
30 -45 [A1]	39	25,94	20,17	10,96	5,77	9,21	62,69	62,87
30 -45 [A2]		27,30	21,21	11,54	6,09	9,66	63,05	
45 -60 [A1]	48	24,98	19,97	11,32	5,01	8,65	57,91	58,33
45 -60 [A2]		28,60	22,31	11,61	6,29	10,70	58,74	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
A [Lp1]	1,90	1,66	1,16	0,25	0,50	49,10	58,19	
A [Lp2]	1,42	1,06	0,39	0,37	0,66	55,59		
A [Lp3]	1,91	1,59	1,06	0,32	0,54	59,22		
A [Lp4]	1,91	1,53	1,04	0,38	0,49	77,85		
A [Lp5]	1,69	1,47	1,02	0,22	0,45	49,22		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
65,16		58,19			6,97			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-5			

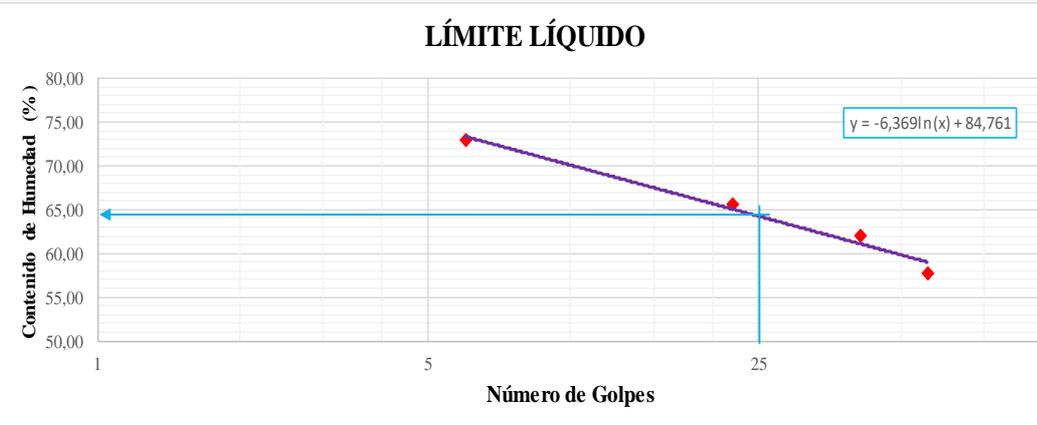
Autor: Autoría propia

Tabla 98. Límites de consistencia de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
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”								
ABS: 4+940,00								
NORMA: ASTM D4318				No. CALICATA: 2 - SUBRASANTE				
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [B1]	9	18,63	11,13	1,20	7,50	9,93	75,48	75,80
0 -15 [B2]		15,66	9,32	0,99	6,34	8,33	76,13	
15 - 30 [B1]	19	13,01	8,08	1,02	4,93	7,06	69,81	71,11
15 - 30 [B2]		14,89	9,11	1,12	5,78	7,99	72,41	
30 - 45 [B1]	35	19,98	12,49	0,98	7,49	11,52	65,06	65,81
30 - 45 [B2]		14,22	8,90	0,90	5,32	8,00	66,56	
45 - 60 [B1]	56	15,00	9,68	0,85	5,32	8,83	60,29	60,51
45 - 60 [B2]		16,08	10,34	0,90	5,74	9,44	60,73	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
B [Lp1]	2,21	1,68	0,86	0,53	0,83	63,53	60,86	
B [Lp2]	1,89	1,54	0,94	0,36	0,59	59,87		
B [Lp3]	1,98	1,59	0,96	0,39	0,63	61,99		
B [Lp4]	1,84	1,54	1,03	0,31	0,51	60,04		
B [Lp5]	2,10	1,60	0,75	0,50	0,85	58,89		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
67,99		60,86			7,13			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-5			

Autor: Autoría propia

Tabla 99. Límites de consistencia de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
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”								
ABS: 5+500,00								
NORMA: ASTM D4318				No. CALICATA: 3 - RELLENO				
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [C1]	6	9,07	5,45	0,55	3,62	4,91	73,78	72,95
0 -15 [C2]		13,11	7,89	0,66	5,22	7,23	72,13	
15 - 30 [C1]	22	14,46	9,18	1,00	5,28	8,18	64,53	65,63
15 - 30 [C2]		12,93	8,14	0,97	4,79	7,17	66,74	
30 - 45 [C1]	41	11,80	7,60	0,81	4,20	6,78	61,97	62,19
30 - 45 [C2]		11,71	7,41	0,53	4,30	6,88	62,41	
45 - 60 [C1]	57	13,26	8,60	0,60	4,66	8,00	58,27	57,76
45 - 60 [C2]		13,56	8,86	0,67	4,69	8,20	57,26	
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
C [Lp1]	1,97	1,69	1,20	0,28	0,49	57,94	55,49	
C [Lp2]	2,18	1,84	1,21	0,34	0,62	54,33		
C [Lp3]	1,41	1,14	0,65	0,27	0,49	55,38		
C [Lp4]	1,27	1,09	0,75	0,18	0,34	53,55		
C [Lp5]	1,04	0,90	0,65	0,14	0,25	56,28		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
64,26		55,49			8,77			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-5			

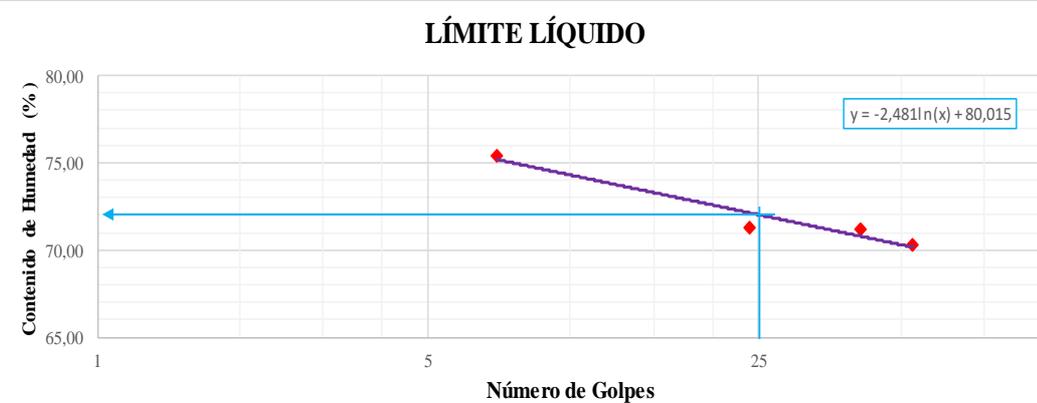
Autor: Autoría propia

Tabla 100. Límites de consistencia de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
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”								
ABS: 6+020,00								
NORMA: ASTM D4318								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [D1]	11	16,76	10,02	1,92	6,74	8,11	83,10	83,14
0 -15 [D2]		15,47	9,32	1,94	6,14	7,38	83,18	
15 - 30 [D1]	20	21,91	13,05	1,88	8,85	11,18	79,21	79,72
15 - 30 [D2]		20,57	12,25	1,89	8,32	10,36	80,24	
30 - 45 [D1]	34	15,95	10,14	1,93	5,81	8,21	70,75	70,99
30 - 45 [D2]		16,85	10,64	1,91	6,22	8,73	71,23	
45 - 60 [D1]	52	18,68	11,82	1,88	6,85	9,94	68,92	69,08
45 - 60 [D2]		18,21	11,55	1,93	6,66	9,62	69,24	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.		Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
D [Lp1]		2,43	2,22	1,90	0,22	0,32	68,55	66,64
D [Lp2]		2,60	2,34	1,89	0,26	0,45	58,84	
D [Lp3]		1,78	1,32	0,65	0,46	0,67	68,06	
D [Lp4]		2,40	1,90	1,20	0,49	0,70	70,03	
D [Lp5]		1,93	1,65	1,23	0,28	0,42	67,71	
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %				
75,73		66,64		9,09				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-5			

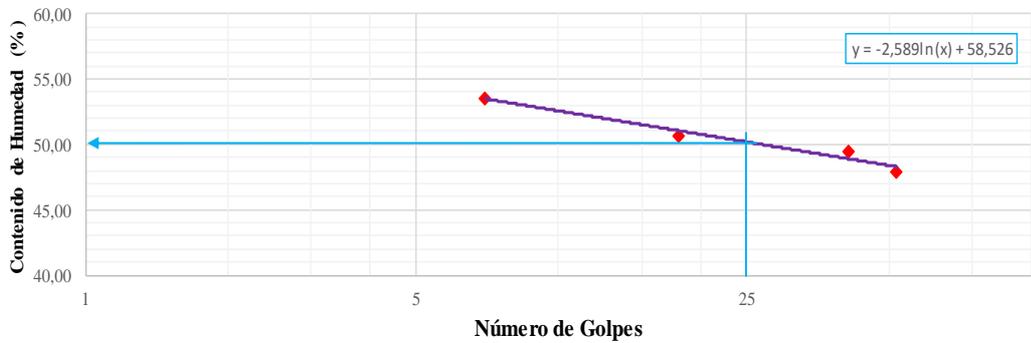
Autor: Autoría propia

Tabla 101. Límites de consistencia de Calicata 5 – corte – km 6+450,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG								
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”								
ABS: 6+450,00								
NORMA: ASTM D4318 No. CALICATA: 5 - CORTE								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [E1]	7	14,11	8,33	0,61	5,79	7,72	74,95	75,44
0 -15 [E2]		14,50	8,53	0,67	5,97	7,86	75,93	
15 - 30 [E1]	24	12,76	7,84	1,01	4,93	6,83	72,17	71,35
15 - 30 [E2]		12,54	7,74	0,95	4,79	6,80	70,54	
30 - 45 [E1]	41	13,27	8,09	0,83	5,18	7,26	71,38	71,19
30 - 45 [E2]		11,33	6,85	0,54	4,48	6,31	71,00	
45 - 60 [E1]	53	12,19	7,39	0,60	4,81	6,79	70,74	70,30
45 - 60 [E2]		11,87	7,26	0,67	4,61	6,59	69,85	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
E [Lp1]	1,61	1,19	0,55	0,42	0,65	64,51	66,43	
E [Lp2]	1,44	1,11	0,62	0,33	0,49	66,67		
E [Lp3]	1,73	1,28	0,66	0,46	0,62	73,27		
E [Lp4]	1,67	1,32	0,76	0,36	0,56	63,39		
E [Lp5]	1,36	1,09	0,66	0,27	0,43	64,32		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
72,03		66,43			5,60			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-5			

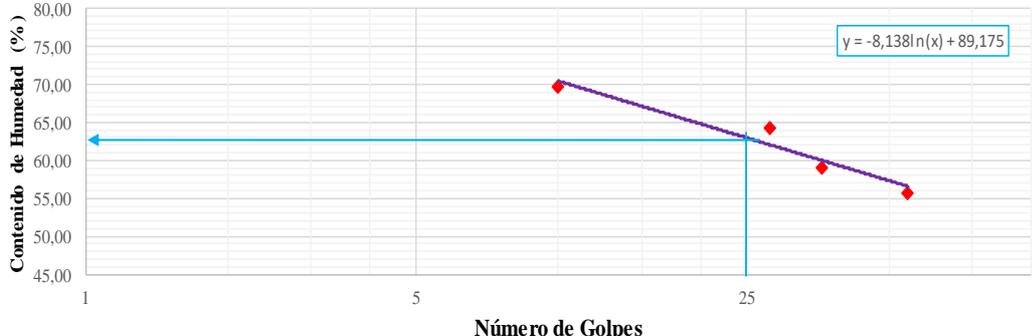
Autor: Autoría propia

Tabla 102. Límites de consistencia de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
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”								
ABS: 7+000,00								
NORMA: ASTM D4318				No. CALICATA: 6 - RELLENO				
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [F1]	7	20,05	13,69	1,93	6,36	11,76	54,03	53,61
0 -15 [F2]		19,06	13,07	1,81	5,99	11,26	53,19	
15 - 30 [F1]	18	14,45	10,24	1,90	4,21	8,34	50,54	50,69
15 - 30 [F2]		11,72	8,43	1,96	3,29	6,47	50,83	
30 - 45 [F1]	41	14,78	10,52	1,96	4,26	8,56	49,73	49,45
30 - 45 [F2]		26,11	21,31	11,56	4,80	9,76	49,17	
45 - 60 [F1]	52	23,58	19,50	10,98	4,09	8,52	47,99	47,99
45 - 60 [F2]		26,06	21,38	11,61	4,69	9,76	47,98	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
F [Lp1]	2,91	2,60	1,89	0,31	0,71	43,04	43,26	
F [Lp2]	3,44	3,00	1,90	0,44	1,10	40,15		
F [Lp3]	3,26	2,81	1,87	0,44	0,95	46,72		
F [Lp4]	3,10	2,76	1,93	0,34	0,83	40,96		
F [Lp5]	2,64	2,41	1,92	0,23	0,50	45,45		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %			Índice de Plasticidad %			
50,19		43,26			6,93			
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO			A-2-5			

Autor: Autoría propia

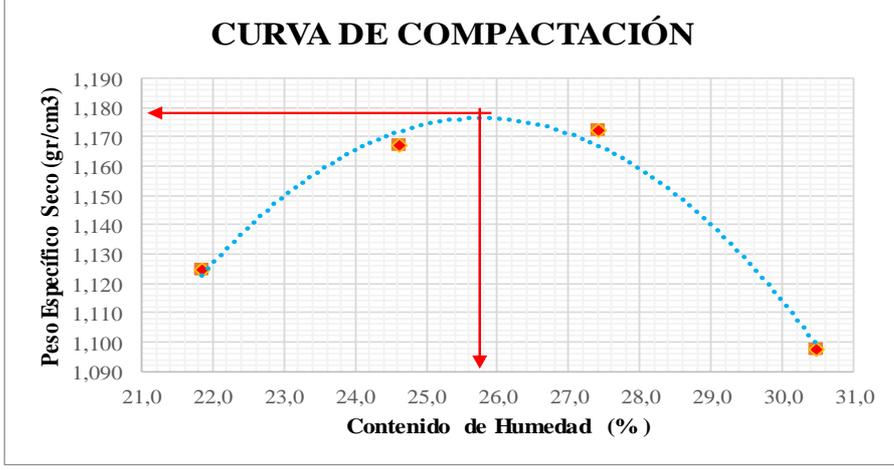
Tabla 103. Límites de consistencia de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL LÍMITES DE ATTERBERG						
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”								
ABS: 7+475,00								
NORMA: ASTM D4318				No. CALICATA: 7 - SUBRASANTE				
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
LÍMITE LÍQUIDO								
Recipiente Nro.	Golpes	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%
0 -15 [G1]	10	15,37	9,83	1,88	5,54	7,95	69,69	69,73
0 -15 [G2]		16,49	10,49	1,89	6,00	8,60	69,77	
15 - 30 [G1]	28	14,19	9,36	1,92	4,83	7,44	64,95	64,44
15 - 30 [G2]		16,63	10,90	1,93	5,73	8,97	63,93	
30 - 45 [G1]	36	19,17	12,69	1,88	6,48	10,82	59,89	59,06
30 - 45 [G2]		16,99	11,45	1,94	5,54	9,52	58,23	
45 - 60 [G1]	55	13,41	9,30	1,94	4,11	7,36	55,83	55,84
45 - 60 [G2]		12,84	8,92	1,91	3,92	7,01	55,85	
LÍMITE LÍQUIDO								
								
LÍMITE PLÁSTICO								
Recipiente Nro.	Peso Suelo Hum. + Rec.	Peso Suelo Seco + Rec.	Peso Rec.	Peso del agua	Peso de la muestra seca	W%	Promedio W%	
G [Lp1]	2,74	2,42	1,90	0,31	0,53	59,47	56,89	
G [Lp2]	2,70	2,40	1,90	0,29	0,51	58,22		
G [Lp3]	1,27	1,05	0,65	0,22	0,40	55,64		
G [Lp4]	1,11	0,89	0,51	0,22	0,39	57,51		
G [Lp5]	1,22	1,00	0,59	0,22	0,41	53,62		
RESULTADOS								
Límite Líquido %		Límite Plástico %		Índice de Plasticidad %				
62,98		56,89		6,09				
CLASIFICACIÓN DEL SUELO								
SISTEMA		AASHTO		A-2-5				

Autor: Autoría propia

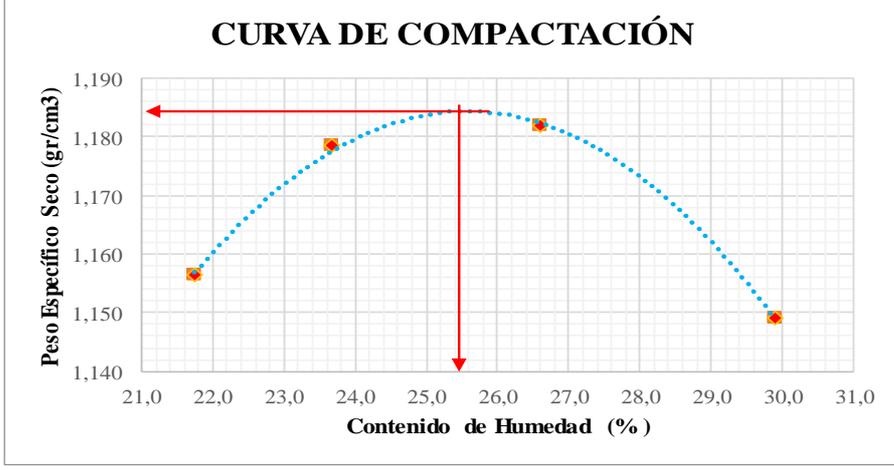
ENSAYO 3.
PROCTOR MODIFICADO

Tabla 104. Proctor modificado de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”								
ABS: 4+525,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 No. CALICATA 1 - SUBRASANTE								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14154,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	20	23	26	29				
Suelo húmedo + molde (gr)	17293	17485	17574	17434				
Peso suelo húmedo (gr)	3139	3331	3420	3280				
Peso unitario húm. (gr)	1,37	1,45	1,49	1,43				
Determinacion del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	0AS	0AI	3AS	3AI	6AS	6AI	9AS	9AI
Peso del recipiente (gr)	11,43	11,29	11,32	11,01	11,66	11,63	11,79	11,33
Peso suelo húm. + recip (gr)	85,39	73,27	90,98	87,64	96,46	112,56	81,27	75,00
Peso suelo seco + recip (gr)	72,18	62,11	75,08	72,65	78,27	90,80	65,16	60,01
Peso del agua (gr)	13,21	11,16	15,895	14,992	18,191	21,761	16,112	14,988
Peso suelo seco (gr)	60,75	50,816	63,762	61,641	66,606	79,163	53,374	48,684
Contenido de agua (%)	21,74	21,96	24,93	24,32	27,31	27,49	30,19	30,79
w (%) Promedio	21,852		24,625		27,400		30,487	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,125		1,167		1,172		1,097	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,176						
Humedad Óptima:		25,700						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;"> <p>CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  </div>								

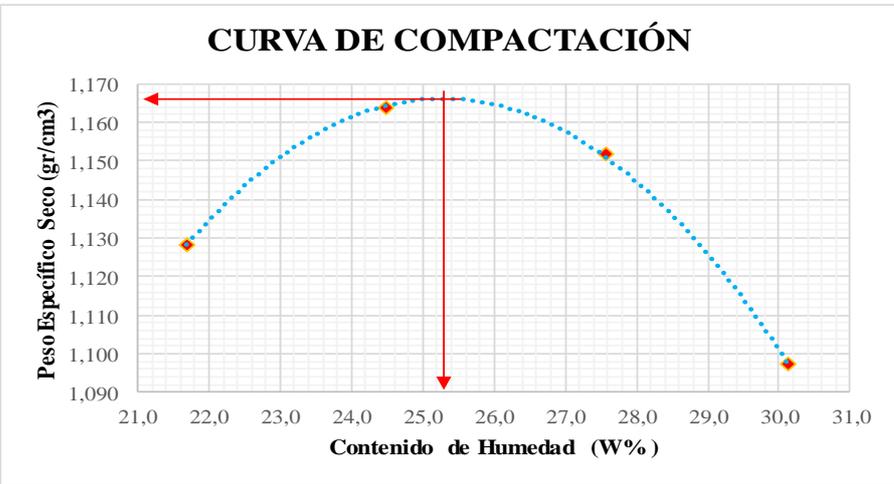
Autor: Autoría propia

Tabla 105. Proctor modificado de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”								
ABS: 4+940,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 No. CALICATA 2 - SUBRASANTE								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14154,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	20	23	26	29				
Suelo húmedo + molde (gr)	17379	17492	17581	17573				
Peso suelo húmedo (gr)	3225	3338	3427	3419				
Peso unitario húm. (gr)	1,41	1,46	1,50	1,49				
Determinacion del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	OBS	OBI	3BS	3BI	6BS	6BI	9BS	9BI
Peso del recipiente (gr)	10,98	11,62	11,15	11,24	11,74	11,33	11,50	11,07
Peso suelo húm. + recip (gr)	75,68	78,56	81,03	79,48	80,92	85,00	77,42	71,09
Peso suelo seco + recip (gr)	64,41	66,30	67,45	66,62	66,41	69,50	62,22	57,30
Peso del agua (gr)	11,27	12,25	13,575	12,865	14,508	15,499	15,203	13,79
Peso suelo seco (gr)	53,44	54,677	56,298	55,38	54,666	58,168	50,716	46,227
Contenido de agua (%)	21,09	22,41	24,11	23,23	26,54	26,65	29,98	29,83
w (%) Promedio	21,749		23,672		26,592		29,904	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,156		1,178		1,182		1,149	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,184						
Humedad Óptima:		25,450						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
 <p style="text-align: center;">CURVA DE COMPACTACIÓN</p>								

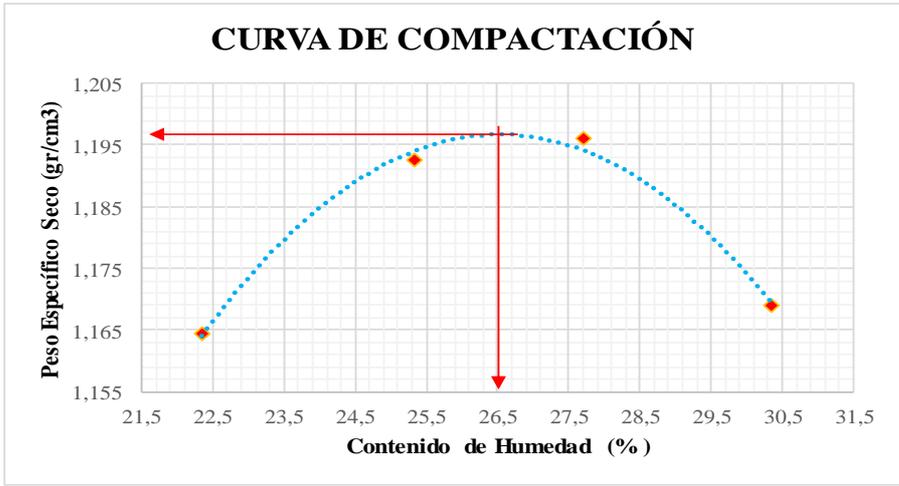
Autor: Autoría propia

Tabla 106. Proctor modificado de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”								
ABS: 5+500,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 No. CALICATA 3 - RELLENO								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14176,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	20	23	26	29				
Suelo húmedo + molde (gr)	17321	17494	17541	17447				
Peso suelo húmedo (gr)	3145	3318	3365	3271				
Peso unitario húm. (gr)	1,37	1,45	1,47	1,43				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	OCS	OCI	3CS	3CI	6CS	6CI	9CS	9CI
Peso del recipiente (gr)	11,28	10,99	11,32	11,72	11,66	11,00	11,59	11,63
Peso suelo húm. + recip (gr)	45,93	47,10	45,86	52,89	61,21	52,36	54,04	45,63
Peso suelo seco + recip (gr)	39,62	40,81	39,13	44,72	50,45	43,48	44,21	37,77
Peso del agua (gr)	6,32	6,29	6,727	8,167	10,766	8,881	9,833	7,868
Peso suelo seco (gr)	28,341	29,822	27,808	32,995	38,784	32,481	32,614	26,137
Contenido de agua (%)	22,28	21,08	24,19	24,75	27,76	27,34	30,15	30,10
w (%) Promedio	21,680		24,472		27,551		30,126	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,128		1,164		1,152		1,097	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,166						
Humedad Óptima:		25,300						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;"> <h3>CURVA DE COMPACTACIÓN</h3>  <p>El gráfico muestra una curva de compactación con los siguientes datos clave:</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Contenido de Humedad (W%)</th> <th>Peso Específico Seco (gr/cm3)</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>21,680</td> <td>1,166</td> </tr> </tbody> </table> </div>				Contenido de Humedad (W%)	Peso Específico Seco (gr/cm3)	21,680	1,166	
Contenido de Humedad (W%)	Peso Específico Seco (gr/cm3)							
21,680	1,166							

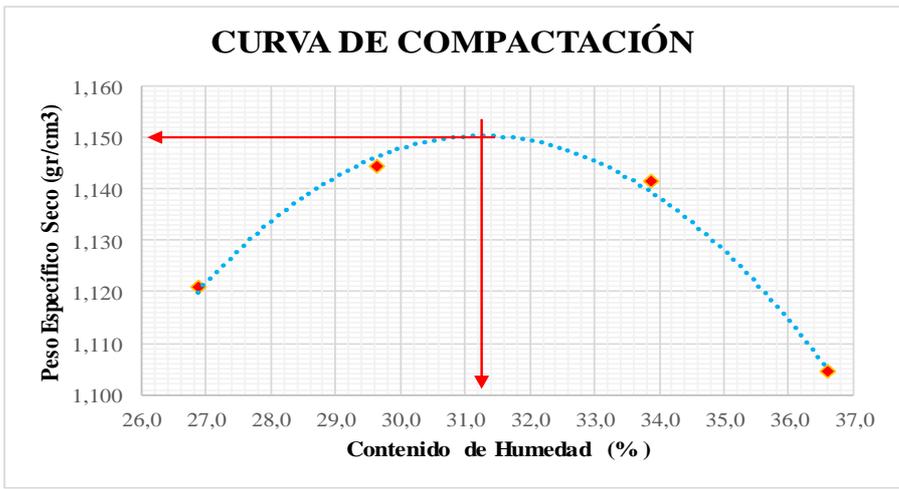
Autor: Autoría propia

Tabla 107. Proctor modificado de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”								
ABS: 6+020,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 No. CALICATA 4 - SUBRASANTE								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14172,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	20	23	26	29				
Suelo húmedo + molde (gr)	17435	17595	17670	17662				
Peso suelo húmedo (gr)	3263	3423	3498	3490				
Peso unitario húm. (gr)	1,42	1,49	1,53	1,52				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	0DS	0DI	3DS	3DI	6DS	6DI	9DS	9DI
Peso del recipiente (gr)	11,29	11,00	11,33	11,73	11,67	11,00	11,61	11,63
Peso suelo húm. + recip (gr)	59,46	63,41	53,89	55,73	54,05	64,84	61,43	64,04
Peso suelo seco + recip (gr)	50,51	54,02	45,26	46,86	44,90	53,11	49,80	51,87
Peso del agua (gr)	8,96	9,40	8,626	8,866	9,149	11,73	11,633	12,17
Peso suelo seco (gr)	39,22	43,02	33,934	35,132	33,236	42,103	38,192	40,239
Contenido de agua (%)	22,83	21,84	25,42	25,24	27,53	27,86	30,46	30,24
w (%) Promedio	22,34		25,33		27,69		30,35	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,16		1,19		1,20		1,17	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,197						
Humedad Óptima:		26,500						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								

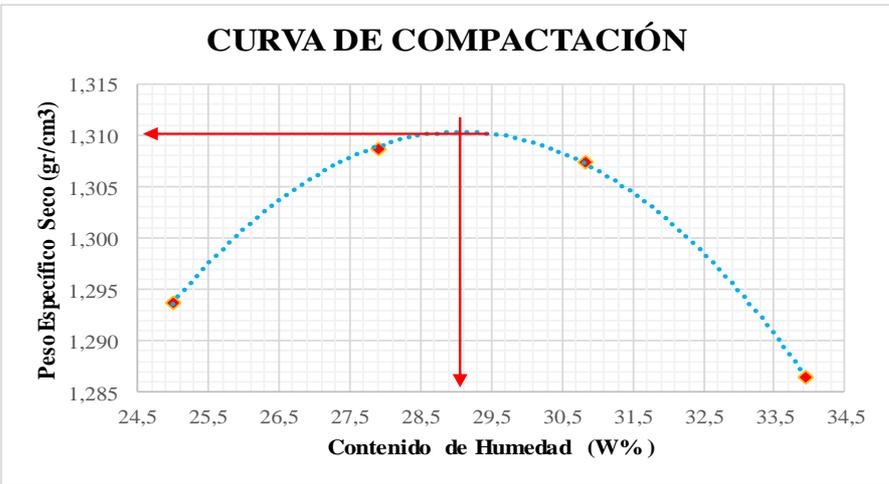
Autor: Autoría propia

Tabla 108. Proctor modificado de Calicata 5 – corte – km 6+450,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”								
ABS: 6+450,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		No. CALICATA 5 - CORTE						
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14172,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	26	29	32	35				
Suelo húmedo + molde (gr)	17429	17570	17672	17627				
Peso suelo húmedo (gr)	3257	3398	3500	3455				
Peso unitario húm. (gr)	1,42	1,48	1,53	1,51				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	6ES	6EI	9ES	9EI	2ES	2EI	5ES	5EI
Peso del recipiente (gr)	11,40	11,66	1,92	1,91	1,93	1,91	1,94	1,90
Peso suelo húm. + recip (gr)	41,54	50,30	36,87	36,47	28,55	35,59	32,87	61,66
Peso suelo seco + recip (gr)	35,15	42,13	28,78	28,66	21,88	26,99	24,47	45,88
Peso del agua (gr)	6,39	8,17	8,083	7,808	6,671	8,6	8,4	15,781
Peso suelo seco (gr)	23,74	30,468	26,865	26,757	19,955	25,075	22,53	43,973
Contenido de agua (%)	26,92	26,81	30,09	29,18	33,43	34,30	37,28	35,89
w (%) Promedio	26,866		29,634		33,864		36,586	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,121		1,144		1,141		1,104	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,150						
Humedad Óptima:		31,200						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
								

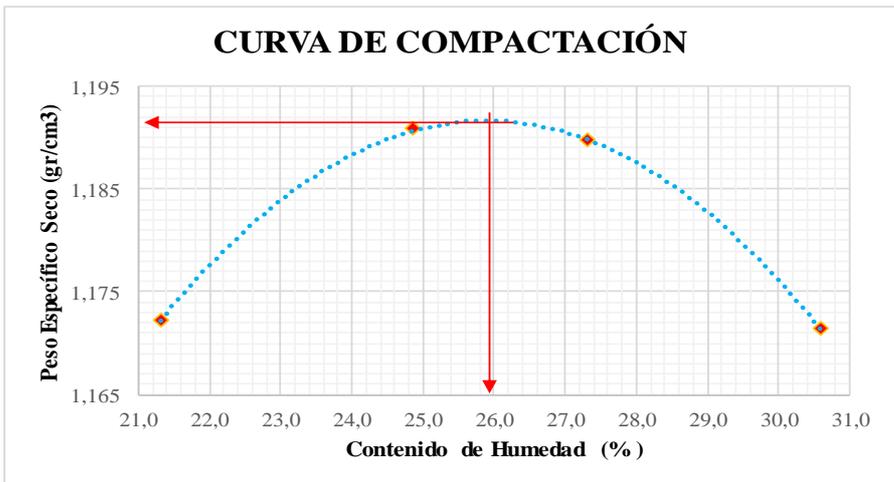
Autor: Autoría propia

Tabla 109. Proctor modificado de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
PROYECTO: “DISEÑO GEOMÉTRICO Y DEL PAVIMENTO DE LA VÍA LLANGAHUA – SILIPO – PINLOPATA PERTENECIENTES A LAS PROVINCIAS DE TUNGURAHUA Y COTOPAXI EN EL TRAMO KM 4+000 – 8+000”								
ABS: 7+000,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557 No. CALICATA 6 - RELLENO								
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14154,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	23	26	29	32				
Suelo húmedo + molde (gr)	17858	17988	18072	18101				
Peso suelo húmedo (gr)	3704	3834	3918	3947				
Peso unitario húm. (gr)	1,62	1,67	1,71	1,72				
Determinacion del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	3FS	3FI	6FS	6FI	9FS	9FI	2FS	2FI
Peso del recipiente (gr)	11,00	11,64	1,92	1,89	1,94	1,96	1,95	1,96
Peso suelo húm. + recip (gr)	80,00	66,47	77,41	110,83	70,01	89,61	64,35	60,56
Peso suelo seco + recip (gr)	66,47	55,30	61,38	86,47	54,18	68,69	48,62	45,64
Peso del agua (gr)	13,53	11,17	16,038	24,368	15,826	20,923	15,734	14,919
Peso suelo seco (gr)	55,464	43,66	59,451	84,578	52,239	66,727	46,673	43,681
Contenido de agua (%)	24,40	25,59	26,98	28,81	30,30	31,36	33,71	34,15
w (%) Promedio	24,994		27,894		30,826		33,933	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,294		1,309		1,307		1,287	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,310						
Humedad Óptima:		29,080						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<p>CURVA DE COMPACTACIÓN</p> 								

Autor: Autoría propia

Tabla 110. Proctor modificado de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL PROCTOR MODIFICADO								
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”								
ABS: 7+475,00								
NORMA: AASHTO T180 - ASTM D1557		No. CALICATA: 7 - SUBRASANTE						
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO								
PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes:	56	Altura de caída:	18 "					
Número de capas:	5	Peso del martillo:	10 lb					
Peso inicial deseado (gr):	6000,00	Peso del molde (gr):	14173,00					
		Volumen del molde (cm3):	2290,62					
Proceso de Compactación								
Numero de ensayo	1	2	3	4				
% Rango en aumento	20	23	26	29				
Suelo húmedo + molde (gr)	17430	17579	17642	17677				
Peso suelo húmedo (gr)	3257	3406	3469	3504				
Peso unitario húm. (gr)	1,42	1,49	1,51	1,53				
Determinación del Contenido de Humedad								
Numero de recipiente	0GS	0GI	3GS	3GI	6GS	6GI	9GS	9GI
Peso del recipiente (gr)	11,42	11,66	1,93	1,91	1,93	1,91	1,94	1,91
Peso suelo húm. + recip (gr)	55,88	53,40	59,57	74,84	60,26	68,70	58,02	61,91
Peso suelo seco + recip (gr)	48,20	45,95	47,71	60,82	47,84	54,28	45,16	47,56
Peso del agua (gr)	7,68	7,45	11,865	14,025	12,423	14,419	12,864	14,341
Peso suelo seco (gr)	36,78	34,285	45,78	58,904	45,902	52,365	43,216	45,653
Contenido de agua (%)	20,87	21,74	25,92	23,81	27,06	27,54	29,77	31,41
w (%) Promedio	21,306		24,864		27,300		30,590	
Peso unitario Seco (gr/cm3)	1,172		1,191		1,190		1,171	
Resultados								
Densidad Seca Máxima (gr/cm3):		1,192						
Humedad Óptima:		25,900						
GRÁFICO DENSIDAD SECA MÁXIMA Y HUMEDAD ÓPTIMA								
<div style="text-align: center;"> <p>CURVA DE COMPACTACIÓN</p>  <p>The graph plots Dry Density (gr/cm3) on the y-axis (ranging from 1.165 to 1.195) against Moisture Content (%) on the x-axis (ranging from 21.0 to 31.0). The curve is a dotted blue line with orange diamond markers. The peak of the curve is at approximately 25.9% moisture content and 1.192 gr/cm3 dry density. Red arrows indicate the peak and the corresponding values.</p> </div>								

Autor: Autoría propia

ENSAYO 4.

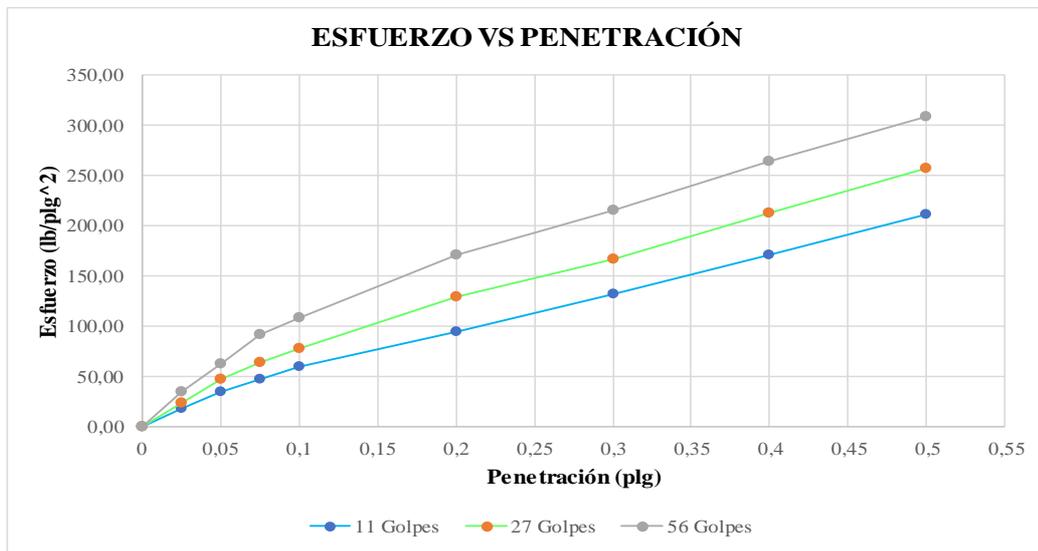
CALIFORNIA BEARING RATIO –

CBR

Tabla 111. CBR de Calicata 1 – subrasante – km 4+525,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 4+525,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		1 - SUBRASANTE	
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,324	Diámetro:	15,266	Diámetro:	15,212
	Altura:	12,624	Altura:	12,728	Altura:	12,632
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12806		10821		10355	
Masa del molde (gr)	9584		7488		6942	
Masa muestra húmeda (gr)	3222		3333		3413	
Volumen muestra (cm ³)	2328,26		2329,70		2295,80	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,38		1,43		1,49	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	A1	A2	A3	A4	A5	A6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	63,91	65,07	64,61	70,56	93,85	102,45
Masa suelo seco + recip. (gr)	52,61	53,27	53,70	58,35	80,91	87,71
Masa recipiente (gr)	11,58	11,02	11,73	11,63	30,59	30,70
Masa del agua (gr)	11,30	11,80	10,92	12,20	12,94	14,74
Masa suelo seco (gr)	41,04	42,25	41,96	46,73	50,32	57,01
Contenido de humedad w%	27,53	27,94	26,02	26,12	25,72	25,86
w% promedio	27,73		26,07		25,79	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,083		1,135		1,182	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17473		15477		14831	
Masa del molde (gr)	9584		7488		6942	
Masa muestra húmeda (gr)	7889		7989		7889	
Volumen muestra (cm ³)	2328,26		2329,70		2295,80	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	3,39		3,43		3,44	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	A1-1	A2-2	A3-3	A4-4	A5-5	A6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	68,33	57,60	67,81	61,92	57,92	54,70
Masa suelo seco + recip. (gr)	49,22	41,50	50,00	45,28	43,24	40,93
Masa recipiente (gr)	7,32	6,59	7,27	7,08	7,10	6,67
Masa del agua (gr)	19,11	16,09	17,81	16,64	14,68	13,77
Masa suelo seco (gr)	41,90	34,92	42,73	38,20	36,14	34,26
Contenido de humedad w%	45,60	46,09	41,69	43,56	40,62	40,18
w% promedio	45,85		42,62		40,40	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	54,20	18,07	69,20	23,07	104,20	34,73
0,050	105,10	35,03	142,20	47,40	186,80	62,27
0,075	140,50	46,83	189,30	63,10	274,00	91,33
0,1	179,80	59,93	232,80	77,60	324,30	108,10
0,2	284,70	94,90	385,80	128,60	511,90	170,63
0,3	396,40	132,13	501,60	167,20	646,70	215,57
0,4	510,30	170,10	638,90	212,97	791,50	263,83
0,5	633,80	211,27	772,30	257,43	924,30	308,10

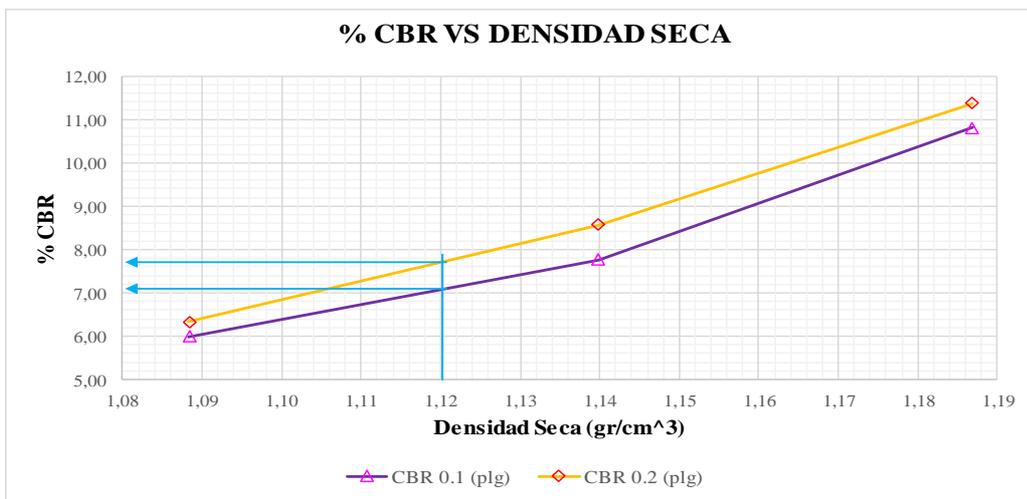
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	108,10	10,81	1,18	170,63	11,38	1,18
B	77,60	7,76	1,13	128,60	8,57	1,13
A	59,93	5,99	1,08	94,90	6,33	1,08

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



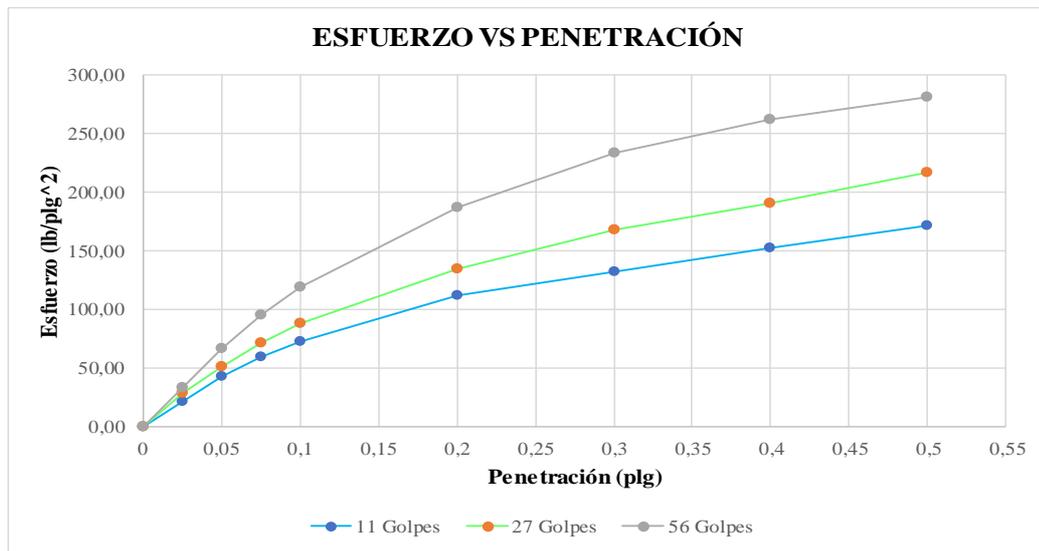
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,176		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,12	7,10	7,70	7,70
CBR PUNTUAL (%)			7,70	

Autor: Autoría propia

Tabla 112. CBR de Calicata 2 – subrasante – km 4+940,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 4+940,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		2 - SUBRASANTE	
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,23	Diámetro:	15,318	Diámetro:	15,216
	Altura:	12,62	Altura:	12,67	Altura:	12,722
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12073		11172		10639	
Masa del molde (gr)	8976		7822		7165	
Masa muestra húmeda (gr)	3097		3350		3474	
Volumen muestra (cm3)	2299,05		2334,91		2313,38	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,35		1,43		1,50	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	B1	B2	B3	B4	B5	B6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	55,74	59,40	57,68	51,21	62,75	58,51
Masa suelo seco + recip. (gr)	47,52	50,91	48,55	43,28	52,31	48,71
Masa recipiente (gr)	10,98	11,62	11,15	11,24	11,74	11,33
Masa del agua (gr)	8,22	8,49	9,13	7,93	10,44	9,80
Masa suelo seco (gr)	36,55	39,29	37,40	32,04	40,57	37,37
Contenido de humedad w%	22,49	21,60	24,41	24,75	25,73	26,22
w% promedio	22,05		24,58		25,97	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,104		1,152		1,192	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	15845		15089		14533	
Masa del molde (gr)	8976		7822		7165	
Masa muestra húmeda (gr)	6869		7267		7368	
Volumen muestra (cm3)	2299,05		2334,91		2313,38	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	2,99		3,11		3,18	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	B1-1	B2-2	B3-3	B4-4	B5-5	B6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	35,14	36,28	34,88	30,75	31,31	37,67
Masa suelo seco + recip. (gr)	25,00	26,10	24,72	21,89	22,71	27,11
Masa recipiente (gr)	1,93	1,90	1,95	1,88	1,91	1,98
Masa del agua (gr)	10,14	10,18	10,17	8,86	8,60	10,56
Masa suelo seco (gr)	23,08	24,21	22,76	20,01	20,80	25,13
Contenido de humedad w%	43,94	42,05	44,66	44,29	41,35	42,01
w% promedio	43,00		44,48		41,68	
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
0,025	62,70	20,90	84,30	28,10	99,10	33,03
0,050	127,00	42,33	151,00	50,33	200,80	66,93
0,075	177,30	59,10	213,60	71,20	285,10	95,03
0,1	218,40	72,80	264,00	88,00	355,50	118,50
0,2	335,80	111,93	404,70	134,90	561,00	187,00
0,3	397,70	132,57	501,90	167,30	701,20	233,73
0,4	457,60	152,53	572,00	190,67	785,20	261,73
0,5	514,00	171,33	649,00	216,33	842,10	280,70

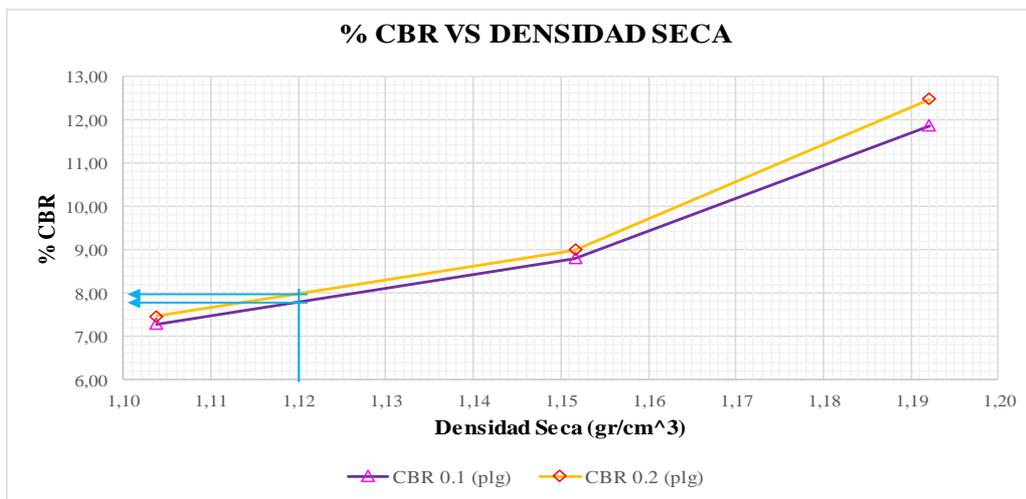
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	118,50	11,85	1,19	187,00	12,47	1,19
B	88,00	8,80	1,15	134,90	8,99	1,15
A	72,80	7,28	1,10	111,93	7,46	1,10

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



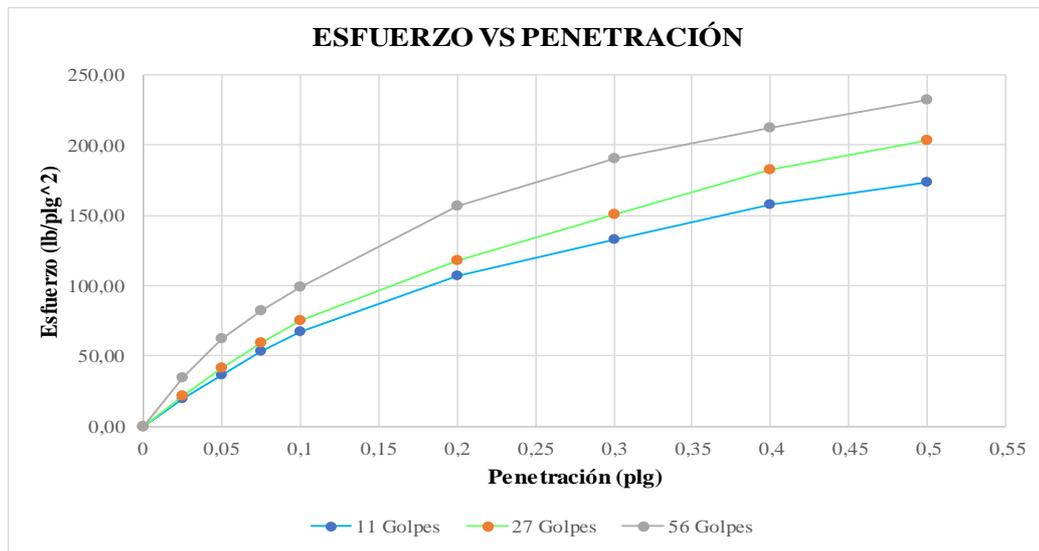
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,184		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,12	7,80	8,00	8,00
CBR PUNTUAL (%)			8,00	

Autor: Autoría propia

Tabla 113. CBR de Calicata 3 – relleno – km 5+500,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 5+500,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		3 - RELLENO	
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,384	Diámetro:	15,216	Diámetro:	15,220
	Altura:	12,626	Altura:	12,662	Altura:	12,638
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11918		11686		9825	
Masa del molde (gr)	8685		8321		6424	
Masa muestra húmeda (gr)	3233		3365		3401	
Volumen muestra (cm ³)	2346,90		2302,47		2299,31	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,38		1,46		1,48	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	C1	C2	C3	C4	C5	C6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	125,96	128,03	117,07	111,80	42,35	44,74
Masa suelo seco + recip. (gr)	105,42	106,84	97,64	93,38	33,88	35,82
Masa recipiente (gr)	30,50	30,23	30,64	29,70	1,95	1,91
Masa del agua (gr)	20,54	21,19	19,43	18,42	8,47	8,92
Masa suelo seco (gr)	74,92	76,61	67,00	63,68	31,93	33,91
Contenido de humedad w%	27,42	27,66	29,00	28,93	26,51	26,32
w% promedio	27,54		28,96		26,42	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,080		1,133		1,170	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	12156		11775		9995	
Masa del molde (gr)	8685		8321		6424	
Masa muestra húmeda (gr)	3471		3454		3571	
Volumen muestra (cm ³)	2346,90		2302,47		2299,31	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,48		1,50		1,55	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	C1-1	C2-2	C3-3	C4-4	C5-5	C6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	47,45	65,55	46,17	47,85	43,26	55,38
Masa suelo seco + recip. (gr)	33,45	45,79	34,26	35,53	31,73	40,88
Masa recipiente (gr)	1,91	1,89	1,87	1,93	1,89	1,91
Masa del agua (gr)	13,99	19,76	11,91	12,33	11,53	14,50
Masa suelo seco (gr)	31,54	43,90	32,39	33,60	29,84	38,96
Contenido de humedad w%	44,35	45,01	36,77	36,68	38,66	37,22
w% promedio	44,68		36,73		37,94	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	57,80	19,27	64,80	21,60	103,10	34,37
0,050	109,90	36,63	123,80	41,27	188,30	62,77
0,075	159,60	53,20	177,80	59,27	245,20	81,73
0,1	201,20	67,07	225,20	75,07	298,60	99,53
0,2	321,30	107,10	355,00	118,33	469,60	156,53
0,3	397,30	132,43	451,10	150,37	571,20	190,40
0,4	473,00	157,67	546,30	182,10	635,80	211,93
0,5	520,70	173,57	610,20	203,40	696,80	232,27

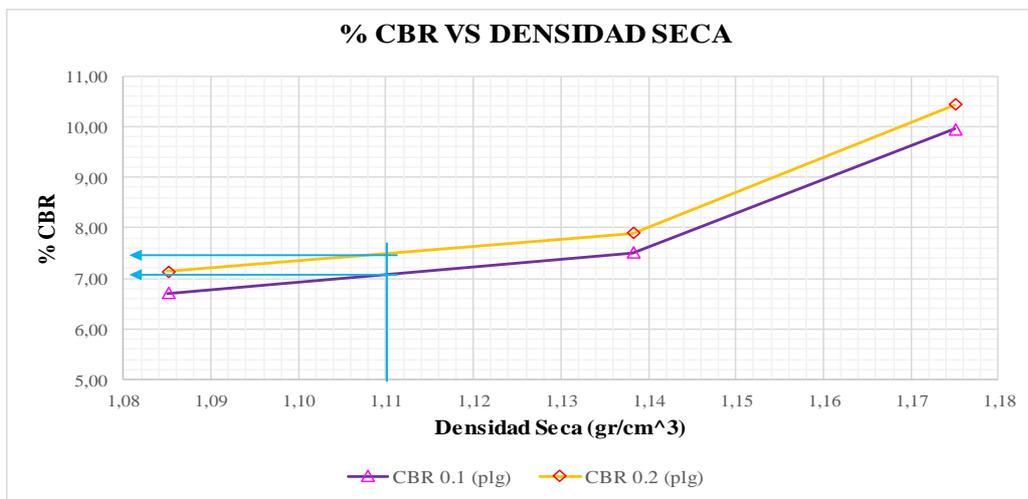
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	99,53	9,95	1,17	156,53	10,44	1,17
B	75,07	7,51	1,13	118,33	7,89	1,13
A	67,07	6,71	1,08	107,10	7,14	1,08

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



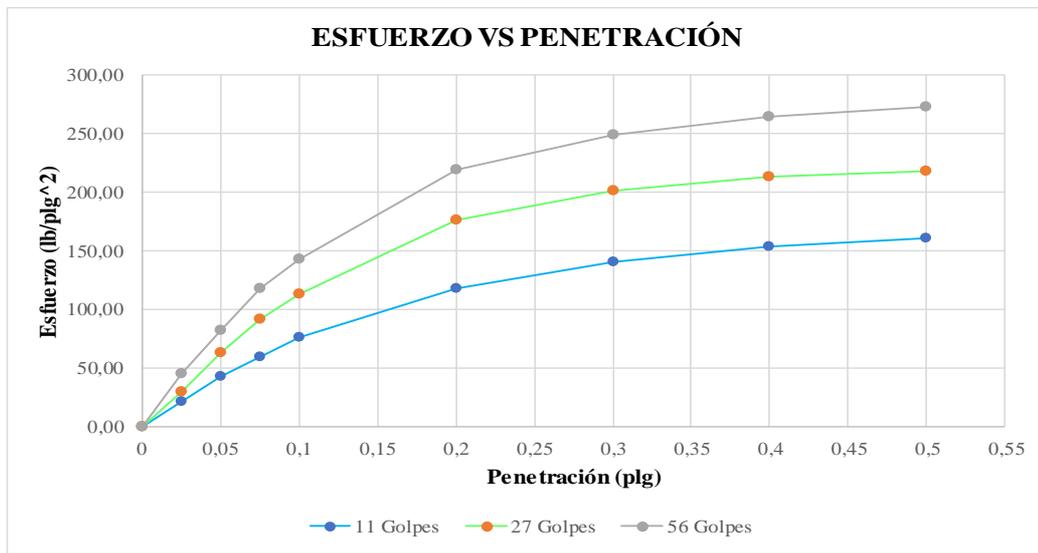
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,166		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,11	7,10	7,50	7,50
CBR PUNTUAL (%)			7,50	

Autor: Autoría propia

Tabla 114. CBR de Calicata 4 – subrasante – km 6+020,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 6+020,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		4 - SUBRASANTE	
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,410	Diámetro:	15,232	Diámetro:	15,300
	Altura:	12,638	Altura:	12,46	Altura:	12,678
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11748		11558		12293	
Masa del molde (gr)	8478		8266		8732	
Masa muestra húmeda (gr)	3270		3292		3561	
Volumen muestra (cm3)	2357,08		2270,50		2330,90	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,39		1,45		1,53	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	D1	D2	D3	D4	D5	D6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	67,92	73,22	68,58	81,70	104,28	115,68
Masa suelo seco + recip. (gr)	56,76	60,86	57,75	67,96	88,31	97,56
Masa recipiente (gr)	11,58	11,02	11,73	11,63	30,59	30,70
Masa del agua (gr)	11,16	12,36	10,83	13,74	15,97	18,12
Masa suelo seco (gr)	45,18	49,84	46,02	56,33	57,72	66,86
Contenido de humedad w%	24,71	24,80	23,54	24,40	27,67	27,10
w% promedio	24,76		23,97		27,38	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,112		1,170		1,199	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	11950		11757		12332	
Masa del molde (gr)	8478		8266		8732	
Masa muestra húmeda (gr)	3472		3491		3600	
Volumen muestra (cm3)	2357,08		2270,50		2330,90	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,47		1,54		1,54	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	D1-1	D2-2	D3-3	D4-4	D5-5	D6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	68,33	57,60	67,81	61,92	57,92	54,70
Masa suelo seco + recip. (gr)	53,73	45,50	52,31	47,68	46,24	43,93
Masa recipiente (gr)	7,32	6,59	7,27	7,08	7,10	6,67
Masa del agua (gr)	14,60	12,09	15,51	14,24	11,68	10,77
Masa suelo seco (gr)	46,41	38,92	45,03	40,60	39,14	37,26
Contenido de humedad w%	31,46	31,08	34,44	35,07	29,84	28,89
w% promedio	31,27		34,75		29,37	
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
0,025	64,50	21,50	89,60	29,87	135,40	45,13
0,050	127,70	42,57	188,50	62,83	244,30	81,43
0,075	178,90	59,63	273,10	91,03	351,50	117,17
0,1	228,60	76,20	339,20	113,07	428,50	142,83
0,2	352,10	117,37	527,40	175,80	658,20	219,40
0,3	420,90	140,30	604,80	201,60	747,00	249,00
0,4	460,70	153,57	639,10	213,03	791,90	263,97
0,5	482,10	160,70	655,50	218,50	816,60	272,20

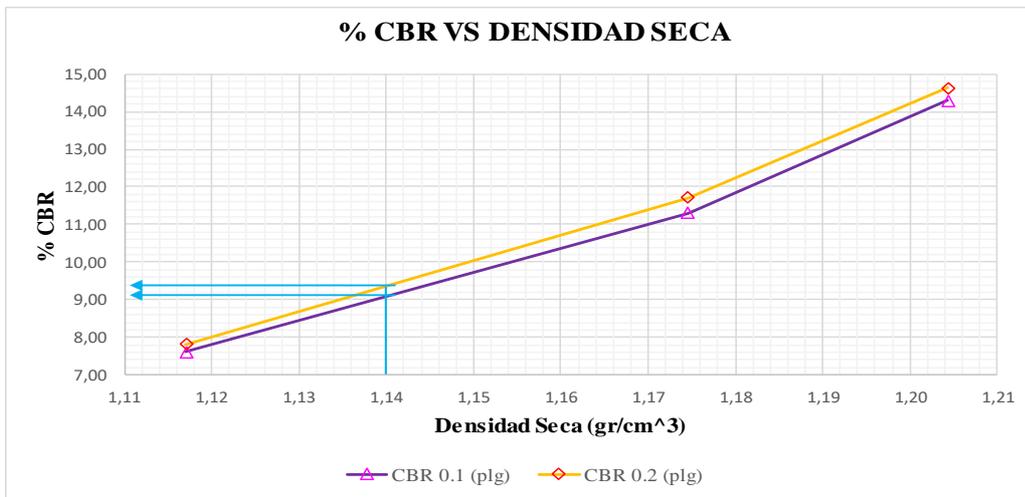
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	142,83	14,28	1,20	219,40	14,63	1,20
B	113,07	11,31	1,17	175,80	11,72	1,17
A	76,20	7,62	1,11	117,37	7,82	1,11

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



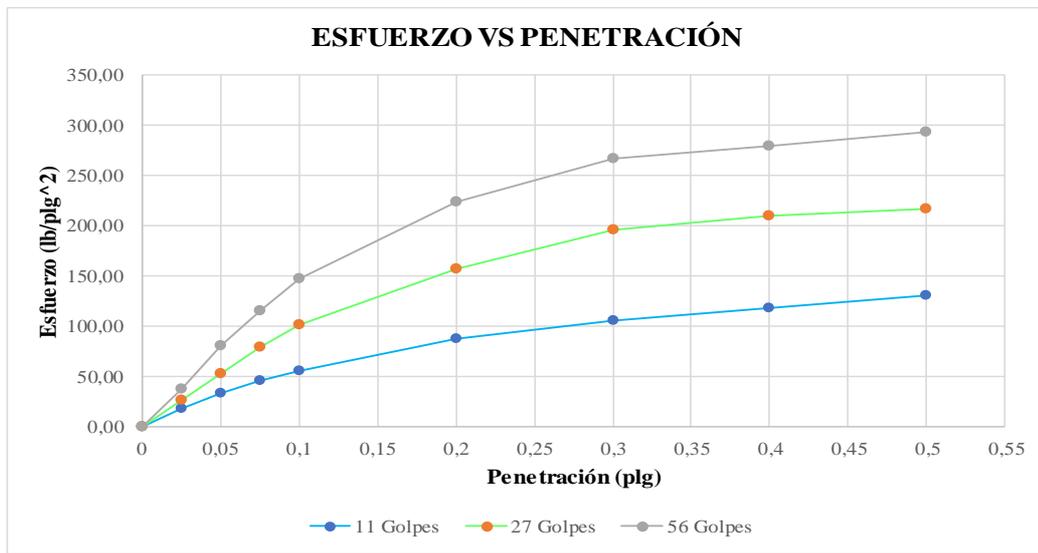
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,197		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,14	9,10	9,40	9,40
CBR PUNTUAL (%)			9,40	

Autor: Autoría propia

Tabla 115. CBR de Calicata 5 – corte – km 6+450,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 6+450,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA: 5 - CORTE			
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,410	Diámetro:	15,232	Diámetro:	15,300
	Altura:	12,638	Altura:	12,46	Altura:	12,678
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	11728		11534		12383	
Masa del molde (gr)	8478		8266		8732	
Masa muestra húmeda (gr)	3250		3268		3651	
Volumen muestra (cm3)	2357,08		2270,50		2330,90	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,38		1,44		1,57	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	E1	E2	E3	E4	E5	E6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	111,02	109,47	107,03	111,62	57,57	68,33
Masa suelo seco + recip. (gr)	92,11	90,78	89,11	92,70	43,39	51,17
Masa recipiente (gr)	30,50	30,23	30,64	29,70	1,95	1,91
Masa del agua (gr)	18,91	18,69	17,92	18,93	14,19	17,15
Masa suelo seco (gr)	61,61	60,55	58,47	63,00	41,44	49,26
Contenido de humedad w%	30,70	30,87	30,64	30,04	34,23	34,82
w% promedio	30,79		30,34		34,53	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,054		1,104		1,164	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	14831		12267		16611	
Masa del molde (gr)	8478		8266		8732	
Masa muestra húmeda (gr)	6353		4001		7879	
Volumen muestra (cm3)	2357,08		2270,50		2330,90	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	2,70		1,76		3,38	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	E1-1	E2-2	E3-3	E4-4	E5-5	E6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	65,00	57,79	44,36	45,69	45,64	46,32
Masa suelo seco + recip. (gr)	46,35	41,31	32,00	32,93	33,77	34,22
Masa recipiente (gr)	6,71	6,75	1,92	1,93	1,90	1,97
Masa del agua (gr)	18,65	16,48	12,35	12,76	11,87	12,10
Masa suelo seco (gr)	39,64	34,56	30,08	31,00	31,87	32,25
Contenido de humedad w%	47,06	47,68	41,07	41,15	37,25	37,52
w% promedio	47,37		41,11		37,39	
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	54,80	18,27	79,40	26,47	113,20	37,73
0,050	100,30	33,43	158,00	52,67	239,90	79,97
0,075	134,80	44,93	235,30	78,43	345,20	115,07
0,1	165,00	55,00	305,30	101,77	441,30	147,10
0,2	261,00	87,00	471,70	157,23	672,80	224,27
0,3	316,10	105,37	588,10	196,03	798,60	266,20
0,4	352,40	117,47	630,80	210,27	837,30	279,10
0,5	389,70	129,90	651,40	217,13	879,30	293,10

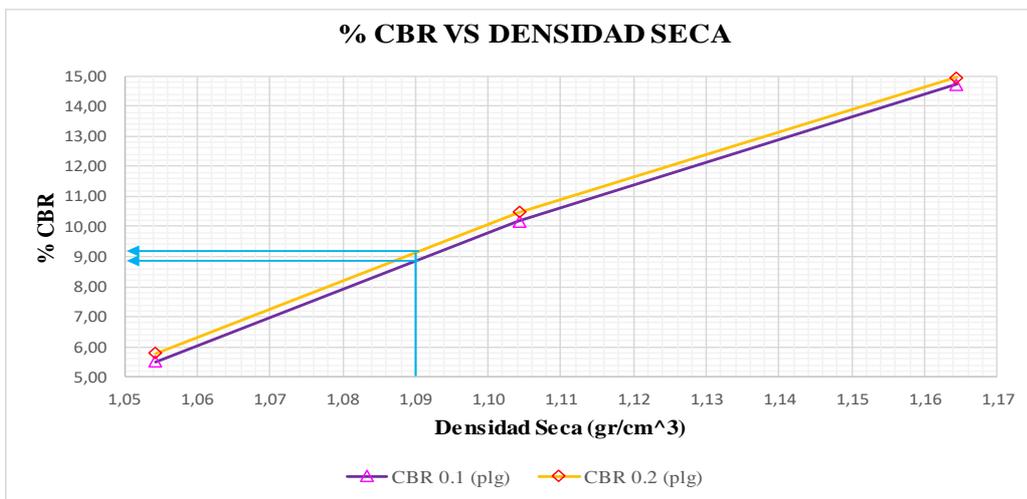
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	147,10	14,71	1,16	224,27	14,95	1,16
B	101,77	10,18	1,10	157,23	10,48	1,10
A	55,00	5,50	1,05	87,00	5,80	1,05

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



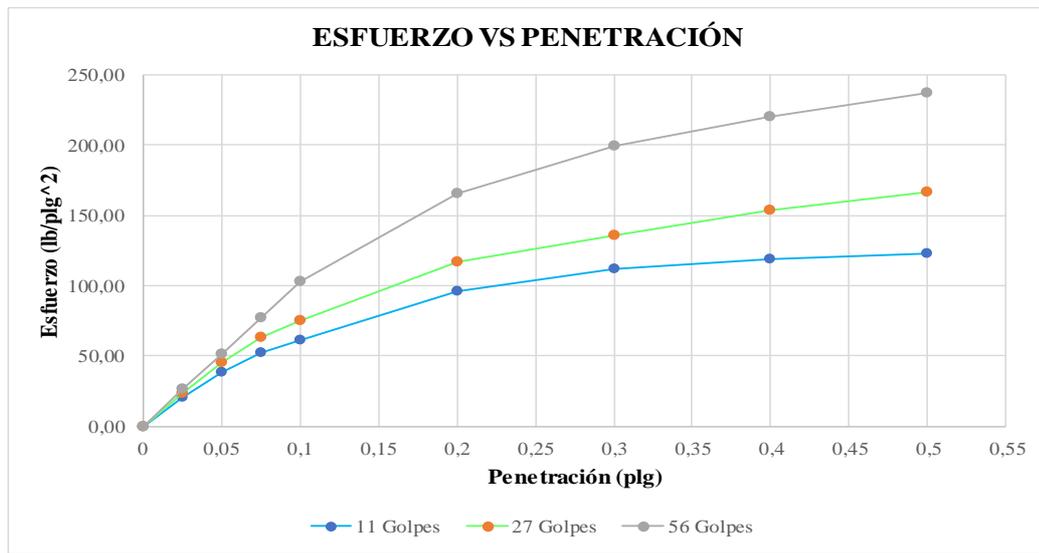
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,150		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,09	8,80	9,20	9,20
CBR PUNTUAL (%)			9,20	

Autor: Autoría propia

Tabla 116. CBR de Calicata 6 – relleno – km 7+000,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 7+000,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		6 - RELLENO	
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,384	Diámetro:	15,216	Diámetro:	15,220
	Altura:	12,626	Altura:	12,662	Altura:	12,638
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	12003		11973		10423	
Masa del molde (gr)	8685		8321		6424	
Masa muestra húmeda (gr)	3318		3652		3999	
Volumen muestra (cm ³)	2346,90		2302,47		2299,31	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	1,41		1,59		1,74	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	F1	F2	F3	F4	F5	F6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	58,26	61,46	62,17	62,00	56,42	64,17
Masa suelo seco + recip. (gr)	47,50	50,00	49,01	48,41	43,72	49,49
Masa recipiente (gr)	2,07	1,99	1,98	1,95	2,02	2,04
Masa del agua (gr)	10,76	11,47	13,16	13,60	12,70	14,68
Masa suelo seco (gr)	45,43	48,01	47,03	46,46	41,70	47,45
Contenido de humedad w%	23,68	23,88	27,98	29,26	30,45	30,94
w% promedio	23,78		28,62		30,69	
Peso unitario seco (gr/cm ³)	1,142		1,233		1,331	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	17416		16608		14554	
Masa del molde (gr)	8685		8321		6424	
Masa muestra húmeda (gr)	8731		8287		8130	
Volumen muestra (cm ³)	2346,90		2302,47		2299,31	
Peso unitario húmedo (gr/cm ³)	3,72		3,60		3,54	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	F1-1	F2-2	F3-3	F4-4	F5-5	F6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	59,58	46,78	49,98	45,09	42,93	49,83
Masa suelo seco + recip. (gr)	46,64	36,71	36,13	33,00	31,55	36,46
Masa recipiente (gr)	1,91	1,89	1,87	1,93	1,89	1,91
Masa del agua (gr)	12,94	10,07	13,85	12,09	11,38	13,37
Masa suelo seco (gr)	44,73	34,83	34,26	31,08	29,66	34,55
Contenido de humedad w%	28,92	28,90	40,43	38,91	38,36	38,71
w% promedio	28,91		39,67		38,54	
Penetración en la máquina CBR						
Molde	A		B		C	
Penetración (plg)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)	Dial	Presión (lb/plg ²)
	0	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00
0,025	62,70	20,90	69,20	23,07	78,20	26,07
0,050	115,80	38,60	136,20	45,40	152,90	50,97
0,075	158,40	52,80	189,30	63,10	231,80	77,27
0,1	183,60	61,20	226,60	75,53	308,30	102,77
0,2	288,80	96,27	351,80	117,27	498,20	166,07
0,3	335,60	111,87	407,80	135,93	598,60	199,53
0,4	357,30	119,10	460,60	153,53	661,30	220,43
0,5	368,80	122,93	500,60	166,87	711,60	237,20

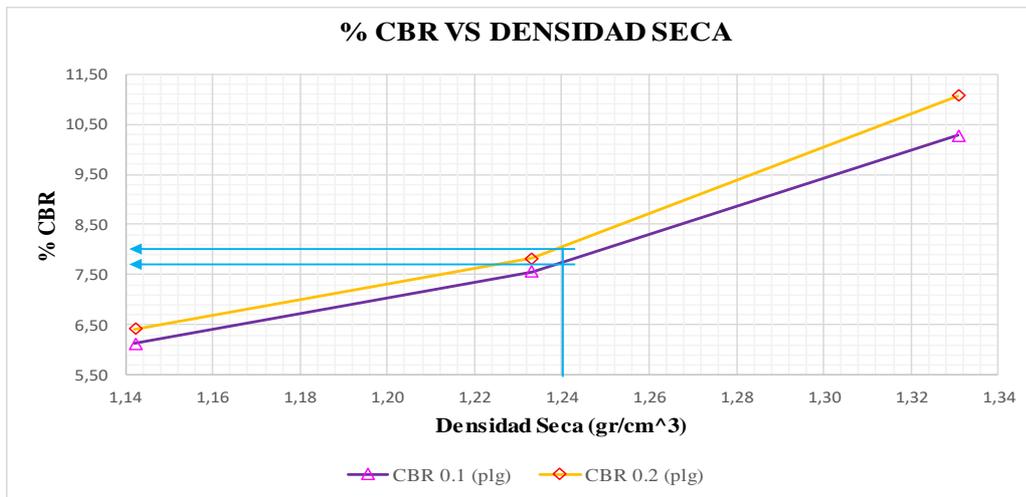
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	102,77	10,28	1,33	166,07	11,07	1,33
B	75,53	7,55	1,23	117,27	7,82	1,23
A	61,20	6,12	1,14	96,27	6,42	1,14

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



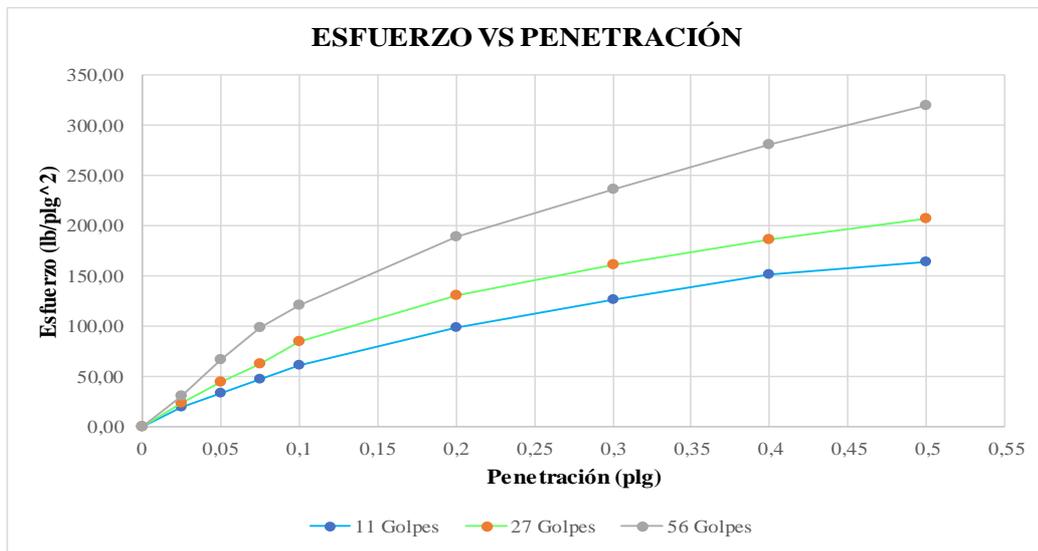
Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,310		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,24	7,70	8,10	8,10
CBR PUNTUAL (%)			8,10	

Autor: Autoría propia

Tabla 117. CBR de Calicata 7 – subrasante – km 7+475,00

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL CBR 						
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”						
ABS: 7+475,00						
NORMA: ASTM D1883			No. CALICATA:		7 - SUBRASANTE	
REALIZADO POR: JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO						
CBR DE LABORATORIO						
Molde	A		B		C	
Dimensiones	Diámetro:	15,212	Diámetro:	15,266	Diámetro:	15,324
	Altura:	12,632	Altura:	12,728	Altura:	12,624
Proceso de Compactación						
Nro. De golpes por capa	11		27		56	
Muestra húmeda + molde (gr)	9947		10912		13100	
Masa del molde (gr)	6942		7488		9584	
Masa muestra húmeda (gr)	3005		3424		3516	
Volumen muestra (cm3)	2295,80		2329,70		2328,26	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,31		1,47		1,51	
Contenido de Humedad						
	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde	Bandeja	Molde
Numero de recipiente	G1	G2	G3	G4	G5	G6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	49,76	60,91	58,27	55,92	47,51	54,09
Masa suelo seco + recip. (gr)	40,32	49,38	46,74	45,03	38,14	43,30
Masa recipiente (gr)	2,07	1,99	1,98	1,94	2,02	2,04
Masa del agua (gr)	9,44	11,53	11,53	10,88	9,37	10,78
Masa suelo seco (gr)	38,25	47,40	44,76	43,09	36,11	41,26
Contenido de humedad w%	24,69	24,32	25,75	25,26	25,96	26,13
w% promedio	24,50		25,51		26,04	
Peso unitario seco (gr/cm3)	1,051		1,171		1,198	
Después de la Saturación						
Muestra húmeda + molde (gr)	10391		11419		13323	
Masa del molde (gr)	6942		7488		9584	
Masa muestra húmeda (gr)	3449		3931		3739	
Volumen muestra (cm3)	2295,80		2329,70		2328,26	
Peso unitario húmedo (gr/cm3)	1,50		1,69		1,61	
Contenido de Humedad						
	Superior	Inferior	Superior	Inferior	Superior	Inferior
Numero de recipiente	G1-1	G2-2	G3-3	G4-4	G5-5	G6-6
Masa suelo húmedo + recip (gr)	83,52	68,98	73,59	68,57	70,45	62,07
Masa suelo seco + recip. (gr)	50,68	42,16	46,99	43,68	46,29	40,79
Masa recipiente (gr)	6,67	7,10	7,27	7,08	7,32	6,59
Masa del agua (gr)	32,84	26,82	26,60	24,89	24,16	21,28
Masa suelo seco (gr)	44,01	35,06	39,72	36,59	38,97	34,21
Contenido de humedad w%	74,62	76,50	66,97	68,03	62,00	62,21
w% promedio	75,56		67,50		62,11	
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
0,025	58,80	19,60	68,10	22,70	89,30	29,77
0,050	99,30	33,10	130,80	43,60	197,10	65,70
0,075	139,90	46,63	184,60	61,53	295,40	98,47
0,1	181,20	60,40	251,60	83,87	363,30	121,10
0,2	293,80	97,93	391,60	130,53	565,70	188,57
0,3	380,30	126,77	484,20	161,40	710,00	236,67
0,4	455,20	151,73	558,40	186,13	841,70	280,57
0,5	491,10	163,70	621,30	207,10	957,50	319,17

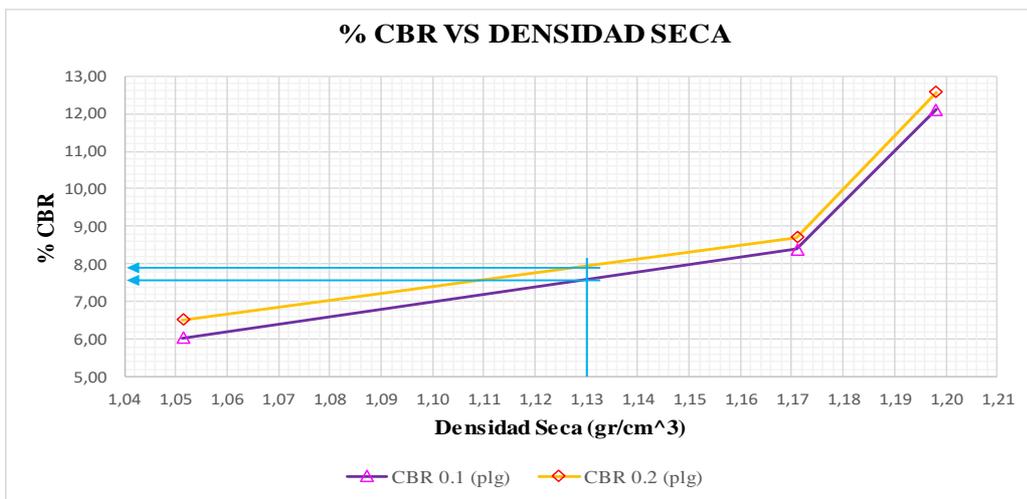
Gráfica de Esfuerzo vs Penetración



CBR Corregidos

MOLDE	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.1 plg	Densidad Seca	Presión (lb/plg ²)	CBR 0.2 plg	Densidad Seca
C	121,10	12,11	1,20	188,57	12,57	1,20
B	83,87	8,39	1,17	130,53	8,70	1,17
A	60,40	6,04	1,05	97,93	6,53	1,05

Gráfica de % CBR vs Densidad Seca



Densidad seca máxima (gr/cm ³)		1,192		
DSM	% CBR 0.1 plg	% CBR 0.2 plg	% CBR mayor	
95%	1,13	7,60	7,92	7,92
CBR PUNTUAL (%)			7,92	

Autor: Autoría propia

ANEXO F.

VOLUMENES DE CORTE Y

RELLENO

Tabla 118. Volúmenes de corte y relleno del proyecto

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA INGENIERÍA CIVIL VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO 					
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”					
ABSCISA [km]	VOLÚMENES PARCIALES [m3]		VOLÚMENES ACUMULADOS [m3]		VOLUMEN NETO [m3]
	CORTE	RELLENO	CORTE	RELLENO	
4+000.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
4+020.00	4060.53	39.52	4060.53	39.52	4021.01
4+040.00	720.99	3491.58	4781.53	3531.11	1250.42
4+060.00	0.00	4249.43	4781.53	7780.54	-2999.01
4+078.71	0.00	1438.18	4781.53	9218.71	-4437.19
4+080.00	0.00	95.05	4781.53	9313.76	-4532.23
4+089.42	0.00	679.80	4781.53	9993.56	-5212.03
4+100.00	0.00	730.82	4781.53	10724.38	-5942.86
4+100.13	0.00	8.90	4781.53	10733.28	-5951.75
4+109.42	0.00	630.79	4781.53	11364.07	-6582.54
4+110.00	0.00	39.56	4781.53	11403.62	-6622.10
4+119.42	0.00	654.91	4781.53	12058.54	-7277.01
4+120.00	0.00	40.62	4781.53	12099.16	-7317.63
4+125.07	0.00	355.80	4781.53	12454.96	-7673.43
4+130.00	0.00	933.26	4781.53	13388.21	-8606.69
4+130.72	0.00	206.73	4781.53	13594.94	-8813.42
4+140.00	0.00	2599.01	4781.53	16193.95	-11412.43
4+140.72	0.00	172.21	4781.53	16366.16	-11584.63
4+150.01	0.00	2003.11	4781.53	18369.26	-13587.74
4+160.00	0.00	1659.12	4781.53	20028.38	-15246.86
4+160.72	0.00	97.52	4781.53	20125.90	-15344.37
4+171.43	11.79	1078.46	4793.31	21204.36	-16411.05
4+180.00	51.89	719.41	4845.20	21923.77	-17078.57
4+200.00	725.35	988.01	5570.55	22911.78	-17341.23
4+220.00	1809.94	0.00	7380.49	22911.78	-15531.29
4+240.00	2201.58	0.00	9582.07	22911.78	-13329.71
4+252.43	1188.78	0.00	10770.85	22911.78	-12140.93
4+260.00	648.48	0.00	11419.33	22911.78	-11492.45
4+270.00	795.59	0.00	12214.92	22911.78	-10696.86

4+280.00	731.77	0.00	12946.69	22911.78	-9965.09
4+290.00	780.12	0.19	13726.81	22911.98	-9185.17
4+300.00	922.21	0.19	14649.02	22912.17	-8263.15
4+310.00	1043.68	0.00	15692.69	22912.17	-7219.48
4+314.30	485.09	0.00	16177.78	22912.17	-6734.39
4+320.00	652.05	0.00	16829.84	22912.17	-6082.33
4+340.00	2147.44	0.00	18977.27	22912.17	-3934.90
4+360.00	1706.62	0.00	20683.90	22912.17	-2228.27
4+380.00	1226.01	0.00	21909.90	22912.17	-1002.27
4+395.30	746.25	0.00	22656.16	22912.17	-256.01
4+400.00	208.34	0.00	22864.50	22912.17	-47.67
4+406.01	249.17	0.00	23113.67	22912.17	201.50
4+416.72	390.18	2.71	23503.85	22914.88	588.96
4+420.00	105.25	3.30	23609.10	22918.19	690.91
4+426.01	176.82	55.76	23785.92	22973.95	811.97
4+430.00	107.56	86.75	23893.48	23060.70	832.77
4+436.01	141.51	241.28	24034.99	23301.98	733.01
4+440.00	78.39	248.96	24113.38	23550.93	562.45
4+450.00	130.90	420.69	24244.28	23971.63	272.65
4+456.28	37.64	256.71	24281.92	24228.33	53.58
4+460.00	9.08	296.41	24291.00	24524.75	-233.75
4+470.00	5.36	1158.29	24296.36	25683.04	-1386.68
4+476.55	0.00	970.49	24296.36	26653.53	-2357.18
4+480.00	0.00	542.44	24296.36	27195.97	-2899.62
4+486.55	0.00	905.89	24296.36	28101.87	-3805.51
4+495.84	5.66	1166.35	24302.02	29268.22	-4966.20
4+500.00	10.78	446.98	24312.79	29715.19	-5402.40
4+506.55	47.92	603.51	24360.72	30318.70	-5957.99
4+517.26	174.57	507.32	24535.29	30826.02	-6290.73
4+520.00	66.51	30.31	24601.79	30856.33	-6254.54
4+540.00	796.69	230.42	25398.48	31086.75	-5688.27
4+560.00	1008.67	156.27	26407.15	31243.02	-4835.87
4+576.90	742.50	25.95	27149.66	31268.97	-4119.31
4+580.00	122.07	1.09	27271.73	31270.06	-3998.34
4+590.00	369.34	1.17	27641.06	31271.23	-3630.17
4+600.00	326.33	0.38	27967.39	31271.62	-3304.22
4+610.00	277.45	2.68	28244.84	31274.30	-3029.46
4+620.00	239.85	6.93	28484.69	31281.24	-2796.55
4+630.00	216.21	7.80	28700.90	31289.03	-2588.13
4+640.00	169.37	14.85	28870.27	31303.88	-2433.62
4+643.10	37.49	12.57	28907.76	31316.46	-2408.70

4+660.00	94.01	357.71	29001.77	31674.16	-2672.39
4+680.00	0.86	1320.40	29002.63	32994.57	-3991.94
4+700.00	0.00	2632.20	29002.63	35626.77	-6624.14
4+720.00	0.00	3506.15	29002.63	39132.92	-10130.29
4+740.00	0.00	3051.02	29002.63	42183.94	-13181.31
4+760.00	0.00	1895.33	29002.63	44079.27	-15076.64
4+771.84	0.00	622.46	29002.63	44701.73	-15699.10
4+779.73	0.53	261.27	29003.16	44963.01	-15959.85
4+780.00	0.04	7.51	29003.20	44970.51	-15967.31
4+787.62	10.00	156.61	29013.20	45127.12	-16113.93
4+799.73	81.26	84.25	29094.46	45211.37	-16116.91
4+800.00	2.97	0.16	29097.43	45211.53	-16114.10
4+800.43	4.89	0.21	29102.32	45211.74	-16109.41
4+809.73	164.03	1.96	29266.36	45213.69	-15947.34
4+810.00	6.11	0.00	29272.47	45213.69	-15941.23
4+820.00	246.84	0.00	29519.31	45213.69	-15694.38
4+828.41	205.10	0.00	29724.42	45213.69	-15489.28
4+830.00	34.93	0.00	29759.35	45213.69	-15454.34
4+840.00	183.55	0.73	29942.90	45214.42	-15271.52
4+847.09	80.54	2.23	30023.45	45216.65	-15193.21
4+850.00	19.86	2.83	30043.31	45219.48	-15176.18
4+856.40	24.73	24.46	30068.03	45243.94	-15175.91
4+857.09	1.34	4.73	30069.38	45248.68	-15179.30
4+860.00	3.82	25.36	30073.19	45274.04	-15200.85
4+869.20	4.49	112.01	30077.68	45386.05	-15308.37
4+877.09	1.08	121.97	30078.76	45508.02	-15429.26
4+880.00	0.26	50.35	30079.03	45558.37	-15479.34
4+884.98	0.32	93.02	30079.34	45651.39	-15572.05
4+900.00	0.36	341.06	30079.71	45992.46	-15912.75
4+920.00	20.35	446.16	30100.06	46438.61	-16338.55
4+940.00	136.67	262.66	30236.72	46701.27	-16464.55
4+960.00	471.95	74.88	30708.67	46776.15	-16067.48
4+980.00	1010.18	0.01	31718.84	46776.16	-15057.32
5+000.00	1300.30	0.00	33019.14	46776.16	-13757.02
5+020.00	1219.20	0.00	34238.35	46776.16	-12537.81
5+040.00	573.45	0.00	34811.80	46776.16	-11964.36
5+060.00	485.96	0.00	35297.75	46776.16	-11478.41
5+080.00	929.14	0.00	36226.90	46776.16	-10549.26
5+100.00	837.43	0.00	37064.33	46776.16	-9711.83
5+120.00	694.33	0.00	37758.66	46776.16	-9017.50
5+140.00	490.31	0.00	38248.98	46776.16	-8527.18

5+160.00	272.48	2.68	38521.46	46778.84	-8257.39
5+163.09	23.31	1.46	38544.77	46780.30	-8235.53
5+170.98	41.64	12.49	38586.41	46792.79	-8206.38
5+178.87	22.44	31.16	38608.85	46823.95	-8215.09
5+180.00	2.09	6.35	38610.94	46830.30	-8219.36
5+190.98	10.02	94.87	38620.96	46925.17	-8304.21
5+200.00	0.55	131.61	38621.51	47056.79	-8435.27
5+200.98	0.00	18.86	38621.51	47075.64	-8454.13
5+210.00	0.00	215.29	38621.51	47290.93	-8669.42
5+220.00	0.00	320.68	38621.51	47611.61	-8990.10
5+230.00	0.00	416.30	38621.51	48027.91	-9406.40
5+231.64	0.00	82.01	38621.51	48109.92	-9488.40
5+240.00	0.00	482.05	38621.51	48591.97	-9970.46
5+250.00	0.00	736.46	38621.51	49328.43	-10706.92
5+260.00	0.00	907.05	38621.51	50235.47	-11613.96
5+262.30	0.00	232.07	38621.51	50467.55	-11846.04
5+270.00	0.00	825.81	38621.51	51293.35	-12671.84
5+272.30	0.00	257.81	38621.51	51551.17	-12929.66
5+280.00	0.00	888.41	38621.51	52439.57	-13818.06
5+284.41	0.00	500.70	38621.51	52940.28	-14318.76
5+292.30	0.00	843.35	38621.51	53783.63	-15162.11
5+300.00	0.00	749.17	38621.51	54532.80	-15911.28
5+300.19	0.00	17.56	38621.51	54550.35	-15928.84
5+320.00	0.00	1591.01	38621.51	56141.37	-17519.85
5+340.00	0.00	1049.19	38621.51	57190.55	-18569.04
5+349.13	5.37	239.77	38626.88	57430.32	-18803.44
5+350.00	1.16	13.06	38628.04	57443.38	-18815.34
5+360.00	47.19	81.07	38675.22	57524.45	-18849.23
5+370.00	140.70	10.52	38815.93	57534.98	-18719.05
5+380.00	262.68	0.67	39078.61	57535.65	-18457.04
5+390.00	420.18	0.00	39498.79	57535.65	-18036.86
5+400.00	628.53	0.00	40127.32	57535.65	-17408.33
5+410.00	845.43	0.00	40972.75	57535.65	-16562.90
5+420.00	991.31	0.00	41964.06	57535.65	-15571.59
5+420.31	32.31	0.00	41996.37	57535.65	-15539.28
5+440.00	1834.17	36.95	43830.54	57572.60	-13742.06
5+460.00	884.81	37.54	44715.35	57610.14	-12894.79
5+478.81	75.70	34.50	44791.05	57644.64	-12853.60
5+480.00	5.38	5.49	44796.43	57650.13	-12853.70
5+483.81	17.16	37.56	44813.59	57687.70	-12874.11
5+488.81	7.03	109.90	44820.61	57797.60	-12976.99

5+497.14	1.64	348.78	44822.25	58146.38	-13324.13
5+500.00	-0.63	104.72	44821.62	58251.10	-13429.48
5+503.81	-7.33	169.99	44814.29	58421.08	-13606.79
5+510.00	-48.27	332.34	44766.02	58753.43	-13987.41
5+520.00	-60.96	536.06	44705.06	59289.49	-14584.43
5+524.17	0.00	189.22	44705.06	59478.71	-14773.65
5+530.00	0.00	229.29	44705.06	59708.00	-15002.94
5+540.00	-317.84	288.01	44387.21	59996.01	-15608.79
5+544.52	-155.35	84.58	44231.86	60080.59	-15848.73
5+550.00	-14.20	31.15	44217.67	60111.74	-15894.08
5+551.19	0.00	5.88	44217.67	60117.62	-15899.95
5+559.52	9.81	126.18	44227.48	60243.80	-16016.33
5+560.00	1.26	6.54	44228.73	60250.34	-16021.61
5+564.52	32.48	50.46	44261.21	60300.80	-16039.59
5+569.52	86.83	36.31	44348.05	60337.11	-15989.07
5+580.00	403.82	31.32	44751.87	60368.44	-15616.57
5+600.00	1175.17	5.32	45927.04	60373.76	-14446.72
5+620.00	755.96	70.65	46682.99	60444.41	-13761.42
5+640.00	118.96	70.65	46801.96	60515.06	-13713.10
5+660.00	0.00	128.96	46801.96	60644.01	-13842.06
5+680.00	0.00	261.50	46801.96	60905.52	-14103.56
5+700.00	0.00	281.27	46801.96	61186.79	-14384.84
5+720.00	18.73	196.13	46820.69	61382.92	-14562.23
5+740.00	49.74	89.82	46870.43	61472.74	-14602.31
5+760.00	158.57	44.07	47029.00	61516.81	-14487.81
5+780.00	428.71	1.65	47457.71	61518.47	-14060.76
5+800.00	1015.15	0.00	48472.86	61518.47	-13045.61
5+816.43	1583.38	0.00	50056.24	61518.47	-11462.23
5+820.00	454.60	0.00	50510.84	61518.47	-11007.63
5+822.88	399.50	0.00	50910.34	61518.47	-10608.13
5+829.33	997.52	0.00	51907.86	61518.47	-9610.61
5+830.00	111.30	0.00	52019.16	61518.47	-9499.31
5+840.00	1883.60	0.00	53902.76	61518.47	-7615.71
5+842.88	608.23	0.00	54510.99	61518.47	-7007.48
5+850.00	1601.51	0.00	56112.50	61518.47	-5405.97
5+852.88	686.41	0.00	56798.91	61518.47	-4719.56
5+860.00	1810.31	0.00	58609.22	61518.47	-2909.25
5+865.80	1596.68	0.00	60205.90	61518.47	-1312.57
5+870.00	1203.76	0.00	61409.66	61518.47	-108.81
5+878.71	2487.19	0.00	63896.85	61518.47	2378.38
5+880.00	359.71	0.00	64256.56	61518.47	2738.09

5+888.71	2216.10	0.00	66472.66	61518.47	4954.19
5+890.00	280.81	0.00	66753.47	61518.47	5235.00
5+900.00	1973.01	0.00	68726.48	61518.47	7208.01
5+902.26	363.89	0.00	69090.37	61518.47	7571.90
5+908.71	914.34	0.00	70004.71	61518.47	8486.24
5+915.16	745.74	0.00	70750.45	61518.47	9231.98
5+920.00	451.30	0.00	71201.75	61518.47	9683.28
5+940.00	1249.78	0.00	72451.53	61518.47	10933.06
5+960.00	521.57	27.46	72973.10	61545.93	11427.17
5+980.00	153.81	121.89	73126.91	61667.82	11459.09
6+000.00	71.48	303.12	73198.39	61970.94	11227.45
6+002.94	6.95	58.67	73205.34	62029.62	11175.73
6+010.00	24.00	107.98	73229.34	62137.59	11091.75
6+020.00	59.19	88.34	73288.53	62225.93	11062.60
6+030.00	94.66	45.89	73383.19	62271.82	11111.37
6+040.00	129.30	22.03	73512.49	62293.85	11218.64
6+050.00	167.53	9.47	73680.02	62303.32	11376.70
6+060.00	217.32	4.17	73897.35	62307.49	11589.86
6+070.00	257.45	1.49	74154.80	62308.98	11845.82
6+080.00	271.29	0.06	74426.09	62309.04	12117.05
6+090.00	359.78	1.06	74785.87	62310.10	12475.77
6+097.06	368.61	5.52	75154.48	62315.61	12838.87
6+100.00	185.59	5.26	75340.08	62320.87	13019.20
6+116.28	1178.37	131.47	76518.44	62452.35	14066.09
6+120.00	285.89	60.54	76804.33	62512.88	14291.44
6+121.28	95.34	25.02	76899.67	62537.90	14361.77
6+126.28	352.22	123.49	77251.88	62661.39	14590.50
6+134.61	567.74	257.15	77819.62	62918.54	14901.08
6+140.00	-548.44	229.54	77271.18	63148.07	14123.11
6+141.28	-166.26	57.33	77104.92	63205.41	13899.52
6+150.00	-648.56	341.16	76456.36	63546.57	12909.80
6+160.00	-31.91	185.48	76424.46	63732.05	12692.41
6+161.23	2.24	2.85	76426.70	63734.90	12691.80
6+170.00	109.17	5.42	76535.87	63740.32	12795.56
6+180.00	332.47	-65.47	76868.35	63674.85	13193.49
6+181.18	55.31	-17.68	76923.66	63657.17	13266.49
6+187.85	391.99	-164.24	77315.65	63492.93	13822.72
6+196.18	537.32	138.16	77852.97	63631.09	14221.88
6+200.00	258.24	34.18	78111.21	63665.27	14445.94
6+201.18	81.16	7.79	78192.36	63673.06	14519.30
6+206.18	352.96	22.34	78545.32	63695.41	14849.91

6+220.00	1128.75	19.37	79674.07	63714.78	15959.29
6+240.00	1770.20	0.00	81444.27	63714.78	17729.49
6+260.00	1694.26	0.00	83138.54	63714.78	19423.75
6+280.00	1558.11	0.00	84696.64	63714.78	20981.86
6+290.89	748.53	0.00	85445.18	63714.78	21730.40
6+298.78	479.46	0.00	85924.64	63714.78	22209.86
6+300.00	67.53	0.00	85992.18	63714.78	22277.40
6+306.67	336.19	0.00	86328.36	63714.78	22613.58
6+318.78	598.88	0.00	86927.25	63714.78	23212.46
6+320.00	65.37	0.00	86992.62	63714.78	23277.84
6+328.78	534.70	0.00	87527.33	63714.78	23812.54
6+330.00	79.82	0.00	87607.15	63714.78	23892.36
6+340.00	698.30	0.00	88305.45	63714.78	24590.67
6+340.53	37.50	0.00	88342.95	63714.78	24628.17
6+350.00	668.95	0.00	89011.90	63714.78	25297.12
6+352.29	159.36	0.00	89171.26	63714.78	25456.48
6+360.00	569.60	0.00	89740.86	63714.78	26026.08
6+362.29	179.62	0.00	89920.49	63714.78	26205.70
6+374.40	928.84	0.00	90849.32	63714.78	27134.54
6+380.00	446.25	0.00	91295.57	63714.78	27580.79
6+382.29	189.51	0.00	91485.08	63714.78	27770.30
6+387.65	462.55	0.00	91947.63	63714.78	28232.85
6+390.00	210.71	0.00	92158.35	63714.78	28443.56
6+390.18	16.23	0.00	92174.58	63714.78	28459.80
6+400.00	919.31	0.00	93093.88	63714.78	29379.10
6+410.00	984.14	0.00	94078.03	63714.78	30363.24
6+420.00	1012.81	0.00	95090.84	63714.78	31376.06
6+430.00	1031.24	0.00	96122.08	63714.78	32407.30
6+440.00	1042.91	0.00	97164.99	63714.78	33450.21
6+450.00	1006.40	0.00	98171.39	63714.78	34456.61
6+460.00	895.49	0.00	99066.88	63714.78	35352.10
6+470.00	748.05	0.00	99814.93	63714.78	36100.15
6+478.29	504.31	0.00	100319.24	63714.78	36604.46
6+480.00	91.78	0.00	100411.03	63714.78	36696.24
6+490.00	462.49	0.00	100873.52	63714.78	37158.74
6+500.00	342.02	0.00	101215.54	63714.78	37500.76
6+504.30	115.47	0.00	101331.01	63714.79	37616.23
6+506.82	59.12	0.10	101390.14	63714.89	37675.25
6+512.19	99.55	1.38	101489.69	63716.27	37773.42
6+520.00	81.12	1.85	101570.81	63718.12	37852.69
6+520.08	0.42	0.00	101571.23	63718.13	37853.10

6+532.19	33.14	83.11	101604.37	63801.24	37803.13
6+540.00	0.00	167.90	101604.37	63969.14	37635.23
6+542.19	0.00	68.11	101604.37	64037.25	37567.12
6+550.00	0.00	279.16	101604.37	64316.41	37287.96
6+558.39	0.00	318.14	101604.37	64634.55	36969.82
6+560.00	0.00	58.76	101604.37	64693.31	36911.06
6+570.00	0.00	341.43	101604.37	65034.74	36569.63
6+574.60	0.00	128.02	101604.37	65162.76	36441.61
6+580.00	0.39	95.71	101604.76	65258.46	36346.29
6+584.60	4.97	29.41	101609.72	65287.88	36321.84
6+596.71	228.71	9.46	101838.43	65297.33	36541.10
6+600.00	137.31	0.00	101975.74	65297.33	36678.41
6+604.60	263.15	0.00	102238.89	65297.33	36941.56
6+612.49	624.36	0.00	102863.25	65297.33	37565.92
6+620.00	822.71	0.00	103685.96	65297.33	38388.63
6+640.00	3279.42	0.00	106965.38	65297.33	41668.05
6+660.00	4486.03	0.00	111451.41	65297.33	46154.08
6+662.05	512.10	0.00	111963.51	65297.33	46666.17
6+670.00	2050.84	0.00	114014.35	65297.33	48717.02
6+680.00	2721.21	0.00	116735.56	65297.33	51438.23
6+690.00	2871.53	0.00	119607.09	65297.33	54309.75
6+700.00	3017.11	0.00	122624.19	65297.33	57326.86
6+710.00	3162.51	0.00	125786.70	65297.33	60489.37
6+720.00	3304.10	0.00	129090.80	65297.33	63793.46
6+730.00	3435.19	0.00	132525.99	65297.33	67228.65
6+737.95	2758.26	0.00	135284.25	65297.33	69986.92
6+740.00	700.82	0.00	135985.07	65297.33	70687.73
6+760.00	6240.73	0.00	142225.80	65297.33	76928.47
6+780.00	4952.64	0.00	147178.43	65297.33	81881.10
6+800.00	3884.60	96.41	151063.03	65393.74	85669.29
6+820.00	3601.35	753.42	154664.38	66147.16	88517.22
6+840.00	4247.04	1705.11	158911.42	67852.27	91059.15
6+845.81	1461.08	595.48	160372.50	68447.75	91924.75
6+850.81	1339.87	478.64	161712.36	68926.39	92785.98
6+855.81	1419.92	423.82	163132.29	69350.20	93782.08
6+860.00	1259.33	299.91	164391.62	69650.11	94741.51
6+864.14	1315.32	242.70	165706.94	69892.81	95814.14
6+870.00	2425.81	-667.86	168132.75	69224.95	98907.80
6+870.81	336.57	-125.01	168469.32	69099.94	99369.39
6+880.00	3366.08	-1053.59	171835.40	68046.34	103789.06
6+890.00	2479.76	-353.74	174315.17	67692.60	106622.56

6+891.42	237.53	0.00	174552.70	67692.60	106860.10
6+900.00	1018.98	0.00	175571.68	67692.60	107879.08
6+910.00	-1474.54	0.00	174097.14	67692.60	106404.53
6+912.02	-779.91	0.05	173317.23	67692.65	105624.57
6+918.69	-2618.85	183.23	170698.38	67875.88	102822.50
6+920.00	403.78	48.28	171102.16	67924.16	103177.99
6+927.02	1992.78	279.54	173094.94	68203.71	104891.23
6+932.02	1236.33	238.78	174331.27	68442.49	105888.78
6+937.02	1092.77	311.29	175424.04	68753.78	106670.26
6+940.00	589.26	219.89	176013.30	68973.67	107039.63
6+960.00	2889.20	2034.39	178902.50	71008.06	107894.44
6+970.08	799.30	1247.18	179701.80	72255.24	107446.56
6+980.00	436.25	1149.38	180138.05	73404.62	106733.43
6+990.00	154.36	1017.56	180292.41	74422.18	105870.22
7+000.00	16.93	863.07	180309.33	75285.25	105024.08
7+010.00	20.02	702.26	180329.36	75987.52	104341.84
7+020.00	88.83	573.62	180418.19	76561.13	103857.05
7+029.92	212.43	520.06	180630.62	77081.19	103549.43
7+040.00	345.75	521.45	180976.37	77602.64	103373.73
7+060.00	590.47	898.27	181566.84	78500.92	103065.92
7+078.00	175.19	1192.79	181742.03	79693.71	102048.32
7+080.00	0.00	196.94	181742.03	79890.65	101851.38
7+083.00	0.00	333.08	181742.03	80223.73	101518.30
7+088.00	0.00	662.35	181742.03	80886.08	100855.95
7+096.33	0.00	1442.09	181742.03	82328.17	99413.86
7+100.00	0.00	-319.36	181742.03	82008.81	99733.22
7+103.00	0.00	-223.51	181742.03	81785.29	99956.74
7+110.00	0.00	-67.65	181742.03	81717.64	100024.39
7+120.00	0.00	1111.42	181742.03	82829.07	98912.96
7+123.89	0.00	731.01	181742.03	83560.08	98181.95
7+130.00	0.00	1293.71	181742.03	84853.79	96888.24
7+140.00	0.00	1728.29	181742.03	86582.09	95159.94
7+144.78	-0.07	651.30	181741.96	87233.38	94508.57
7+150.00	-0.08	747.25	181741.87	87980.64	93761.24
7+151.45	0.00	196.13	181741.87	88176.77	93565.11
7+159.78	0.01	1745.05	181741.88	89921.82	91820.06
7+160.00	0.00	40.17	181741.88	89961.99	91779.90
7+164.78	0.08	800.34	181741.96	90762.33	90979.63
7+169.78	0.33	693.36	181742.29	91455.68	90286.61
7+180.00	0.52	1055.49	181742.81	92511.17	89231.64
7+200.00	210.93	1312.94	181953.75	93824.11	88129.64

7+220.00	810.33	739.27	182764.07	94563.38	88200.69
7+240.00	1584.22	307.99	184348.29	94871.38	89476.92
7+260.00	2124.80	61.49	186473.10	94932.87	91540.23
7+280.00	2519.08	0.00	188992.18	94932.87	94059.31
7+300.00	2666.35	0.00	191658.53	94932.87	96725.66
7+311.83	1266.73	0.07	192925.26	94932.94	97992.32
7+316.83	372.03	1.40	193297.29	94934.34	98362.95
7+320.00	181.68	4.06	193478.97	94938.41	98540.57
7+321.83	88.06	5.02	193567.03	94943.42	98623.61
7+330.16	300.22	75.73	193867.25	95019.15	98848.11
7+336.83	92.04	-74.30	193959.29	94944.85	99014.45
7+340.00	-63.83	-2.65	193895.46	94942.20	98953.27
7+350.00	-209.89	30.44	193685.57	94972.63	98712.94
7+356.10	0.00	78.48	193685.57	95051.11	98634.46
7+360.00	0.00	98.02	193685.57	95149.13	98536.44
7+370.00	-582.73	377.70	193102.84	95526.83	97576.01
7+375.37	-801.73	249.55	192301.11	95776.38	96524.73
7+380.00	-672.51	213.23	191628.60	95989.61	95639.00
7+382.04	-196.10	85.49	191432.51	96075.09	95357.41
7+390.37	614.81	238.23	192047.32	96313.33	95733.99
7+395.37	468.00	97.64	192515.32	96410.96	96104.36
7+400.00	477.35	54.58	192992.67	96465.54	96527.13
7+400.37	38.71	3.04	193031.38	96468.59	96562.80
7+420.00	1736.13	78.88	194767.51	96547.47	98220.05
7+440.00	1099.02	2.53	195866.53	96549.99	99316.53
7+460.00	678.85	61.12	196545.38	96611.11	99934.27
7+480.00	441.45	335.76	196986.83	96946.87	100039.96
7+500.00	213.86	914.51	197200.69	97861.38	99339.31
7+520.00	151.25	1346.47	197351.95	99207.85	98144.10
7+540.00	147.00	1492.66	197498.95	100700.51	96798.44
7+560.00	99.73	1434.89	197598.68	102135.40	95463.29
7+580.00	57.18	1283.56	197655.86	103418.96	94236.90
7+600.00	35.38	1237.96	197691.24	104656.92	93034.32
7+615.85	17.57	740.16	197708.81	105397.08	92311.73
7+620.00	3.15	169.04	197711.97	105566.12	92145.85
7+623.85	2.27	180.68	197714.23	105746.80	91967.43
7+630.00	2.17	247.36	197716.40	105994.16	91722.24
7+631.85	0.45	62.47	197716.85	106056.63	91660.22
7+640.00	4.82	209.90	197721.66	106266.52	91455.14
7+650.00	13.76	155.55	197735.42	106422.08	91313.34
7+655.85	12.90	56.23	197748.32	106478.31	91270.02

7+658.85	8.29	22.52	197756.61	106500.83	91255.78
7+659.34	1.35	3.66	197757.96	106504.49	91253.47
7+660.00	1.66	4.80	197759.62	106509.29	91250.33
7+670.00	41.51	48.52	197801.13	106557.82	91243.32
7+680.00	94.11	18.79	197895.24	106576.60	91318.64
7+688.01	121.47	3.62	198016.71	106580.22	91436.49
7+690.00	35.27	0.30	198051.98	106580.52	91471.47
7+700.00	192.97	0.72	198244.95	106581.24	91663.71
7+710.00	199.59	0.46	198444.54	106581.70	91862.85
7+716.68	120.43	1.13	198564.97	106582.83	91982.14
7+717.17	7.85	0.15	198572.82	106582.97	91989.84
7+720.00	43.67	1.08	198616.48	106584.06	92032.42
7+720.17	2.40	0.09	198618.88	106584.15	92034.74
7+730.00	111.12	13.27	198730.00	106597.42	92132.58
7+740.00	60.80	57.72	198790.80	106655.13	92135.66
7+744.17	13.50	49.55	198804.30	106704.69	92099.61
7+750.00	13.06	104.38	198817.35	106809.07	92008.28
7+752.17	3.56	50.57	198820.91	106859.63	91961.28
7+760.00	6.35	251.25	198827.26	107110.88	91716.38
7+760.17	0.04	6.73	198827.30	107117.61	91709.70
7+780.00	2.15	895.30	198829.46	108012.90	90816.55
7+800.00	0.00	1220.63	198829.46	109233.53	89595.92
7+820.00	0.00	1596.32	198829.46	110829.85	87999.61
7+826.87	0.00	618.88	198829.46	111448.73	87380.72
7+834.76	0.00	708.32	198829.46	112157.06	86672.40
7+840.00	0.00	430.66	198829.46	112587.72	86241.74
7+842.65	0.00	193.72	198829.46	112781.44	86048.02
7+854.76	0.51	674.31	198829.96	113455.75	85374.21
7+860.00	5.07	163.77	198835.03	113619.52	85215.51
7+864.76	13.19	88.10	198848.22	113707.62	85140.61
7+870.00	30.65	52.69	198878.87	113760.31	85118.56
7+876.46	73.57	28.24	198952.44	113788.55	85163.89
7+880.00	63.68	5.24	199016.12	113793.79	85222.32
7+888.17	258.46	5.01	199274.58	113798.81	85475.77
7+890.00	82.07	0.59	199356.65	113799.39	85557.25
7+898.17	482.41	2.08	199839.06	113801.47	86037.59
7+900.00	125.53	0.49	199964.59	113801.96	86162.63
7+910.28	776.87	5.12	200741.46	113807.08	86934.38
7+918.17	597.83	6.51	201339.29	113813.60	87525.69
7+920.00	124.40	1.81	201463.69	113815.40	87648.29
7+926.06	350.41	6.89	201814.10	113822.30	87991.80

7+940.00	541.64	143.70	202355.74	113965.99	88389.75
7+960.00	272.65	1442.70	202628.39	115408.69	87219.69
7+980.00	0.00	3707.07	202628.39	119115.76	83512.63
8+000.00	0.00	5554.74	202628.39	124670.50	77957.89

Autor: Autoría propia

ANEXO G.
ESPECIFICACIONES
TÉCNICAS

RUBRO 1

REPLANTEO Y NIVELACIÓN (EQ. TOPOGRÁFICO)

Definición.

Replanteo y nivelación es la ubicación de un proyecto en el terreno, en base a los datos que constan en los planos respectivos y/o las órdenes del ingeniero Fiscalizador; como paso previo a la construcción.

Especificaciones.

Todos los trabajos de replanteo y nivelación deben ser realizados con aparatos de precisión y por personal técnico capacitado y experimentado. Se deberá colocar estacas perfectamente identificados con la cota y abscisa correspondiente y su número estará de acuerdo a la magnitud de la obra y necesidad de trabajo y/o órdenes del ingeniero fiscalizador.

La Entidad dará al contratista como datos de campo, el BM y referencias que constarán en los planos, en base a las cuales el contratista, procederá a replantear la obra a ejecutarse.

Forma de pago.

El replanteo se medirá en metros, con aproximación a dos decimales. El pago se realizará en acuerdo con el proyecto y la cantidad real ejecutada medida en el terreno y aprobada por el ingeniero fiscalizador.

N° del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Replanteo y nivelación.....kilómetro (km)

UNIDAD	Km
MATERIALES	Estaca de madera l=1.20m Pintura anticorrosiva
EQUIPO	Herramienta manual Equipo de topografía. Camioneta 2500cc
MANO DE OBRA	Topografía 2: experiencia mayor a 5 años (Estr.Oc.C1) Cadenero Maestro mayor en ejecución de obras civiles. Chofer de camioneta

RUBRO 2

DESBROCE, DESBOSQUE Y LIMPIEZA

Descripción.

Este trabajo consistirá en despejar el terreno necesario para llevar a cabo la obra contratada de acuerdo con las presentes Especificaciones y los demás documentos contractuales. En las zonas indicadas en los planos o por el Fiscalizador, se eliminarán todos los árboles, arbustos, troncos, cercas vivas, matorrales y cualquier otra vegetación; además de tocones y hojarascas. También se incluyen en este rubro la remoción de la capa de tierra vegetal, hasta la profundidad indicada en los planos o por el Fiscalizador; así como la disposición, en forma satisfactoria al Fiscalizador, de todo el material proveniente de la operación de desbroce, desbosque y limpieza.

Estos trabajos incluirán todas las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las afueras de la misma, que estén señaladas en los planos o por el Fiscalizador, como fuentes designadas u opcionales de materiales de construcción. Además, comprenderán la remoción de obstáculos misceláneos, en caso de no estar incluidos en el contrato los rubros anotados en dicha Sección.

Este trabajo contemplará también la conservación, evitando todo daño o deformación de la vegetación, plantaciones y objetos destinados a conservarse.

Procedimientos de trabajo:

El desbroce, desbosque y limpieza se efectuarán por medios eficaces, manuales y mecánicos, incluyendo la zocola, tala, repique y cualquier otro procedimiento que dé resultados que el Fiscalizador considere satisfactorios. Por lo general, se efectuará dentro de los límites de construcción y hasta 10 metros por fuera de estructuras en las líneas exteriores de taludes. En todo caso, se pagará al contratista solamente por los trabajos efectuados dentro de los límites de Desbroce, Desbosque y Limpieza señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

Cuando en el contrato se prevea la conservación y colocación en áreas de siembra, de la capa de tierra vegetal, este material será almacenado en sitios aprobados por el Fiscalizador, hasta su incorporación a la obra nueva, y todo el trabajo de transporte, almacenamiento y colocación será pagado de acuerdo con lo estipulado en la Secciones 206 y 207 de estas Especificaciones.

En las zonas de excavaciones o de terraplenes de altura inferior a 2 m. deberán removerse y desecharse todos los troncos, tocones, raíces, vegetación en general y material calificado por el Fiscalizador como inadecuado, y si en los documentos contractuales se lo exige, remover y almacenar para su uso posterior la capa de tierra vegetal superficial.

En las zonas que deben cubrirse por terraplenes de altura superior a 2 m. la tala de árboles se podrá realizar de modo que el corte se haga a una altura no mayor a 20 cm. sobre la superficie del terreno natural; los arbustos y maleza se eliminarán por completo y el césped se deberá cortar al ras. Los árboles deberán ser removidos por completo en los lugares donde esté prevista la construcción de estructuras o subdrenes, pilotes, excavación en forma escalonada para terraplenado, remoción de capa de tierra vegetal o la remoción de material inadecuado. En las zonas que deban ser cubiertas por terraplenes y en que haya que eliminar la capa vegetal, material inadecuado, tocones o raíces, se emparejará y compactará la superficie resultante luego de eliminar tales materiales. El relleno y la compactación se efectuará de acuerdo con lo estipulado en la subsección correspondiente.

El destronque de zonas para cunetas, rectificaciones de canales o cauces, se efectuará hasta obtener la profundidad necesaria para ejecutar la excavación correspondiente a estas superficies.

En las áreas fuera de los límites de construcción y dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, los troncos se cortarán en lo posible, al ras del terreno natural; pero en ningún caso se los dejará de una altura mayor de 30 cm.

No se requerirá en estas áreas la remoción de arbustos ni de otra vegetación que no sea árboles.

Todos estos trabajos deberán realizarse en forma tal que no afecten la vegetación, construcciones, edificaciones, servicios públicos, etc., que se encuentren en las áreas laterales colindantes. Al respecto, deberán acatarse las estipulaciones pertinentes en la subsección 102-3 "Relaciones Legales y Responsabilidades Generales" de estas especificaciones.

No podrá iniciarse el movimiento de tierras en ningún tramo del proyecto mientras las operaciones de Desbroce, Desbosque y Limpieza de las áreas señaladas en dicho tramo no hayan sido totalmente concluidas, en forma satisfactoria al Fiscalizador y de acuerdo con el programa de trabajo aprobado.

Disposición de materiales removidos:

Todos los materiales no aprovechables provenientes del Desbroce, Desbosque y Limpieza serán retirados y depositados en los sitios indicados en los planos o escogidos por el Contratista, con la aprobación del Fiscalizador. No se permitirá el depósito de residuos ni escombros en áreas dentro del derecho de vía, donde sería visible desde el camino terminado, a menos que se los entierre o coloque de tal manera que no altere el paisaje. Tampoco se permitirá que se quemen los materiales removidos.

Cualquier material cuya recuperación esté prevista en los documentos contractuales u ordenada por el Fiscalizador será almacenado para uso posterior, de acuerdo a las estipulaciones del contrato y las instrucciones del Fiscalizador.

Cualquier madera aprovechable que se encuentre dentro de los límites señalados para el Desbroce, Desbosque y Limpieza, será de propiedad de la obra y para su uso en ella, y cualquier excedente se entregará en las bodegas del MOP más cercanas.

Medición:

La cantidad a pagarse por el Desbroce, Desbosque y Limpieza será el área en hectáreas, medida en la obra, en su proyección horizontal de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados, incluyendo las zonas de préstamo, canteras y minas dentro de la zona del camino y las fuentes de trabajo aprovechadas fuera de dicha zona, que estén señaladas en los planos como fuentes designadas u opcionales al Contratista.

Pago:

La cantidad establecida en la forma indicada en el numeral anterior se pagará al precio unitario contractual para el rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Este precio y pago constituirá la compensación total por la eliminación, retiro, desecho y transporte de todos los materiales provenientes del Desbroce, Desbosque

y Limpieza, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas necesarios para ejecutar los trabajos descritos en esta Sección, incluyendo la remoción y disposición de obstáculos misceláneos, cuando no haya en el contrato los rubros de pago paratales trabajos.

Cuando en el contrato no se incluya el rubro de Desbroce, Desbosque y Limpieza, se considerará que todos estos trabajos que sean requeridos serán pagados por los precios contractuales para la excavación y relleno.

N° del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Desbroce, Desbosque y Limpieza.....Hectárea (ha)

UNIDAD	ha
MATERIALES	
EQUIPO	Herramienta manual
MANO DE OBRA	Peón

RUBRO 3

EXCAVACIÓN SIN CLASIFICAR, INCLUYE DESALOJO

Descripción

Se entiende por excavaciones en general, el remover o quitar volúmenes de tierra, cargar, transportar y colocar en los sitios de utilización o de desecho, los materiales provenientes de los cortes requeridos para la conformación de la subrasante de la vía u obras de espaciopúblico, incluyendo los taludes, las cunetas cuando éstas se requieran, y la cimentación de rellenos; de acuerdo con lo indicado en los documentos del proyecto, ajustándose a los alineamientos horizontal y vertical y a las secciones transversales típicas, dentro de las tolerancias estipuladas, con la finalidad de conformar espacios para la subrasante.

No comprende las labores de demolición y el retiro de pavimento, de estructuras de concreto o mampostería, de redes de servicio o de otros elementos que se encontraren en el área, labores que se ejecutarán, medirán y pagarán como demoliciones.

Especificaciones

Antes de iniciar las excavaciones, se requiere la aprobación por parte del Interventor de los trabajos de localización, desmonte, limpieza y demoliciones, así como los de

remoción de especies vegetales. No podrá iniciarse excavación alguna, mientras no se hayan completado los trabajos básicos de medida y se hayan colocado las correspondientes estacas de control, de acuerdo con la Interventoría.

El Constructor deberá realizar sus operaciones de manera continua y ordenada de acuerdo con el plan de trabajo aprobado. Las excavaciones deben ejecutarse de acuerdo con las secciones transversales del proyecto o las modificadas por el Interventor.

Las excavaciones deberán realizarse con el mayor cuidado en la vecindad de estructuras u obras existentes y deberán utilizarse medios manuales, si fuere necesario, para asegurar la estabilidad y conservación de las mismas.

Sobre excavación

Se considerará como sobre excavación, el retiro o ablandamiento de materiales, por fuera de los alineamientos o cotas indicados en los planos o aprobados especialmente por el Interventor. Las sobre- excavaciones no se pagarán y el Contratista estará obligado a ejecutar a su propia costa los rellenos necesarios por esta causa, de acuerdo con las especificaciones y la aprobación de la Interventoría.

Toda sobre excavación que haga el Constructor, por negligencia o por conveniencia propia para la operación de sus equipos, correrá por su cuenta y el Fiscalizador podrá suspenderla, si lo estima necesario, por razones técnicas o económicas. En estos casos, el Constructor deberá rellenar por su cuenta estas sobre excavaciones con los materiales y procedimientos adecuados y aprobados por el Interventor de manera que se restauren las condiciones iniciales del sitio.

Drenaje de las excavaciones

El Constructor deberá tomar a su propia costa, todas las medidas indispensables para mantener drenadas las excavaciones y demás áreas de trabajo. Se instalarán drenes o zanjas temporales, para interceptar el agua que pudiera afectar la ejecución del trabajo y se utilizarán los equipos necesarios para realizar un control efectivo de la misma.

Será responsabilidad del Constructor todo deterioro que se ocasione en los materiales de la excavación debido a deficiencias en el sistema de drenaje implementado. En este caso, correrán por su cuenta y a su costa las medidas

correctivas que tenga que ejecutar para subsanar el deterioro causado en los mismos.

Antes de iniciar los trabajos de excavación, el Constructor deberá presentar para aprobación por parte del Interventor el plan de drenaje temporal que piensa implementar para evitar que el agua se apoce y deteriore los materiales expuestos, en especial la subrasante del proyecto.

Medición y forma de pago

La unidad de medida será el metro cúbico (m³), aproximado al metro cúbico completo, de material excavado en su posición original.

El volumen se determinará con base en las secciones de corte mostradas en los documentos del proyecto, ajustadas según los cambios acordados con el Interventor, verificadas por éste antes y después de ejecutarse el trabajo de excavación.

No se medirán las excavaciones que el Constructor haya efectuado por negligencia o por conveniencia fuera de las líneas de pago del proyecto o las autorizadas por el Interventor. Si dicha sobre excavación se efectúa en la subrasante o en una calzada existente, el Constructor deberá rellenar y compactar los respectivos espacios, a su costa y usando materiales y procedimientos aceptados por el Interventor.

No se medirán ni se autorizarán pagos para los volúmenes de material removido de derrumbes, durante los trabajos de excavación de taludes, cuando a juicio del Interventor fueren causados por procedimientos inadecuados o negligencia del Constructor.

El trabajo de excavación para conformación de la subrasante se pagará al precio unitario del contrato por toda obra ejecutada de acuerdo con el proyecto o las instrucciones del Fiscalizador, para la respectiva clase de excavación ejecutada satisfactoriamente y aceptada por éste. El precio unitario para la excavación comprende todos los costos por concepto de excavación, remoción, cargue, acarreo, y descargue en la zona de utilización o desecho; la mano de obra, equipos y herramientas.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Excavación sin clasificar, incluye desalojo.....metro cúbico (m³)

UNIDAD	m3
MATERIALES	
EQUIPO	Excavador de orugas 130HP, volqueta 8m3, herramienta menor
MANO DE OBRA	Chofer profesional C1, operador equipo pesado C1, Peón

RUBRO 4

RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL DE EXCAVACIÓN

Descripción

Como relleno se entiende el conjunto de operaciones que deben realizarse, para restituir con materiales y técnicas apropiadas, las excavaciones que se hayan realizado para alojar tuberías o estructuras, hasta el nivel original del terreno o hasta los niveles determinados en el proyecto y/o órdenes del Ingeniero Fiscalizador. Se incluyen además los terraplenes que deben realizarse.

Especificaciones

No se deberá proceder a efectuar ningún relleno sin antes contar con la aprobación del Ingeniero Fiscalizador, pues en caso contrario, éste podrá ordenar la total extracción del material utilizado en rellenos no aprobados por él, sin que el

Constructor tenga derecho a ninguna retribución por ello. El Ingeniero Fiscalizador debe comprobar las pendientes y alineaciones del tramo.

El material y el procedimiento del relleno deben tener la aprobación del Ingeniero Fiscalizador. El Constructor será el responsable por el desplazamiento de la tubería, así como de los daños e inestabilidad de los mismos, causados por el inadecuado procedimiento del relleno. Las operaciones de relleno en cada tramo se terminarán sin demora. La primera parte del relleno se hará utilizando en ella tierra fina seleccionada, exenta de piedras, ladrillos, tejas y otros materiales duros; los espacios entre la tubería y la pared de la zanja deberán rellenarse cuidadosamente compactando lo suficiente, hasta alcanzar un nivel de 30 cm sobre la superficie superior del tubo. Como norma general el apisonamiento o compactación hasta 60 cm sobre la tubería será ejecutado cuidadosamente y con pisón de mano; de allí en adelante se podrán utilizar otros elementos mecánicos, como compactadores neumáticos. Se debe tener el cuidado de no transmitir ni ejecutar trabajos

innecesarios sobre la tubería hasta que el relleno tenga un mínimo de 30 cm sobre la misma o cualquier otra estructura.

Compactación

El grado de compactación que se debe dar a un relleno varía de acuerdo a la ubicación de la zanja.

El relleno se realizará en capas sucesivas no mayores de 20 cm compactando cada una de ellas hasta obtener una densidad del 90% como mínimo de la óptima de laboratorio. Los métodos de compactación difieren para materiales cohesivos y no cohesivos.

Para material cohesivo, esto es material arcilloso, se usarán compactadores neumáticos, se pondrá especial cuidado en no causar daños en la tubería. Con el propósito de obtener una compactación cercana a la máxima, el contenido de humedad del material de relleno deberá ser similar al óptimo; con este objeto si el material se encuentra demasiado seco se añadirá la cantidad de agua necesaria; en caso contrario, si existiera exceso de humedad es necesario secar el material extendiéndolo en capas delgadas para permitir la evaporación del exceso de agua.

En el caso de material no cohesivo se utilizarán métodos alternativos adecuados, para obtener el grado adecuado de compactación, aprobados por el Ingeniero Fiscalizador. El material no cohesivo también puede ser compactado utilizando vibradores mecánicos.

Una vez que la zanja haya sido rellenada y compactada, el Constructor deberá limpiar la calle del material de relleno sobrante, o cualquier otra clase de material. Si así no se procediera el Ingeniero Fiscalizador podrá ordenar la paralización de los demás trabajos, hasta que la mencionada limpieza haya sido efectuada y el Constructor no podrá hacer reclamos por extensión del plazo por la demora ocasionada.

Material para Relleno

En el relleno se empleará el material de la propia excavación cuando éste no sea apropiado se seleccionará otro material y previo el visto bueno del Ingeniero Fiscalizador se procederá a realizar el relleno.

En ningún caso el material para relleno deberá tener un peso específico en seco menor a 1.600 kg/m³.

El material seleccionado puede ser cohesivo, pero en todo caso cumplirá con los siguientes requisitos:

- No debe contener material orgánico. -
- En el caso de ser material granular, el tamaño del agregado será menor o igual a 5 cm.
- Deberá ser aprobado por el Ingeniero Fiscalizador.

Medición y pago

La unidad de pago será en: m³

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Relleno compactado con material de excavación.....metro cúbico (m³)

UNIDAD	m ³
MATERIALES	Agua
EQUIPO	Herramienta menor 5% de M.O., Compactadora
MANO DE OBRA	Peón, estructura ocupacional E2

RUBRO 5

EXCAVACIÓN PARA CUNETAS Y ENCAUZAMIENTO

Descripción

Este trabajo consistirá en la excavación para la construcción de zanjas dentro y adyacentes a la zona del camino, para recoger y evacuar las aguas superficiales.

El sistema de cunetas y encauzamientos comprenderá todas las cunetas laterales y canales abiertos cuyo ancho a nivel del lecho sea menor de 3 m., zanjas de coronación, tomas y salidas de agua, así como toda otra cuneta o encauzamiento que pueda ser necesaria para la debida construcción de la obra y cuyo pago no sea previsto bajo otros rubros del contrato

Procedimiento de trabajo

Las cunetas y encauzamientos serán construidos de acuerdo al alineamiento,

pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador.

De ser requerido, las cunetas se las revestirán de acuerdo a lo especificado en la Sección 208 de las Especificaciones Generales MOP-001-F-2002.

Su construcción podrá llevarse a cabo en forma manual o con maquinaria apropiada, o con una combinación de estas operaciones.

No podrán contener restos de raíces, troncos, rocas u otro material que las obstruya, y será obligación del Contratista mantenerlas limpias permanentemente para su eficiente funcionamiento, hasta la recepción provisional, sin costo adicional.

Los materiales adecuados provenientes de estas excavaciones se emplearán en la obra, hasta donde sea permisible su utilización. El material en exceso y el inadecuado serán desalojados a los sitios de depósito señalados en los planos o por el Fiscalizador

Medición

Las cantidades a pagarse por la excavación de cunetas y encauzamientos serán los metros cubicos de trabajos ordenados y aceptablemente ejecutados medidos en la obra.

Pago

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior se pagarán a los precios contractuales para los rubros abajo designados, que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por la excavación, transporte, incorporación en la obra o desalojo del material proveniente de las cunetas y encauzamientos, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas, necesarios para la ejecución de los trabajos aquí descritos.

N° del Rubro de Pago y Designación **Unidad de Medición**

Excavación para cunetas y encauzamiento.....metro cúbico (m3)

UNIDAD	m3
MATERIALES	Agua

EQUIPO	Herramienta menor 5% de M.O.
MANO DE OBRA	Maestro mayor, Peón, estructura ocupacional E2

RUBOR 6

TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN (TRANSPORTE LIBRE 500M)

Descripción

Esta actividad se refiere al transporte de material de excavación.

Medición y forma de pago

El material transportado se lo pagará en metro cúbico – kilómetro (m³-km) desde la mula aprobada por fiscalización. Cada mula utilizada será cubizada por fiscalización previo a su uso. El material transportado se lo pagará en su condición esponjada y no en banco.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Transporte de material de excavación (transporte libre 500m)metro cúbico kilómetro (m³-km)

UNIDAD	m ³ -km
MATERIALES	
EQUIPO	Herramienta menor, Volqueta 8m ³
MANO DE OBRA	Chofer profesional c1

RUBRO 7

HORMIGÓN SIMPLE f'c = 180kg/cm² PARA CUNETAS

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Hormigón simple f'c=180kg/cm² para cunetas.....metro cúbico (m³)

UNIDAD	m ³
MATERIALES	Arena, grava, cemento y agua
EQUIPO	Herramienta menor, concretera de 1 saco y vibrador de maguera
MANO DE OBRA	Operador de equipo liviano, peón, albañil, técnico de obras civiles

RUBRO 8

SUBBASE CLASE 3 E=20CM, TENDIDO Y COMPACTADO

Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro, transporte, colocación, conformación y compactación de capas de sub-base de la clase 3, colocadas sobre una subrasante previamente aprobada, de conformidad con las alineaciones, pendientes y sección transversal señaladas en los planos.

Especificaciones

La sub-base de agregados se clasifican como se indica a continuación, de acuerdo con los materiales a emplearse. La clase de sub-base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. De todos modos, los agregados que se empleen deberán tener un coeficiente de desgaste máximo de 50%, de acuerdo con el ensayo de abrasión de los Ángeles y la porción que pase el tamiz No. 40 deberá tener un índice de plasticidad menor que 6 y un límite líquido máximo de 25. La capacidad de soporte corresponderá a un CBR igual o mayor del 30%.

Clase 3. Son sub-base construidas con agregados naturales y procesados que cumplan los requisitos establecidos en la Sección 816, y que se hallen graduados uniformemente dentro de los límites indicados para la granulometría Clase 3, en la Tabla 403-1.1.

Tabla 403-1.1

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76.2 mm.)	--	--	100
2" (50.4 mm.)	--	100	--
1 1/2 (38,1 mm.)	100	70 - 100	--
Nº 4 (4.75 mm.)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
Nº 40 (0.425 mm.)	10 - 35	15 - 40	--
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Cuando en los documentos contractuales se estipulen sub-base Clases 1 o 2 al menos el 30% de los agregados preparados deberán ser triturados

Procedimiento de trabajo

Preparación de la subrasante

Antes de proceder a la colocación de los agregados para la sub-base, el Contratista habrá terminado la construcción de la subrasante, debidamente compactada y con sus alineaciones, pendientes y superficie acordes con las estipulaciones contractuales. Y obtendrá de la fiscalización para el tendido de la sub-base. Deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

En caso de ser necesaria la construcción de subdrenajes, estos deberán hallarse completamente terminados antes de iniciar el transporte y colocación de la sub-base.

Selección y mezclado

Los agregados preparados para la sub-base deberán cumplir la granulometría especificada para la clase de sub-base establecida en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección de los agregados y su mezcla en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y material ligante serán combinadas de acuerdo con la fórmula de trabajo preparada por el Contratista y autorizada por el Fiscalizador, y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador, que disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de manera consistente, para que la producción del material de la sub-base sea uniforme. El mezclado de las fracciones podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar el material grueso sobre la subrasante, con un espesor y ancho uniformes, y luego se distribuirán los agregados finos proporcionalmente sobre esta primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el espesor estipulado con el total del material. Cuando todos los materiales se hallen colocados, se deberá proceder a mezclarlos uniformemente mediante el empleo de motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas aprobadas por el Fiscalizador, que sean capaces de ejecutar esta operación. Al iniciar y durante el

proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, el material será esparcido a todo lo ancho de la vía en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

No se permitirá la distribución directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo indicado anteriormente.

Tendido, conformación y compactación

Cuando el material de la sub-base haya sido mezclado en planta central, deberá ser cargado directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportando al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la hidratación necesaria, tendido o emparejamiento, conformación y compactación, de tal manera que la sub-base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes, pero en este caso el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizado repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación sean completados con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán tenderse a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de sub-base, y a partir de la distribución oregado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas y regulada a una velocidad máxima de 30 Km/h, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando se efectúe la mezcla y tendido del material en la vía utilizando motoniveladoras, se deberá cuidar que no se corte el material de la subrasante ni se arrastre material de las cunetas para no contaminar los agregados con suelos o materiales no aceptables.

Cuando sea necesario construir la sub-base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos aquí descritos hasta su compactación final.

Compactación

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de cada capa de sub-base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de 8 a 12 toneladas, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente o mayor, u otro tipo de compactadores aprobados

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la sub-base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales. Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas esté dentro del rango especificado, el

Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 403-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o planchas vibrantes, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la sub-base.

Ensayos y tolerancia

La granulometría del material de sub-base será comprobada mediante los ensayos determinados en la subsección 816-2 los mismos que se llevarán a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en la vía. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra inmediatamente antes del tendido del material.

Deberán cumplirse y comprobarse todos los demás requerimientos sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la subsección 816-2 o en las disposiciones especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de sub-base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T - 147. En todo caso, la densidad mínima de la sub-base no será menor que el 100% de la densidad máxima obtenida en laboratorio, mediante los ensayos previos de Humedad Óptima y Densidad Máxima, realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de sub-base terminada, el espesor deberá variar en más de dos centímetros con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado. Estos espesores serán medidos luego de la compactación final de la capa, cada 100 metros de longitud en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia marcada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista

deberá escarificar, a su costa, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder luego a conformar y compactar con los niveles y espesores del proyecto. Para el caso de zonas defectuosas en la compactación, se deberá seguir un procedimiento análogo.

En caso de que las mediciones del espesor se hayan realizado mediante perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

La superficie de la sub-base terminada deberá ser comprobada mediante nivelaciones minuciosas, y en ningún punto las cotas podrán variar en más de dos centímetros con las del proyecto.

Medición y forma de pago

Metro cúbico (m3) con aproximación de dos decimales debidamente ejecutado y aceptado por la Fiscalización.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Subbase clase 3 e=20cm, tendido y compactado.....metro cúbico (m3)

UNIDAD	m3
MATERIALES	Sub-base clase 3, agua
EQUIPO	Herramienta Menor, motoniveladora 125 hp, rodillo vibratorio 8 ton, camión cisterna 10000 lt, volqueta 8 m3
MANO DE OBRA	Operador equipo pesado C1, operador equipo pesado C2, chofer profesional C1, peón

RUBRO 9

TRANSPORTE DE MATERIAL PÉTREO DE SUBBASE CLASE 3

Descripción

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado.

El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m.; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Transporte de Material de Sub Base Clase 3

Para este proyecto se ha considerado la mina del Río Pastaza en el sector Madre Tierra. El cálculo del transporte de material se lo realizó con la distancia al centro de gravedad de cada ramal, al momento de su ejecución el fiscalizador cancelará confirmando las distancias al centro de gravedad de cada ramal. La mina será de obligatorio cumplimiento

Medición

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³/km. o fracción de km.

Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador.

En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica.

Pago

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Transporte de material pétreo de subbase clase 3.....metro cúbico kilómetro (m3-km)

UNIDAD	m3-km
MATERIALES	
EQUIPO	Herramienta menor, Volqueta 8m3
MANO DE OBRA	Chofer profesional c l

RUBRO 10

BASE CLASE 4 E=15CM, TENDIDO Y COMPACTADO

Descripción

Este trabajo consistirá en la construcción de capas de base compuestas por agregados triturados total o parcialmente o cribados, estabilizados con agregado fino procedente de la trituración, o suelos finos seleccionados, o ambos. La capa de base se colocará sobre una sub-base terminada y aprobada, o en casos especiales sobre una subrasante previamente preparada y aprobada, y de acuerdo con los alineamientos, pendientes y sección transversal establecida en los planos o en las disposiciones especiales. 404

Materiales

Las bases de agregados podrán ser de las clases indicadas a continuación, de acuerdo con el tipo de materiales por emplearse.

La clase y tipo de base que deba utilizarse en la obra estará especificada en los documentos contractuales. En todo caso, el límite líquido de la fracción que pase el tamiz Nº 40 deberá ser menor de 25 y el índice de plasticidad menor de 6. El porcentaje de desgaste por abrasión de los agregados será menor del 40% y el valor de soporte de CBR deberá ser igual o mayor al 80%.

Los agregados serán elementos limpios, sólidos y resistentes, exentos de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas.

Clase 4: Son bases constituidas por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, de conformidad con lo establecido en la subsección 814-3 y graduadas uniformemente dentro de los límites granulométricos indicados en la Tabla 404-1.4.

Tabla 404-1.4.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada
2" (50.8 mm.)	100
1" (25.4 mm.)	60 - 90
Nº 4 (4.76 mm.)	20 - 50
Nº 200 (0.075 mm.)	0 - 15

De ser necesario para cumplir las exigencias de graduación, se podrá añadir a la grava arena o material proveniente de trituración, que podrán mezclarse en planta o en el camino.

Equipo

El Contratista deberá disponer en la obra de todo el equipo necesario, autorizado por el Fiscalizador, y en perfectas condiciones de trabajo. Según el caso, el equipo mínimo necesario constará de planta de trituración y cribado, planta para mezclado, equipo de transporte, maquinaria para distribución, para mezclado, esparcimiento, y conformación, tanqueros para hidratación y rodillos lisos o rodillos vibratorios.

Ensayos y Tolerancias

La granulometría del material de base será comprobada mediante el ensayo INEN 696 y 697 (AASHTO T-11 y T 27), el mismo que se llevará a cabo al finalizar la mezcla en planta o inmediatamente después del mezclado final en el camino. Sin embargo, de haber sido comprobada la granulometría en planta, el Contratista continuará con la obligación de mantenerla en la obra.

Deberán cumplirse y comprobarse todas las demás exigencias sobre la calidad de los agregados, de acuerdo con lo establecido en la Sección 814, o en las Disposiciones Especiales.

Para comprobar la calidad de la construcción, se deberá realizar en todas las capas de base los ensayos de densidad de campo, usando equipo nuclear debidamente calibrado o mediante el ensayo AASHTO T-147.o T-191. En todo caso, la densidad mínima de la base no será menor que el 100% de la densidad máxima establecida por el Fiscalizador, mediante los ensayos de Densidad Máxima y Humedad Optima realizados con las regulaciones AASHTO T-180, método D.

En ningún punto de la capa de base terminada, el espesor deberá variar en más de un centímetro con el espesor indicado en los planos; sin embargo, el promedio de los espesores comprobados no podrá ser inferior al especificado.

Estos espesores y la densidad de la base, serán medidos luego de la compactación final de la base, cada 100 metros de longitud, en puntos alternados al eje y a los costados del camino. Cuando una medición señale una variación mayor que la tolerancia indicada, se efectuarán las mediciones adicionales que sean necesarias a intervalos más cortos, para determinar el área de la zona deficiente. Para corregir el espesor inaceptable, el Contratista deberá escarificar, a su costo, esa zona y retirar o agregar el material necesario, para proceder de inmediato a la conformación y compactación con los niveles y espesores del proyecto. Sin embargo, antes de corregir los espesores deberán tomarse en consideración las siguientes tolerancias adicionales: si el espesor sobrepasa lo estipulado en los documentos contractuales y la cota de la superficie se halla dentro de un exceso de 1.5 centímetros sobre la cota del proyecto, no será necesario efectuar correcciones; así mismo, si el espesor es menor que el estipulado y la cota de la superficie se halla dentro de un faltante de 1.5 centímetros de la cota del proyecto, podrá no corregirse el espesor de la base siempre y cuando el espesor de la base terminada sea mayor a 10 centímetros, y la capa de rodadura sea de hormigón asfáltico y el espesor faltante sea compensado con el espesor de la capa de rodadura hasta llegar a la rasante.

En caso de que las mediciones de espesor y los ensayos de densidad sean efectuados por medio de perforaciones, el Contratista deberá rellenar los orificios y compactar el material cuidadosamente, a satisfacción del Fiscalizador, sin que se efectúe ningún pago por estos trabajos.

Como está indicado, las cotas de la superficie terminada no podrán variar en más de 1.5 centímetros de los niveles del proyecto, para comprobar lo cual deberán realizarse nivelaciones minuciosas a lo largo del eje y en forma transversal.

En caso de encontrarse deficiencias en la compactación de la base, el Contratista deberá efectuar la corrección a su costo, escarificando el material en el área defectuosa y volviendo a conformarlo con el contenido de humedad óptima y compactarlo debidamente hasta alcanzar la densidad especificada.

Procedimiento de trabajo

Preparación de la Sub-base

La superficie de la sub-base deberá hallarse terminada, conforme a los requerimientos estipulados para la Sección 404. Deberá, así mismo, hallarse libre de cualquier material extraño, antes de iniciar el transporte del material de base a la vía.

Selección y Mezclado

Los agregados preparados para la base deberán cumplir la granulometría y más condiciones de la clase de base especificada en el contrato. Durante el proceso de explotación, trituración o cribado, el Contratista efectuará la selección y mezcla de los agregados en planta, a fin de lograr la granulometría apropiada en el material que será transportado a la obra.

En el caso de que se tenga que conseguir la granulometría y límites de consistencia para el material de base, mediante la mezcla de varias fracciones individuales, estas fracciones de agregados gruesos, finos y relleno mineral serán combinadas y mezcladas uniformemente en una planta aprobada por el Fiscalizador la cual disponga de una mezcladora de tambor o de paletas. La operación será conducida de una manera consistente en orden a que la producción de agregado para la base sea uniforme.

El mezclado de las fracciones de agregados podrá realizarse también en la vía; en este caso, se colocará y esparcirá en primer lugar una capa de espesor y ancho uniformes del agregado grueso, y luego se distribuirán proporcionalmente los agregados finos sobre la primera capa. Pueden formarse tantas capas como fracciones del material sean necesarias para obtener la granulometría y lograr el

espesor necesario con el total del material, de acuerdo con el diseño. Cuando todos los agregados se hallen colocados en sitio, se procederá a mezclarlos uniformemente mediante motoniveladoras, mezcladoras de discos u otras máquinas mezcladoras aprobadas por el Fiscalizador. Desde el inicio y durante el proceso de mezclado, deberá regarse el agua necesaria a fin de conseguir la humedad requerida para la compactación especificada.

Cuando se haya logrado una mezcla uniforme, se controlará la granulometría y se esparcirá el material a todo lo ancho de la vía, en un espesor uniforme, para proceder a la conformación y a la compactación requerida, de acuerdo con las pendientes, alineaciones y sección transversal determinadas en los planos.

En ningún caso se permitirá el tendido y conformación directa de agregados colocados en montones formados por los volquetes de transporte, sin el proceso de mezclado previo y alternado indicado en los párrafos anteriores.

Tendido y Conformación

Cuando el material de la base haya sido mezclado e hidratado en planta central, deberá cargarse directamente en volquetes, evitándose la segregación, y transportado al sitio para ser esparcido por medio de distribuidoras apropiadas, en franjas de espesor uniforme que cubran el ancho determinado en la sección transversal especificada. De inmediato se procederá a la conformación y compactación, de tal manera que la base terminada avance a una distancia conveniente de la distribución.

El Fiscalizador podrá autorizar también la colocación del material preparado y transportado de la planta, en montones formados por volquetes; pero, en este caso, el material deberá ser esparcido en una franja a un costado de la vía, desde la cual se procederá a su regado a todo lo ancho y en un espesor uniforme, mientras se realiza la hidratación. El material no deberá ser movilizad repetidas veces por las motoniveladoras, de uno a otro costado, para evitar la segregación; se procurará más bien que el regado y conformación se completen con el menor movimiento posible del agregado, hasta obtener una superficie lisa y uniforme, de acuerdo a las alineaciones, pendientes y secciones transversales establecidas en los planos.

Cuando se haya autorizado el mezclado de los agregados en la vía, estos deberán ser regados a todo el ancho, una vez terminada la mezcla, completando al mismo tiempo su hidratación, a fin de obtener una capa de espesor uniforme, con una superficie lisa y conformada de acuerdo a las alineaciones, pendientes y sección transversal especificadas.

En todos los casos de construcción de las capas de base, y a partir de la distribución o regado de los agregados, hasta la terminación de la compactación, el tránsito vehicular extraño a la obra estará terminantemente prohibido, y la circulación de los equipos de construcción será dirigida uniformemente sobre las capas tendidas, a fin de evitar la segregación y daños en la conformación del material.

Cuando sea necesario construir la base completa en más de una capa, el espesor de cada capa será aproximadamente igual, y se emplearán para cada una de ellas los procedimientos arriba descritos, hasta su compactación final. En ningún caso el espesor de una capa compactada podrá ser menor a 10 centímetros.

Cuando se tenga que construir capas de base en zonas limitadas de forma irregular, como intersecciones, islas centrales y divisorias, rampas, etc. podrán emplearse otros métodos de distribución mecánicos o manuales que produzcan los mismos resultados y que sean aceptables para el Fiscalizador.

Compactación

Inmediatamente después de completarse el tendido y conformación de la capa de la base, el material deberá compactarse por medio de rodillos lisos de mínimo 8 Toneladas, rodillos vibratorios de energía de compactación equivalente o mayor.

El proceso de compactación será uniforme para el ancho total de la base, iniciándose en los costados de la vía y avanzando hacia el eje central, traslapando en cada pasada de los rodillos la mitad del ancho de la pasada inmediata anterior. Durante este rodillado, se continuará humedeciendo y emparejando el material en todo lo que sea necesario, hasta lograr la compactación total especificada en toda la profundidad de la capa y la conformación de la superficie a todos sus requerimientos contractuales.

Al completar la compactación, el Contratista notificará al Fiscalizador para la comprobación de todas las exigencias contractuales. El Fiscalizador procederá a

efectuar los ensayos de densidad apropiados y comprobará las pendientes, alineaciones y sección transversal, antes de manifestar su aprobación o reparos. Si se hubieren obtenido valores inferiores a la densidad mínima especificada o la superficie no se hallare debidamente conformada, se deberá proceder a comprobar la compactación estadísticamente para que el promedio de las lecturas estén dentro del rango especificado, el Contratista deberá efectuar las correcciones necesarias de acuerdo con lo indicado en el numeral 404-1.04, hasta obtener el cumplimiento de los requisitos señalados en el contrato y la aprobación del Fiscalizador, previamente a la imprimación de la base.

En caso de existir sitios no accesibles a los rodillos indicados para la compactación, como accesos a puentes, bordillos direccionales u otros, se deberá emplear apisonadores mecánicos de impacto o placas vibratorias, para obtener la densidad especificada en todos los sitios de la base.

Medición

La cantidad a pagarse por la construcción de una base de agregados será el número de metros cúbicos efectivamente ejecutados y aceptados por el Fiscalizador, medidos en sitio después de la compactación.

Para el cálculo de la cantidad, se considerará la longitud de la capa de base terminada, medida como distancia horizontal real a lo largo del eje del camino, y el área de la sección transversal especificada en los planos. En ningún caso se deberá considerar para el pago cualquier exceso de área o espesor que no hayan sido autorizados previamente por el Fiscalizador.

Pago

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios establecidos en el contrato para cualquiera de los rubros designados a continuación. Estos precios y pago constituirán la compensación total por la preparación y suministro y transporte de los agregados, mezcla, distribución, tendido, hidratación, conformación y compactación del material empleado para la capa de base, incluyendo mano de obra, equipo, herramientas, materiales y más operaciones conexas en la realización completa de los trabajos descritos en esta sección.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Base clase 4 e=15cm, tendido y compactado.....metro cúbico (m3)

RUBRO 11

TRANSPORTE DE MATERIAL DE BASE CLASE 4

Descripción

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de los materiales necesarios para la construcción de la plataforma del camino, préstamo importado, mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado.

El material excavado de la plataforma del camino será transportado sin derecho a pago alguno en una distancia de 500 m.; pasados los cuales se reconocerá el transporte correspondiente.

Transporte de Material de Base Granular de Agregados

Para este proyecto se ha considerado la mina del Río Pastaza en el sector Madre Tierra. El cálculo del transporte de material se lo realizó con la distancia al centro de gravedad de cada ramal, al momento de su ejecución el fiscalizador cancelará confirmando las distancias al centro de gravedad de cada ramal. La mina será de obligatorio cumplimiento

Medición

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. o fracción de km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m³ de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de materiales de préstamo importado, el mejoramiento de la subrasante con suelo seleccionado, la estabilización con material pétreo, serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m³/km. o fracción de km.

Si el contratista prefiere utilizar materiales provenientes de una fuente localizada a mayor distancia que aquellas que fueren fijadas en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador, la distancia de transporte se medirá como si el

material hubiera sido transportado desde el sitio fijado en los planos, disposiciones especiales o por el Fiscalizador.

En caso de que, para cumplir con las especificaciones respectivas, fuera necesario obtener materiales de dos o más fuentes diferentes, los volúmenes para el cálculo de transporte se determinarán en el análisis de costos unitarios que presentará el oferente en su oferta económica.

Pago

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Transporte de material de base clase 4.....metro cúbico kilómetro (m³-km)

UNIDAD	m ³ -km
MATERIALES	
EQUIPO	Herramienta menor, Volqueta 8m ³
MANO DE OBRA	Chofer profesional c l

RUBRO 12

SUMINISTRO Y RIEGO DE IMPRIMACIÓN ASFÁLTICA RC250

Riego de Imprimación

Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro y distribución de material bituminoso, con aplicación de asfalto diluido de curado medio, o de asfalto emulsificador sobre la superficie de una base o subbase, que deberá hallarse con los anchos, alineamientos y pendientes indicados en los planos. En la aplicación del riego de imprimación está incluida la limpieza de la superficie inmediatamente antes de dicho riego bituminoso.

Comprenderá también el suministro y distribución uniforme de una delgada capa de arenasecante, si el Fiscalizador lo considera necesario, para absorber excesos en la

aplicación del asfalto, y proteger el riego bituminoso a fin de permitir la circulación de vehículos o maquinaria, antes de colocar la capa de rodadura.

Materiales

El material bituminoso estará constituido por asfalto diluido cuyo tipo será fijado en las disposiciones especiales del contrato. La calidad del asfalto diluido deberá cumplir los requisitos determinados en la subsección 810-3 de estas especificaciones.

Durante las aplicaciones puede presentarse la necesidad de cambiar el grado del asfalto establecido en las disposiciones generales, para dar mayor eficiencia al riego de imprimación. En este caso, el Fiscalizador podrá disponer el cambio hasta uno de los grados inmediatamente más próximos, sin que haya modificación en el precio unitario señalado en el Contrato. Sin embargo, no deberá permitir el uso de mezclas heterogéneas en los asfaltos diluidos.

De ser necesaria la aplicación de la capa de secado, ésta será constituida por arena natural o procedente de trituración, exenta de polvo, suciedad, arcilla u otras materias extrañas y que cumpla cualquiera de las granulometrías para capa de sello indicadas en la subsección 405-6 de estas especificaciones. La arena deberá hallarse preferentemente seca, aunque podrá tolerarse una ligera humedad, siempre que sea menor al dos por ciento de su peso seco.

Equipo

El Contratista deberá disponer del equipo necesario para la ejecución de este trabajo, el cual deberá ser aprobado por el Fiscalizador.

El equipo mínimo deberá constar de una barredora mecánica, un soplador incorporado a parte y un distribuidor de asfalto a presión autopropulsado.

El distribuidor de asfalto a presión estará montado sobre neumáticos y provisto de una rueda adicional para accionar el tacómetro que permita un permanente control de operador al momento de la aplicación. El riego asfáltico se efectuará mediante una bomba de presión con fuerza motriz independiente, a fin de poder regularla con facilidad; el asfalto será aplicado uniformemente a través de una barra provista de boquillas que impidan la atomización. El tanque del distribuidor dispondrá de sistema de calentamiento regulado con recirculación para mantener una temperatura

uniforme en todo el material bituminoso. El distribuidor deberá estar provisto además de un rociador manual.

Procedimiento de trabajo

El riego de imprimación podrá aplicarse solamente si la superficie cumple con todos los requisitos pertinentes de densidad y acabado. Inmediatamente antes de la distribución de asfalto deberá ser barrida y mantenerse limpia de cualquier material extraño; el Fiscalizador podrá disponer que se realice un ligero riego de agua antes de la aplicación del asfalto.

La cantidad de asfalto por aplicarse será ordenada por el Fiscalizador de acuerdo con la naturaleza del material a imprimirse y al tipo de asfalto empleado. Cuando se use asfaltodiluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificado SS-1, SS-1h, CSS-1 o CSS-1h variara entre 0.5 y 1.4 l/m² (De acuerdo al Manual Instituto del Asfalto), los valores exactos de aplicación serán determinados por el ingeniero fiscalizador. La distribución no deberá efectuarse cuando el tiempo esté nublado, lluvioso o con amenaza de lluvia inminente. La temperatura de aplicación estará en concordancia con el grado del asfalto.

N° del Rubro de Pago y Designación	Unidad de Medición
Suministro y riego de imprimación asfáltica RC250.....	Litro (Lt)

RUBRO 13

SUMINISTRO Y COLOCACIÓN DE CARPETA ASFÁLTICA E=5CM

Descripción

Este trabajo consiste en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico de espesor 2", colocado sobre la capa de imprimación existente de acuerdo con los requerimientos del proyecto y las órdenes de Fiscalización.

El hormigón asfáltico será constituido por agregados en la granulometría especificada, relleno mineral si es necesario, y material asfáltico, mezclados en caliente en una planta central, y colocado sobre una base debidamente preparada o un pavimento existente, en base a las indicaciones establecidas en los planos y/o las órdenes del Fiscalizador.

El material asfáltico a emplearse será tipo AP-3 y con un grado de penetración 85 – 100; sin embargo, en caso necesario el Fiscalizador podrá cambiar el grado del asfalto durante la construcción hasta los grados inmediatamente más próximos sin que haya modificación en el precio unitario del contrato.

Este material consistirá en asfalto refinado, o una combinación de asfalto refinado y aceitefluidificante, de consistencia adecuada para trabajos de pavimentación; será homogéneo y libre de agua, no contendrá ningún residuo obtenido por la destilación artificial del carbón, ni alquitrán de carbón ni aceite parafinado, y no producirán espuma al calentarse a 175°C y deberán satisfacer los requerimientos de la ASSHTO M 20.

Los agregados para hormigón asfáltico mezclado en planta estarán formados de piedra triturada, ripio, grava de arena, arena u otro material granular aprobado y un relleno de piedra finamente triturada u otros materiales minerales finamente divididos de ser necesarios, en todos los casos deberán estar ser fragmentos limpios, sólidos y resistentes, de uniformidad razonable, exentos de polvo, arcilla u otras materias extrañas. Para la mezcla asfáltica deberán emplearse una de las granulometrías indicadas en la tabla 405- 5.1.

Tabla 405-5.1.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº4
1" (25.4 mm.)	100	--	--	--
¾" (19.0 mm.)	90 - 100	100	--	--
½" (12.7 mm.)	--	90 - 100	100	--
3/8" (9.50 mm.)	56 - 80	--	90 - 100	100
Nº 4 (4.75 mm.)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
Nº 8 (2.36 mm.)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
Nº 16 (1.18 mm.)	--	--	--	40 - 80
Nº 30 (0.60 mm.)	--	--	--	25 - 65
Nº 50 (0.30 mm.)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
Nº 100 (0.15 mm.)	--	--	--	3 - 20
Nº 200 (0.075 mm.)	2 - 8	2 - 10	2 - 10	2 - 10

Medición y forma de pago

Metro cuadrado (m2) asfaltado debidamente ejecutado y aceptado por la Fiscalización.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Suministro y colocación de carpeta asfáltica e=5cmmetro cuadrado (m2)

UNIDAD	m2
MATERIALES	Asfalto, Diesel, mezcla asfáltica
EQUIPO	Herramienta menor, planta asfáltica 120 ton, cargadora frontal 170 hp, finisher, rodillo tandem liso 112hp/8ton, rodillo neumático 80hp/7.2ton
MANO DE OBRA	Estructura ocupacional e2, operador equipo pesado c2, operadorequipo pesado c1, estructura ocupacional c1, peón

RUBRO 14

TRANSPORTE DE MEZCLA ASFÁLTICA

Descripción

Este trabajo consistirá en el transporte autorizado de mezcla asfáltica necesarios para la construcción de la vía.

Medición

Las cantidades de transporte a pagarse serán los metros cúbicos/km. medidos y aceptados, calculados como el resultado de multiplicar los m3 de material efectivamente transportados por la distancia en km. de transporte de dicho volumen.

Los volúmenes para el cálculo de transporte de mezcla asfáltica serán los mismos volúmenes establecidos para su pago de conformidad con su rubro correspondiente, m3/km.

Pago

Las cantidades establecidas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán a los precios contractuales para cada uno de los rubros abajo designados y que consten en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el transporte de los materiales, incluyendo la mano de obra, equipo, herramientas, etc. y operaciones conexas necesarias para ejecutar los trabajos descritos en esta subsección.

N° del Rubro de Pago y Designación**Unidad de Medición**

Transporte de mezcla asfáltica.....metro cúbico kilómetro (m3-km)

UNIDAD	m3-km
MATERIALES	
EQUIPO	Herramienta menor, Volqueta 8m3
MANO DE OBRA	Chofer licencia tipo E

RUBRO 15**MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA AMARILLA RETRO REFLECTIVA ENTRECORTADAS 13CM)****Descripción**

Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

Materiales: Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones.

- Las microesferas de vidrio: AASHTO M 247, Tipo 1
- Las franjas de material termoplástico: AASHTO M 249, Para moldeado del tipo en eyección caliente.

Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales.

- 1.5mm de polímero flexible retroreflectivo
- 1.5mm de premezcla de polímero flexible
- 2.3mm de plástico frío

Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.

Procedimiento de trabajo

Generales: Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 13 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Marcas de pinturas: Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 705 3.01.

Para franjas sólidas de 13 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. Respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m² de marcas.

Las microesferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. Por cada lt. de pintura.

Las áreas pintadas estarán protegidas del tráfico hasta que la pintura esté suficientemente seca. Cuando lo apruebe el Fiscalizador, el Contratista aplicará pintura o microesferas de vidrio en dos aplicaciones, para reducir el tiempo de secado en áreas de tráfico congestionado.

Medición y forma de pago

Las cantidades aceptadas de marcas de pavimentos serán medidas de la siguiente manera:

Las cantidades a pagarse serán aquellas medidas linealmente en metros o kilómetros de marcas en el pavimento, y se medirán sobre la línea eje del camino o sobre las franjas, de principio a fin, sean estas entrecortadas o continuas. Estas marcas en el pavimento deberán estar terminadas y aceptadas por el Fiscalizador.

El precio contractual para cada tipo o color de línea se basará en un ancho de línea de 13 cm. Cuando el ancho de la línea sea diferente de 13 cm., deberá estar establecido en el contrato o solicitado expresamente por el Fiscalizador, entonces la longitud a pagarse será ajustada con relación al ancho especificado de 13 cm.; caso contrario, se reconocerá un pago según el ancho de 13 cm.

N° del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

Marcas de pavimento (pintura amarilla retro reflectiva entrecortadas 13cm)
kilómetros (km)

UNIDAD	km
MATERIALES	Pintura de alto tráfico blanco - amarillo, thinner, microesferas de vidrio reflectivas
EQUIPO	Herramienta menor, franjeadora, escoba autopropulsora 76 HP, camioneta 1 ton
MANO DE OBRA	Peón, chofer, operador equipo pesado C2

RUBRO 16

MARCAS DE PAVIMENTO (PINTURA BLANCA RETRO REFLECTIVAS CONTINUA 13CM)

Descripción

Este trabajo consistirá en la aplicación de marcas permanentes sobre el pavimento terminado, de acuerdo con estas especificaciones, disposiciones especiales, lo indicado en los planos, o por el Fiscalizador.

Los detalles no contemplados en los planos se realizarán conforme al "Manual on Uniform Traffic Control Devices for Streets and Highways" (MUTCD) (Manual de Mecanismos de Control de Tráfico en los Estados Unidos), U.S. Department of Transportation y Federal Highways and Transportation y Normas Panamericanas.

Materiales: Las pinturas para tráfico serán las indicadas en la Sección 826. Además, los materiales cumplirán las siguientes especificaciones.

- Las microesferas de vidrio: AASHTO M 247, Tipo 1
- Las franjas de material termoplástico: AASHTO M 249, Para moldeo del tipo en eyección caliente.

Las franjas de pavimento del tipo plástico puestas en frío serán de uno de los siguientes materiales, de acuerdo con el requerimiento de espesor indicado y además los requisitos contractuales.

- 1.5mm de polímero flexible retroreflectivo
- 1.5mm de premezcla de polímero flexible
- 2.3mm de plástico frío

Las marcas que sobresalgan del pavimento serán de acuerdo al tipo y tamaños definidos en los planos y a los requisitos indicados en el contrato.

Procedimiento de trabajo

Generales: Las superficies en las cuales las marcas serán aplicadas, estarán limpias, secas y libres de polvo, de suciedad, de acumulación de asfalto, de grasa u otros materiales nocivos.

Cuando las marcas sean colocadas en pavimentos de hormigón de cemento Portland, el pavimento deberá ser limpiado de todo residuo, previamente a la colocación de las marcas.

Las franjas serán de un ancho mínimo de 13 cm. Las líneas entrecortadas tendrán una longitud de 3 m. con una separación de 9 m. Las líneas punteadas tendrán una longitud de 60 cm. con una separación de 60 cm.

Las franjas dobles estarán separadas con un espaciamiento de 14 cm.

Las flechas y las letras tendrán las dimensiones que se indiquen en los planos.

Todas las marcas presentarán un acabado nítido uniforme, y una apariencia satisfactoria tanto de noche como de día, caso contrario, serán corregidas por el Contratista hasta ser aceptadas por el Fiscalizador y sin pago adicional.

Marcas de pinturas: Las marcas serán aplicadas con métodos aceptables por el Fiscalizador. El cabezal rociador de pintura será del tipo spray y que permita aplicar satisfactoriamente la pintura a presión, con una alimentación uniforme y directa sobre el pavimento. Cada mecanismo tendrá la capacidad de aplicar 2 franjas separadas, aun en el caso de ser sólidas, entrecortadas o punteadas. Todo tanque de pintura estará equipado con un agitador mecánico. Cada boquilla estará equipada con una válvula, que permita aplicar automáticamente líneas entrecortadas o punteadas. La boquilla tendrá un alimentador mecánico de microesferas de vidrio, que opera simultáneamente con el rociador de pintura, y distribuirá dichas microesferas de vidrio con un patrón uniforme a la proporción especificada.

La pintura será mezclada previamente y aplicada cuando la temperatura ambiente esté sobre los 4 grados centígrados y como se indica en la numeral 705 3.01.

Para franjas sólidas de 13 cm. de ancho, la tasa mínima de aplicación será de 39 lt/km. Para franjas entrecortadas o de líneas punteadas, la tasa mínima de aplicación será de 9.6 lt/km. y 13 lt/km. Respectivamente.

La mínima tasa de aplicación para flechas y letras será de 0.4 lt/m² de marcas.

Las microesferas de vidrio serán aplicadas a una tasa mínima de 0.7 kg. Por cada lt. de pintura.

contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado en la Sección 830. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

Procedimiento de trabajo

Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena. Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio.

Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la AASHTO M 268 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

Medición y pago

Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas. Las cantidades se pagarán al precio contractual para el Rubro abajo designado y que conste en el contrato.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

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

UNIDAD	u
MATERIALES	Señal preventiva 75x75 cm. inc. poste cuadrado (50x50x2) mm, cemento, arena, ripio, agua
EQUIPO	Herramienta menor
MANO DE OBRA	Estructura ocupacional E2, estructura ocupacional D2

RUBRO 18

SUMINISTRO E INSTALACIÓN DE SEÑALES REGLAMENTARIAS (0,75MX0,75M). INCLUYE POSTE

Descripción

Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de señales completas, adyacentes a la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, el Manual de Señalización del MOP y las instrucciones del Fiscalizador.

Las placas o paneles para señales al lado de la carretera serán montados en postes metálicos que cumplan las exigencias correspondientes a lo especificado. Serán instaladas en las ubicaciones y con la orientación señalada en los planos.

Las señales de reglamentación tienen por objeto indicar a los usuarios las limitaciones o restricciones que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación del Reglamento de la circulación vehicular.

Especificaciones:

Los postes y astas se colocarán en huecos cavados a la profundidad requerida para su debida sujeción, conforme se indique en los planos. El material sobrante de la excavación será depositado de manera uniforme a un lado de la vía, como lo indique el Fiscalizador.

El eje central de los postes o astas deberán estar en un plano vertical, con una tolerancia que no exceda de 6 milímetros en tres metros.

El espacio anular alrededor de los postes se rellenará hasta el nivel del terreno con suelo seleccionado en capas de aproximadamente 10 centímetros de espesor, debiendo ser cada capa humedecida y compactada a satisfacción del Fiscalizador, o

con hormigón de cemento Portland, de acuerdo a las estipulaciones de los planos o a las especificaciones especiales.

Los orificios para pernos, vástagos roscados o escudos de expansión se realizarán en el hormigón colado y fraguado, por métodos que no astillen el hormigón adyacente a los orificios.

Si los postes son de acero, deberán estar de acuerdo a los requerimientos de la ASTM A 499, y si son galvanizados, estarán de acuerdo con la ASTM A 123.

Si los postes son de aluminio, deberán estar de acuerdo con los requerimientos de la ASTM 322.

Las placas o tableros para señales se montarán en los postes, de acuerdo con los detalles que se muestren en los planos. Cualquier daño a los tableros, sea suministrado por el Contratista o por el Ministerio, deberá ser reparado por el Contratista, a su cuenta, y a satisfacción del Fiscalizador; el tablero dañado será reemplazado por el Contratista, a su propio costo, si el Fiscalizador así lo ordena.

Los tableros de señales con sus respectivos mensajes y con todo el herraje necesario para su montaje en los postes, serán suministrados por el Contratista, excepto en las disposiciones especiales se dispone el suministro de los tableros por el Ministerio.

Cuando se utilicen láminas reflectivas, el color especificado será conforme a los requerimientos aplicables a la AASHTO M 268 y se colocará en superficies exteriores lisas. Tendrá que ser visible a una distancia no menor de 100 m.

Se usará exclusivamente para indicar a los conductores que deberán efectuar la detención de su vehículo.

De forma octogonal de 0.75 m. entre lados paralelos, de color rojo con letras y marco blanco.

Se colocará donde los vehículos deban detenerse a una distancia del borde más cercano de la vía interceptada no menor de 2 m; generalmente se complementa esta señal con las marcas en el pavimento correspondiente a la línea de parada, cruce de peatones.

Las señales de reglamentación se dividen en:

- Señales relativas al derecho de paso

- Señales prohibitivas o restrictivas
- Señales de sentido de circulación

Medición y forma de pago

Las cantidades a pagarse por las señales colocadas al lado de la carretera serán las unidades completas, aceptablemente suministradas e instaladas.

Las cantidades determinadas en la forma indicada en el numeral anterior, se pagarán al precio contractual para el Rubro: abajo designado y que conste en el contrato.

Estos precios y pagos constituirán la compensación total por el suministro, fabricación, transporte e instalación de las señales colocadas al lado de carreteras, que incluye los postes, herraje, cimentaciones y mensajes, así como por toda la mano de obra, equipo, herramientas, materiales y operaciones conexas en la ejecución de los trabajos descritos en esta sección.

Nº del Rubro de Pago y Designación

Unidad de Medición

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

UNIDAD	u
MATERIALES	Señal reglamentaria 75x75 cm. inc. poste cuadrado (50x50x2) mm, cemento, arena, ripio, agua
EQUIPO	Herramienta menor
MANO DE OBRA	Estructura ocupacional E2, estructura ocupacional D2

RUBRO 19

AGUA PARA EL CONTROL DE POLVO

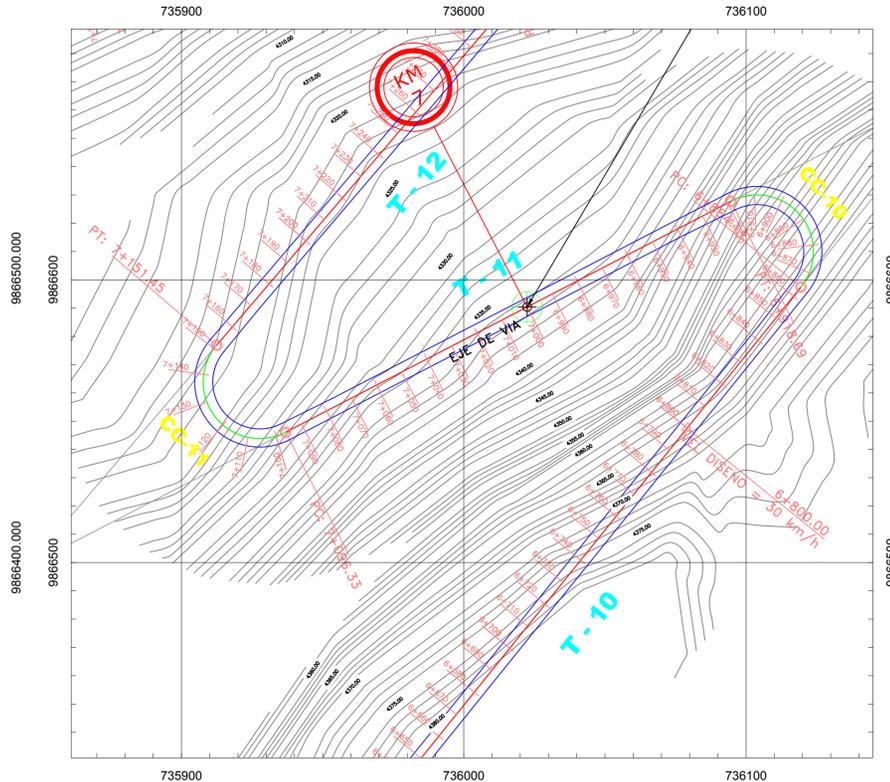
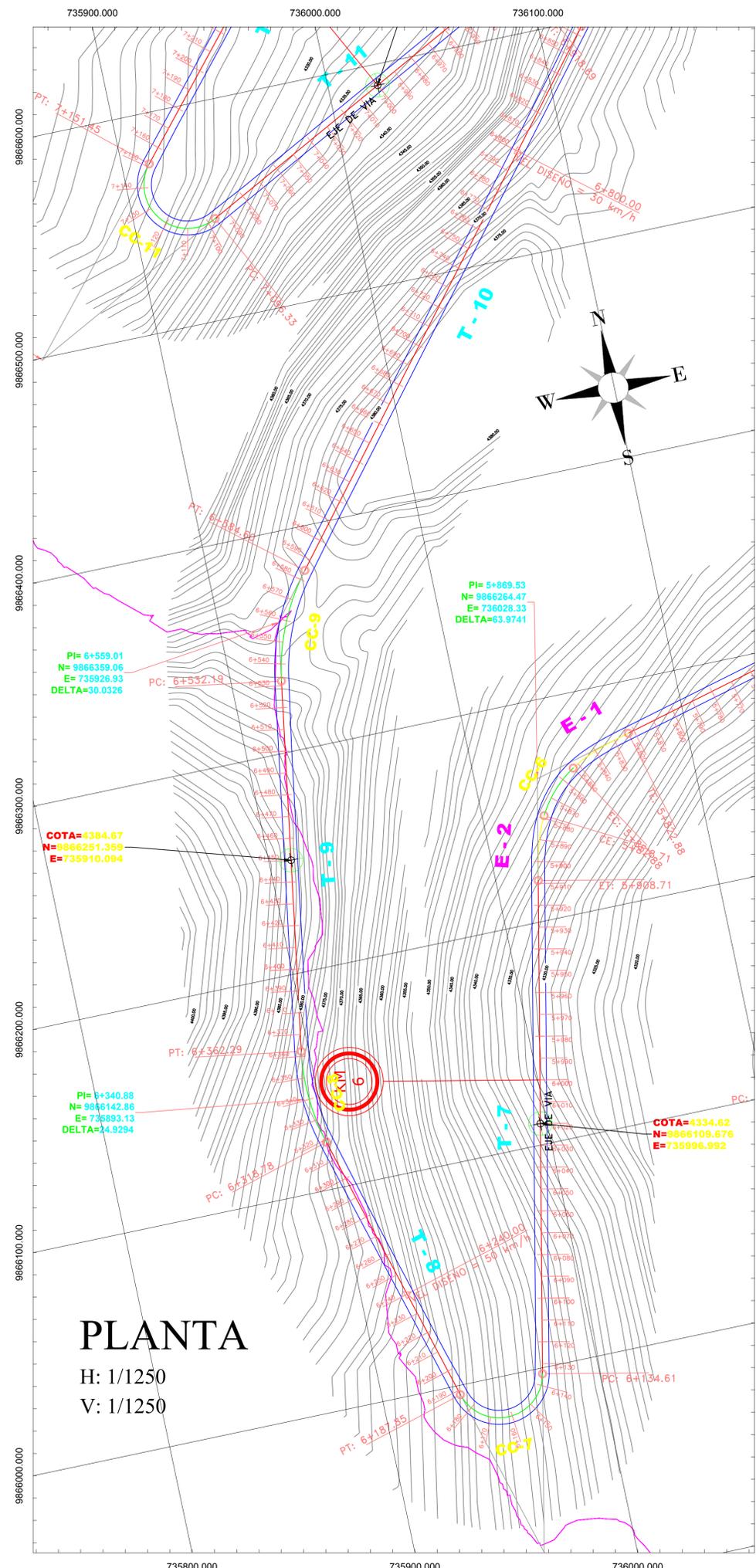
Descripción

Este trabajo consistirá en la aplicación de agua para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de las actividades de construcción; para su aplicación se deberá considerar las condiciones climáticas, especialmente en época de verano.

Procedimiento de trabajo

El agua será distribuida de manera uniforme a través de un tanquero equipado con un sistema de rociadores o manguera a presión, el equipo utilizado deberá ser aprobado por fiscalización. Para el cálculo del volumen del agua requerida se ha

ANEXO H.
PLANOS






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

Ubicación:
Chuquibanza - Llangahua
CANTÓN: AMBATO
PROVINCIA: TUNGURAHUA

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"

CONTENIDO:
DISEÑO GEOMÉTRICO HORIZONTAL Y VERTICAL
6+000 - 7+000

Ubicación:



ELABORADO POR:
JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:
ING. MG. FRICSON LUDGARDO MOREIRA C.

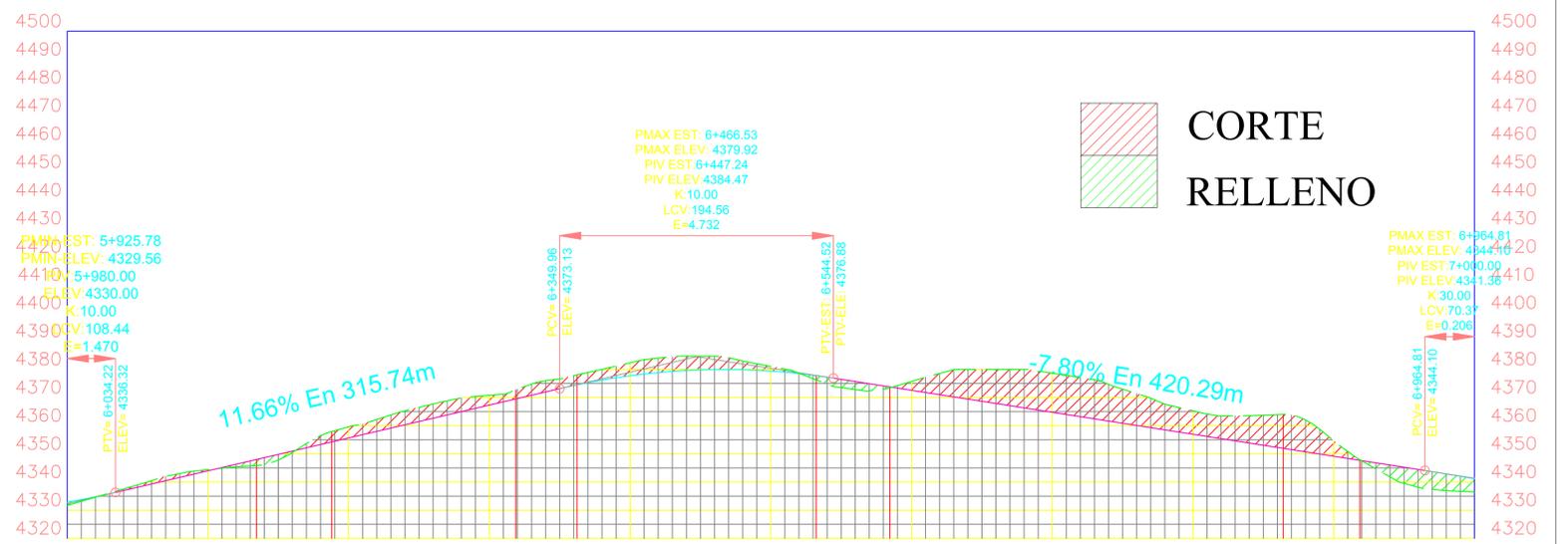
Lámina:
3/17

PERFIL

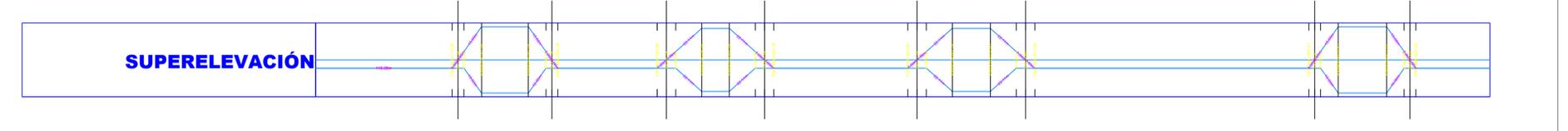
H: 1/2500
V: 1/100

SIMBOLOGÍA

- Chaquiñán existente
- Borde de clazada
- Tangente
- Curva Circular
- Curva Espiral



ESPESOR RELLENO	6+100	6+200	6+300	6+400	6+500	6+600	6+700	6+800	6+900
ESPESOR CORTE	0.54	1.18	1.35	0.41	0.81	2.45	0.50	0.15	0.15
COTA SUBRASANTE	4334.62	4337.54	4340.51	4343.01	4344.39	4345.41	4346.20	4346.65	4346.48
COTA PERFIL TERRENO	4334.62	4337.54	4340.51	4343.01	4344.39	4345.41	4346.20	4346.65	4346.48
ABSCISADO	6+100	6+200	6+300	6+400	6+500	6+600	6+700	6+800	6+900



PLANTA

H: 1/1250
V: 1/1250



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:

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

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

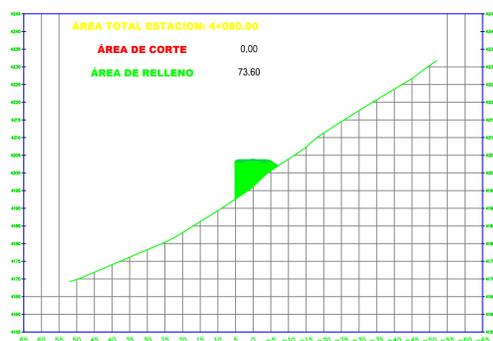
LÁMINA:
5/17

K4+000.00



ELEVACION TN: 4196.74
ELEVACION RAS: 4196.74

K4+080.00



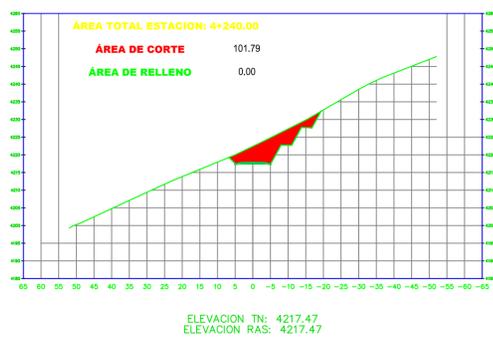
ELEVACION TN: 4203.38
ELEVACION RAS: 4203.38

K4+160.00



ELEVACION TN: 4210.02
ELEVACION RAS: 4210.02

K4+240.00



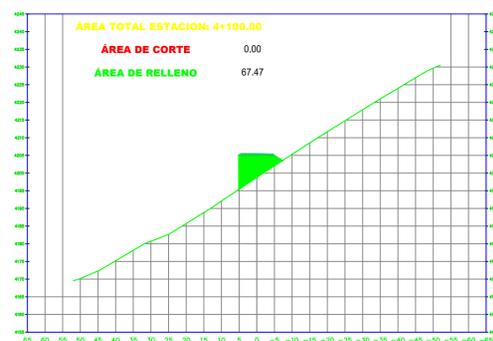
ELEVACION TN: 4217.47
ELEVACION RAS: 4217.47

K4+020.00



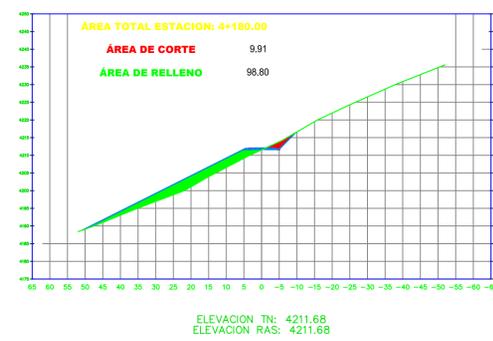
ELEVACION TN: 4198.40
ELEVACION RAS: 4198.40

K4+100.00



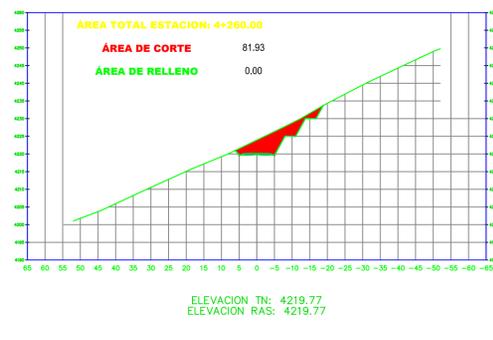
ELEVACION TN: 4205.04
ELEVACION RAS: 4205.04

K4+180.00



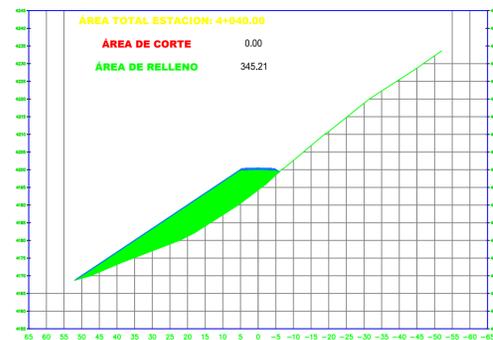
ELEVACION TN: 4211.68
ELEVACION RAS: 4211.68

K4+260.00



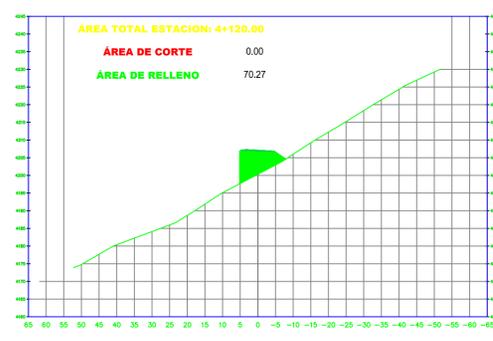
ELEVACION TN: 4219.77
ELEVACION RAS: 4219.77

K4+040.00



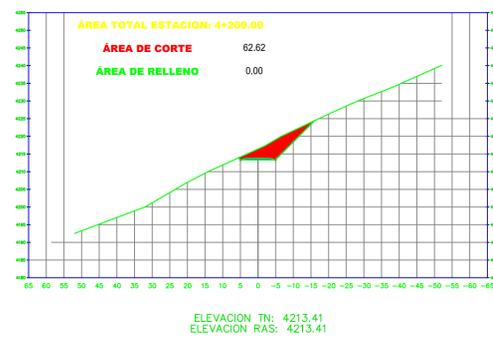
ELEVACION TN: 4200.06
ELEVACION RAS: 4200.06

K4+120.00



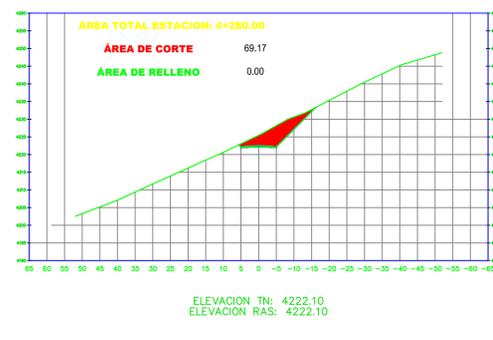
ELEVACION TN: 4206.70
ELEVACION RAS: 4206.70

K4+200.00



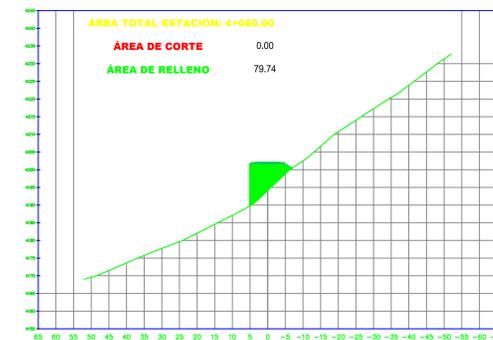
ELEVACION TN: 4213.41
ELEVACION RAS: 4213.41

K4+280.00



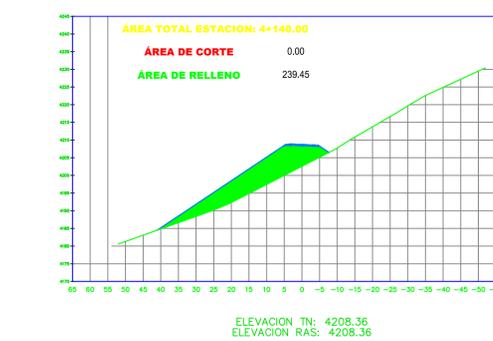
ELEVACION TN: 4222.10
ELEVACION RAS: 4222.10

K4+060.00



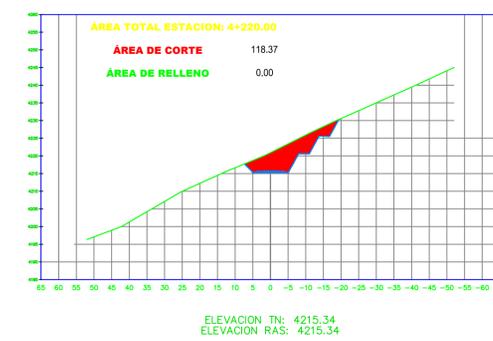
ELEVACION TN: 4201.72
ELEVACION RAS: 4201.72

K4+140.00



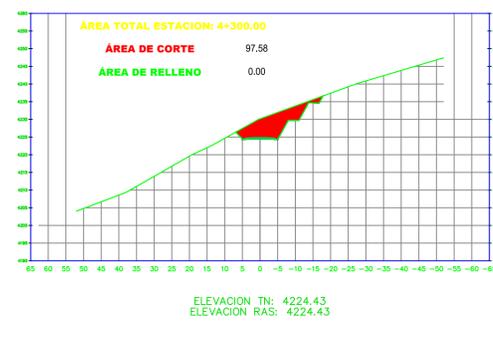
ELEVACION TN: 4208.36
ELEVACION RAS: 4208.36

K4+220.00



ELEVACION TN: 4215.34
ELEVACION RAS: 4215.34

K4+300.00



ELEVACION TN: 4224.43
ELEVACION RAS: 4224.43



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA CEDEÑO

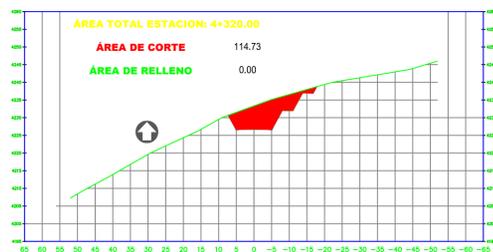
SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
6/17

K4+320.00



ELEVACION TN: 4226.76
ELEVACION RAS: 4226.76

K4+340.00



ELEVACION TN: 4229.09
ELEVACION RAS: 4229.09

K4+360.00



ELEVACION TN: 4231.41
ELEVACION RAS: 4231.41

K4+380.00



ELEVACION TN: 4233.74
ELEVACION RAS: 4233.74

K4+400.00



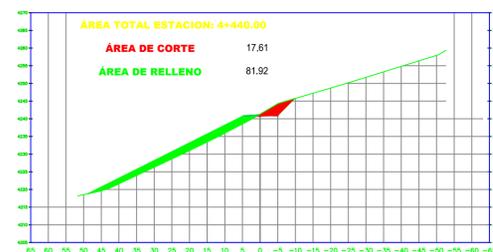
ELEVACION TN: 4236.07
ELEVACION RAS: 4236.07

K4+420.00



ELEVACION TN: 4238.40
ELEVACION RAS: 4238.40

K4+440.00



ELEVACION TN: 4240.73
ELEVACION RAS: 4240.73

K4+460.00



ELEVACION TN: 4243.06
ELEVACION RAS: 4243.06

K4+480.00



ELEVACION TN: 4245.39
ELEVACION RAS: 4245.39

K4+500.00



ELEVACION TN: 4247.72
ELEVACION RAS: 4247.72

K4+520.00



ELEVACION TN: 4250.05
ELEVACION RAS: 4250.05

K4+540.00



ELEVACION TN: 4252.37
ELEVACION RAS: 4252.37

K4+560.00



ELEVACION TN: 4254.70
ELEVACION RAS: 4254.70

K4+580.00



ELEVACION TN: 4257.03
ELEVACION RAS: 4257.03

K4+600.00



ELEVACION TN: 4259.31
ELEVACION RAS: 4259.31

K4+620.00



ELEVACION TN: 4261.23
ELEVACION RAS: 4261.23



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:

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

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
7/17

K4+640.00



ELEVACION TN: 4262.75
ELEVACION RAS: 4262.75

K4+660.00



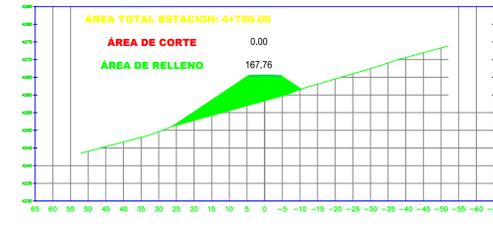
ELEVACION TN: 4263.87
ELEVACION RAS: 4263.87

K4+680.00



ELEVACION TN: 4264.60
ELEVACION RAS: 4264.60

K4+700.00



ELEVACION TN: 4265.20
ELEVACION RAS: 4265.20

K4+720.00



ELEVACION TN: 4265.80
ELEVACION RAS: 4265.80

K4+740.00



ELEVACION TN: 4266.41
ELEVACION RAS: 4266.41

K4+760.00



ELEVACION TN: 4267.01
ELEVACION RAS: 4267.01

K4+780.00



ELEVACION TN: 4267.62
ELEVACION RAS: 4267.62

K4+800.00



ELEVACION TN: 4268.22
ELEVACION RAS: 4268.22

K4+820.00



ELEVACION TN: 4268.83
ELEVACION RAS: 4268.83

K4+840.00



ELEVACION TN: 4269.43
ELEVACION RAS: 4269.43

K4+860.00



ELEVACION TN: 4270.04
ELEVACION RAS: 4270.04

K4+880.00



ELEVACION TN: 4270.64
ELEVACION RAS: 4270.64

K4+900.00



ELEVACION TN: 4271.26
ELEVACION RAS: 4271.26

K4+920.00



ELEVACION TN: 4272.08
ELEVACION RAS: 4272.08

K4+940.00



ELEVACION TN: 4273.17
ELEVACION RAS: 4273.17



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

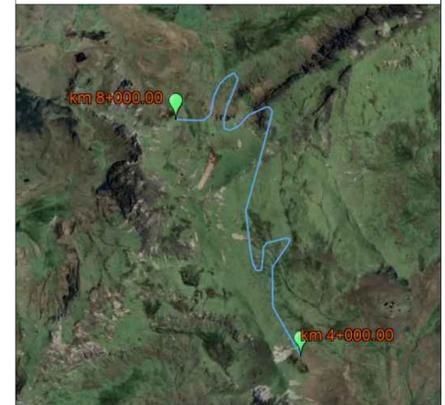
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:

8/17

K4+960.00



ELEVACION TN: 4274.53
ELEVACION RAS: 4274.53

K4+980.00



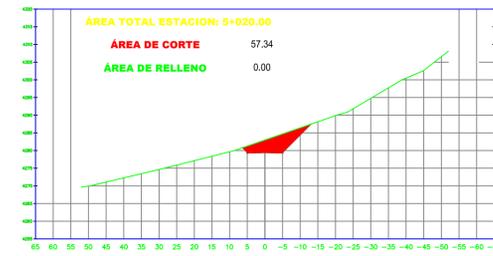
ELEVACION TN: 4276.13
ELEVACION RAS: 4276.13

K5+000.00



ELEVACION TN: 4277.78
ELEVACION RAS: 4277.78

K5+020.00



ELEVACION TN: 4279.43
ELEVACION RAS: 4279.43

K5+040.00



ELEVACION TN: 4281.08
ELEVACION RAS: 4281.08

K5+060.00



ELEVACION TN: 4282.72
ELEVACION RAS: 4282.72

K5+080.00



ELEVACION TN: 4284.37
ELEVACION RAS: 4284.37

K5+100.00



ELEVACION TN: 4286.02
ELEVACION RAS: 4286.02

K5+120.00



ELEVACION TN: 4287.66
ELEVACION RAS: 4287.66

K5+140.00



ELEVACION TN: 4289.31
ELEVACION RAS: 4289.31

K5+160.00



ELEVACION TN: 4290.96
ELEVACION RAS: 4290.96

K5+180.00



ELEVACION TN: 4292.61
ELEVACION RAS: 4292.61

K5+200.00



ELEVACION TN: 4294.25
ELEVACION RAS: 4294.25

K5+220.00



ELEVACION TN: 4295.90
ELEVACION RAS: 4295.90

K5+240.00



ELEVACION TN: 4297.55
ELEVACION RAS: 4297.55

K5+260.00



ELEVACION TN: 4299.19
ELEVACION RAS: 4299.19



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

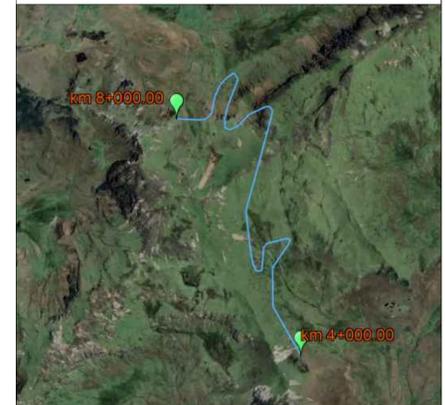
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:

9/17

K5+280.00



ELEVACION TN: 4300.84
ELEVACION RAS: 4300.84

K5+300.00



ELEVACION TN: 4302.49
ELEVACION RAS: 4302.49

K5+320.00



ELEVACION TN: 4304.13
ELEVACION RAS: 4304.13

K5+340.00



ELEVACION TN: 4305.78
ELEVACION RAS: 4305.78

K5+360.00



ELEVACION TN: 4307.43
ELEVACION RAS: 4307.43

K5+380.00



ELEVACION TN: 4309.08
ELEVACION RAS: 4309.08

K5+400.00



ELEVACION TN: 4310.72
ELEVACION RAS: 4310.72

K5+420.00



ELEVACION TN: 4312.37
ELEVACION RAS: 4312.37

K5+440.00



ELEVACION TN: 4314.02
ELEVACION RAS: 4314.02

K5+460.00



ELEVACION TN: 4315.66
ELEVACION RAS: 4315.66

K5+480.00



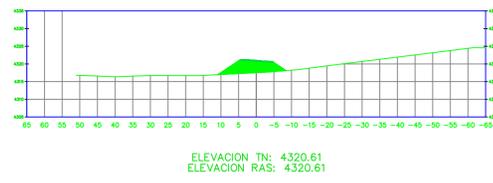
ELEVACION TN: 4317.31
ELEVACION RAS: 4317.31

K5+500.00



ELEVACION TN: 4318.96
ELEVACION RAS: 4318.96

K5+520.00



ELEVACION TN: 4320.61
ELEVACION RAS: 4320.61

K5+540.00



ELEVACION TN: 4322.25
ELEVACION RAS: 4322.25

K5+560.00



ELEVACION TN: 4323.90
ELEVACION RAS: 4323.90

K5+580.00



ELEVACION TN: 4325.26
ELEVACION RAS: 4325.26



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

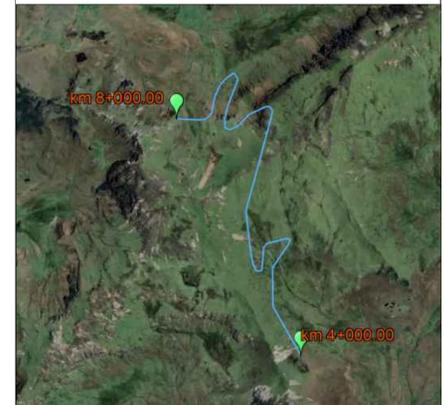
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
10/17

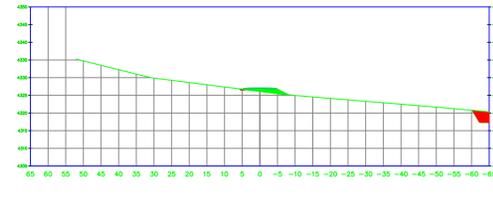
K5+600.00



ELEVACION TN: 4326.18
ELEVACION RAS: 4326.18

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+600.00
ÁREA DE CORTE: 63.70
ÁREA DE RELLENO: 0.00

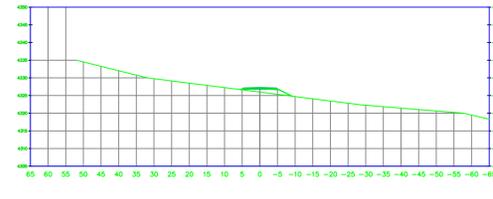
K5+620.00



ELEVACION TN: 4326.66
ELEVACION RAS: 4326.66

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+620.00
ÁREA DE CORTE: 11.90
ÁREA DE RELLENO: 7.06

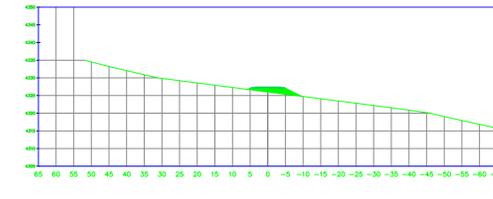
K5+640.00



ELEVACION TN: 4326.83
ELEVACION RAS: 4326.83

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+640.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K5+660.00



ELEVACION TN: 4327.00
ELEVACION RAS: 4327.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+660.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 12.90

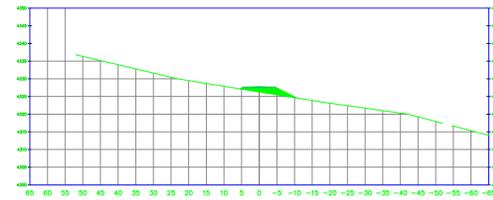
K5+680.00



ELEVACION TN: 4327.16
ELEVACION RAS: 4327.16

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+680.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 13.25

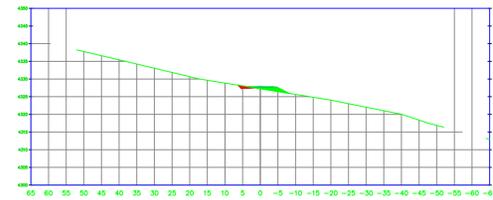
K5+700.00



ELEVACION TN: 4327.32
ELEVACION RAS: 4327.32

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+700.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 14.87

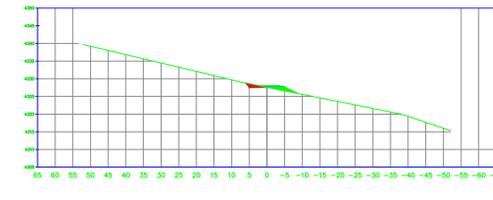
K5+720.00



ELEVACION TN: 4327.49
ELEVACION RAS: 4327.49

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+720.00
ÁREA DE CORTE: 1.87
ÁREA DE RELLENO: 4.74

K5+740.00



ELEVACION TN: 4327.65
ELEVACION RAS: 4327.65

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+740.00
ÁREA DE CORTE: 3.10
ÁREA DE RELLENO: 4.24

K5+760.00



ELEVACION TN: 4327.81
ELEVACION RAS: 4327.81

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+760.00
ÁREA DE CORTE: 12.76
ÁREA DE RELLENO: 0.17

K5+780.00



ELEVACION TN: 4327.97
ELEVACION RAS: 4327.97

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+780.00
ÁREA DE CORTE: 30.11
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K5+800.00



ELEVACION TN: 4328.14
ELEVACION RAS: 4328.14

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+800.00
ÁREA DE CORTE: 71.40
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K5+820.00



ELEVACION TN: 4328.30
ELEVACION RAS: 4328.30

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+820.00
ÁREA DE CORTE: 133.62
ÁREA DE RELLENO: 0.00

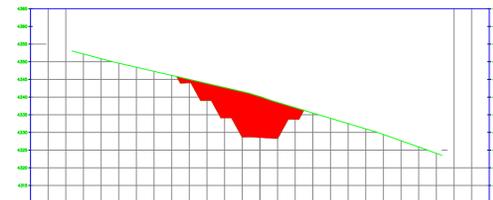
K5+840.00



ELEVACION TN: 4328.46
ELEVACION RAS: 4328.46

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+840.00
ÁREA DE CORTE: 199.83
ÁREA DE RELLENO: 0.00

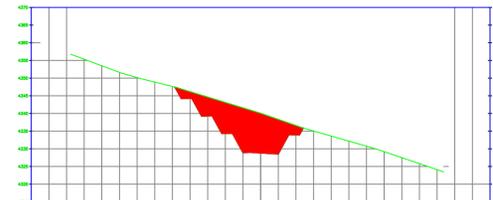
K5+860.00



ELEVACION TN: 4328.62
ELEVACION RAS: 4328.62

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+860.00
ÁREA DE CORTE: 248.45
ÁREA DE RELLENO: 0.00

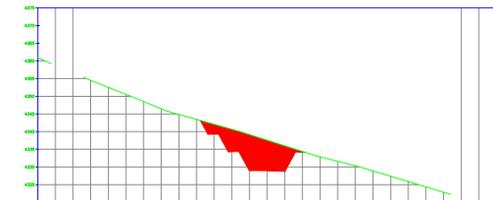
K5+880.00



ELEVACION TN: 4328.79
ELEVACION RAS: 4328.79

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+880.00
ÁREA DE CORTE: 254.91
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K5+900.00



ELEVACION TN: 4328.95
ELEVACION RAS: 4328.95

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+900.00
ÁREA DE CORTE: 166.17
ÁREA DE RELLENO: 0.00



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
11/17

K5+920.00



ELEVACION TN: 4329.11
ELEVACION RAS: 4329.11

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+920.00
ÁREA DE CORTE: 83.15
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K5+940.00



ELEVACION TN: 4329.38
ELEVACION RAS: 4329.38

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+940.00
ÁREA DE CORTE: 41.82
ÁREA DE RELLENO: 0.00

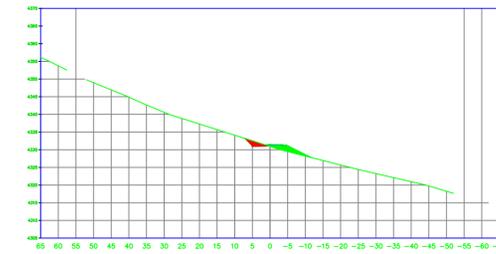
K5+960.00



ELEVACION TN: 4330.02
ELEVACION RAS: 4330.02

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+960.00
ÁREA DE CORTE: 10.33
ÁREA DE RELLENO: 2.75

K5+980.00



ELEVACION TN: 4331.07
ELEVACION RAS: 4331.07

ÁREA TOTAL ESTACION: 5+980.00
ÁREA DE CORTE: 5.05
ÁREA DE RELLENO: 9.44

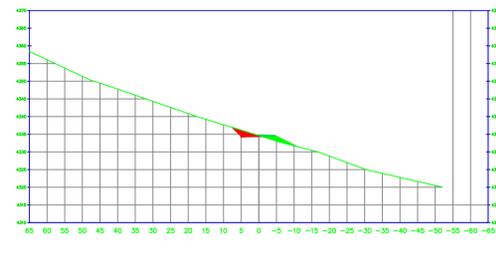
K6+000.00



ELEVACION TN: 4332.52
ELEVACION RAS: 4332.52

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+000.00
ÁREA DE CORTE: 2.10
ÁREA DE RELLENO: 20.87

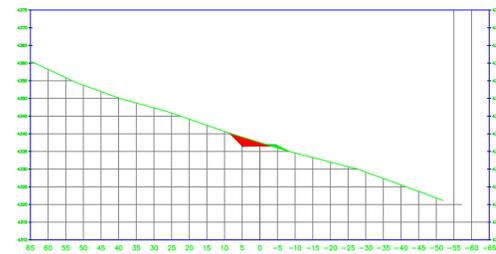
K6+020.00



ELEVACION TN: 4334.36
ELEVACION RAS: 4334.36

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+020.00
ÁREA DE CORTE: 7.67
ÁREA DE RELLENO: 6.12

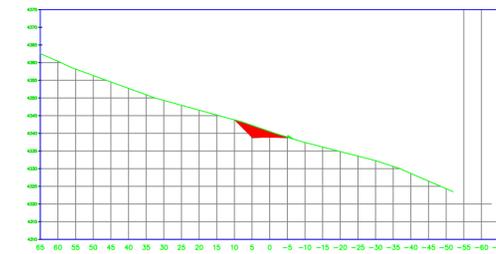
K6+040.00



ELEVACION TN: 4336.59
ELEVACION RAS: 4336.59

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+040.00
ÁREA DE CORTE: 14.60
ÁREA DE RELLENO: 1.35

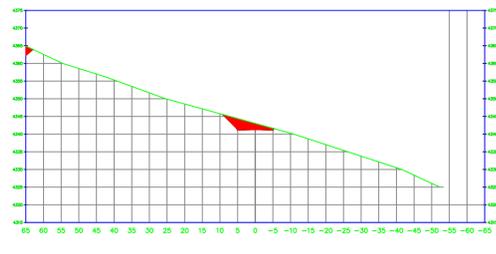
K6+060.00



ELEVACION TN: 4338.93
ELEVACION RAS: 4338.93

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+060.00
ÁREA DE CORTE: 24.55
ÁREA DE RELLENO: 0.29

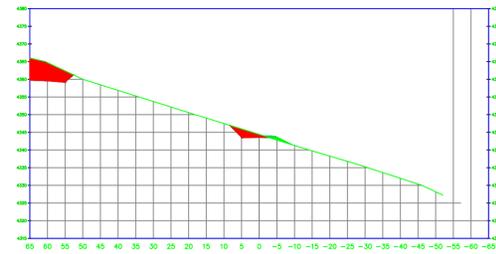
K6+080.00



ELEVACION TN: 4341.26
ELEVACION RAS: 4341.26

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+080.00
ÁREA DE CORTE: 27.32
ÁREA DE RELLENO: 0.00

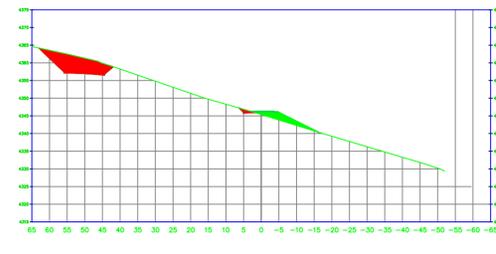
K6+100.00



ELEVACION TN: 4343.59
ELEVACION RAS: 4343.59

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+100.00
ÁREA DE CORTE: 66.45
ÁREA DE RELLENO: 2.23

K6+120.00



ELEVACION TN: 4345.92
ELEVACION RAS: 4345.92

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+120.00
ÁREA DE CORTE: 75.41
ÁREA DE RELLENO: 18.62

K6+140.00



ELEVACION TN: 4348.25
ELEVACION RAS: 4348.25

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+140.00
ÁREA DE CORTE: 80.62
ÁREA DE RELLENO: 37.22

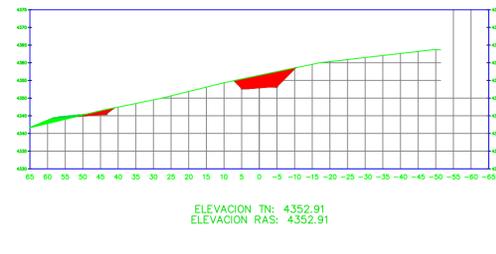
K6+160.00



ELEVACION TN: 4350.58
ELEVACION RAS: 4350.58

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+160.00
ÁREA DE CORTE: 1.73
ÁREA DE RELLENO: 2.88

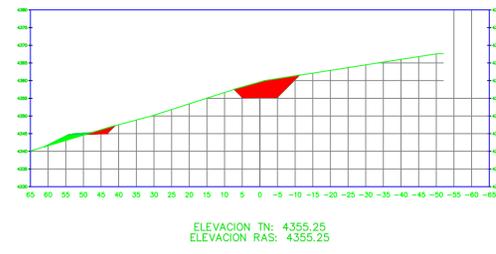
K6+180.00



ELEVACION TN: 4352.91
ELEVACION RAS: 4352.91

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+180.00
ÁREA DE CORTE: 56.19
ÁREA DE RELLENO: 6.76

K6+200.00



ELEVACION TN: 4355.25
ELEVACION RAS: 4355.25

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+200.00
ÁREA DE CORTE: 91.40
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+220.00



ELEVACION TN: 4357.58
ELEVACION RAS: 4357.58

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+220.00
ÁREA DE CORTE: 91.40
ÁREA DE RELLENO: 0.00



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

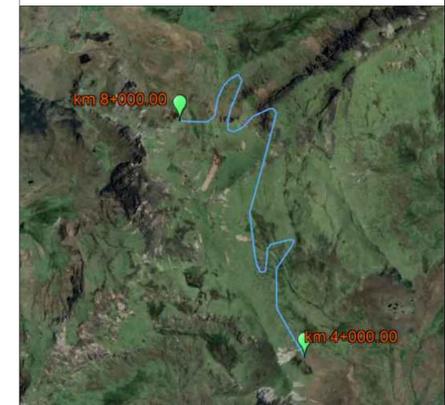
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

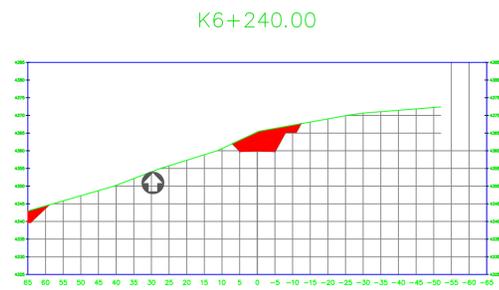
ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDENÓ

SIMBOLOGÍA:

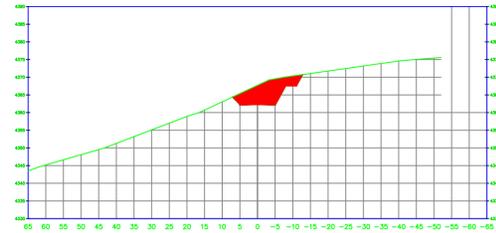


K6+240.00

ELEVACION TN: 4359.91
ELEVACION RAS: 4359.91

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+240.00

ÁREA DE CORTE 85.62
ÁREA DE RELLENO 0.00

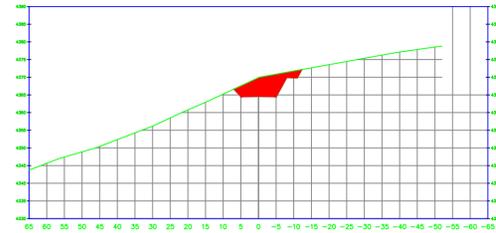


K6+260.00

ELEVACION TN: 4362.24
ELEVACION RAS: 4362.24

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+260.00

ÁREA DE CORTE 83.81
ÁREA DE RELLENO 0.00

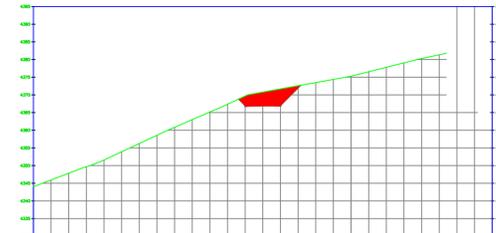


K6+280.00

ELEVACION TN: 4364.57
ELEVACION RAS: 4364.57

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+280.00

ÁREA DE CORTE 72.00
ÁREA DE RELLENO 0.00

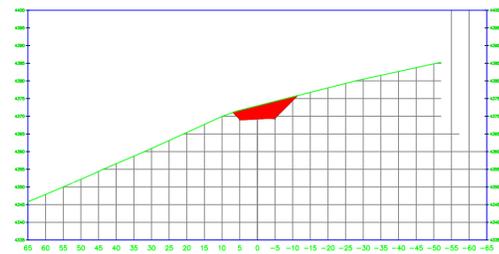


K6+300.00

ELEVACION TN: 4366.90
ELEVACION RAS: 4366.90

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+300.00

ÁREA DE CORTE 54.57
ÁREA DE RELLENO 0.00

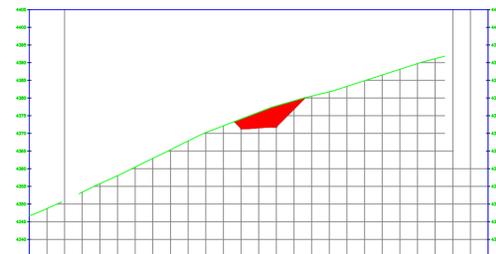


K6+320.00

ELEVACION TN: 4369.24
ELEVACION RAS: 4369.24

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+320.00

ÁREA DE CORTE 54.43
ÁREA DE RELLENO 0.00

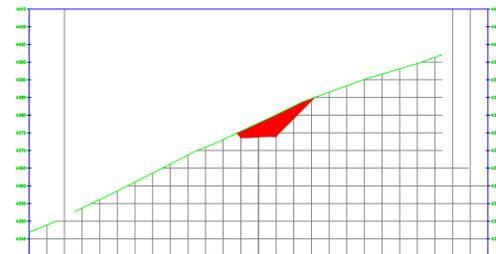


K6+340.00

ELEVACION TN: 4371.57
ELEVACION RAS: 4371.57

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+340.00

ÁREA DE CORTE 70.24
ÁREA DE RELLENO 0.00

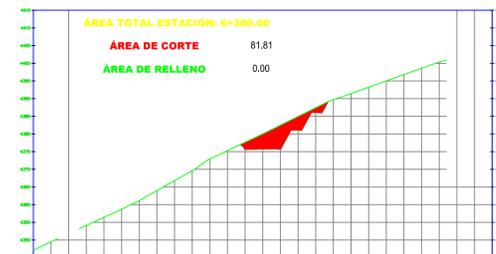


K6+360.00

ELEVACION TN: 4373.85
ELEVACION RAS: 4373.85

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+360.00

ÁREA DE CORTE 74.36
ÁREA DE RELLENO 0.00



K6+380.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+380.00

ÁREA DE CORTE 81.81
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4375.78
ELEVACION RAS: 4375.78



K6+400.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+400.00

ÁREA DE CORTE 96.48
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4377.31
ELEVACION RAS: 4377.31



K6+420.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+420.00

ÁREA DE CORTE 102.22
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4378.44
ELEVACION RAS: 4378.44



K6+440.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+440.00

ÁREA DE CORTE 104.55
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4379.17
ELEVACION RAS: 4379.17



K6+460.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+460.00

ÁREA DE CORTE 82.37
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4379.50
ELEVACION RAS: 4379.50

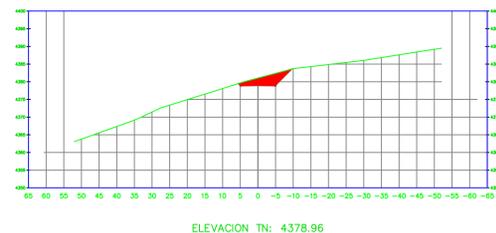


K6+480.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+480.00

ÁREA DE CORTE 53.06
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4379.43
ELEVACION RAS: 4379.43



K6+500.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+500.00

ÁREA DE CORTE 28.96
ÁREA DE RELLENO 0.00

ELEVACION TN: 4378.96
ELEVACION RAS: 4378.96



K6+520.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+520.00

ÁREA DE CORTE 5.59
ÁREA DE RELLENO 0.04

ELEVACION TN: 4378.09
ELEVACION RAS: 4378.09



K6+540.00

ELEVACION TN: 4376.82
ELEVACION RAS: 4376.82

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+540.00

ÁREA DE CORTE 0.00
ÁREA DE RELLENO 29.17

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
12/17



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO:

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

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA CEDEÑO

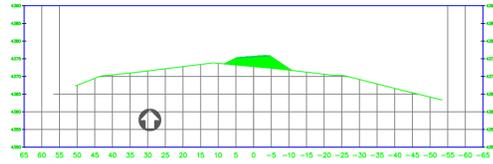
SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
13/17

K6+560.00

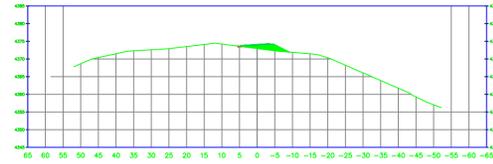


ELEVACION TN: 4375.27
ELEVACION RAS: 4375.27

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+560.00

ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 36.40

K6+580.00



ELEVACION TN: 4373.71
ELEVACION RAS: 4373.71

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+580.00

ÁREA DE CORTE: 0.15
ÁREA DE RELLENO: 10.80

K6+600.00

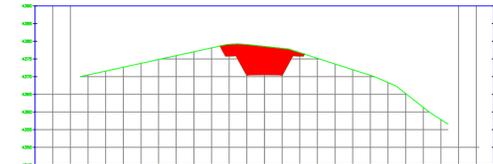


ELEVACION TN: 4372.15
ELEVACION RAS: 4372.15

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+600.00

ÁREA DE CORTE: 47.85
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+620.00

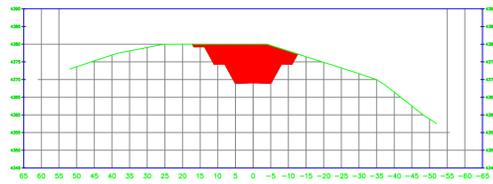


ELEVACION TN: 4370.59
ELEVACION RAS: 4370.59

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+620.00

ÁREA DE CORTE: 127.40
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+640.00

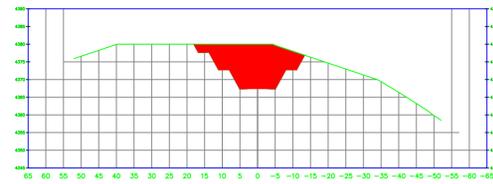


ELEVACION TN: 4369.03
ELEVACION RAS: 4369.03

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+640.00

ÁREA DE CORTE: 200.54
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+660.00



ELEVACION TN: 4367.47
ELEVACION RAS: 4367.47

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+660.00

ÁREA DE CORTE: 248.06
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+680.00

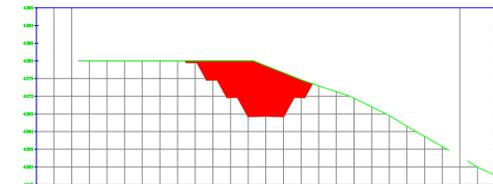


ELEVACION TN: 4365.91
ELEVACION RAS: 4365.91

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+680.00

ÁREA DE CORTE: 279.80
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+700.00

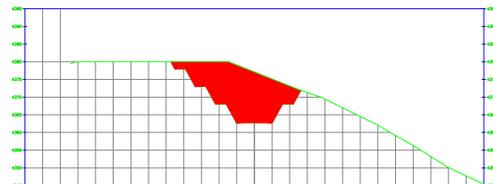


ELEVACION TN: 4364.35
ELEVACION RAS: 4364.35

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+700.00

ÁREA DE CORTE: 308.92
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+720.00

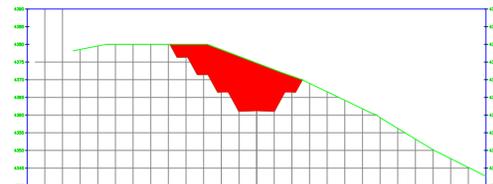


ELEVACION TN: 4362.79
ELEVACION RAS: 4362.79

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+720.00

ÁREA DE CORTE: 337.23
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+740.00

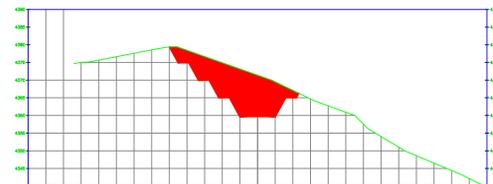


ELEVACION TN: 4361.24
ELEVACION RAS: 4361.24

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+740.00

ÁREA DE CORTE: 339.56
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+760.00

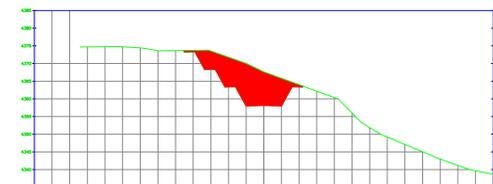


ELEVACION TN: 4359.68
ELEVACION RAS: 4359.68

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+760.00

ÁREA DE CORTE: 284.51
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+780.00

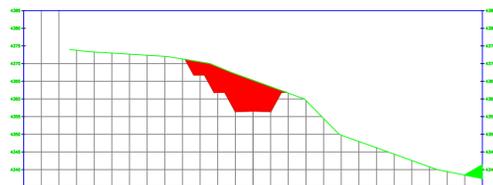


ELEVACION TN: 4358.12
ELEVACION RAS: 4358.12

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+780.00

ÁREA DE CORTE: 210.75
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+800.00

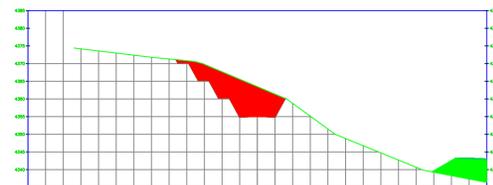


ELEVACION TN: 4356.56
ELEVACION RAS: 4356.56

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+800.00

ÁREA DE CORTE: 177.71
ÁREA DE RELLENO: 9.64

K6+820.00

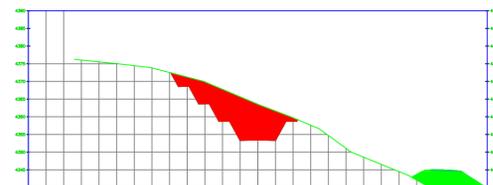


ELEVACION TN: 4355.00
ELEVACION RAS: 4355.00

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+820.00

ÁREA DE CORTE: 182.42
ÁREA DE RELLENO: 65.70

K6+840.00

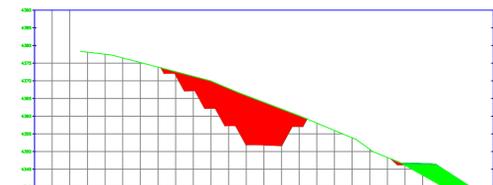


ELEVACION TN: 4353.44
ELEVACION RAS: 4353.44

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+840.00

ÁREA DE CORTE: 242.28
ÁREA DE RELLENO: 104.81

K6+860.00



ELEVACION TN: 4351.88
ELEVACION RAS: 4351.88

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+860.00

ÁREA DE CORTE: 308.60
ÁREA DE RELLENO: 64.96



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

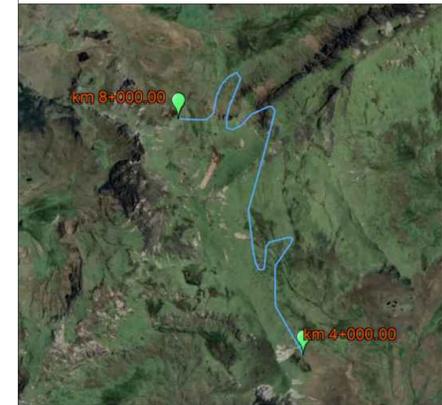
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
14/17

K6+880.00



ELEVACION TN: 4350.32
ELEVACION RAS: 4350.32

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+880.00
ÁREA DE CORTE: 266.84
ÁREA DE RELLENO: 34.57

K6+900.00



ELEVACION TN: 4348.76
ELEVACION RAS: 4348.76

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+900.00
ÁREA DE CORTE: 83.74
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K6+920.00



ELEVACION TN: 4347.20
ELEVACION RAS: 4347.20

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+920.00
ÁREA DE CORTE: 304.49
ÁREA DE RELLENO: 39.11

K6+940.00



ELEVACION TN: 4345.64
ELEVACION RAS: 4345.64

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+940.00
ÁREA DE CORTE: 190.68
ÁREA DE RELLENO: 78.33

K6+960.00



ELEVACION TN: 4344.08
ELEVACION RAS: 4344.08

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+960.00
ÁREA DE CORTE: 98.23
ÁREA DE RELLENO: 125.10

K6+980.00



ELEVACION TN: 4342.48
ELEVACION RAS: 4342.48

ÁREA TOTAL ESTACION: 6+980.00
ÁREA DE CORTE: 27.49
ÁREA DE RELLENO: 109.16

K7+000.00



ELEVACION TN: 4340.75
ELEVACION RAS: 4340.75

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+000.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 78.26

K7+020.00



ELEVACION TN: 4338.89
ELEVACION RAS: 4338.89

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+020.00
ÁREA DE CORTE: 13.76
ÁREA DE RELLENO: 52.53

K7+040.00



ELEVACION TN: 4336.90
ELEVACION RAS: 4336.90

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+040.00
ÁREA DE CORTE: 39.59
ÁREA DE RELLENO: 51.24

K7+060.00



ELEVACION TN: 4334.87
ELEVACION RAS: 4334.87

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+060.00
ÁREA DE CORTE: 19.46
ÁREA DE RELLENO: 38.59

K7+080.00



ELEVACION TN: 4332.84
ELEVACION RAS: 4332.84

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+080.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 103.34

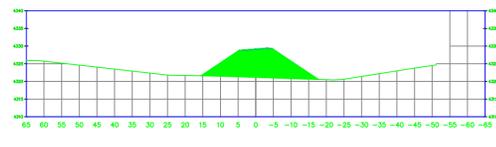
K7+100.00



ELEVACION TN: 4330.81
ELEVACION RAS: 4330.81

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+100.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 185.20

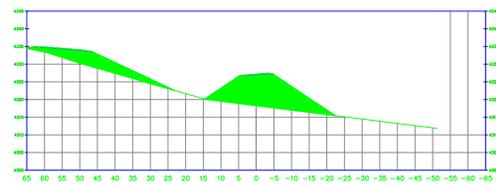
K7+120.00



ELEVACION TN: 4328.78
ELEVACION RAS: 4328.78

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+120.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 185.09

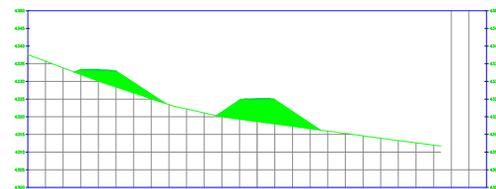
K7+140.00



ELEVACION TN: 4326.76
ELEVACION RAS: 4326.76

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+140.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 281.79

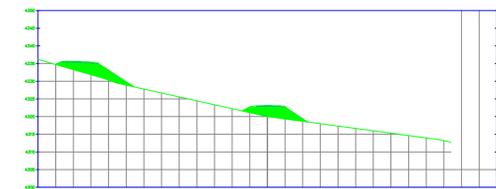
K7+160.00



ELEVACION TN: 4324.73
ELEVACION RAS: 4324.73

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+160.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 182.06

K7+180.00



ELEVACION TN: 4322.70
ELEVACION RAS: 4322.70

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+180.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 82.02



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

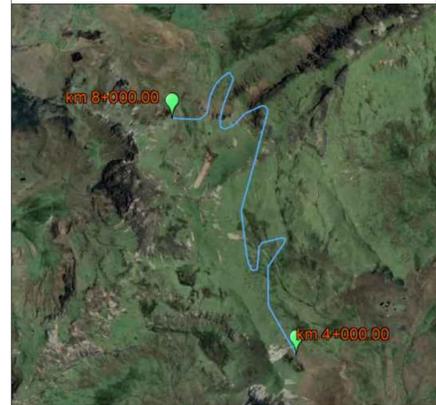
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
15/17

K7+200.00



ELEVACION TN: 4320.67
ELEVACION RAS: 4320.67

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+200.00

ÁREA DE CORTE: 21.09
ÁREA DE RELLENO: 49.28

K7+220.00



ELEVACION TN: 4318.64
ELEVACION RAS: 4318.64

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+220.00

ÁREA DE CORTE: 59.94
ÁREA DE RELLENO: 24.65

K7+240.00

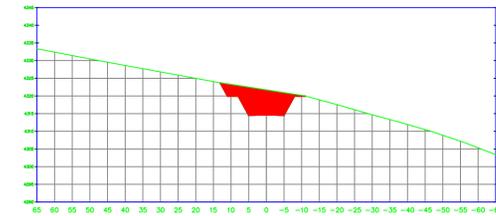


ELEVACION TN: 4316.61
ELEVACION RAS: 4316.61

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+240.00

ÁREA DE CORTE: 98.48
ÁREA DE RELLENO: 6.15

K7+260.00

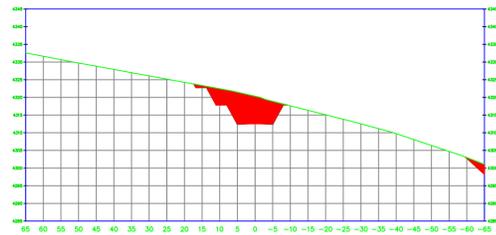


ELEVACION TN: 4314.58
ELEVACION RAS: 4314.58

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+260.00

ÁREA DE CORTE: 114.00
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K7+280.00

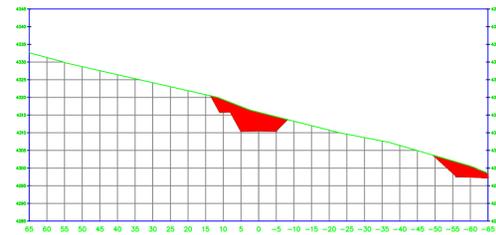


ELEVACION TN: 4312.55
ELEVACION RAS: 4312.55

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+280.00

ÁREA DE CORTE: 137.91
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K7+300.00



ELEVACION TN: 4310.52
ELEVACION RAS: 4310.52

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+300.00

ÁREA DE CORTE: 128.72
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K7+320.00



ELEVACION TN: 4308.49
ELEVACION RAS: 4308.49

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+320.00

ÁREA DE CORTE: 51.19
ÁREA DE RELLENO: 2.01

K7+340.00



ELEVACION TN: 4306.47
ELEVACION RAS: 4306.47

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+340.00

ÁREA DE CORTE: 39.74
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K7+360.00



ELEVACION TN: 4304.44
ELEVACION RAS: 4304.44

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+360.00

ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 26.97

K7+380.00



ELEVACION TN: 4302.41
ELEVACION RAS: 4302.41

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+380.00

ÁREA DE CORTE: 73.81
ÁREA DE RELLENO: 36.80

K7+400.00



ELEVACION TN: 4300.38
ELEVACION RAS: 4300.38

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+400.00

ÁREA DE CORTE: 104.89
ÁREA DE RELLENO: 8.49

K7+420.00

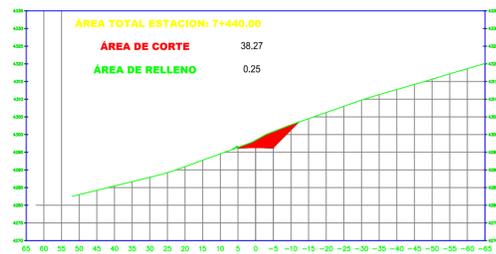


ELEVACION TN: 4298.35
ELEVACION RAS: 4298.35

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+420.00

ÁREA DE CORTE: 71.63
ÁREA DE RELLENO: 0.00

K7+440.00

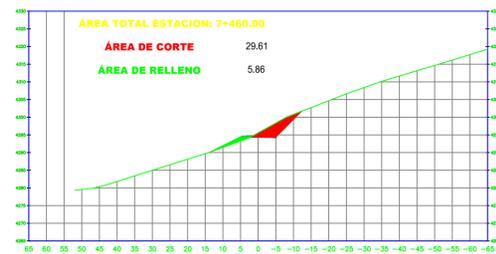


ELEVACION TN: 4296.32
ELEVACION RAS: 4296.32

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+440.00

ÁREA DE CORTE: 38.27
ÁREA DE RELLENO: 0.25

K7+460.00



ELEVACION TN: 4294.38
ELEVACION RAS: 4294.38

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+460.00

ÁREA DE CORTE: 29.61
ÁREA DE RELLENO: 5.86

K7+480.00



ELEVACION TN: 4292.85
ELEVACION RAS: 4292.85

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+480.00

ÁREA DE CORTE: 14.53
ÁREA DE RELLENO: 27.72

K7+500.00



ELEVACION TN: 4291.76
ELEVACION RAS: 4291.76

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+500.00

ÁREA DE CORTE: 6.86
ÁREA DE RELLENO: 63.73



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

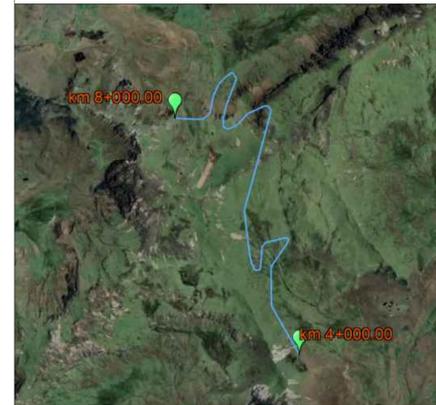
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquiбанza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
16/17

K7+520.00



ELEVACION TN: 4291.12
ELEVACION RAS: 4291.12

K7+540.00



ELEVACION TN: 4290.90
ELEVACION RAS: 4290.90

K7+560.00



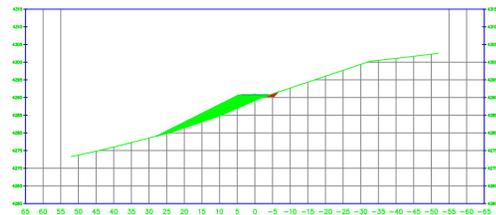
ELEVACION TN: 4290.75
ELEVACION RAS: 4290.75

K7+580.00



ELEVACION TN: 4290.61
ELEVACION RAS: 4290.61

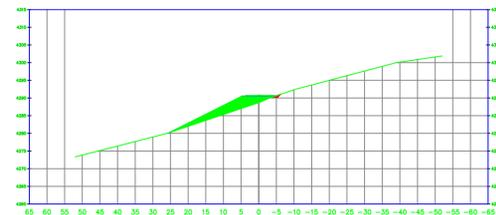
K7+600.00



ELEVACION TN: 4290.47
ELEVACION RAS: 4290.47

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+600.00
ÁREA DE CORTE: 1.36
ÁREA DE RELLENO: 60.57

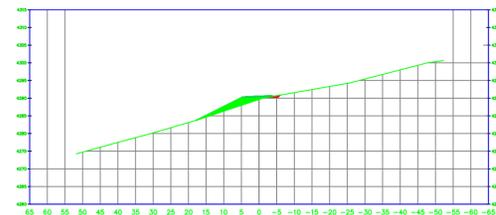
K7+620.00



ELEVACION TN: 4290.33
ELEVACION RAS: 4290.33

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+620.00
ÁREA DE CORTE: 0.87
ÁREA DE RELLENO: 48.64

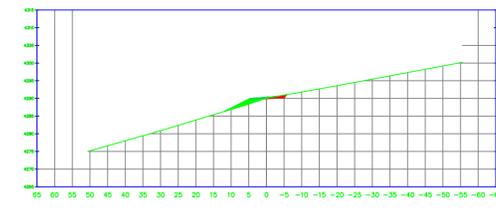
K7+640.00



ELEVACION TN: 4290.19
ELEVACION RAS: 4290.19

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+640.00
ÁREA DE CORTE: 0.87
ÁREA DE RELLENO: 20.80

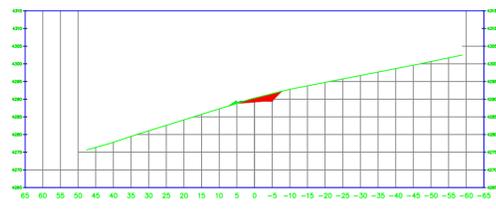
K7+660.00



ELEVACION TN: 4289.92
ELEVACION RAS: 4289.92

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+660.00
ÁREA DE CORTE: 2.39
ÁREA DE RELLENO: 7.18

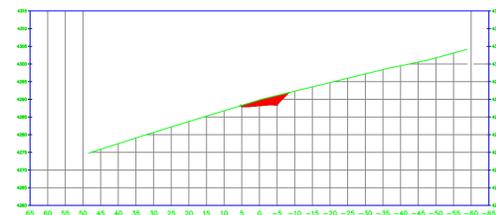
K7+680.00



ELEVACION TN: 4289.25
ELEVACION RAS: 4289.25

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+680.00
ÁREA DE CORTE: 12.63
ÁREA DE RELLENO: 0.78

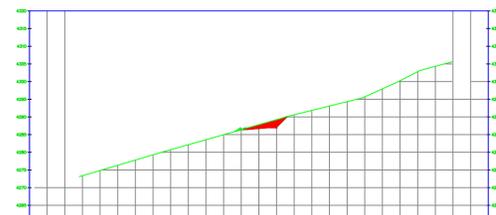
K7+700.00



ELEVACION TN: 4288.19
ELEVACION RAS: 4288.19

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+700.00
ÁREA DE CORTE: 19.94
ÁREA DE RELLENO: 0.03

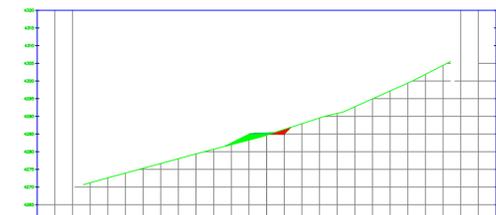
K7+720.00



ELEVACION TN: 4286.72
ELEVACION RAS: 4286.72

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+720.00
ÁREA DE CORTE: 14.10
ÁREA DE RELLENO: 0.51

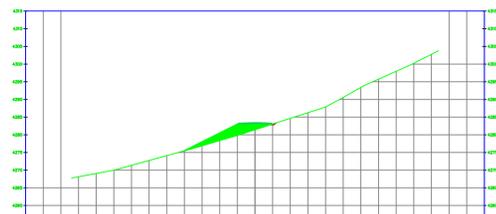
K7+740.00



ELEVACION TN: 4284.89
ELEVACION RAS: 4284.89

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+740.00
ÁREA DE CORTE: 3.88
ÁREA DE RELLENO: 9.59

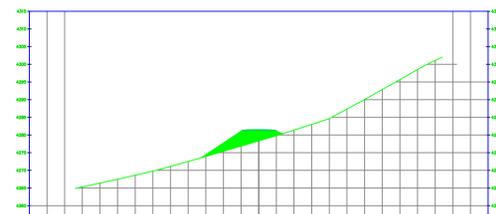
K7+760.00



ELEVACION TN: 4282.98
ELEVACION RAS: 4282.98

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+760.00
ÁREA DE CORTE: 0.23
ÁREA DE RELLENO: 39.23

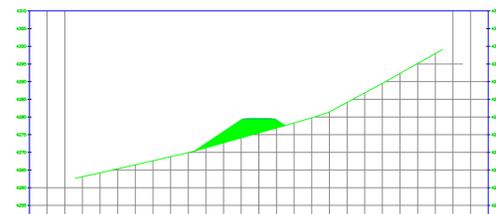
K7+780.00



ELEVACION TN: 4281.08
ELEVACION RAS: 4281.08

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+780.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 50.81

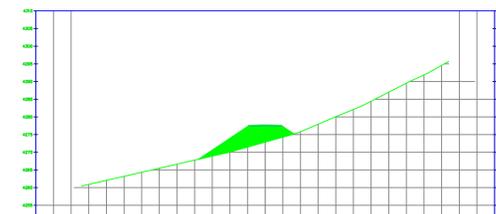
K7+800.00



ELEVACION TN: 4279.17
ELEVACION RAS: 4279.17

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+800.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 71.26

K7+820.00



ELEVACION TN: 4277.26
ELEVACION RAS: 4277.26

ÁREA TOTAL ESTACION: 7+820.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 88.37



**UNIVERSIDAD TÉCNICA
DE AMBATO**

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
Y MECÁNICA

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

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"

UBICACIÓN:

Sector Chuquibanza - Llangahua
Parroquia: Rural San Fernando
Cantón: Ambato
Provincia: Tungurahua



CONTENIDO:

SECCIONES TRANSVERSALES

ELABORADO POR:

SR. JAIRO ELIECER CHIMBANA
AGUALONGO

REVISADO POR:

ING. FRICSON LUTGARDO MOREIRA
CEDEÑO

SIMBOLOGÍA:

FECHA:
17/enero/2024

ESCALA:
ESP.

LÁMINA:
17/17

K7+840.00



ELEVACION TN: 4275.35
ELEVACION RAS: 4275.35

K7+860.00



ELEVACION TN: 4273.45
ELEVACION RAS: 4273.45

K7+880.00



ELEVACION TN: 4271.54
ELEVACION RAS: 4271.54

K7+900.00



ELEVACION TN: 4269.63
ELEVACION RAS: 4269.63

K7+920.00



ELEVACION TN: 4267.72
ELEVACION RAS: 4267.72

K7+940.00



ELEVACION TN: 4265.82
ELEVACION RAS: 4265.82

K7+960.00



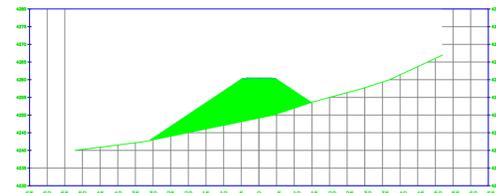
ELEVACION TN: 4263.91
ELEVACION RAS: 4263.91

K7+980.00



ELEVACION TN: 4262.00
ELEVACION RAS: 4262.00

K8+000.00



ELEVACION TN: 4260.09
ELEVACION RAS: 4260.09

ÁREA TOTAL ESTACION: 8+000.00
ÁREA DE CORTE: 0.00
ÁREA DE RELLENO: 309.81