



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA

CARRERA: INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO TÉCNICO

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

TEMA:

“REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA QUE UNE QUILAJALO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI.”

AUTOR:

Silvia Maricela Tonato Tonato

TUTOR:

Ing.Mg. Rodrigo Acosta

Ambato, Ecuador

2016

APROBACIÓN DEL TUTOR

En mi calidad de tutor del trabajo de graduación, certifico que el presente proyecto técnico realizado por la Srta. Silvia Maricela Tonato Tonato, egresado de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, de la Universidad Técnica de Ambato, previo a la obtención del Título de Ingeniera Civil, se desarrolló bajo mi tutoría, es un trabajo personal e inédito, bajo el tema: **REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA QUE UNE QUILAJALO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTOPAXI.** “

En el presente trabajo de graduación bajo mi tutoría fueron concluidos de manera correcta los 4 capítulos que conforman el proyecto técnico dentro del tiempo establecido según la normativa que rige en la Universidad Técnica de Ambato.

Es todo cuanto puedo certificar en honor a la verdad, y puede continuar con el trámite pertinente.

En la ciudad de Ambato, a los 11 días del mes de Agosto de 2016.

Ing. Mg. Rodrigo Acosta

Autor

AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO

Yo, SILVIA MARICELA TONATO TONATO, declaro que los contenidos y los resultados en el presente proyecto técnico, como requerimiento previo para la obtención del título de Ingeniero Civil, son absolutamente originales, auténticos y personales a excepción de las citas, cuadros y gráficos de origen bibliográfico.

Egdo. Silvia Maricela Tonato Tonato

Autor

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mí proyecto con fines de difusión pública, además la reproducción del mismo, dentro de las regulaciones de la universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato Agosto 2016

.....
Autor
Egdo.Silvia Maricela Tonato Tonato

AGRADECIMIENTO

A mis padres: **Oswaldo y Marina**, por el esfuerzo, amor y corazón por darme por darme una buena educación.

A mis hermanos **Jenny, Alexander**, por ser mi apoyo incondicional.

A mis Abuelos: **Amable, Romelia**, por ese amor y apoyo moral para impulsar este hermoso sueño.

A mi tutor, **Ing. Mg. Rodrigo Acosta** por su contribución de conocimientos en mi trabajo de graduación.

A mis **familiares, amigos y compañeros de clase**, que de una u otra forma me han ayudado con sus palabras de aliento.

DEDICATORIA

El presente trabajo de graduación se lo dedico principalmente a mis padres Oswaldo y Marina, quienes pusieron sus esperanzas en mí y me brindan su infinito amor y apoyo.

A mis abuelos, por darme esos consejos únicos que me ayudan a seguir adelante.

A todos mis tíos en especial Manual, Janeth, por brindarme ese apoyo única incondicional.

ÍNDICE

APROBACIÓN DEL TUTOR	iii
DERECHOS DE AUTOR.....	iv
AUTORÍA DEL PROYECTO TÉCNICO	ii
AGRADECIMIENTO.....	v
DEDICATORIA.....	vi

ÍNDICE

1. CAPÍTULO EL PROBLEMA	13
1.1. Tema de Investigación:.....	13
1.2. Justificación.....	13
1.3. Objetivo.....	14
1.3.1.Objetivos General:.....	14
1.3.2.Objetivos Específicos:.....	14
2. CAPÍTULO FUNDAMENTACIÓN	15
2.1.InvestigacionesPrevias.....	15
2.2.FundamentaciónLegal.....	17
2.3.Fundamentaciónteórica.....	18
3. CAPÍTULO DISEÑO DEL PROYECTO	75
3.1. Estudios del proyecto.....	75
3.1.1.Inventario vial.....	76
3.1.2.Estudio Topográfico.....	77
3.2. Tráfico actual.....	79
3.3. Estudio de suelos.....	89
3.3.1.Capacidadde soporte CBR.....	91
3.4. Medidas Ambiental en la zona de estudio.....	92
3.5. Diseño geométrico.....	97
3.6. Diseño del pavimento flexible.....	110
3.7. Sistema de drenaje.....	131
3.8. Diseño de alcantarillas.....	138
3.9. Señalización.....	142
3.10.Especificaciones técnicas.....	154
3.11.Los Precios actuales de la Contraloría General del Estado.....	173
3.12.Precios unitarios.....	174

3.13. Presupuesto.....	194
3.14. Cronograma Valorado.....	195
4. CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....	196
4.1. Conclusiones.....	196
4.2. Recomendaciones.....	198
4.3. Bibliografía.....	199
4.4. Anexos.....	201

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 Tipos de Terreno	21
Tabla 2. Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño.....	23
Tabla 3. Clasificación de las carreteras de acuerdo al tráfico proyectado	23
Tabla 4 Velocidades de Diseño en Km/h.....	25
Tabla 5 Fórmulas para velocidades de circulación	26
Tabla 6 Máximo coeficiente de fricción lateral	30
Tabla 7 . Valores recomendados de las gradientes longitudinales “i”	33
Tabla 8. Radio mínimo de curvatura.....	37
Tabla 9.Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo.....	40
Tabla 10. Distancia de visibilidad mínima de Rebasamiento para el rebasamiento de un vehículo	43
Tabla 11. Especificaciones de los ensayos de compactación de los suelos	59
Tabla 12. Límites granulométricos para sub-bases	66
Tabla 13.Especificaciones generales para sub-bases	66
Tabla 14.Límites granulométricos para bases	68
Tabla 15.Especificaciones generales para bases	68
Tabla 16.Granulometría de los agregados para mezclas bituminosa.	69
Tabla 17.Criterios de diseño para mezclas MARSHALL.....	70
Tabla 18. Volumen de hora pico	78
Tabla 19. TPDA actual	82
Tabla 20. Tráfico Actual Total.....	85
Tabla 21. Tasa de Crecimiento.....	85
Tabla 22. Tráfico futuro proyectado a 20 años	88
Tabla 23. Clasificación vial en función del TPDA proyectado.	88
Tabla 24. Ubicación de pozos a cielo abierto	89
Tabla 25. Granulometría	90
Tabla 26. Límites de Atterberg	90
Tabla 27. Proctor modificado.....	90
Tabla 28. CBR. Puntual	91
Tabla 29. Valor percentil de diseño	91

Tabla 30. Anchos de calzada.....	109
Tabla 31. Periodo de diseño	111
Tabla 32. Factores de daño.....	112
Tabla 33. Número de ejes equivalente a 8,2 toneladas	115
Tabla 34. Calidad de drenaje.....	123
Tabla 35. Valores mínimos para la carpeta asfáltica y base	124
Tabla 36. Calculo del número estructural SN	125
Tabla 37. Diseño de pavimento flexible	126
Tabla 38. Caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendientes	134
Tabla 39. Coeficientes de escorrentía de la fórmula de Talbot.....	139
Tabla 40. Volúmenes de hormigón de tipos de cabezales	141
Tabla 41. Ubicación de alcantarillas y pases de agua	141
Tabla 42. Tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones	144

ÍNDICE DE GRÁFICOS

Grafico 1. Elementos de una curva circular simple	27
Grafico 2 Fórmulas para velocidades de circulación	27
Grafico 3 Tangente intermedia.....	29
Grafico 4. Peralte	31
Grafico 5. Diagrama del desarrollo del peralte	34
Grafico 6. Longitud de transición y sobreancho.	35
Grafico 7. Distancia de parada.	38
Grafico 8.Etapas de maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles.	41
Grafico 9. Esquema del Sobre ancho en Curvas Horizontales.....	45
Grafico 10. Factor para el tránsito de la Hora Pico	50
Grafico 11. Tasas de crecimiento de tráfico.....	51
Grafico 12. Clasificación de suelos SUCS.....	56
Grafico 13. Cuchara de Casa Grande	58
Grafico 14. Determinación del índice CBR	61
Grafico 15. Estructura de un pavimento flexible	63
Grafico 16. Estructura de un pavimento rígido	65
Grafico 17. Estructura de un pavimento articulado	65
Grafico 18. Secciones típicas de cunetas	72
Grafico 19.Secciones triangulares.....	72
Grafico 20.Elementos de una alcantarilla	73
Grafico 21. Ubicación del Proyecto	76
Grafico 22. Inventario vial	77
Grafico 23. Ubicación de la Estación de Conteo.	78
Grafico 24/ Volumen de la 30ava hora versus % TPDA	80
Grafico 25. CBR de diseño	92
Grafico 26. Condiciones climáticas	93
Grafico 27. Distribución temporal de precipitación.....	94
Grafico 28. Distribución temporal de temperatura	94
Grafico 29. Anchos de calzada.....	109
Grafico 30. Estructura esquemática para pavimento flexible	118

Grafico 31. Monograma para estimar el coeficiente estructural a_1 para la carpeta asfáltica.	120
Grafico 32. Monograma para estimar el coeficiente estructural a_2	121
Grafico 33. Monograma para estimar el coeficiente estructural a_3	122
Grafico 34. Espesores de las capas de la estructura del pavimento	127
Grafico 35. Dimensiones de la cuneta del proyecto.....	131
Grafico 36. Cabezal tipo A.....	140
Grafico 37. Cabezal tipo C.....	141
Grafico 38. Ángulos de iluminación y observación.....	145
Grafico 39. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta.....	147
Grafico 40. Soporte en voladizo.....	148
Grafico 41. Soporte normal de dos postes	149
Grafico 42. Señales regulatorias	149
Grafico 43. Señales preventivas	150
Grafico 44. Señales de información	151
Grafico 45. Señales delineadoras	152
Grafico 46. Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales	153
Grafico 47. Señales para zonas escolares.....	153
Grafico 48. Señales en zonas de riesgo.....	154

1. CAPÍTULO EL PROBLEMA

1.1. Tema de Investigación:

Rediseño Geométrico y Diseño del Pavimento Flexible de la Vía Que une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, Perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

1.2. Justificación

Las redes viales de nuestro país fueron construidas durante las últimas décadas como un fundamento, para el desarrollo tanto económico como social [1]. Es así que en el Ecuador aún existen varias vías que no tiene un tránsito adecuado impidiendo desarrollo de las poblaciones.

En la Provincia de Cotopaxi debido al crecimiento poblacional se está dando una planificación estratégica para tratar de dar una solución a corto plazo, mediano y en lo que se refiere al proceso de construcción vial siendo necesario el rediseño de la estructura vial. [2] Este rediseño solucionaría los graves inconvenientes de tráfico que presenta actualmente el uso de la vía, especialmente en temporadas de lluvias fuertes y continuas que ocasionan que la vía quede sumergida bajo agua en ciertos tramos.

El diseño de la estructura del pavimento es el aspecto más relevante en la vialidad. [3] De igual manera, con la pavimentación de la vía se hace un aporte al mejoramiento de la imagen la población que es atractivo turístico. Por otra parte se brinda comodidad a los vehículos que transiten y que no sufran las consecuencias de una vía en mal estado.

Por su relación de cercanía Saquisilí, Salcedo y Pujilí es complementario que las carreteras estén en un buen estado, más tratándose de vías alternas que incluso se usaría como escape en caso de la erupción del volcán Cotopaxi. [4]

La vía tiene una quebrada, que arrastran gran cantidad de agua y sedimentos en temporadas de invierno, por lo que la vía sufre un deterioro causando dificultades de movilización a la población del sector. Por lo tanto es necesario realizar el rediseño de esta vía, para poder mejorar sus condiciones y por lo tanto de la comunidad.

1.3. Objetivo

1.3.1. Objetivos General:

Rediseño Geométrico y Diseño del pavimento flexible de la vía que une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

1.3.2. Objetivos Específicos:

- Identificar el método de mayor factibilidad estructural para superar el obstáculo que representa la quebrada por donde cruza la vía.
- Analizar el trazado horizontal y vertical con la finalidad de disponer de una vía de óptimas condiciones.
- Cumplir con los requisitos de la vialidad y atractivo turístico para los sectores Salache Angamarca, Salache San José, Sighocalle, Quilajalo perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.
- Mostrar el presupuesto total del proyecto en base al Análisis de Costos Unitarios.

2. CAPÍTULO FUNDAMENTACIÓN

2.1. Investigaciones Previas

Resumen

Tema: “Las Condiciones de las Vías Centrales de la Parroquia el Rosario, Cantón Pelileo, Provincia de Tungurahua y su Incidencia en la Calidad de Vida de sus Moradores” [5].

El proyecto es necesario porque se abren tres tramos viales, el primero de 1082 metros, el segundo de 220 metros y un tercero de 103.5 metros, además de una escalinata de 220 metros de longitud, que posibilitarán el acceso hacia los sectores que no contaban con una comunicación vial, generando una mayor comercialización de productos, facilidad de transporte y mejoras en la calidad de vida de sus moradores. La intensidad de lluvias que son moderadas, la parroquia posee un suelo muy estable, poco húmedo y arenoso. Por lo que se concluye que: La falta de servicios básicos en la parroquia ocasiona enfermedades muy agudas en las personas, problema que se puede solucionar con la inclusión de vías de comunicación terrestre. También se puede concluir que al Elaborar un plan de mantenimiento de la superficie de rodadura de la vía, con el fin de ofrecer una conservación estable. Es indispensable llevar acabo la ejecución del proyecto vial, a fin de que exista uniformidad en la superficie de rodadura para de esta manera disminuir los tiempos de recorrido y garantizar la comodidad de los usuarios al momento de circular.

Resumen

Tema: “Estudio del Pavimento de las Vías del Barrio Salacalle, Perteneciente a la Parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, Provincia de Cotopaxi y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Habitantes” [6].

Debido al estado vehicular, la población del barrio Salacalle no tiene acceso a servicios como salud y educación, lo que obliga a la urbe a moverse a la parte céntrica del cantón Saquisilí, provocando por ende incomodidad, pérdida de tiempo, etc. Las encuestas reflejan que la población considera que el sistema de drenaje y el estado de

la vía son deficientes, lo que afecta al comercio, agricultura y ganadería, provocando pérdidas económicas. La gran importancia que constituye la planificación de nuevas vías, especialmente vías que se encuentran fuera de las zonas urbanas, las mismas que son fuente importante para mejorar la comunicación vial y que para hacer efectivo el estudio y construcción de una vía se debe tomar en cuenta varios aspectos. De la investigación realizada se concluyó que con el mejoramiento del pavimento y del sistema de drenaje la población considera que mejorará la calidad de vida. Demostrando que De acuerdo al estudio de tráfico, la mayor circulación se refiere a vehículos livianos, casi en su totalidad son camionetas; además existe la presencia de camionetas.

Resumen

Tema: “Las Condiciones de la Vía De Ingreso a las Comunidades, Óvalo Nuevo, San León, San Juan, Unión y Trabajo, de la Parroquia Mulalillo, Cantón Salcedo, Provincia de Cotopaxi y su Incidencia en la Calidad de Vida de los Habitantes del Sector” [7].

Las irregularidades en la vía y la presencia de baches pueden traer como consecuencia diversos tipos de accidentes automovilísticos. Los habitantes requieren una vía de comunicación adecuada para la movilización de sus productos a los diferentes mercados para su posterior comercialización, así como también para su comunicación interna. La mala condición de la vía, evita el desarrollo de la zona, reduce la producción y comercialización de los productos agrícolas. Por lo tanto se concluye que en esta tesis: las condiciones de la vía en las que se encuentra actualmente dificulta la circulación de vehículos, teniendo que aumentar los tiempos de recorrido, provocando incomodidad en los usuarios. La inexistencia de cunetas causan daños considerables en la vía provocando el acarreo del material superficial en casos de lluvia o vientos fuertes. El mal estado de la capa de rodadura de la vía provoca severo deterioro de vehículos y mayor consumo de combustible contaminando el medio ambiente.

Resumen

Libro: “La Ingeniería de Suelos en las Vías Terrestres Carreteras Ferrocarriles y Aeropistas”.

Este libro se dedica a los aspectos importantes de las aplicaciones de la mecánica de suelos y al campo de las vías terrestres. Las cimentaciones de las obras viales las

estabilizaciones de los suelos son buenos ejemplos. Podemos encontrar varias teorías como la de terzaghi, también podemos encontrar un glosario el mismo que se utilizara [11].

Resumen

Libro: “Diseño Geométrico de Carreteras”.

Este libro se trata aspectos como la clasificación de las carreteras velocidades de diseño. Nos muestra una guía de rutas y líneas de pendiente así como el diseño geométrico horizontal y vertical. El diseño geométrico transversal secciones áreas y volúmenes. De igual forma nos presentar varias tablas de uso recomendadas. [8]

2.2. Fundamentación Legal

- Norma AASHTO para el diseño de la carpeta asfáltica.
- Normas de Diseño Geométrico M. O. P. 2003.
- Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes, Ministerio de Transporte y Obras Públicas -001-F-2003.
- Norma ASTM para clasificación e identificación de suelos
- Ley de Caminos Decreto Supremo 1351, Registro Oficial 285 del 7 de Julio de 1964.
- INEN, Código Ecuatoriano de la Construcción, Instituto Ecuatoriano de Normalización, Quito, 2002.
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, NEC, Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, Quito – Ecuador, 2011, Capítulo 3 – Materiales.
- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, NEC, Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, Quito – Ecuador, 2011, Capítulo 4 – Estructuras de Hormigón Armado.

- NORMA ECUATORIANA DE LA CONSTRUCCIÓN, NEC, Ministerio de desarrollo urbano y vivienda, Quito – Ecuador, 2011, Capitulo 5 – Estructuras de Acero.
- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S–04) Y COMENTARIO, Capitulo 17 – Elementos de Concreto Compuesto Sometido a Flexión.
- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S–08) Y COMENTARIO, Capitulo 7 – Detalles de Refuerzo.
- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S–08) Y COMENTARIO, Capitulo 10 – Flexión y Cargas Axiales.
- REQUISITOS DE REGLAMENTO PARA CONCRETO ESTRUCTURAL (ACI 318S–08) Y COMENTARIO, Capitulo 17 – Elementos de Concreto Compuesto Sometido a Flexión.

2.3. Fundamentación teórica

- **Vía o Carretera.**

Es una vía de uso público, proyectada y construida principalmente para uso de los vehículos. Las autovías y las autopistas no pueden tener pasos ni cruces al mismo nivel diferenciándoles de las carreteras que se distinguen de un simple camino porque están especialmente destinadas para la circulación de vehículos de transporte. [8]

- **Características de una vía.**

- La geometría de la vía tendrá como premisa básica la de ser segura, a través de un diseño simple y uniforme. [8]
- La vía será funcional de acuerdo a su tipo, características geométricas y volúmenes de tránsito, de tal forma q ofrezca una adecuada movilidad a través de una suficiente velocidad de operación. [8]

- La vía será cómoda en la medida en la medida que se disminuyan las aceleraciones de los vehículos y sus variaciones, lo cual se logra ajustando las curvaturas de la geometría y sus transiciones a las velocidades de operación por la que optan los conductores a lo largo de los tramos rectos. [8]
 - La vía será estética al adaptarla al paisaje, permitiendo generar visuales agradables a las perspectivas cambiantes, dando como resultado en el conductor un recorrido fácil. [8]
 - La vía será económica, cuando cumpliendo con los demás objetivos, ofrece el menor costo posible tanto en su construcción como en su mantenimiento. [8]
 - La vía debe ser compatible con el medio ambiente dando valor suelos y procurando mitigar los impacto ambientales[8]
- **Factores para el diseño de una vía.**
 - **Factores externos.** Relacionados con la topografía del terreno natural la conformación geológica y también la geotécnica del mismo, también el volumen y características de transito actual y futuro, los valores ambientales la climatología e hidrología de la zona los desarrollos urbanísticos y/o previstos, los parámetros socio económicos del área y la estructuras de las propiedades. [8]
 - **Factores internos.** Relacionados con el diseño interno o propios de la vía son las velocidades a tener en cuenta para el mismo y los efectos operacionales de la geometría especialmente los vínculos con la seguridad exigida además que con la estética y la armonía. [8]
 - **Clasificación de las carreteras.**

Según su jurisdicción

- **Red Vial Nacional.** Es el conjunto de carreteras y caminos del Ecuador esta red comprende el conjunto de caminos de propiedad pública sujetos a normativas y marcos institucionales integrados. [8]

- **Red Vial Estatal.**(vías primarias y vías secundarias). Esta constituidas por todas las vías administradas por el MOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas). [8]
- **Red Vial Provincial.** Conjunto de vías administradas por concejos Provinciales. [8]
- **Red Vial Cantonal.** Conjunto de vías urbanas e inter-parroquiales administradas por cada uno de los concejos Municipales. [8]

Según su características.

- **Autopista:** Vías de calzada separadas cada una con unos dos o más carriles con control total de acceso, las entradas y salidas de la autopista se realizan únicamente a través intersecciones a desnivel. [8]
- **Carreteras Multicarriles:** Son carreteras divididas con dos o más carriles por sentido con control parcial de accesos, las entradas y salidas se realizan a través de intersecciones a desnivel y a nivel. [8]
- **Carreteras de Dos Carriles:** Constan de una sola calzada de dos carriles, uno por cada sentido de circulación, con intersecciones a nivel y accesos directos desde sus márgenes. [8]

Según el tipo de terreno

Tabla 1 Tipos de Terreno

Tipos de Terreno	INCLINACION MAXIMA MEDIA DE LAS LINEAS DE MAXIMA PENDIENTE (%)	MOVIMIENTO DE TIERRAS
<i>Terreno Plano (P)</i>	0 – 5	Mínimo movimiento de tierras, por lo que no presenta dificultad ni en el trazado ni en la explanación de una carretera. Las pendientes longitudinales de una vía son cercanas al 0%.
<i>Ondulado(O)</i>	5 – 25	Moderado movimiento de tierras, que permite alineamientos más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
<i>Montañoso(M)</i>	25 - 75	Las pendientes longitudinales y transversales son fuertes aunque no las máximas que se puedan presentar en una dirección dada. Hay dificultades en el trazado y explanación de una carretera.
<i>Escarpado(E)</i>	>75	Máximo movimiento de tierras, con muchas dificultades para el trazado y explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas en el recorrido de una vía.

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, James Cárdenas Grisales, 2002.

La pendiente longitudinal y transversal del terreno son las inclinaciones naturales del terreno, medidas en el sentido longitudinal y transversal del eje de la vía. La línea de máxima pendiente sobre el terreno natural, es la inclinación máxima del terreno natural en cualquier dirección. [8]

- **Terreno Plano:** Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical, que permiten a los vehículos pesados mantener aproximadamente la misma velocidad que la de los vehículos livianos. [8]
- **Terreno Ondulado:** Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a reducir sus velocidades significativamente por debajo de la los vehículos livianos, sin ocasionar que aquellos operen a velocidades sostenidas en pendiente por un intervalo de tiempo largo. [8]
- **Terreno Montañoso:** Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a circular a velocidad sostenida en pendiente a lo largo de distancias considerables o durante intervalos frecuentes. [8]

- **Terreno Escarpado:** Es la combinación de alineamientos horizontal y vertical que obliga a los vehículos pesados a operar a menores velocidades sostenidas en pendiente que aquellas a la que operan en terreno montañosos, para distancias significativas o a intervalos muy frecuentes. [8]

Según su función

- **Principales o de Primer Orden:** Son aquellas troncales, transversales, y accesos a capitales que cumplen la función básica de integración de las principales zonas de producción y consumo del país y de éste con los demás países. [8]
- **Secundarias o de Segundo Orden:** Aquellas que unen las cabeceras municipales entre si y/o que proviene de una cabecera municipal y conectan con una principal. [8]
- **Terciarias o de Tercer Orden:** Aquellas vías de acceso que unen las cabeceras municipales con sus veredas entre sí. [8]

- **Según su Velocidad de Diseño**

La velocidad de diseño es el elemento básico para el diseño geométrico de carreteras, la velocidad de diseño como la máxima velocidad segura, y cómoda que puede ser mantenida en un tramo determinado de la vía, cuando las condiciones son tan favorables, que las características geométricas de la vía predominan. [8]

La selección de la velocidad de diseño depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se quiere ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad a lo largo de la carretera, de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento. [8]

Tabla 2. Clasificación de las carreteras según la velocidad de diseño.

TIPO DE CARRETERA	TIPO DE TERRENO	VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)									
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
Carretera principal de dos calzadas	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
Carretera principal de una calzada	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
Carretera secundaria	Plano										
	Ondulado										
	Montañoso										
	Escarpado										

Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, James Cárdenas Grisales, 2002

▪ **Según el Tráfico**

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

En el Ecuador, el MTOP (Ministerio de Transporte y Obras Públicas) ha clasificado las carreteras de acuerdo al grado de importancia basado más en el volumen de tráfico y el número de calzadas requerido en su función jerárquica. [8]

Tabla 3. Clasificación de las carreteras de acuerdo al tráfico proyectado

Clase de Ca	Tráfico Proyectado TPDA*
R-I ó 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
* El TPDA indicado es el volumen de tráfico promedio diario anual proyectado de 15 ó 20 años cuando el pronóstico del tráfico para el año diez sobrepasa los 7.000 vehículos, debe investigarse la posibilidad de construir una autopista para la determinación de la capacidad de una carretera, cuando se efectúa el diseño definitivo, debe usarse tráfico en vehículo equivalente.	

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003.

Vías Colectoras.-Estas vías son las carreteras de Clase I, II III, IV de acuerdo a su importancia que están destinadas a recibir el tráfico de los caminos vecinales. Sirven a poblaciones principales que no están en el sistema arterial nacional.

Caminos vecinales.-Estas vías son de clase IV, y V que incluyen a todos los caminos rurales no incluidos en las denominaciones anteriores. [8]

▪ **Diseño Horizontal.**

El diseño geométrico de carreteras es la técnica de ingeniería civil que consiste en situar el trazado de una carretera en el terreno correlacionando sus elementos físicos con las características de operación de los vehículos, considerando para esto el diseño horizontal-diseño vertical-diseño de la sección transversal. El MOP considera que para el diseño de una carretera se debe considerar. [8]

Al tipo de vehículos clasificación y características del tránsito del sector.-

Una vía debe proyectarse de acuerdo al tipo de vehículos que transite por la misma con las reacciones y limitaciones del conductor. Siendo esto los vehículos pesados destinados al transporte de pasajeros y carga y los vehículos livianos aquellos que tienen la maniobrabilidad de un automóvil mediano promedio [8].

El diseño o alineamiento horizontal es la proyección del eje del camino sobre un plano horizontal. Los elementos que integran esta proyección del eje en un tramo recto, define la tangente y el enlace de dos tangentes consecutivas de rumbos diferentes se efectúan por medio de una curva; el establecimiento del alineamiento horizontal depende de la topografía, de las características hidrológicas del terreno, las condiciones del drenaje, las características técnicas de la subrasante y el potencial de los materiales locales. [8]

Elementos técnicos de ingeniería para los diseños horizontales son:

1. Velocidad de diseño
2. Velocidad de circulación
3. Curvas circulares
4. Tangente intermedia
5. Peralte
6. Longitud de transición
7. Radio Mínimo
8. Distancia de visibilidad
9. Sobreancho en curvas

▪ **Velocidad de Diseño**

La Velocidad de Diseño es la máxima velocidad a la cual los vehículos pueden circular con seguridad sobre un camino cuando las condiciones atmosféricas y del tránsito son favorables. [8]

Esta velocidad se elige en función de las condiciones físicas y topográficas del terreno, de la importancia del camino, los volúmenes de tránsito y uso de tierra, tratando de que su valor sea el máximo compatible con la seguridad, eficiencia desplazamiento y movilidad de los vehículos. Con esta velocidad se calcula los elementos geométricos de la vía para su alineamiento horizontal y vertical. [8]

La diferencia entre las velocidades de dos tramos contiguos no será mayor a 20 Km/h. Es deseable mantener una velocidad constante para el diseño de cada tramo de carretera, pero los cambios en la topografía pueden obligar hacer cambios en la velocidad de diseño en determinados tramos cuando esto sucede, la introducción de una velocidad de diseño mayor o menor no se debe efectuar repentinamente, sino sobre una distancia suficiente para permitir al conductor cambiar su velocidad gradualmente. [8]

La velocidad de diseño debe seleccionar para el tramo de carreras más desfavorables y debe mantenerse en una longitud mínima entre 5 y 10 kilómetros.

Una vez seleccionada la velocidad todas las características propias del camino se deben condicionar a ella, para obtener un proyecto equilibrado. [8]

Tabla 4 Velocidades de Diseño en Km/h

CATEGORÍA DE LA VÍA	PDA ESPERADO	VELOCIDAD DE DISEÑO Km/h												
		BÁSICA				PERMISIBLE EN TRAMOS DIFÍCILES								
		Relieve Llano				Relieve Ondulado				Relieve Montañoso				
		Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Utilizada para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal	Utilizada para el calculo de los elementos de la seccion transversal y otros dependientes de la velocidad	Para el calculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal seccion transversal y otros dependientes de la	Utilizada para el calculo de los elementos de la velocidad							
R-I ó R-II (Tipo)	> 8000	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80	
I	Todos	3000-8000	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	Todos	1000-3000	100	90	90	85	90	80	85	80	70	50	70	50
III	Todos	300-1000	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	Tipo 5, 5E, 6 y 7	100-300	80	60	80	60	60	35	60	35	50	25	50	25
V	4 y 4E	< 100	60	50	60	50	50	35	50	35	40	25	40	25

Fuente: Normas de Diseño Geométrico MOP-2003.

- **Velocidad de circulación**

La velocidad de circulación es la velocidad real de vehículo a lo largo de una sección específica de carretera, y es igual a las distancias recorridas divididas para el tiempo de circulación del vehículo.

Los valores de la velocidad de circulación correspondientes a volúmenes de tráfico bajo se usan como basa para el cálculo de las distancias, de visibilidad para parada de un vehículo, las correspondientes a volúmenes de tráfico intermedio se usan para la distancia de visibilidad para rebasamiento de vehículos y los volúmenes de tránsito alto, no se utilizan para fines de diseño siendo su carácter solamente ilustrativo [8] .

Tabla 5 Fórmulas para velocidades de circulación

VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN	TPDA	TRÁFICO
$V_c = 0,80 V_d + 6,5$	TPDA <1.000	Volumen bajo
$V_c = 1,32V_d^{0,89}$	1.000 < TPDA < 3.000	Volumen medio

Dónde: V_c = Velocidad de circulación, Km/h. V_d = locidad de diseño, Km/h.

Fuentes: AASHTO (American Association of State Higways Officials)

Tabla N° 6. Velocidades de Circulación

Velocidad de diseño Km/h	Velocidad de Circulación en Km/h		
	Volumen de tránsito bajo	Volumen de tránsito intermedio	Volumen de tránsito alto
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	54	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	78	73	59
100	86	79	60

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

▪ **Curvas Circulares**

Las curvas circulares simples se definen como arcos de circunferencia de un solo radio que son utilizados para unir dos alineamientos rectos de una vía, cuyas deflexiones pueden ser derechas o izquierdas acorde a la posición que ocupa la curva en el eje vía. [8]

Grafico 1. Elementos de una curva circular simple

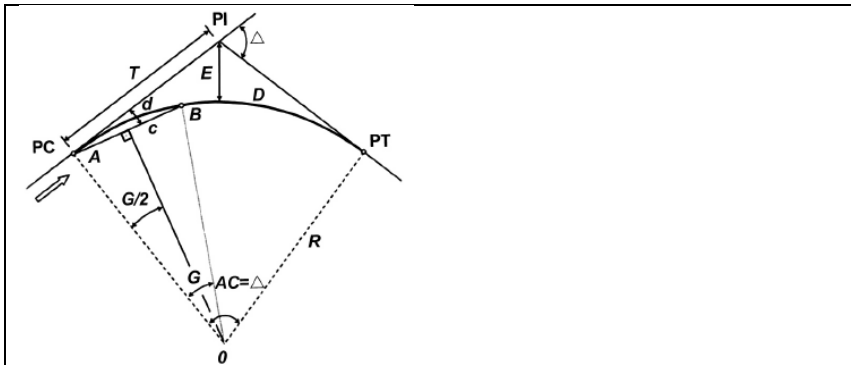


Grafico 2 Fórmulas para velocidades de circulación

- PI.-** Punto de intersección de la prolongación de las tangentes
- PC.-** Punto en donde empieza la curva simple
- PT.-** Punto en donde termina la curva simple
- Δ .- Ángulo de deflexión
- $\Delta 1$.- Ángulo central de la curva circular
- R.-** Radio de la curva circular
- T.-** Tangente o subtangente
- E.-** External
- F.-** Flecha u Ordenada Media
- CL.-** Cuerda larga
- LC.-** Longitud de la curva

Fuente: Cárdenas James Grisales

Definiciones y fórmulas para los elementos de la curva circular simple

Ángulo de deflexión de las tangentes ($\Delta 1$).- Es el ángulo formado por la prolongación de un alineamiento recto y el siguiente, este puede ser a la izquierda o la derecha dependiendo en qué sentido se lo haya medido, es igual al ángulo central subtendido por el arco (Δ).

Radio de la curva circular (R).-Es el radio de circunferencia que describe el arco de la curva

$$R = T / (\tan \frac{\Delta}{2})$$

Tangente o subtangente (T).- Es la distancia entre el punto de intersección (PI) y los puntos PC y PT.

$$T = R (\tan \frac{\Delta}{2})$$

External u ordenada media (E).- Es la distancia entre el punto de intersección y el punto medio de la curva (D).

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

Flecha (F).- Distancia entre el punto medio de la curva (d) y el punto medio de la cuerda (e).

$$F = R (1 - \cos \frac{\Delta}{2})$$

Cuerda Larga (CL).- Es la línea recta que une el PC y el PT (A y B).

$$CL = 2R \sin \frac{\Delta}{2}$$

Longitud de la curva (Lc).- Es el arco descrito por la curva de la circunferencia desde el PC hasta el PT.

$$LC = \frac{\Delta \pi R}{180^\circ}$$

▪ **Tangente intermedia**

Es la proyección sobre un plano horizontal de las rectas que unen las curvas, al punto de intersección de la prolongación de dos tangentes consecutivas se lo llama PI, si se trata de un tramo recto que queda entre dos curvas se denomina entre tangencia hasta los puntos de tangencia de la curva ya sea PC o PT; al ángulo de deflexión, formado por la prolongación de una tangencia y la siguiente de lo denomina “ α ” (alfa). [8]

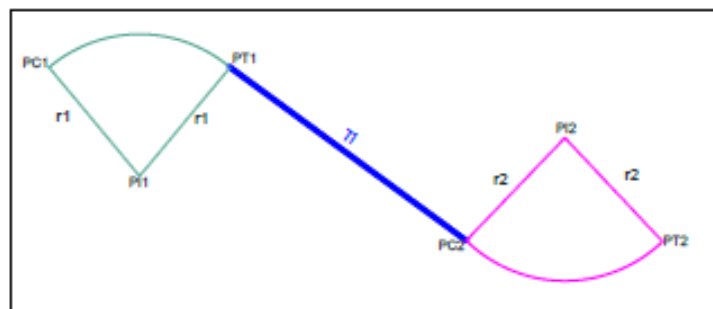
Las tangentes van unidas entre sí por curvas y la distancia que existe entre el final de la curva anterior y el inicio de la siguiente se la denomina tangente intermedia, su máxima longitud está condicionada por la seguridad [8] .

Tangente intermedio mínima: Estas tangentes son causantes de accidentes, debido a la somnolencia que produce al conductor mantener concentrada su atención en puntos fijos del camino durante mucho tiempo o favorecen al encandilamiento durante la noche; por lo que conviene limitar la longitud de la tangente intermedia, diseñando en su lugar alineamiento ondulado con curvas de mayor radio. [8]

$$T_i = \frac{Le_1}{2} - \frac{Le_2}{2}$$

De ninguna manera $T_i < 40$ m. de acuerdo con las normas del MOP 2003.

Gráfico 3 Tangente intermedia



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

- **Peralte**

Cuando un vehículo recorre una trayectoria circular es empujado hacia afuera por efecto de la fuerza centrífuga “ F “ esta fuerza ocasiona peligro en la estabilidad del vehículo en marcha, ejerciendo una radial de empuje hacia afuera, este fenómeno es contrarrestado por la fuerza de fricción desarrollada entre llantas y la calzada. Para el cálculo de este valor se utiliza la formula descrita a continuación. [8]

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

Dónde:

e = pendiente transversal de la calzada (m/ m)

V= velocidad de diseño (Km/h)

R= radio (m)

f = Coeficiente de fricción transversal

El coeficiente de fricción lateral, si el camino se mantiene transversalmente horizontal, la fuerza centrífuga “ F “ sería absorbida exclusivamente por el peso “ P “ del vehículo y el rozamiento de rotación.

Esto conduce a la conclusión de que es necesario introducir el peralte de la curva, para lo cual se da al camino una inclinación transversal, de tal manera que sea esta inclinación la que absorba parte del valor de la fuerza centrífuga. [8]

Si se introduce el peralte en la curva, dándole una sobre elevación al borde exterior, aparecerán fuerzas que fijaran el vehículo a la calzada.

Tabla 6 Máximo coeficiente de fricción lateral

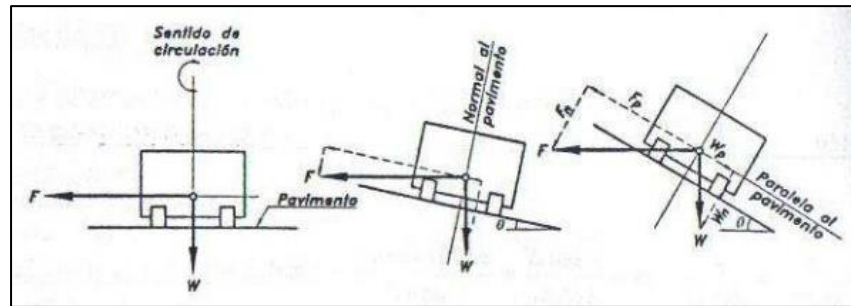
REQUERIMIENTOS	VALORES LÍMITES PERMISIBLES DE f ; SEGÚN EL PAVIMENTO ESTÉ		
	SECO	HUMEDO	CON HIELO
Estabilidad contra el volcar	0,6	0,6	0,6
Estabilidad contra el desliz	0,36	0,24	0,12
Comodidad del viaje para e	0,15	0,15	0,15
Explotación económica del	0,16	0,1	0,1

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

▪ **Magnitud del peralte**

El peralte provee comodidad y seguridad al vehículo que transita sobre el camino en curvas horizontales, sin embargo el valor del peralte no debe sobrepasar ciertos valores ya que un peralte alto puede provocar el deslizamiento del vehículo hacia el interior de la curva cuando el mismo circula a baja velocidad. [8]

Grafico 4. Peralte



Fuente: Cárdenas James Grisales

Se recomienda para vías de dos carriles un peralte máximo del 10% para carreteras y caminos con capas de rodadura asfáltica, de concreto o empedrado para velocidades de diseño mayores a 50 Km/h; y del 8% para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5,6) y velocidades hasta 50km/h. [8]

Al utilizar los valores máximo del peralte deben evitarse un rápido deterioro de la superficie de la calzada en camino de tierra, sub-base, por consecuencia del flujo de aguas de lluvia sobre ellas, una distribución no simétrica del peso sobre las ruedas del vehículo, especialmente los pesados, el resbalamiento dentro de la curva del vehículo pesado que transita a una velocidad baja [8].

Desarrollo del peralte: Cada vez que se pasa de una alineación recta a una curva, se tiene que realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada, o viceversa, en una longitud necesaria para efectuar el desarrollo del peralte; se debe encontrar la manera de hacer variar la fuerza centrífuga del valor cero, que tiene en la alineación recta, al valor “F” que tiene una curva de radio “R”.

Métodos para realizar una transición de una sección transversal, de un estado de sección normal al estado de sección completamente peraltada. [8]

1. Haciendo girar la calzada alrededor de su eje (para terrenos montañosos).
2. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde interior (para terrenos llanos).
3. Haciendo girar la calzada alrededor de su borde exterior.

El método que se adopte depende en gran parte de la topografía del terreno de las facilidades de drenaje; en función de estas consideraciones, el cálculo de la longitud total del desarrollo del peralte se lo realiza de la siguiente manera:

- a. Se determina si la transición del peralte la hacemos a lo largo de una curva de enlace. Si es así, se calcula la longitud de esta curva con la ecuación:

$$\bar{Lc} = \frac{\Delta\pi R}{180^\circ}$$

- b. Se calcula el valor de la sobreelevación que produce el peralte “e”

$$* h = e * b \quad * \text{ es para el caso del giro alrededor del eje}$$

Dónde:

h = Sobreelevación, m.

e = Peralte, %.

b = Ancho de la calzada, m.

- c. Se calcula la longitud “L” de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde “i”, cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño y se representa en la Tabla N° 8.

$$L = \frac{h}{2 * i} = \frac{e * b}{2 * i}$$

Dónde:

i = gradiente de borde, que se calcula según la siguiente fórmula:

$$i = \frac{e * b}{2} * L$$

Tabla 7 . Valores recomendados de las gradientes longitudinales “i”

GRADIENTE LONGITUDINAL (i) NECESARIA PARA EL DESARROLLO DEL PERALTE		
Vd (Km/h)	Valor de (i), %	MÁXIMA PENDIENTE EQUIVALENTE
20	0,8	.1:125
25	0,775	.1:129
30	0,75	.1:133
35	0,725	.1:138
40	0,7	.1:143
50	0,65	.1:154
60	0,6	.1:167
70	0,55	.1:182
80	0,5	.1:200
90	0,47	.1:213
100	0,43	.1:233
110	0,4	.1:250
120	0,37	.1:270

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

- d. Se establece la relación entre “L” y “Le” y se asume como longitud de la transición el valor que sea mayor, de los dos.
- e. Se calcula la longitud de la transición del bombeo, en la sección normal, para lo cual se determina la diferencia de nivel del eje al borde de la vía:

$$S = \frac{b \cdot P}{2}$$

Dónde:

S = Diferencia de nivel de eje al borde de la vía, en metros.

P = Pendiente transversal del camino, %.

b = Ancho de la calzada, m.

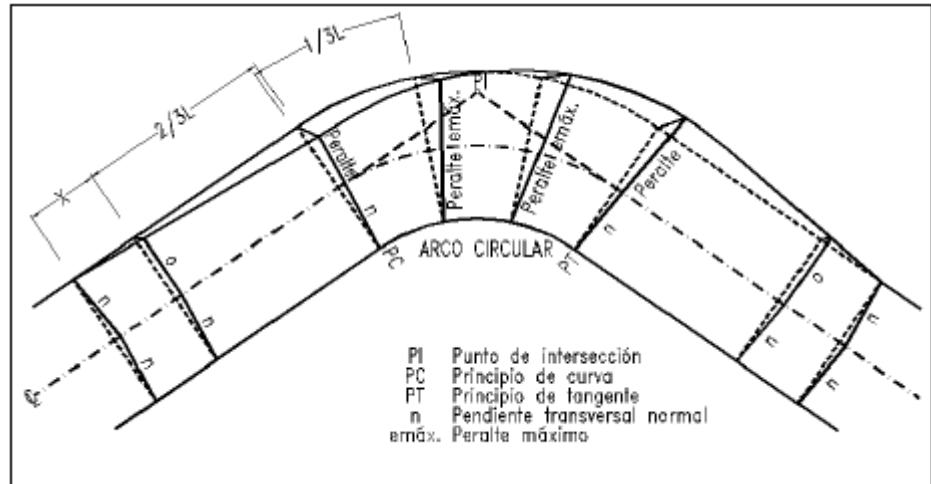
- f. Se establece a continuación la longitud necesaria dentro de la tangente, para realizar el giro del plano del carril exterior hasta colocarlo a nivel con la horizontal:

$$X = \frac{S}{i} = \frac{b \cdot P}{2 \cdot i}$$

- g. Finalmente se establece la longitud total de transición: $L_t = L + X$

El desarrollo del peralte, para el caso que se usen espirales se los hace dentro de la longitud de la espiral, a lo largo de toda su magnitud, repartiendo el sobreebanco mitad hacia el lado externo y mitad hacia el interno. [8] .

Grafico 5. Diagrama del desarrollo del peralte



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

▪ Longitud de transición

La longitud de transición sirve para efectuar la transición de las pendientes transversales entre una sección normal y otra peraltada alrededor del eje de la vía o de uno de sus bordes.

Cuando el desarrollo del peralte se lo hace sin la curva de enlace, la longitud de transición se ubica $2/3$ en la alineación recta y el $1/3$ dentro de la curva circular.

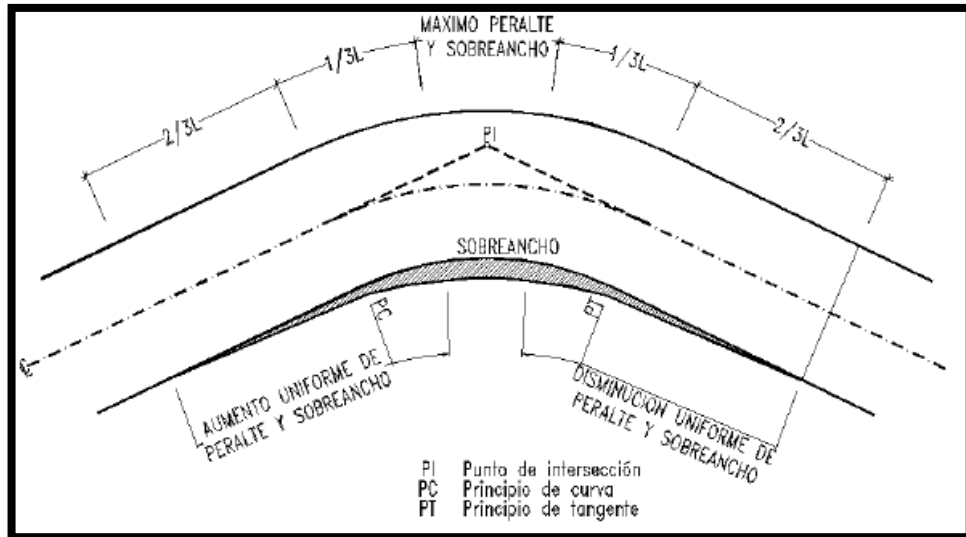
Para casos difíciles (sin espirales), el peralte puede desarrollarse la mitad ($0.5 L$) en la recta y la mitad en curva circular. La longitud mínima se determina según los siguientes criterios:

- La diferencia entre las pendientes longitudinales de los bordes y el eje de la calzada, no debe ser mayor a los valores máximos indicados en la Tabla N° 8.

- La longitud de transición según el primer criterio debe ser mayor a la distancia necesaria de un vehículo que transita a una velocidad de diseño determinada durante 2 segundos es decir: [8]

$$L_{\text{mín}} = 0.56V \text{ (Km/h.)}$$

Grafico 6. Longitud de transición y sobreebanco.



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

Se calcula la longitud "L" de desarrollo del peralte en función de la gradiente de borde "i", cuyo valor se obtiene en función de la velocidad de diseño. [8]

$$L_t = \frac{e * a}{2i}$$

Dónde:

L_t = longitud de la transición

e = valor del peralte.

a = ancho de la calzada.

i = gradiente longitudinal.

▪ **Radio mínimo**

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

El empleo de curvas con radios menores al mínimo establecido exigirá peraltes que sobrepasen los límites prácticos de operación de vehículos. Por lo tanto, la curvatura constituye un valor significativo en el diseño del alineamiento. El radio mínimo (R) en condiciones de seguridad [8] puede calcularse según la siguiente fórmula:

$$R_{\text{mín}} = \frac{V^2}{127(e + f)}$$

Dónde:

R mín.= radio mínimo (m)

V= velocidad de diseño (Km/h)

e= Peralte de la curva, m/m (m/m ancho de la calzada).

f= coeficiente de fricción transversal

Criterios para adoptar los valores del radio mínimo:

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

A continuación, se incluye un cuadro con valores mínimos recomendables para el radio de la curva horizontal. [8].

Tabla 8. Radio mínimo de curvatura

Velocidad (Km/h)	f	RADIO MÍNIMO CALCULADO				RADIO MÍNIMO RECOMENDADO			
		10%	8%	6%	4%	10%	8%	6%	4%
20	0,350	7	7	8	8	-	20	20	20
25	0,315	12	13	13	14	-	20	25	25
30	0,284	19	20	21	22	-	25	30	30
35	0,255	27	29	31	33	-	30	35	35
40	0,221	39	42	45	48	-	42	45	50
45	0,206	52	56	60	65	-	58	60	66
50	0,190	68	73	79	86	-	75	80	90
60	0,165	107	116	126	138	110	120	130	140
70	0,150	154	168	184	203	160	170	185	205
80	0,140	210	229	252	280	210	230	255	280
90	0,134	273	298	329	367	275	300	330	370
100	0,130	342	375	414	463	350	375	415	465
110	0,124	425	467	518	581	430	470	520	585
120	0,120	515	567	630	709	520	570	630	710

NOTA:
Se podrá utilizar un radio mínimo de 15m, siempre y cuando se trate de:
Aprovechar infraestructuras existentes
Relieve difícil (escarpado)
Caminos de bajo costo

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP-2003

▪ **Distancias de Visibilidad**

La capacidad de visibilidad es de importancia en la seguridad y eficiencia de la operación de vehículos en una carretera, de ahí que a la longitud de la vía que un conductor ve continuamente delante de él, se le llame distancia de visibilidad, ésta se discute en dos aspectos: [8]

- La distancia requerida para la parada de un vehículo, sea por restricciones en la línea horizontal de visibilidad o en la línea vertical.

- La distancia necesaria para el rebasamiento de un vehículo.

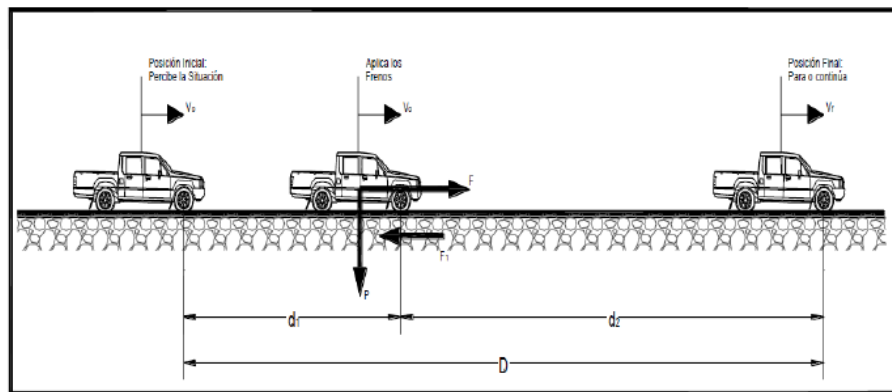
a) Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

Cuando el vehículo circula en curva, sea esta horizontal o vertical, el factor visibilidad actúa en forma determinante en su normal circulación, por lo que la distancia de

visibilidad de parada es la distancia mínima necesaria para que un conductor que transita a ó cerca de la velocidad de diseño, vea un objeto en su trayectoria y pueda parar su vehículo antes de llegar a él. Por lo tanto es la mínima distancia de visibilidad que debe proporcionarse en cualquier punto de la carretera. [8]

La mínima distancia de visibilidad (d) para la parada de un vehículo es igual a la suma de dos distancias; una, la distancia (d1) recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor avizora un objeto en el camino hasta la distancia (d2) de frenado del vehículo, es decir, la distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haberse aplicado los frenos. [8] .

Grafico 7. Distancia de parada.



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras MOP 2003

Estas dos distancias corresponden al tiempo de percepción y reacción, y al recorrido del vehículo durante el frenado, respectivamente, o sea:

$$D = d_1 + d_2$$

Para la determinación de la distancia de visibilidad de parada, el tiempo de percepción más el de reacción debe ser mayor que el promedio para todos los conductores bajo condiciones normales. [8]

El tiempo total de percepción más reacción hallada como adecuado, se lo considera igual a 2,5 segundos para efectos de cálculo de la mínima distancia de visibilidad en condiciones de seguridad (para el 90% de los conductores según la AASHTO). [8]

La distancia recorrida por el vehículo, desde cuando el conductor divisa un objeto hasta la distancia de frenado, distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (m) se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = 0,7 V_c$$

La distancia de frenado del vehículo, distancia necesaria para que el vehículo pare completamente después de haber aplicado los frenos. [8]

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

Dónde:

V_c = velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción.

- **Medida de la distancia de visibilidad para parada**

Línea de visibilidad vertical se considera que la altura del objeto sobre la calzada debe ser igual a cero para la medida de la distancia de visibilidad para parada en condiciones de seguridad. Sin embargo, por razones de economía reflejada en el acortamiento de curvas verticales, se recomienda adoptar una altura del objeto u obstáculo igual a 15 centímetros para la medida de esta distancia de visibilidad, como en el caso de las curvas verticales convexas. [8]

Línea de Visibilidad Horizontal: la distancia de visibilidad para parada se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor, hasta una altura de 15 centímetros para el objeto sobre la calzada. Se considera que la línea de visibilidad en el punto de obstrucción de la vista es 0,60 metros más alta que el nivel del centro del carril interno. [8]

Tabla 9. Distancia de visibilidad mínima para parada de un vehículo

Velocidad de Diseño Vd (Kph)	Velocidad de Circulación Asumida Vc (Kph)	Percepción + Reacción para		Coeficiente de Fricción Longitudinal "f"	Distancia de Frenaje "d2" Gradiente Cero (m)	Distancia de visibilidad para parada (d=d1+d2)	
		Tiempo (seg)	Distancia Recorrida "d" (m)			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	20	2,5	13,89	0,47	3,36	17,25	20
25	24	2,5	16,67	0,44	5,12	21,78	25
30	28	2,5	19,44	0,42	7,29	26,74	30
35	33	2,5	22,92	0,40	10,64	33,56	35
40	37	2,5	25,69	0,39	13,85	39,54	40
45	42	2,5	29,17	0,37	18,53	47,70	50
50	46	2,5	31,94	0,36	22,85	54,79	55
60	55	2,5	38,19	0,35	34,46	72,65	70
70	63	2,5	43,75	0,33	47,09	90,84	90
80	71	2,5	49,31	0,32	62,00	111,30	110
90	79	2,5	54,86	0,31	79,25	134,11	135
100	86	2,5	59,72	0,30	96,34	156,06	160
110	92	2,5	63,89	0,30	112,51	176,40	180
120	100	2,5	71,53	0,29	145,88	217,41	220

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP-2003

▪ **Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo**

La distancia de visibilidad de adelantamiento se define como la mínima distancia de visibilidad requerida por el conductor de un vehículo para adelantar a otro vehículo que, a menor velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas y seguras, invadiendo para ello el carril contrario pero sin afectar la velocidad del otro vehículo que se le acerca, el cual es visto por el conductor inmediatamente después de iniciar la maniobra de adelantamiento. El conductor puede retornar a su carril si percibe, por la proximidad del vehículo opuesto, que no alcanza a realizar la maniobra completa de adelantamiento. [9]

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

- a. El vehículo rebasado circula con velocidad uniforme.
- b. Cuando llega a la zona de rebasamiento, el conductor del vehículo rebasante requiere de corto tiempo para percibir dicha zona y reaccionar.
- c. El vehículo rebasante acelera durante la maniobra, su velocidad promedio durante la ocupación del carril izquierdo es 16 km/h, mayor a la del vehículo rebasado.

- d. Cuando el vehículo rebasante regresa a su propio carril del lado derecho, existe un espacio suficiente entre dicho vehículo y otro que viene en sentido contrario por el otro carril.

d1= distancia recorrida por el vehículo rebasante en el tiempo de percepción/reacción y durante la aceleración inicial hasta alcanzar el carril izquierdo de la carretera.

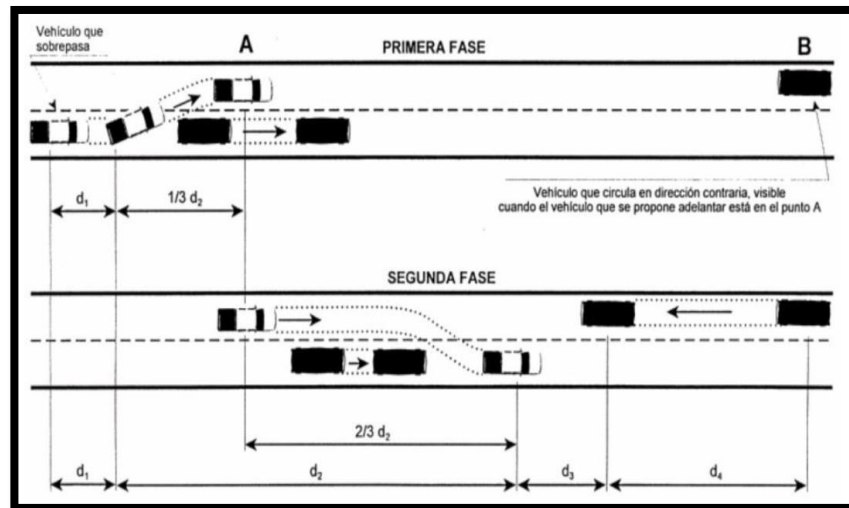
d2 = distancia recorrida por el vehículo rebasante durante el tiempo que ocupa el carril izquierdo.

d3= distancia entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto, al final de la maniobra. Asumir de 30 m a 90 m.

d4= distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido opuesto durante dos tercios del tiempo empleado por el vehículo rebasante, mientras usa el carril izquierdo; es decir, $2/3$ de d_2 .

Se asume la velocidad del vehículo en sentido opuesto es igual a la del vehículo rebasante.

Grafico 8.Etapas de maniobra para adelantamiento en carreteras de dos carriles.



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras -MOP 2003

Es decir, la distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo es igual a:

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

Las distancias parciales se calculan por las siguientes fórmulas:

$$d1=0.14 t1 (2V-2m+at1)$$

$$d2= 0.28 Vt2$$

$$d3 = 30 \text{ m a } 90 \text{ m}$$

$$d4=0.18 Vt2$$

Dónde:

d1, d2, d3 y d4 = distancias, (m)

t1 = tiempo de la maniobra inicial, (seg.)

t2= tiempo durante el cual el vehículo rebasante ocupa el carril del lado izquierdo

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, (Km/h)

m = diferencia de velocidades entre el vehículo rebasante y el vehículo rebasado,(Km/h). Esta diferencia se la considera igual a 16 km/h promedio.

a = aceleración promedio del vehículo rebasante, (Km/h/seg.)

La distancia d4 que debe existir entre el vehículo rebasante y el vehículo que viene en sentido opuesto al final de la maniobra es variable y, de acuerdo con las pruebas y observaciones realizadas por AASHTO, esta distancia varía entre 30 y 91 metros. [8]. La distancia de visibilidad para rebasamiento en función de la velocidad, estando esta variación representada por la siguiente ecuación equivalente: [8]

$$dr = 9.54 V - 218$$

$$(30 < V < 100)$$

Dónde:

dr = distancia de visibilidad para rebasamiento, (m)

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, (Km/h)

Para el Ecuador, se recomienda los valores de diseño que se indican a continuación. Debe notarse que para gradientes cuesta arriba es necesario proveer distancias de visibilidad para rebasamiento mayores que las mínimas calculadas.

Tabla 10. Distancia de visibilidad mínima de Rebasamiento para el rebasamiento de un vehículo

VALORES DE DISEÑO DE LAS DISTANCIAS DE VISIBILIDAD MÍNIMAS PARA EL REBASAMIENTO DE UN VEHÍCULO (Metros)						
Clase de Carretera	Valor Recomendable			Valor Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II > 8000 TPDA	830	830	640	830	640	565
I 3000 a 8000 TPDA	830	690	565	690	565	415
II 1000 a 3000 TPDA	690	640	490	640	565	345
III 300 a 1000 TPDA	640	565	415	565	415	270
IV 100 a 300 TPDA	480	290	210	290	150	110
V Menos de 100 TPDA	290	210	150	210	150	110

L - Terreno Llano
O - Terreno Ondulado
M - Terreno Montañoso

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP-2003

- **Medida de la distancia de visibilidad para rebasamiento.**

Debido a que los objetos a divisarse son principalmente los vehículos, se asume una altura del objeto igual a 1,35 metros; por lo tanto, la distancia de visibilidad para rebasamiento se mide desde una altura de 1,15 metros para el ojo del conductor hasta una altura de 1,35 metros para el objeto sobre la calzada. [8]

- **Sobreechanco en curvas**

La necesidad de proporcionar sobreechanco en una calzada se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos, por tal razón el objeto del sobreechanco en la curva horizontal es el de posibilitar el tránsito de vehículos con seguridad y comodidad, es necesario introducir los sobreechanos por las siguientes razones:

- El vehículo al describir la curva, ocupa un ancho mayor ya que generalmente las ruedas traseras recorren una trayectoria ubicada en el interior de la descrita por las ruedas delanteras, además el extremo lateral delantero, describe una trayectoria exterior a la del vehículo. [8]
- La dificultad que experimentan los conductores para mantenerse en el centro de su carril debido a la menor facilidad para apreciar la posición relativa de su vehículo dentro de la curva. Esta dificultad aumenta con la velocidad, pero disminuye a medida que los radios de la curva son mayores. [8]

Para el cálculo práctico del sobreancho, no se ha tenido en cuenta esta circunstancia, muy variable según las características de los vehículos y la velocidad que desarrollan. Para determinar la magnitud del sobreancho debe elegirse un vehículo representativo del tránsito de la ruta, para esto se utilizará la siguiente ecuación: [8]

$$Sa = n \left(R - \sqrt{R^2 - L^2} \right) + \frac{V}{10\sqrt{R}}$$

Dónde:

Sa= sobre ancho (m)

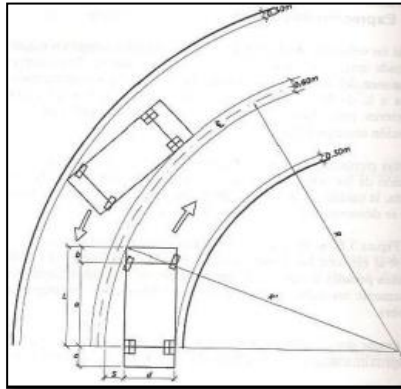
n= número de carriles

R= radio (m)

L= distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

V= velocidad de diseño (K/h)

Grafico 9. Esquema del Sobre ancho en Curvas Horizontales



Fuente: Diseño Geométrico de Carreteras, James Cárdenas Grisales, 2002.

- **Valores de diseño para el sobreaancho.** [8]

Por razones de costo se establece el valor mínimo de diseño del sobreaancho igual a 30 cm para velocidades de hasta 50 Km/h y de 40 cm para velocidades mayores. En curvas simples, sin espirales, el ensanchamiento debe hacerse con respecto al borde interno del pavimento; en las curvas diseñadas con espirales, el ensanchamiento se reparte por igual entre el borde interno y el borde externo del pavimento, además debe obtenerse gradualmente sobre la longitud de desarrollo del peralte, aunque a veces pueden utilizarse longitudes menores.

En los alineamientos sin espirales, el ensanchamiento debe realizarse progresivamente a lo largo de la longitud de desarrollo del peralte, esto es, $2/3$ en la tangente y $1/3$ dentro de la curva, y en casos difíciles, 50 por ciento en la tangente y 50 por ciento dentro de la curva. [8]

- **Gradientes**

“Van relacionados de forma directa con la topografía de donde se va a establecer la vía y sus valores deben ser bajos con la finalidad de establecer consideradas velocidades dentro de lo que se refiere a circulación y se facilite la operación de cualquier vehículo. [8]

- **Gradiente mínima.-** Es el mínimo valor que permite el paso del agua, $G_{mín} = 0.5\%$ y según la AASHTO, se tiene una $G_{mín} = 0.2\%$. La gradiente longitudinal mínima usual es de 0.5% . Se puede adoptar una gradiente de 0% para el caso de rellenos de 1m de altura o más y cuando el pavimento tiene una gradiente transversal adecuada para drenar lateralmente las aguas de lluvia. [8]
- **Gradiente gobernadora.-** Es la gradiente media para salvar un desnivel, es una gradiente teórica.
- **Gradiente máxima.-** Es el mayor valor de la pendiente que puede darse a un proyecto, pueden adaptarse a los siguientes valores:

Para gradientes del:	8—10%,	La longitud máxima será de: 1.000 m.
	10—12%,	500 m.
	12—14%,	250 m.

En longitudes cortas se puede aumentar la gradiente en 1 por ciento, en terrenos ondulados y montañosos, a fin de reducir los costos de construcción (Para las vías de I, II, III clase). [8]

▪ **Diseño Vertical**

El diseño geométrico vertical de una carreta, o alineamiento en perfil, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía, a este eje también se lo denomina rasante o subrasante. [11]

El perfil vertical de una carretera es tan importante como el alineamiento horizontal y debe estar en relación directa con la velocidad de diseño, con las curvas horizontales y con las distancias de visibilidad; en ningún caso se debe sacrificar el perfil vertical para obtener buenos alineamientos horizontales. [11]

▪ **Estudios de Tráfico**

El tránsito vehicular, o simplemente tráfico es el fenómeno causado por el flujo de vehículos en una vía, calle o autopista, antes de cualquier diseño geométrico de una

vía se deben conocer las características del tránsito que va a ocupar esa carretera o calle. Mediante el análisis de los elementos de flujo vehicular se pueden entender las características y el comportamiento del tránsito, requisitos básicos para el planteamiento, proyecto y operación de carreteras, calles y sus obras complementarias dentro del sistema de transporte. El análisis del flujo vehicular describe la forma como circulan los vehículos en cualquier tipo de vialidad, lo cual permite determinar el nivel de eficiencia de la operación, que relacionan sus diferentes variables como el volumen, la velocidad, la densidad, el intervalo y el espaciamiento. [8]

- **Flujo de tráfico**

- **El Flujo Continuo**

El flujo continuo es la circulación de vehículos donde no existen intersecciones con semáforos o con señales de alto.

- **El Flujo Discontinuo o interrumpido**

Es el característico de las calles, donde las interrupciones son frecuentes por cualquier motivo, siendo una de estas los controles de tránsito de las intersecciones como son los semáforos, los ceda el paso, etc. Los caminos que poseen las características de flujo interrumpido poseen elementos fijos que pueden interrumpir la corriente vehicular, utilizado en el tránsito urbano. [8]

- **Características del tráfico para el diseño vial**

Las características del tránsito que es necesario conocer para efectuar el diseño de los pavimentos son:

- Tráfico diario promedio anual (TPDA).
- Tráfico en el carril de diseño.
- Composición del tráfico por tipos de vehículos.
- Número de posición de ejes y llantas.
- Incremento anual del tráfico.

- Número de vehículos o ejes que transitarán por el camino durante su vida útil.

▪ **Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)**

La unidad de medida en el tráfico de una carretera es el volumen del tráfico promedio diario anual, para su cálculo se debe tomar en cuenta lo siguiente:

- En vías de un solo sentido de circulación, el tráfico será el contado en ese sentido.
- En vías de dos sentidos de circulación, se tomará el volumen de tráfico en las dos direcciones, regularmente para este tipo de vías, el número de vehículos al final del día es semejante en los dos sentidos de circulación.
- Para el caso de autopistas, generalmente se calcula el TPDA para cada sentido de circulación, ya que en ellas interviene lo que se conoce como el Flujo Direccional que es el porcentaje de vehículos en cada sentido de la vía. [8]

▪ **Proceso de cálculo del TPDA**

1. Se determinará el tráfico promedio diario anual (T.P.D.A.), a partir de observaciones puntuales del tráfico y de los factores de variación. [8]
2. Es necesario realizar conteos vehiculares que nos permitan conocer el nivel de tráfico existente. Las estaciones permanentes de conteo deben situarse para vías más importantes y de más alto tráfico; en las vías de menos importancia y de tráfico menor las estaciones pueden ser temporales y con períodos de conteo más cortos. [8]
3. Los tipos de conteos pueden ser manuales mismos que son los más útiles pues proporcionan información más real sobre la composición del tráfico necesario para el diseño geométrico de la vía y automáticos que permiten conocer el volumen total del tráfico además de siempre ir acompañados de conteos manuales para establecer la composición del tráfico, los pasos para el conteo de tráfico son:

- Identificación de la vía, en la cual se debe realizar el conteo.
 - Determinación y ubicación de la estación de conteo,
 - Recolección de la información en formatos preestablecidos.
4. El tiempo de observación para un estudio definitivo, se debe tener por lo menos un conteo manual de 7 días seguidos en una semana que no esté afectada por ningún evento especial. [8]
 5. Para llegar a obtener el TPDA se realiza un cálculo de variaciones (factores) a partir de una muestra, utilizando el Método Factor de la Hora Pico, denominado (Fhp). [8]

- **Tránsito de la Hora Pico**

Siendo el TPDA una medida muy genérica de la intensidad del tránsito a lo largo de un día, se vuelve necesario tomar en cuenta las variaciones extremas que registra el movimiento vehicular a lo largo de las 24 horas del día, para seleccionar las horas de máxima demanda como base más apropiada para el diseño geométrico de las carreteras. El tránsito de la hora pico o la hora punta, recoge la necesidad de referir el diseño no a la hora máxima que se registra en un año ni a su vez a la hora promedio, sino a una hora intermedia que admitirá cierto grado de tolerancia a la ocurrencia de demandas horarias extremas. [8]

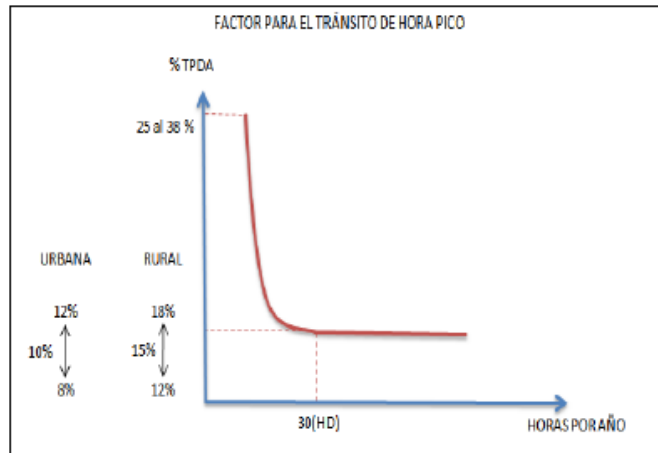
Para esto se acostumbra graficar la curva de datos de volúmenes de tránsito horario registrado durante todo un año en una estación permanente de registro del movimiento vehicular por carretera, la hora máxima puede llegar a representar desde el 25% hasta el 38% del TPDA. La curva desciende bruscamente hasta un punto de inflexión, que ocurre normalmente en la denominada trigésima hora de diseño o 30HD, lo cual significa que al diseñar para ese volumen horario, se espera que existan 29 horas en el año en que el volumen será excedido. [8]

El volumen de tránsito de la hora pico o 30HD está normalmente entre el 12% y 18% del TPDA en el caso de carreteras rurales, con un término medio del 15%. En carreteras urbanas éste volumen se ubica entre el 12% y 8% del TPDA, pudiéndose por tanto utilizar un 10% como valor de diseño a falta de valores propios.

En el Ecuador no se han efectuado estudios para determinar los volúmenes correspondientes a la 30ava hora, pero de las investigaciones realizadas por la

composición de tráfico se puede indicar que el volumen horario máximo en relación al TPDA varía entre el 5 y 10 por ciento. [8]

Grafico 10. Factor para el tránsito de la Hora Pico



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, MOP-2003

- **Factor de la Hora Pico**

El factor de la hora pico se expresa como la relación que siempre será igual o menor a la unidad entre la cuarta parte del volumen de tránsito, durante la hora pico y el valor mayor registrado durante el lapso de 15 minutos dentro de dicha hora pico. [8]

$$F_{hp} = \frac{\text{Total de vehículos}}{4 * \text{mayor volumen registrado en el lapso de la hora pico}}$$

Obtenido el conteo vehicular, clasificando en vehículos livianos, buses, camiones de 2, 3 y 4 ejes, para calcular el TPDA actual se relacionan el total de cada clase de vehículos de la hora pico para el volumen de tránsito correspondiente ya sea a la zona rural o urbana y multiplicado por el factor hora pico.

$$TPDA_{actual} = \frac{\text{Total de Tipo de Vehículos}}{\text{Volumen de Tránsito para Zona Rural}} * \text{Factor de hora pico}$$

Trafico futuro

El pronóstico del volumen y composición del tráfico se basa en el tráfico actual. Los diseños se basan en una predicción del tráfico a 10 o 20 años, el crecimiento normal del tráfico, el tráfico generado y el crecimiento del tráfico por desarrollo. Las proyecciones del tráfico se usan para la clasificación de las carreteras e influyen en la determinación de la velocidad y de los demás datos geométricos.

$$T_f = T_a (1 + i^n)$$

La predicción de tráfico sirve, además, para indicar cuando una carretera debe mejorar su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad; esto se hace mediante la comparación entre el flujo máximo que puede soportar una carretera y el volumen correspondiente a la 30ava hora, o trigésimo volumen horario anual más alto, que es el volumen horario excedido sólo por 29 volúmenes horarios durante un año determinado. [8]

▪ Crecimiento normal del tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si ésta estuviera al servicio de los usuarios. Se establecen en forma aproximada para nuestro país las siguientes tasas de crecimiento de tráfico. [8]

Gráfico 11. Tasas de crecimiento de tráfico

TASAS DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO " i " (%)				
TIPOS DE VEHÍCULO	PERÍODO			
	2010 - 2015	2015 - 2020	2020 - 2025	2025 - 2030
LIVIANOS	4,47	3,97	3,57	3,25
BUSES	2,22	1,97	1,78	1,62
PESADOS	2,18	1,94	1,74	1,58

Fuente: Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MOP-2003

- **Tráfico Existente (actual)**

Es aquel que se usa en la carretera antes del mejoramiento y que se obtiene a través de los estudios de tráfico.

- **Tráfico Desviado**

Es aquel atraído desde otras carreteras, una vez que entre en servicio la vía mejorada, en razón de ahorros de tiempo, distancia o costo.

- **Tráfico Atraído**

Es el volumen de tránsito que, sin cambiar ni su origen ni su destino, puede ocupar la futura vía pavimentada como ruta alterna, afluyendo a ella a través de otras vías ya existentes:

$$T_{\text{atraído}} = 10\% * TPDA_{\text{actual}}$$

- **Tráfico Generado**

El tráfico generado está constituido por aquel número de viajes que se efectuarían sólo si las mejoras propuestas ocurren, y lo constituyen: viajes que no se efectuaron anteriormente, viajes que se realizaron anteriormente a través de unidades de transporte público, viajes que se efectuaron anteriormente hacia otros destinos y con las nuevas facilidades han sido atraídos hacia la carretera propuesta.

Generalmente, el tráfico generado se produce dentro de los dos años siguientes a la terminación de las mejoras o construcción de una carretera. Se establece que el volumen de tráfico generado que provoca la terminación del proyecto, será igual a un porcentaje de tráfico normal que se espera en el primer año de vida del proyecto.

Para evitar estimaciones muy altas o irracionales respecto al tráfico generado en los casos, muy raros, en los cuales se producen grandes ahorros para los usuarios como consecuencia del mejoramiento de un camino de clase baja con volúmenes de tráfico pesado relativamente importantes, se establece como límite máximo de incremento por tráfico generado el correspondiente a un 20 por ciento del tráfico normal para el primer año de operación del proyecto.

Para los restantes años del periodo de pronóstico, el tráfico generado se estima que crecerá a la misma tasa que el tráfico normal. [8]

$$T_{generado} = 20\% * TPDA_{1 \text{ año}}$$

- **Tráfico Inducido**

Es la suma del tráfico atraído y generado. En caso de una carretera nueva, el tráfico actual estaría constituido por el tráfico desviado y eventualmente por el tráfico inicial que produciría el desarrollo del área de influencia de la carretera. [8]

- **Tráfico Desarrollado**

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. Este componente del tráfico futuro, puede continuar incrementándose durante parte o todo el período de estudio. Generalmente se considera su efecto a partir de la incorporación de la carretera al servicio del usuario, corresponde al 5% del total de cada tipo de vehículo. [8]

$$T_{desarrollado} = 5\% * TPDA_{actual}$$

Entonces al desarrollar estos tipos de tráfico, obtenemos el Tráfico Promedio Diario Anual actual total (TPDA actual total).

$$TPDA_{act.total} = TPDA_{act.total} + TPDA_{generado} + TPDA_{atraído} + TPDA_{desarrollado}$$

- **Estudio de Suelos**

El estudio de mecánica de suelos es de suma importancia para la creación del modelo geotécnico y el diseño de cimentaciones es un terreno es específico, debido a que se requieren conocer el tipo de suelo en el lugar a realizar la futura obra de índole civil, ya que debe realizar un estudio sobre las capacidades de carga y asentamiento generados sobre los estratos de suelo, de tal forma que estos posean las propiedades necesarias para el soporte de la estructura. El método consiste en realizar perforaciones

sobre la superficie del terreno para obtener muestras particulares del subsuelo. Con ello se sabe la capacidad de carga del suelo, así como las virtudes o irregularidades que pudiera beneficiar o afectar al proyecto. [11]

Los Ensayos que definen las principales propiedades de los suelos en carreteras son: Análisis Granulométrico, Límites De Atterberg, Proctor Normal O Modificado Y La Determinación De La Capacidad Portante Mediante El Índice CBR. [11]

▪ **Clasificación de los Suelos.**

El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), clasifica los suelos en 2 grandes fracciones: La gruesa, formada por partículas mayores que la malla N° 200 (0,074 mm) y menores que la malla de 3“(7,62 cm) y la fina, formada por las partículas que pasan la malla N° 200. [11]

La fracción gruesa se subdivide en gravas y arenas, teniendo como frontera la malla N°. 4 (4 ,76 mm). Subdivisiones subsecuentes de esta fracción toman en cuenta el contenido y naturaleza de los finos, así como características de graduación. [11]

La fracción fina se subdivide en grupos, tomando en cuenta sus características de plasticidad, las cuales relacionadas con las propiedades mecánicas e hidráulicas. Una de las propiedades que más influye para la formación de estos grupos es la compresibilidad, la cual está íntimamente ligada con las características de plasticidad, específicamente con el valor del límite líquido. A continuación se presenta los siguientes grupos: [11]

- a) Limos orgánicos, de símbolo genérico M.
- b) Arcillas inorgánicas, de símbolo genérico C (clay).
- c) Limos y arcillas orgánicas, de símbolo genérico O (organic)
- d) Gravas y suelos en que predominen estas. Símbolo genérico G (Gravel).
- e) Arenas y suelos arenosos. Símbolo genérico S (sand)
- f) G W= gravas bien graduadas
- g) SP = arenas mal graduadas

Las gravas y las arenas se subdividen en cuatro tipos:

1. Material prácticamente limpio de finos, bien graduado. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GW y SW.
2. Material prácticamente limpio de finos, mal graduado. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GP y SP.
3. Material con cantidad apreciable de finos no plásticos. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GM y SM.
4. Material con cantidad apreciable de finos plásticos. En combinación con los símbolos genéricos se obtienen los grupos GG y SG.

Gráfico 12. Clasificación de suelos SUCS

DIVISIÓN MAYOR		SÍMBOLO	NOMBRES TÍPICOS	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN EN EL LABORATORIO			
SUELOS DE PARTÍCULAS GRUESAS Más de la mitad del material es retenido en la malla número 200 (φ)	Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GRAVAS Más de la mitad de la fracción gruesa es retenida por la malla No. 4	GW Gravillas bien graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos	DETERMINAR LOS PORCENTAJES DE GRAVA Y ARENA DE LA CURVA GRANULOMÉTRICA, DEPENDIENDO DEL PORCENTAJE DE FINOS (función que pasa por la malla No. 200) LOS SUELOS GRUESOS SE CLASIFICAN COMO: SUCS: Menos del 5% GW, GP, SW, SP; más del 12% GW, GC, SM, SC; Entre 5% y 12%: Clasificarse de acuerdo al uso de símbolos dobles **			
			GP Gravillas mal graduadas, mezclas de grava y arena con poco o nada de finos				
		ARENAS Más de la mitad de la fracción gruesa pasa por la malla No. 4	* GM | d Gravillas limosas, mezclas de grava, arena y limo		LÍMITES DE ATTERBERG ABAJO DE LA "LÍNEA A" O I.P. MENOR QUE 4. LÍMITES DE ATTERBERG ARRIBA DE LA "LÍNEA A" CON I.P. MAYOR QUE 7.		
			GC Gravillas arcillosas, mezclas de gravas, arena y arcilla				
		PARA CLASIFICACIÓN VISUAL PUEDE USARSE 1/2 cm. COMO EQUIVALENTE A LA ABERTURA DE LA MALLA No. 4	ARENAS CON FINOS Cantidad apreciable de partículas finas		SW Arenas bien graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.	COEFICIENTE DE UNIFORMIDAD $C_u = D_{60}/D_{10}$ mayor de 4. COEFICIENTE DE CURVATURA $C_c = \frac{D_{30}^2}{(D_{10})(D_{60})}$ entre 1 y 3. NO SATISFACEN TODOS LOS REQUISITOS DE GRADUACIÓN PARA GW.	
					SP Arenas mal graduadas, arena con gravas, con poco o nada de finos.		
					* SM | d Arenas limosas, mezclas de arena y limo.		
					SC Arenas arcillosas, mezclas de arena y arcilla.		
		SUELOS DE PARTÍCULAS FINAS Más de la mitad del material pasa por la malla número 200 (φ)	Las partículas de 0.075 mm de diámetro (la malla No. 200)		LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido menor de 50	ML Limos inorgánicos o polvo de roca, limos arenosos o arcillosos ligeramente plásticos.	G - Grava, S - Arena, O - Suelo Orgánico, F - Turba, M - Limo C - Arcilla, W - Bien Graduada, F - Mal Graduada, L - Baja Compresibilidad, H - Alta Compresibilidad
						CL Arcillas inorgánicas de baja o media plasticidad, arcillas con grava, arcillas arenosas, arcillas limosas, arcillas pobres.	
LIMOS Y ARCILLAS Límite Líquido Mayor de 50	OL Limos orgánicos y arcillas limosas orgánicas de baja plasticidad.			CARTA DE PLASTICIDAD (S.U.C.S.) 			
	MH Limos inorgánicos, limos micáceos o diastrómicos, más clásticos.						
SUELOS ALTAMENTE ORGÁNICOS	CH Arcillas inorgánicas de alta plasticidad, arcillas férricas.						
	OH Arcillas orgánicas de media o alta plasticidad, limos orgánicos de media plasticidad.						
P Turbas y otros suelos altamente orgánicos.							

** CLASIFICACIÓN DE FRONTERA - LOS SUELOS QUE POSEAN LAS CARACTERÍSTICAS DE DOS GRUPOS SE DESIGNAN CON LA COMBINACIÓN DE LOS DOS SÍMBOLOS; POR EJEMPLO GW-GC, MEZCLA DE ARENA Y GRAVA BIEN GRADUADA CON CEMENTANTE ARCILLOSO.
 † TODOS LOS TAMAÑOS DE LAS MALLAS EN ESTA CARTA SON LOS U.S. STANDARD.
 * LA DIVISIÓN DE LOS GRUPOS GM Y SM EN SUBDIVISIONES d Y u SON PARA CAMINOS Y AEROPUERTOS ÚNICAMENTE, LA SUB-DIVISIÓN ESTÁ BASADA EN LOS LÍMITES DE ATTERBERG EL SUFJO d SE USA CUANDO EL L.L. ES DE 25 O MENOS Y EL I.P. ES DE 6 O MENOS. EL SUFJO u ES USADO CUANDO EL L.L. ES MAYOR QUE 25.

Fuente: Mecánica de suelos de Juárez Badillo Tomo I

■ Análisis Granulométrico

La finalidad de este ensayo no es otra que determinar las proporciones de los distintos tamaños de grano existente en el mismo. El tamiz es la herramienta fundamental para efectuar este ensayo; se trata de un instrumento compuesto por un marco rígido al que se halla sujeta una malla caracterizada por un espaciado uniforme entre hilos denominados abertura a luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar. [11]

La clasificación de un suelo en base a su granulometría se clasifica en:

Grava: de un tamaño menor a 76,2 mm (3") hasta el tamiz N°. 10 (2 mm).

Arena gruesa: de un tamaño menor a 2mm hasta el tamiz N°. 40 (0,425 mm)

Arena Fina: de un tamaño menor a 0,425 mm hasta el tamiz N°. 200 (0,075 mm)

Limos y Arcillas: menor al tamiz N°. 200 (0,075 mm)

Conforme la AASHTO, un suelo fino es el que tiene más del 35 % que pasa el tamiz N° 200 (0,075 mm).

▪ **Estados de Consistencia**

El comportamiento de un suelo está muy influenciado por la presencia de agua en su seno. Este hecho se acentúa cuanto menor es el tamaño de las partículas que componen dicho suelo, siendo especialmente relevante en aquellos donde predomine el componente arcilloso, ya que en ellos los fenómenos de interacción superficial se imponen a los de tipo gravitatorio [11].

Por ello resulta muy útil estudiar los límites entre los diversos estados de consistencia que puede darse en los suelos coherentes en función de su grado de humedad: líquido, plástico, semisólido y sólido [11].

– **Líquido.**- La presencia de una cantidad excesiva de agua anula las fuerzas de atracción interarticular que mantiene unido al suelo (cohesión) y lo convierte en una masa, un líquido viscoso sin capacidad resistente [11] .

– **Plástico.**- El suelo es fácilmente moldeable, presentando grandes deformaciones con la aplicación de esfuerzos pequeños. Su comportamiento es plástico, por lo que no recupera su estado inicial una vez cesado el esfuerzo. Mecánicamente no es apto para resistir cargas adicionales [11].

– **Semisólido.**- El suelo deja de ser moldeable, pues se quiebra y se desquebraja antes de cambiar la forma. No obstante, no es un sólido puro, ya que disminuye de volumen si continúa perdiendo agua. Su comportamiento mecánico es aceptable [11].

– **Sólido.**- En este estado el suelo alcanza la estabilidad, ya que su volumen no varía con los cambios de humedad. El comportamiento mecánico es óptimo. [11]. La

humedades correspondientes a los puntos de transición entre cada uno de estos estados define los límites líquido (LL), plástico (LP) y de retracción (LR).

▪ Límites de Atterberg

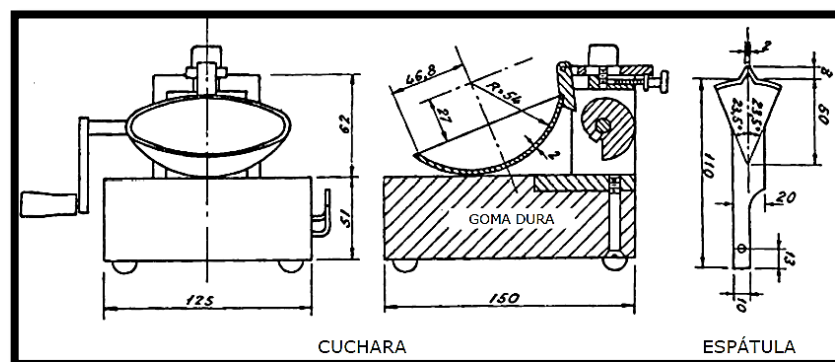
Es la relación entre el grado de plasticidad de un suelo amasado con agua y colocado en un cuchara normalizada, cuando un surco, realizado mediante un acanalador normalizado, que divide dicho suelo en dos mitades, se cierra a lo largo del fondo en una distancia de 13 mm, tras haber dejado caer 25 veces la mencionada cuchara desde una altura de 10 mm sobre una base también normalizada, con una cadencia de 2 golpes por segundo [11].

De los límites anteriores mencionados, interesa especialmente la determinación de los umbrales de los estados líquido (límite líquido) y plástico (límite plástico), ya que estos presentan una alta deformabilidad del suelo y una drástica reducción de su capacidad portante [11].

A la diferencia entre ambos límites se denomina índice de plasticidad (IP), y da una idea del grado de plasticidad que presenta el suelo; un suelo muy plástico tendrá un alto índice de plasticidad. [11].

$$IP = LL - LP$$

Grafico 13. Cuchara de Casa Grande



Fuente: Manual de carreteras II de Luis Bañón Blázquez

- **Compacidad del Suelo**

La compacidad de un suelo es una propiedad importante en carreteras, al estar directamente relacionada con la resistencia, deformabilidad y estabilidad de un firme, adquiere una importancia crucial en el caso de los terraplenes y todo tipo de relleno general, en los que el suelo debe quedar lo más consolidado posible para evitar asentamientos durante la posterior utilización de la vía. [11].

- **Ensayo de Proctor**

Este ensayo persigue la determinación de la humedad óptima de compactación de una muestra de suelo. Su regulación se realiza mediante sus dos variantes, Normal y Modificado [11].

La diferencia entre las dos variantes (Proctor Normal y Proctor Modificado) radica únicamente en la energía de compactación empleada, del orden de 4,5 veces superior en el segundo caso que en el primero. Esta diferencia puede explicarse fácilmente, ya que el Proctor modificado no es más que la lógica evolución del Normal, causada por la necesidad de emplear maquinaria de compactación más pesada dado el aumento de la carga por eje experimentado por los vehículos [11].

Tabla 11. Especificaciones de los ensayos de compactación de los suelos

ENSAYO: MODIFICADO AASHTO T -180				
PISÓN: Martillo cilíndrico de 10 lb				
IMPACTO: Altura de caída 18 "				
MÉTODOS	A	B	C	D
Material que pasa	Tamiz # 4	Tamiz # 4	Tamiz # ¾ "	Tamiz # ¾ "
Diámetro Molde	4 "	6 "	4 "	6 "
Número de capas	5	5	5	5
Número de golpes	25	56	25	56
Volumen estándar	1/30 pie ³	1/30 pie ³	1/30 pie ³	1/30 pie ³
Energía de compactación	26,250 lb pie/pie ³			

Fuente: Mecánica de Suelos de Ing. Francisco Mantilla Negrete

▪ **Capacidad Portante**

La capacidad portante de un suelo puede definirse como la carga que este es capaz de soportar sin que se produzcan asentamientos excesivos. [11].

El indicador más empleado en carreteras para determinar la capacidad portante de un suelo es el CBR (California Bearing Ratio), llamado así porque se empleó por primera vez en el estado de California. Este índice está calibrado empíricamente, es decir se basa en determinaciones previamente realizadas en distintos tipos de suelo y que han sido convenientemente tabuladas y analizadas [11].

La determinación de este parámetro se realiza mediante el correspondiente ensayo normalizado (NLT – 111), y que consiste en un procedimiento conjunto de esponjamiento (hinchamiento) y penetración [11].

Esponjamiento.- Se determina sometiendo la muestra a un proceso de inmersión durante 4 días, aplicando una sobrecarga equivalente a la previsible en condiciones de uso de la carretera. Se efectúan dos lecturas (Una al inicio y otra al final) empleando un trípode debidamente calibrado. El esponjamiento adquiere una especial importancia en suelos arcillosos o con alto contenido de finos, ya que puede provocar asentamientos diferenciales [11].

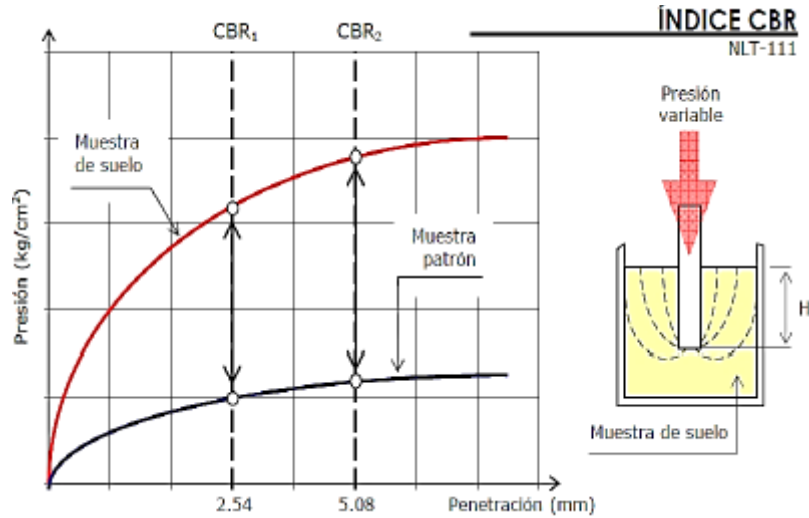
Ensayo de Penetración.- Tiene por objetivo determinar la capacidad portante del suelo, presentando una estructura similar al SPT (Standard Penetration Test) empleado en geotecnia. Se basa en la aplicación de una presión creciente, efectuada mediante una prensa a la que va acoplado un pistón de sección anular sobre una muestra de suelo compactada con una humedad óptima del Proctor [11].

El índice CBR se define como la relación entre la presión necesaria para que el pistón penetre en el suelo una determinada profundidad y la necesaria para conseguir esa misma penetración en una muestra patrón, expresada en porcentaje. [11].

CBR = $\frac{\text{Presión en muestra a ensayar}}{\text{Presión en muestra patrón}} * 100$

Presión en muestra patrón * 100

Grafico 14. Determinación del índice CBR



Fuente: Manual de carreteras II de Luis Bañón Blázquez

Tabla N°. 15 Clasificación de la subrasante según el valor del CBR

CBR	Clasificación general
0 – 3	Muy pobre
3 – 7	Pobre a regular
7 – 20	Regular
20 – 50	Bueno
>50	Excelente

Fuente: Cárdenas James Grisales

▪ **Módulo de Resiliencia “Mr.”**

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación tales como el CBR, compresión simple, son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas laterales como el ensayo de módulo de resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones. La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

– Mr. (psi) = 1500 * CBR para CBR < 10 % (sugerida por la AASHTO)

– Mr. (psi) = 3000 * CBR 0,65 para CBR de 7,2 % a 20 % (ecuación desarrollada en Sudáfrica)

– Mr. (psi) = 4326 * ln CBR + 241 (Utilizada para suelos granulares por la propia AASHTO).

▪ Pavimentos

Un pavimento está constituido por un conjunto de capas, relativamente horizontales, que se diseñan y se construyen técnicamente con materiales apropiados y adecuadamente compactados. Estas estructuras estratigráficas se apoyan sobre la subrasante de una vía obtenida por el movimiento de tierras en el proceso de exploración y que han de resistir adecuadamente los esfuerzos que las cargas repetidas del tránsito le transmiten durante el periodo para el cual fue diseñada la estructura del pavimento. [11]

La subrasante de una vía, sobre la cual se asienta la estructura del pavimento necesita tener una gran resistencia al corte para evitar las posibles fallas. De esta forma el diseño de pavimentos se basa en ensayos de penetración, es decir mediante la determinación del valor soporte California o CBR. [11]

La estructura del pavimento, está destinada a cumplir con:

- a) Resistir y distribuir a las cargas inferiores los esfuerzos verticales, provenientes del tráfico.
- b) Mejorar las condiciones de rodadura, con el objeto de dar seguridad y confort.
- c) Resistir los esfuerzos horizontales, volviendo más durable la superficie.

▪ Tipos de Pavimentos

▪ Pavimentos Flexibles

Este tipo de pavimentos están formados por una carpeta bituminosa apoyada generalmente sobre dos capas no rígidas, la base y la sub-base, apoyándose este conjunto sobre la subrasante compactada, de manera que la sub-base, base y superficie de desgaste o carpeta son los componentes estructurales del pavimento flexible. No obstante puede prescindirse de cualquiera de estas capas dependiendo de las necesidades particulares de la obra. [11]

Grafico 15. Estructura de un pavimento flexible



Fuente: Cárdenas James Grisales

Funcione de las capas de un pavimento flexible

- **La Sub-Base Granular**

Función Económica.- Una de las principales funciones de esta capa es netamente económica; en efecto, el espesor total que se requiere para que el nivel de esfuerzos en la subrasante sea igual o menor que su propia resistencia, puede ser construidos con materiales de alta calidad; sin embargo, es preferible distribuir las capas más calificadas en la parte superior y colocar en la parte inferior del pavimento la capa de menor calidad la cual es la más frecuentemente la más barata. Esta solución puede traer consigo un aumento en el espesor total del pavimento y no obstante, resultar más económica. [11]

Capa de Transición.- La sub-base bien diseñada impide la penetración de los materiales que constituyen la base con los de la subrasante y por otra parte, actúa como filtro de la base impidiendo que los finos de la subrasante la contaminen perjudicando su calidad. [11]

Disminución de las Deformaciones.- Algunos cambios volumétricos de la capa subrasante, generalmente asociados a cambios en su contenido de agua (expansiones), o a cambios extremos de temperatura (heladas), pueden absorber con la capa sub-base, impidiendo que dichas deformaciones se reflejen en la superficie de rodamiento. [11]

Resistencia.- La sub-base debe soportar los esfuerzos transmitidos por las cargas de los vehículos a través de las capas superiores y transmitidas a un nivel adecuado a la subrasante. . [11]

Drenaje.- En muchos casos la sub-base debe drenar el agua, que se introduzca a través de la carpeta o por las bermas, así como impedir la ascensión capilar. [11]

La Base Granular

Resistencia.- La función fundamental de la base granular de un pavimento consiste en proporcionar un elemento resistente que transmita a la sub-base y a la subrasante los esfuerzos producidos por el tránsito en una intensidad apropiada.

Función económica.- Respecto a la carpeta asfáltica, la base tiene una función económica análoga a la que tiene la sub-base respecto a la base. [11]

- **Carpeta**

Superficie de rodamiento.- La carpeta debe proporcionar una superficie uniforme y estable al tránsito, de textura y color conveniente y resistir los efectos abrasivos del tránsito. [11]

Impermeabilidad.- Hasta donde sea posible, debe impedir el paso del agua al interior del pavimento.

Resistencia.- Su resistencia a la tensión complementa la capacidad estructural del pavimento.

- **Pavimentos Rígidos**

Son aquellos que no se adaptan a las deformaciones del suelo y que además resisten las tensiones de tracción, dentro de este grupo se encuentran los pavimentos de hormigón de cemento portland. [11]

Grafico 16. Estructura de un pavimento rígido

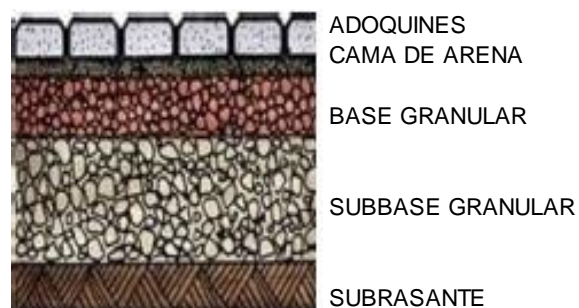


Fuente: Cárdenas James Grisales

- **Pavimento Articulados**

Los pavimentos articulados están compuestos por una capa de rodadura elaborada con bloques de concreto prefabricados, llamados adoquines, de espesor uniforme e iguales entre sí. Esta puede ir sobre una capa delgada de arena la cual, a su vez, se apoya sobre una capa granular o directamente sobre la subrasante, dependiendo de la calidad de esta y de la magnitud y frecuencia de las cargas que circulan por dicho pavimento. [11]

Grafico 17. Estructura de un pavimento articulado



Fuente: Cárdenas James Grisales

- **Especificaciones técnicas para sub-base, base y hormigón asfáltico**

- **Clases de Sub-Bases**

Están compuestos de agregados gruesos o solo cribados, mezclados con agregado fino proveniente de trituración o un suelo fino seleccionado.

- a) **Sub-base clase 1.-** Son construidas con agregados obtenidos por trituración de piedras o gravas, y graduadas uniformemente de grueso a fino de acuerdo a los límites de graduación que se especifican en el respectivo cuadro de valores. [11]
- b) **Sub-base clase 2.-** Son construidas con agregados obtenidos por cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, graduadas uniformemente de grueso a fino dentro de los límites dados por las especificaciones. [11]
- c) **Sub-base clase 3.-** Son construidas con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas: deben cumplir con los requisitos. [11]

Tabla 12. Límites granulométricos para sub-bases

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA A TRAVÉS DE LOS TAMICES DE MALLA CUADRADA		
	CLASE 1	CLASE 2	CLASE 3
3" (76,2 mm)	-	-	100
2" (50,4 mm)	-	100	-
1 ½ (38,1 mm)	100	70 – 100	-
Nº 4 (4,75 mm)	30 – 70	30 – 70	30 – 70
Nº 40 (0,425 mm)	10 – 35	15 – 40	-
Nº 200 (0,075 mm)	0 – 15	0 – 20	0 – 20

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2003)

Tabla 13. Especificaciones generales para sub-bases

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

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2003)

- **Clases de bases**

Están constituidos por el 100 % de agregados triturados, parcialmente o únicamente cribados, todos estabilizados con agregado fino proveniente de trituración con suelo fino seleccionado o con ambos a la vez. [11]

De acuerdo a la clasificación dada en las especificaciones generales para caminos y puente MOP-2002 las bases de agregados se clasifican en las siguientes clases:

- a) **Base clase 1.-** Son bases constituidas con agregados gruesos y con agregados finos triturados en un 100 % y mezclados necesariamente en sitio.
- b) **Base clase 2.-** Son bases constituidas con el 50 % o más, de agregados gruesos triturados, también deben ser mezclados necesariamente en una planta central.
- c) **Base clase 3.-** Son bases constituidas por lo menos con el 25 % de agregados gruesos triturados, mezclados preferentemente en una planta central.
- d) **Base clase 4.-** Son bases constituidas con bases obtenidas por tamizado de piedras o gravas.

Los agregados de los cuatro tipos de bases deben estar compuestos de fragmentos limpios, resistentes y durables y estarán exentos de material vegetal, granos de arcilla u otro material inconveniente. [11]

Los agregados para las capas de base deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y tienen que cumplir las exigencias de granulometría que se presentan en la tabla N°. 18.

Tabla 14.Límites granulométricos para bases

TAMIZ	BASE CLASE 1		BASE CLASE 2	BASE CLASE 3	BASE CLASE 4
	2" MAX	1 1/2" MAX			
2"	100				100
1 1/2"	70 – 100	100			
1"	55 – 85	70 – 100	100		60 – 90
3/4"	50 – 80	60 – 90	70 – 100	100	
3/8"	35 – 60	45 – 75	50 – 80		
Nº 4	25 – 50	30 – 60	35 – 65	45 – 80	20 – 50
Nº 10	20 – 40	20 – 50	25 – 50	30 – 60	
Nº 40	10 – 25	10 – 25	15 – 30	20 – 35	
Nº 200	2 – 12	2 – 12	3 – 15	3 – 15	0 – 15

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2003)

Tabla 15.Especificaciones generales para bases

Clases de Sub-bases	Límite líquido	Índice plástico	Desgaste a la abrasión	CBR
Clase 1	≤ 25	< 6	< 40 %	≥ 80 %
Clase 2				
Clase 3				
Clase 4				

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2003)

- **Hormigón Asfáltico**

Está constituido por cemento asfáltico y agregados, empleado en pavimentos, en las capas de rodadura o bases. Los agregados estarán compuestos de partículas de piedra triturada, grava triturada o piedra natural, arena, etc. [11] de tal manera que cumplan los requisitos de graduación que se establece en la tabla N°. 19.

Tabla 16. Granulometría de los agregados para mezclas bituminosa.

TAMIZ	Porcentaje en peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	¾"	½"	3/8"	Nº 4
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

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2003)

Además de la granulometría, los agregados deben cumplir los siguientes requisitos:

Resistencia al desgaste por abrasión	≤ 40 % (INEN 860)
Resistencia a la acción de los sulfatos	< 12 % (INEN 863)
Recubrimiento y	Adherencia 95 %
Peladura	Peladura 5 % (AASHTO T182)
Índice plástico (Pasa # 40)	< 4
Hinchamiento	1,50 %

El cemento asfáltico que se produce en el Ecuador es el tipo AC-20 el cual es un cemento asfáltico medio, cuyo grado de penetración es de 60 a 70 décimas de milímetro,. [11]

**Tabla 17. Criterios de diseño para mezclas
MARSHALL**

CRITERIO DE MEZCLA	Tráfico ligero		Tráfico medio		Tráfico pesado		Muy pesado	
	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.	Min.	Máx.
NÚMERO DE GOLPES EN CADA CARA DE PROBETA	35		50		75		75	
ESTABILIDAD EN LIBRAS	750		1200		1800		2200	
FLUJO EN CENTÉSIMAS DE PULGADA	8	18	8	16	8	14	8	14
PORCENTAJE DE VACÍOS	3	5	3	5	3	5	3	5
PORCENTAJE DE VACÍOS RELLENOS DE ASFALTO	70	80	65	78	65	75	65	75
RELACIÓN FILLER/BETÚN					0,80	1,20	0,80	1,20

Fuente: Especificaciones generales para caminos y puentes MOP (2003)

▪ **Drenaje**

Se define sistemas de drenaje de una vía como el dispositivo específicamente diseñado para la recepción, canalización y evacuación de las aguas que puedan afectar directamente a las características funcionales de cualquier elemento integrante de la carretera [8]. El sistema de drenaje vías es de vital importancia para el funcionamiento y operación de la carretera tiene cuatro funciones principales:

- a) Desalojar rápidamente el agua de lluvia que cae sobre la calzada.
- b) Controlar el nivel freático.
- c) Interceptar al agua que superficialmente o subterráneamente escurre hacia la carretera.
- d) Conducir de forma controlada el agua que cruza la vía.

Las primeras tres funciones son realizadas por drenajes longitudinales tales como cunetas, cunetas de coronación, canales de encauzamiento, bordillos y sub-drenes, mientras que la última función es realizada por drenes transversales como las alcantarillas y puentes [8].

- **Drenaje Longitudinal**

El drenaje longitudinal deberá proyectarse como una red o conjunto de redes que recoja el agua de escorrentía superficial procedente de la plataforma de la carretera y de los márgenes que viertan hacia ella y la conduzcan hasta un punto de desagüe, restituyéndolas a su cauce natural. [8] Para ello se emplean elementos como las cunetas, cauces, colectores, sumideros, arqueas y bajantes.

- **Cunetas**

Son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud de corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera. [8]

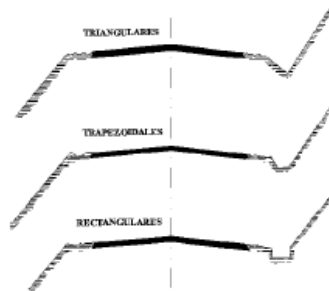
- **Localización, Pendiente y Velocidad**

La cuneta se localiza entre el espaldón de la carretera y el pie de talud de corte. La pendiente será similar al perfil longitudinal de la vía, con un valor mínimo del 0,50 % y un valor máximo que estará limitado por la velocidad del agua, la misma que condicionara la necesidad de revestimiento. [8]

- **Forma de la Sección**

Las cunetas según la forma de su sección transversal, pueden ser: triangulares, rectangulares y trapezoidales. El uso de cunetas triangulares es generalizado, posiblemente, por su facilidad de construcción y mantenimiento; aunque dependiendo del área hidráulica requerida, también, se puede utilizar secciones rectangulares o trapezoidales. La sección rectangular ha sido generalmente abandonada por razones de ingeniería de tránsito, debido a la sensación de peligro que siente quien transita cerca de ella. Por esta misma razón, la sección trapezoidal también se utiliza cada vez menos, salvo que tenga el talud cercano a la carretera muy tendido. [8]

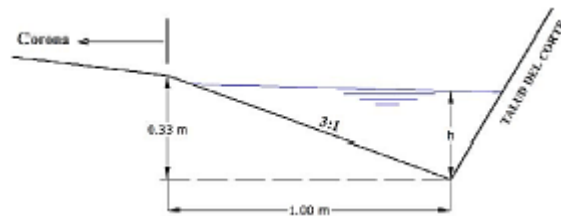
Grafico 18. Secciones típicas de cunetas



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

En las secciones triangulares se recomienda que el talud hacia la vía tenga como mínimo 3:1, preferentemente 4:1 y del lado de corte seguirá sensiblemente la inclinación del talud del mismo. [8]

Grafico 19. Secciones triangulares



Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

▪ Drenaje Transversal

Permite el paso del agua a través de los cauces naturales bloqueados por la infraestructura viaria, de forma que no se produzca destrozos en esa última. Comprenden pequeñas y grandes obras de paso, como puentes y viaductos. [8]

▪ Alcantarillas

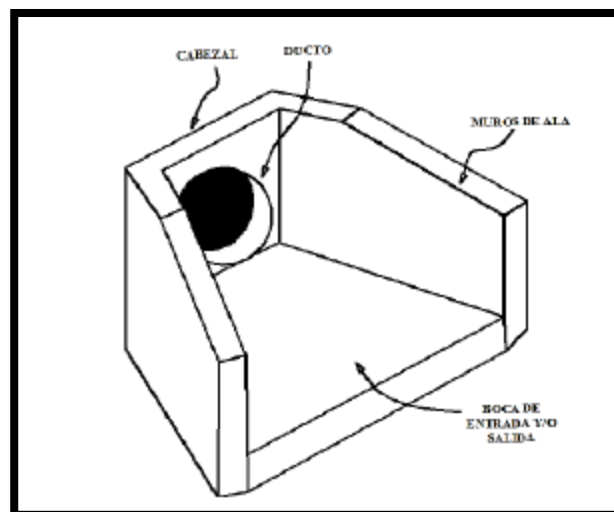
Las alcantarillas son conductos encerrados, de forma diversa, que se instalan o construyen transversalmente y por debajo del nivel de subrasante de una carretera, con

el objeto de conducir, hacia cauces naturales, el agua lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos o esteros, canales de riego, cunetas y/o del escurrimiento superficial de la carretera. [8]

El diseño de alcantarillas debe realizarse en función de las características de la cuenca hidráulica a ser demandada y de la carretera a la que prestara servicio.

Los elementos consecutivos de una alcantarilla son: el ducto, los cabezales, los muros de ala en la entrada y salida, y otros dispositivos que permitan mejorar condiciones de escurrimiento y eviten la erosión regresiva debajo de la estructura. [8]

Grafico 20.Elementos de una alcantarilla



Fuente: Norma de Diseño Geométrico de Carreteras -MOP 2003

El diseño del sistema de drenaje transversal menor de una carretera se realizara tomando en cuenta, para su solución, dos pasos básicos: el análisis hidrológico de la zona por drenar y el diseño hidráulico de las estructuras. [8]

El análisis hidrológico.- Permite la predicción de los valores máximos de las intensidades de precipitación o picos del escurrimiento, según el caso, para periodos de retorno especificados de acuerdo a la finalidad e importancia del sistema. [8]

El diseño hidráulico.- Permite establecer las dimensiones requeridas de la estructura para desalojar esos caudales aportados por las lluvias, de conformidad con la eficiencia que se requiera para la evacuación de las aguas. [8]

- **Localización**

La localización correcta es importante porque influirá en la dimensión de la sección, la conservación de la estructura y el posible colapso de la carretera. A pesar de que la instalación o construcción de cada alcantarilla constituye un problema distinto, los factores más importantes para la eficiencia y seguridad de las mismas son: la alineación y la pendiente. [8]

Las alcantarillas deben instalarse o construirse, en lo posible, siguiendo la alineación, pendiente y cotas de nivel del cauce de la corriente, facilitando de esta manera que el agua circule libremente sin interrupciones y reduciendo, al mínimo, los riesgos de erosión. [8]

La localización óptima de una alcantarilla consistirá en proporcionar a la corriente una entrada y una salida directa.

- **Pendiente**

La pendiente ideal para una alcantarilla es aquella que no produzca sedimentación, ni velocidades excesivas y erosión, y que, a su vez, permita la menor longitud de la estructura. Para evitar la sedimentación, la pendiente mínima será 0,5 por ciento. [8]

3. CAPÍTULO DISEÑO DEL PROYECTO

3.1. Estudios del proyecto

- **Población**

De acuerdo al censo de población y vivienda realizado por el Instituto Nacional de Estadísticas y Censos (INEC) elaborado en el año 2010, la comunidad Cusubamba cuenta con 7200 habitantes que conforman 2400 familias, los miembros por hogar es el cociente entre el número de habitantes y el número de familias, $(7200 / 2400) = 3$ personas. Como este proyecto de investigación se llevará a cabo en la vía de ingreso a las comunidades, Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

- **Ubicación del proyecto**

El Cantón Salcedo se encuentra en la jurisdicción de la provincia de Cotopaxi y cuenta con cinco parroquias rurales conformada por 9 comunidades, 10 sectores, 2 barrios rurales y 3 urbanos.

Salcedo se encuentra dentro del Callejón Interandino, denominado Sierra Centro, ubicada al sur oeste de la cabecera cantonal Salcedo a una distancia de 9 Km pasando por la vecina parroquia de Panzaleo, jurisdiccionalmente limita al Norte con la parroquia de San Miguel, al Este con las parroquias de Panzaleo y Antonio José de Holguín, al Sur con la Provincia de Tungurahua y al Oeste con la Parroquia de Cusubamba.

El estudio de la vía está ubicado en una parte montañosa rodeado por zonas pobladas que no han impedido que se realicen rectificaciones al proyecto original. La Vía que une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, Perteneciente a la Parroquia San Miguel tiene una altitud variante entre 2.740 msnm y 4080 msnm y consta de las siguientes comunidades barrios y sectores; Chirinche Alto, Chirinche Bajo, Cunchibamba Chico, San Diego de Rodeo Pamba, San Ignacio de Martínez, San Luis, San Vicente de Chirinche Alto, Aso. San Juan, Hermanas Páez, Santa Rosa, Sta. Rosa de Cajón Uco, Una Laguna Quevedo, Chimbacalle, Taxoloma, Santa Inés, Unalagua Salatilín, Chasqui Nagsiche, San León, Óvalo Nuevo, San Pablo, San Fernando, Salatilín.

Grafico 21. Ubicación del Proyecto



3.1.1. Inventario vial

El inventario se realizó con el objetivo de conocer el estado actual de la vía, el tipo de capa de rodadura, la existencia o no de cunetas, canales de regadío, etc.

En la comuna de Quilajalo, existen cortos tramos de la vía (0+000 al 1+100) que está compuesta de la mitad del vía con una longitud de 1 km de tierra, y cuando esta seca causa mucho polvo afectando así al medio ambiente por ende a la población que reside ahí. En el km 1+500 al 2+800 está empedrado hay demasiados baches casi imposibles de pasarlos. También se puede apreciar que el ancho de la Vía varía de 5,00 m a 7,00 m, además se observa la existencia de canales, pases de agua y una quebrada.

Durante los estudios preliminares se realizaron inspecciones para el estudio de suelos, en ellas se pudo evidenciar que la superficie de rodadura está constituido a nivel de terreno, presentando un deterioro del 90% por no contar con un sistema de drenaje.

Grafico 22. Inventario vial

Punto	Distancia en (m)	Tipo de Vía	Ancho (m)	Observación
PI	0+000	Suelo natural	5.7	REGULAR
5	0+500	Suelo natural	6	MALO
10	1+000	Suelo natural	6	MALO
15	1+500	Suelo natural	7	MALO
20	2+000	Empedrado	5	MALO
25	2+500	Suelo natural	8	REGULAR
30	3+000	Suelo natural	7	MALO
35	3+500	Suelo natural	7	REGULAR
40	4+000	Suelo natural	7	REGULAR
45	4+500	Suelo natural	8.9	MALO
50	5+000	Suelo natural	9	REGULAR

Elaborado por: Silvia Tonato

3.1.2. Estudio Topográfico

Para empezar se realizó un reconocimiento para obtener datos generales sobre la ruta tomando en cuenta las construcciones, quebradas, árboles demás detalles para el diseño horizontal y vertical del proyecto, para adaptarse en lo posible a las condiciones existentes.

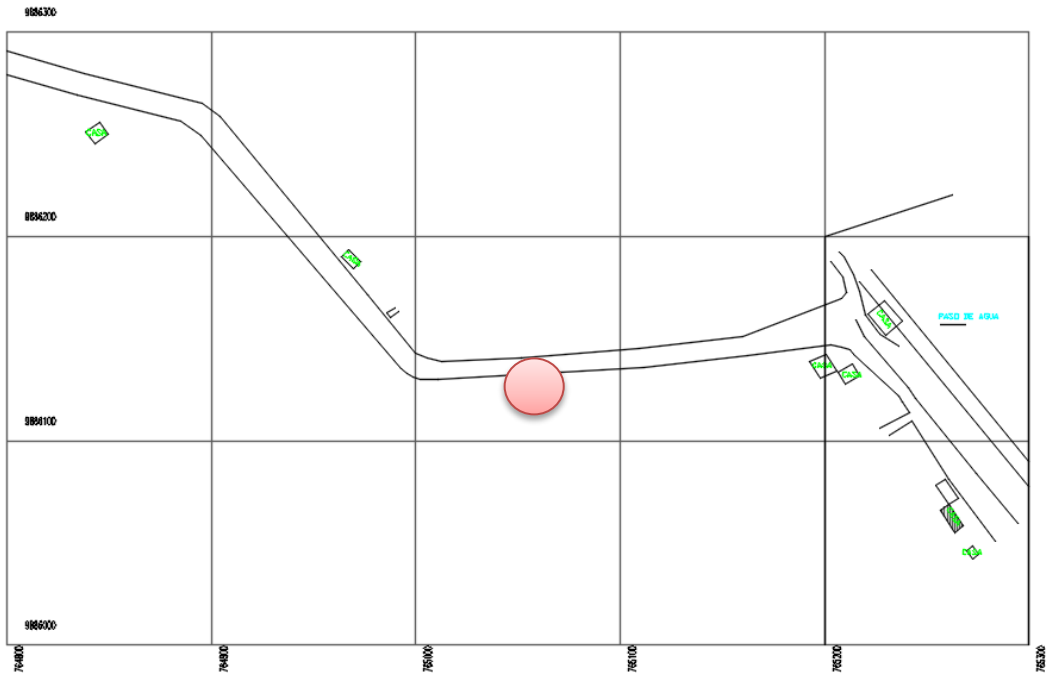
Para realizar el levantamiento topográfico se utilizó como herramienta principal la Estación Total Sokia, además de prismas, estacas, clavos, pintura entre otros.

Este lugar cuenta con una topografía montañosa, se destacan pendientes que oscilan entre 15 y 25 % lo que demuestra un grado de inclinación considerable, además se encuentra a una altitud de 2,655 msnm en la parte baja y alcanza los 2,739 msnm en la zona alta.

- **Análisis de resultados del tráfico**

El conteo manual de vehículos que circulan en ambas direcciones en la vía en estudio se realizó durante 7 días consecutivos, los cuales no estuvieron afectados por ningún tipo de eventos especiales, como especifica las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003, el conteo fue llevado a cabo desde el 15 al 21 de Febrero de 2016 por un periodo de 12 horas consecutivas (6:00 – 18:00). La estación de conteo se ubicó en la abscisa 1+597 de la vía en estudio.

Grafico 23. Ubicación de la Estación de Conteo.



Elaborado por: Silvia Tonato

▪ **Volumen de hora pico.-**

Se determina de acuerdo al mayor número de vehículos mixtos, que circulan por la vía durante una hora.

Tabla 18. Volumen de hora pico

<i>Hora Pico</i>	<i>Livianos</i>	<i>Buses</i>	<i>Pesados y Camiones</i>			<i>Totales</i>
			<i>C-2-P</i>	<i>C-2-G</i>	<i>C-3</i>	
10:30-11:30	3	0	1	1	0	5
	2	0	2	1	0	5
	4	0	1	0	0	5
	2	0	0	0	0	2
Total Tipo Vehículo	11	0	4	2		17
Distribuciones en %	64,71 %	0,00 %	35,29 %			100,00 %

Elaborado por: Silvia Tonato

- **Factor de hora pico.**

Relación entre la hora pico y el flujo máximo $Q_{m\acute{a}x}$. Producido durante los 4 cuartos de hora.

$$FHP = VHP / 4 * Q_{m\acute{a}x}$$

$$FHP = 17 / (4 * 5)$$

$$FHP = 0,85 \rightarrow \mathbf{1,00}$$

Se asume el valor de 1 para obtener un tráfico uniforme en periodos de gran demanda

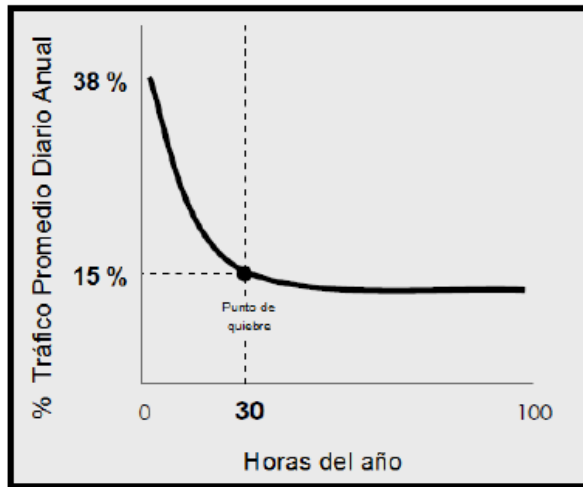
3.2. Tráfico actual

El tráfico actual es el número de vehículos que circulan sobre una carretera antes de ser mejorada o es aquel volumen que circularía, al presente, en una carretera nueva si esta estuviera al servicio de los usuarios. Para ello se utiliza el:

- **Método de la Treintava Hora**

Para hallar el tránsito horario que se acomode a la economía se acostumbra usar una curva de volúmenes de tránsito horario durante todo un año en orden descendente. Esta curva muestra que el volumen horario que se debe usar en el diseño ha de ser el trigésimo más alto del año y significa que solo 29 horas al año la vía estará congestionada.

Grafico 24/ Volumen de la 30ava hora versus % TPDA



Fuente: Ingeniería de tránsito de Rafael Cal y Mayor R. & James Cárdenas

Donde **k** = Valor esperado de la relación entre el volumen de la 30ava hora y el TPDA del año de proyecto.

Tomando en cuenta que la vía es rural, se trabajara con el 15 % del volumen de tránsito de la hora pico

VÍA RURAL	VÍA URBANA
12%	18%
15%	10%
12%	8%

Para zona rural **k** = 15%

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

- **Tráfico actual (TPDA actual)**

Es aquel volumen determinado en el conteo vehicular manual y clasificado como livianos, buses y pesados antes de que la vía sea mejorada.

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

Vehículos livianos

$$TPDA_{Actual} = \frac{11}{15 \%} * 1$$

$$TPDA_{Actual} = 73 Veh.$$

Vehículos pesados C2P

$$TPDA_{Actual} = \frac{4}{15 \%} * 1$$

$$TPDA_{Actual} = 27 Veh$$

Vehículos pesados C2G

$$TPDA_{Actual} = \frac{2}{15 \%} * 1$$

$$TPDA_{Actual} = 13 Veh$$

$$TPDA_{Actual} = TPDA_{Livianos} + TPDA_{Pesados}$$

$$TPDA_{Actual} = 73 + 27 + 13$$

$$TPDA_{Actual} = 113 Veh.$$

Tabla 19. **TPDA actual**

j.18.02.2016	TIPO DE VEHICULO			TOTAL
HORA PICO	LIVIANOS	C2P	C2G	
TOTAL VEHÍCULOS	11	4	2	1
FHP	1	1	1	1
% VIA RURAL	15%	15%	15%	15%
TPDA Actual	73	13	27	113

Elaborado por: Silvia Tonato

▪ **Tráfico generado (TG)**

Se determina con la proyección para el primer año; Para el índice de crecimiento del tráfico para vehículos livianos como para vehículos pesados

$$TG = 20 \% * TPDA_{1 \text{ AÑO}}$$

$$TPDA_{1 \text{ año}} = TPDA_{\text{actual}} * (1 + i)^n$$

Donde:

TPDA = Tráfico actual.

i = índice de crecimiento del tráfico

n = número de años proyectados

➤ **Vehículos Livianos**

$$TPDA_{1 \text{ año}} = TPDA_{\text{actual}} * (1 + i)^n$$

$$TPDA_{1 \text{ AÑO}} = 73 (1 + 0,0397)$$

$$TPDA_{1 \text{ AÑO}} = 76 \text{ vehículos}$$

$$T_{GLIVIANOS} = 20 \% * TPDA_{1 \text{ AÑO}}$$

$$T_{GLIVIANOS} = 20 \% * 76$$

$$T_{GLIVIANOS} = 15 \text{ Vehículos}$$

➤ **Vehículos Pesados**

$$TPDA_{1 \text{ AÑO C-2P}} = 27(1 + 0,0194)$$

$$TPDA_{1 \text{ AÑO C-2P}} = 28 \text{ vehículo}$$

$$T_{GC-2P} = 20 \% * 28$$

$$T_{GC-2P} = 6 \text{ Vehículos}$$

$$TPDA_{1 \text{ AÑO C-2G}} = 13 (1 + 0,0194)$$

$$TPDA_{1 \text{ AÑO C-2G}} = 16 \text{ vehículo}$$

$$T_{GC-2P} = 20 \% * 16$$

$$T_{GC-2P} = 3 \text{ Vehículo}$$

Tráfico Atraído (TA)

Se define como aquel tráfico que viene de otras vías al terminar de realizarse las mejoras en la vía propuesta.

$$Ta = 10 \% TPDA_{Actual}$$

➤ **Vehículos livianos**

$$Ta = 10 \% * 73$$

$$Ta = 7 \text{ Veh.}$$

➤ **Vehículos pesados C2P**

$$Ta = 10\% * 27$$

$$Ta = 3 \text{ Veh.}$$

➤ **Vehículos pesados C2G**

$$Ta = 10\% * 13$$

$$Ta = 1 \text{ Veh.}$$

Tráfico desarrollado (TD)

Este tráfico se produce por incorporación de nuevas áreas a la explotación o por incremento de la producción de las tierras localizadas dentro del área de influencia de la carretera. (MOP, 2003)

$$\mathbf{TD = 5 \% TPDA_{ACTUAL}}$$

➤ **Vehículos Livianos**

$$TD_{LIVIANOS} = 5 \% * 73$$

$$TD_{LIVIANOS} = 4 \text{ vehículos}$$

➤ **Vehículos Pesados**

$$TD_{C-2P} = 5 \% * 27$$

$$\mathbf{TD_{C-2P} = 1 \text{ vehículo}}$$

$$TD_{C-2G} = 5 \% * 13 \text{ vehículos}$$

$$\mathbf{TD_{C-2G} = 1 \text{ vehículos}}$$

Tabla 20. Tráfico Actual Total

TIPO DE VEHICULO	TPDA ACTUAL	TPDA 1AÑO	GENERADO 20 %	ATRAIDO 10 %	DESARROLLADO 5 %	TOTAL
LIVIANOS	73	76	15	7	4	102
C-2P	27	28	6	3	1	38
C-2G	13	13	6	1	1	21
TOTAL	113	117	27	11	6	161

Elaborado por: Silvia Tonato

3.2.1.1. Tráfico Futuro

Se calcula el tráfico futuro a partir del tráfico actual y de la tasa de crecimiento vehicular en el periodo de diseño.

$$TF = T_{ACTUAL} * (1 + i)^n$$

Donde:

TF = Tráfico futuro

i = índice de crecimiento

n = Periodo de diseño (20 años)

Para el índice de crecimiento del tráfico para vehículos livianos como para vehículos pesados se utilizara los valores descritos en la tabla N°.26

Tabla 21. Tasa de Crecimiento

PERIODO	TASA DE CRECIMIENTO (%)		
	LIVIANOS	BUS	CAMIÓN
2010-2015	4,47%	2,22%	2,18%
2015-2020	3,97%	1,97%	1,94%
2020-2025	3,57%	1,78%	1,74%
2025-2030	3,25%	1,62%	1,58%
2030-2035	3,25%	1,62%	1,58%

Proyección para n = 10 años (2026)

➤ **Vehículos livianos**

$$TPDALIVIANOS = TPDA_{LIVIANOS} * (1 + i)^n$$

$$i = 3,57 \% \text{ (ver tabla N}^\circ \text{. 12)}$$

$$TF_{LIVIANOS} = 73(1 + 0,0357)^{10}$$

$$TF_{LIVIANOS} = 104 \text{ Vehículos}$$

➤ **Vehículos pesados**

$$TPDAC - 2P = TPDA_{C - 2P} * (1 + i)^n$$

$$i = 1,74 \% \text{ (ver tabla N}^\circ \text{. 12)}$$

$$TF_{C-2P} = 27(1 + 0,0174)^{10}$$

$$TF_{C-2P} = 32 \text{ Vehículos}$$

$$TPDAC - 2G = TPDA_{C - 2G} * (1 + i)^n$$

$$TF_{C-2G} = 13 (1 + 0,0174)^{10}$$

$$TF_{C-2G} = 15 \text{ Vehículos}$$

$$TF_{TOTAL n=10 \text{ años}} = TF_{LIVIANOS} + TF_{C-2P} + TF_{C-2G}$$

$$TF_{TOTAL n=10 \text{ años}} = 104 + 32 + 15$$

$$TF_{TOTAL n=10 \text{ años}} = 151 \text{ Vehículos}$$

Proyección para n = 20 años (2036)

➤ **Vehículos livianos**

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

$$i = 3,25 \% \text{ (ver tabla N}^\circ \text{. 12)}$$

$$TF_{LIVIANOS} = 73 (1 + 0,0325)^{20}$$

$$TF_{LIVIANOS} = 138 \text{ Vehículos}$$

➤ **Vehículos pesados**

$$TPDA_{C-2P} = TPDA_{C-2P} * (1 + i)^n$$

$$i = 1,62 \% \text{ (ver tabla N}^\circ \text{. 11)}$$

$$TF_{C-2P} = 27 (1 + 0,0158)^{20}$$

$$TF_{C-2P} = 37 \text{ Vehículos}$$

$$TPDA_{C-2G} = TPDA_{C-2G} * (1 + i)^n$$

$$TF_{C-2G} = 13 (1 + 0,0162)^{20}$$

$$TF_{C-2G} = 18 \text{ Vehículos}$$

$$TF_{TOTAL n=20 \text{ años}} = TF_{LIVIANOS} + TF_{C-2P} + TF_{C-2G}$$

$$TF_{TOTAL n=20 \text{ años}} = 138 + 37 + 18$$

$$TF_{TOTAL n=20 \text{ años}} = 193 \text{ Vehículos}$$

Tabla 22. Tráfico futuro proyectado a 20 años

AÑO	% CRECIMIENTO			TRANSITO PROMEDIO DIARIO				TPDA TOTAL
	AUTOS	BUSES	CAMIONES	LIVIANOS	BUSES	C2P	C2G	
2016	3,97 %	1,97%	1,94%	73	0	27	13	113
2017	3,97 %	1,97%	1,94%	76	0	28	13	117
2018	3,97 %	1,97%	1,94%	79	0	42	14	134
2019	3,97 %	1,97%	1,94%	82	0	42	14	138
2020	3,97 %	1,97%	1,94%	85	0	43	14	143
2021	3,57 %	1,78%	1,74%	87	0	29	14	131
2022	3,57 %	1,78%	1,74%	90	0	30	14	134
2023	3,57 %	1,78%	1,74%	93	0	30	15	138
2024	3,57 %	1,78%	1,74%	97	0	31	15	143
2025	3,57 %	1,78%	1,74%	100	0	32	15	147
2026	3,57 %	1,78%	1,74%	104	0	32	15	151
2027	3,25 %	1,62%	1,58%	104	0	32	16	152
2028	3,25 %	1,62%	1,58%	107	0	33	16	156
2029	3,25 %	1,62%	1,58%	111	0	33	16	160
2030	3,25 %	1,62%	1,58%	114	0	34	17	164
2031	3,25 %	1,62%	1,58%	118	0	34	17	169
2032	3,25 %	1,62%	1,58%	122	0	35	17	174
2033	3,25 %	1,62%	1,58%	126	0	35	17	178
2034	3,25 %	1,62%	1,58%	130	0	36	18	183
2035	3,25 %	1,62%	1,58%	134	0	36	18	188
2036	3,97 %	1,62%	1,58%	138	0	37	18	193

Elaborado por: Silvia Tonato

Tabla 23. Clasificación vial en función del TPDA proyectado.

CLASE DE CARRETERA TPDA	
R-I o R-II	> 8000 VEHICULOS
I	DE 3000 A 8000
II	de 1000 A 3000
III	de 300 A 1000 VEHICULOS
IV	de 100 A 300 VEHICULOS
V	< 100 vehiculos

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de carreteras MOP 2003.

▪ **Clasificación de la vía**

La vía se clasifica de acuerdo al tráfico futuro proyectado para 20 años. La vía es de III orden debido que el TPDA proyectado (193 vehículos), está entre el rango de 100a 300 vehículos correspondientes al IV orden. [8]

3.3. Estudio de suelos

La realización de los estudios de suelos es fundamental para el proyecto, por tal razón se realizó una recolección de muestras a cada kilómetro por medio de pozos a cielo abierto.

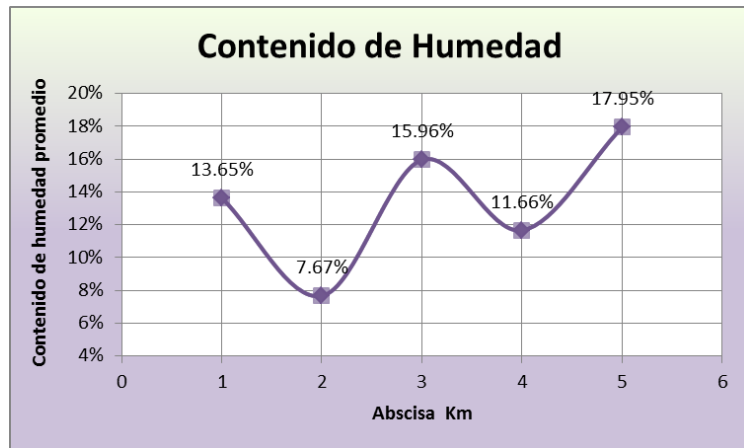
Tabla 24. Ubicación de pozos a cielo abierto

ABSCISA	POZO N.-
1+ 000	P1
2+ 000	P2
3+000	P3
4+ 000	P4
4+ 680	P5

Elaborado por: Silvia Tonato

- **Contenido de humedad**

Grafico N°. 28 Contenido de humedad natural



Elaborado por: Silvia Tonato

- **Granulometría**

Los suelos de la vía se clasificaron como **SM** según el Sistema Unificado para Clasificación de los Suelos SUCS.

Tabla 25. Granulometría

GRANULOMETRÍA CLASIFICACIÓN SUCS					
ENSAYO	Nº 1	Nº 2	Nº 3	Nº 4	Nº 5
	1+000	2+000	3+000	4+000	5+000
CLASIFICACION	ML-CL Limo arcilloso baja plasticidad	ML-CL Limo arcilloso baja plasticidad	SM Arena limosa	SM Arena limosa	ML-CL Limo arcilloso baja plasticidad

Elaborado por: Silvia Tonato

Tabla 26. Límites de Atterberg

Límites de consistencia	Km 1+000	km 2 + 000	km 3+ 000	km 4+ 000	km 5+ 000
Límite Líquido (Curva de Escurrimiento) %=	30.70	31.80	25.20	35.30	32.20
Límite Plástico %=	25.14	22.51	22.50	24.36	22.62
Índice Plástico LL% -LP%=	5.56	9.29	2.70	10.94	9.58

Elaborado por: Silvia Tonato

Ensayo Proctor modificado método “ B”

Tabla 27. Proctor modificado

Muestra	humedad Optima W%	Densidad seca gr/cm ³
Km 1+000	13.65%	1.648
km 2 + 00	7.67%	1.650
km 3+ 000	15.96%	1.748
km 4+ 000	11.66%	1.534
km 5+ 000	17.95%	1.540

Elaborado por: Silvia Tonato

El resultado que se obtiene al realizar la compactación del suelo de acuerdo al Proctor modificado son la densidad seca máxima y el contenido óptimo de humedad.

3.3.1. Capacidad de soporte CBR.

Tabla 28. CBR. Puntual

Abscisa	CBR % Puntu
K 5+000	10.6
K 4+000	11.2
K 2+000	11.5
K 3+000	12.4
K 1+000	12.4

Elaborado por: Silvia Tonato

- **Interpretación**

Una vez realizado la proyección del tráfico para 10 y 20 años se puede observar en el gráfico N° 27, que para un periodo de diseño de 10 años la vía prestara sus servicios a 151 vehículos y al proyectar a un periodo de diseño de 20 años la vía prestara sus servicios para 193 vehículos.

- **Interpretación de datos de suelo**

La determinación de la calidad del suelo con el que se cuenta en la vía es de gran importancia para obtener la capacidad de soporte y costos de la estructura del pavimento.

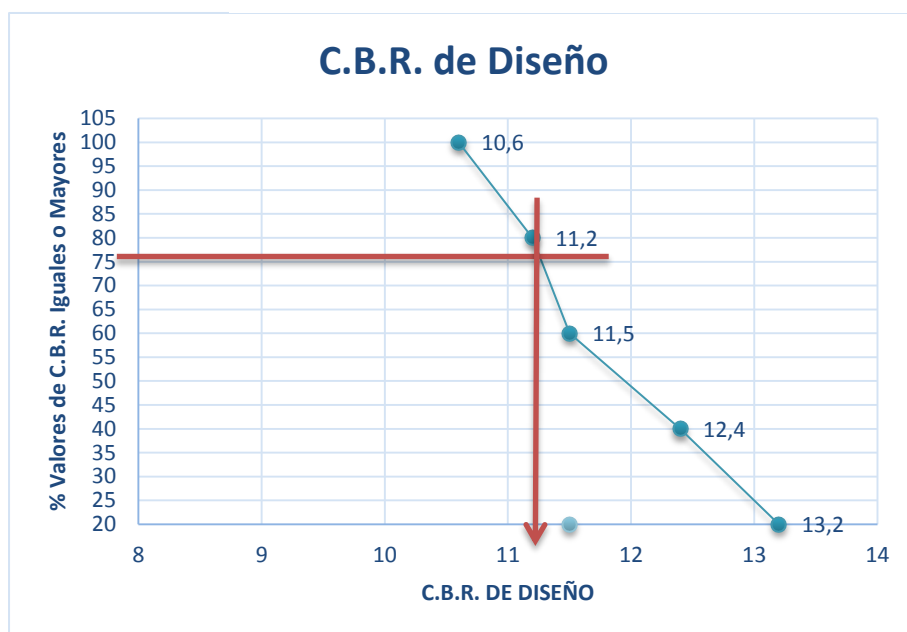
Tabla 29. Valor percentil de diseño

NÚMERO DE EJES EN EL CARRIL DE DISEÑO	VALOR PERCENTIL PARA DISEÑO DE LA SUBRASANTE
< de 10,000	60%
10,000 Y 1,000,000	75%
> de 1,000,000	87,50%

Fuente: Norma de Diseño Geométrico de carreteras MOP 2003.

Una vez obtenidos los CBR puntuales (Tabla N° 40), se procede a ordenar los valores de menor a mayor para graficar y obtener el CBR de diseño.

Grafico 25. CBR de diseño



Elaborado por: Silvia Tonato

CBR de diseño de la vía que une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle es 11,30 este porcentaje indica que es sub-rasante regular y no necesita capa de mejoramiento.

Se seleccionó el 75 % puesto que en el presente proyecto el W18 del carril de diseño es 636607 vehículos.

3.4. Medidas Ambientales en la zona de estudio.

Clima; En Salcedo cuenta con un clima Mesotérmico seco con las siguientes características:

Grafico 26. Condiciones climáticas

M0004	RUMIPAMBA-SALCEDO												INAMHI						
MES	HELIOFANIA (Horas)	TEMPERATURA DEL AIRE A LA SOMBRA (°C)						HUMEDAD RELATIVA (%)				PUNTO DE ROCIO (°C)	TENSION DE VAPOR (hPa)	PRECIPITACION(mm)			Número de días con precipitación		
		ABSOLUTAS			M E D I A S			Máxima día	Mínima día	Media	Máxima día			Mínima día	Media	Suma Mensual		Máxima en 24hrs	día
		Máxima	Mínima	día	Máxima	Mínima	Mensual												
ENERO	133.6	22.9	3	6.7	11	20.1	10.1	14.1	98	9	42	3	79	10.2	12.4	102.1	24.6	20	18
FEBRERO	102.5	22.6	16	0.8	29	19.5	9.0	13.5	98	9	45	13	79	9.7	12.0	65.9	8.7	29	22
MARZO	134.2	25.1	24	0.9	16	20.3	9.5	14.0	78	9.9	12.2	29.1	11.9	24	11				
ABRIL	120.1	23.6	30	4.0	28	21.3	9.1	14.2	100	7	39	14	77	9.9	12.2	66.7	13.6	12	22
MAYO	125.9	23.5	23	5.3	27	20.0	8.8	13.6	98	17	39	23	77	9.4	11.8	15.1	7.1	16	14
JUNIO	168.1	23.0	12	3.2	4	20.2	8.2	13.5	100	12	43	12	76	8.8	11.4	9.6	4.7	17	13
JULIO	176.0	23.4	12			19.8	7.7	13.2	99	28	38	12	73	8.0	10.8	6.5	1.6	18	11
AGOSTO	161.4	23.4	2			19.4	6.9	12.9	99	9	31	6	70	7.1	10.1	13.0	4.9	24	9
SEPTIEMBRE	149.3			1.1	17	19.5	6.8	12.8	99	4	35	16	74	7.8	10.7	20.5	9.9	20	10
OCTUBRE	128.4	24.5	22	4.5	28	21.0	9.3	14.6	98	1	41	11	75	9.8	12.1	70.5	14.9	23	15
NOVIEMBRE	139.3	24.8	11	4.8	17	21.3	9.1	14.5	99	5	40	16	76	9.9	12.2	70.5	12.6	11	16
DICEMBRE	164.5	26.8	15	2.8	16	22.3	8.4	14.4	99	23	30	15	73	8.9	11.5	24.6	8.5	25	11
VALOR ANUAL	1703.3					20.4	8.6	13.8					75	9.1	11.6	497.1	24.6		

MES	EVAPORACION (mm)		NUBOSIDAD		VELOCIDAD MEDIA Y FRECUENCIAS DE VIENTO												Vel. Mayor Observada (m/s)	VELOCIDAD MEDIA (km/h)								
	Suma	Máxima en	MEDIA		N		NE		E		SE		S		SW				W		NW		CALMA	Nro OBS	DIR	
	Mensual	24hrs	día	(Octas)	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%	(m/s)	%			(m/s)	%	(m/s)	%				
ENERO	104.4	4.8	2	6	1.8	11	2.5	2	2.0	1	3.0	18	2.9	30	1.0	1	0.0	0	2.3	4	32	93	8.0	S	3.4	
FEBRERO	82.3	4.9	29	7	3.0	2	1.0	6	0.0	0	3.3	17	3.1	29	2.0	1	2.0	1	1.7	3	40	87	6.0	S	3.4	
MARZO	118.3	7.6	25	6																						5.0
ABRIL	95.7	5.3	28	6	1.5	12	1.0	1	2.0	1	2.8	20	3.8	21	3.0	1	1.0	1	0.0	0	42	90	6.0	S	3.4	
MAYO	104.4	6.0	23	6	0.0	0	1.0	3	6.0	1	2.9	33	4.1	34	0.0	0	0.0	0	1.0	2	26	93	6.0	S	4.6	
JUNIO	111.3	6.9	5	5	1.3	3	0.0	0	4.7	3	2.7	40	5.3	33	0.0	0	0.0	0	0.0	0	20	90	20.0	S	5.2	
JULIO	116.0	5.9	13	5	0.0	0	0.0	0	0.0	0	3.3	26	4.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	29	93	7.0	SE	5.8	
AGOSTO	119.8	5.9	6	5	1.0	2	0.0	0	6.0	1	3.6	29	5.2	45	0.0	0	0.0	0	0.0	0	23	93	8.0	S	5.2	
SEPTIEMBRE	112.4	6.5	19	6	1.0	6	0.0	0	0.0	0	4.2	32	5.1	36	0.0	0	0.0	0	0.0	0	27	90	8.0	SE	4.9	
OCTUBRE	122.1	6.6	11	7	3.1	9	0.0	0	2.0	1	4.3	28	4.4	30	0.0	0	0.0	0	2.0	1	33	93	8.0	S	3.9	
NOVIEMBRE	113.5	5.4	27	6	3.1	11	2.0	3	3.3	3	4.0	27	4.1	20	0.0	0	8.0	1	0.0	0	34	90	8.0	SE	3.6	
DICEMBRE	116.5	6.0	18	6	3.5	4	2.5	4	2.0	1	4.7	26	3.7	32	0.0	0	0.0	0	6.0	2	30	93	8.0	S	3.9	
VALOR ANUAL	1316.7	7.6		6																						4.0

Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2012

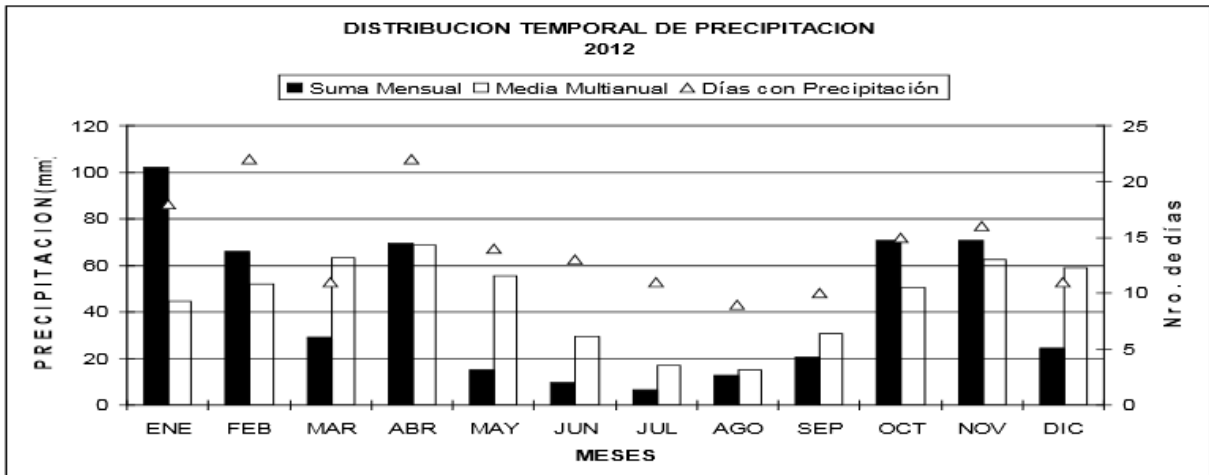
- **Humedad relativa**

Promedio anual 75%, reduciendo en los meses de agosto y septiembre, produciendo heladas dañando los cultivos, aumentado en los meses de enero y febrero, la humedad está estrechamente ligada con la precipitación y la altitud.

- **Precipitación**

Se cuenta con una precipitación de 6,5 mm en el mes de julio y de 102,1 mm en el mes más húmedo que es enero, obteniendo un valor total anual aproximado de 497,1 mm debido a la época del año y variación climática.

Grafico 27. Distribución temporal de precipitación

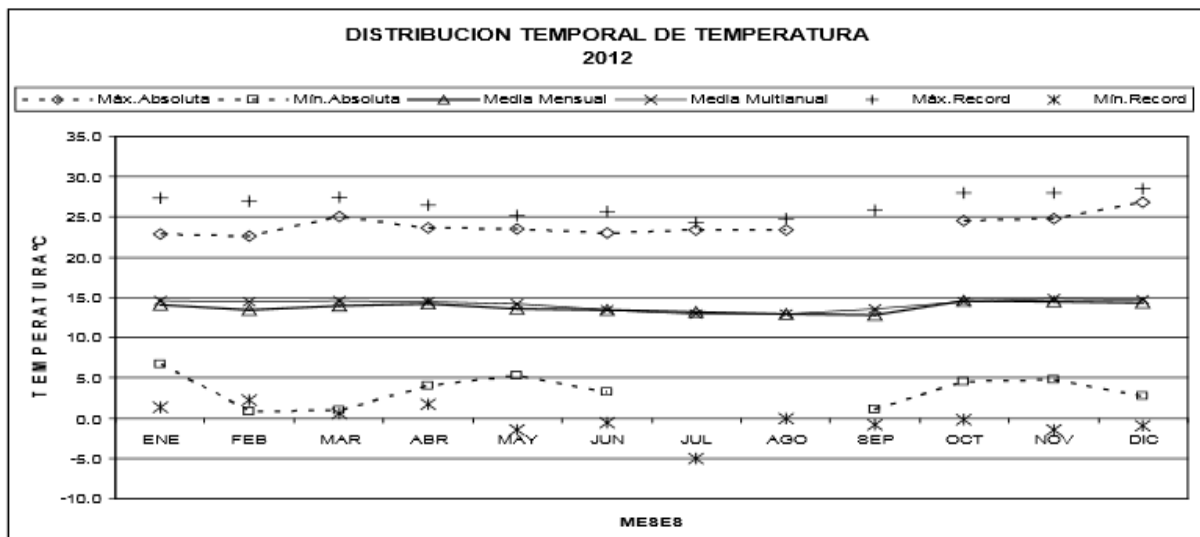


Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2012

▪ **Temperatura**

Se estima temperaturas mínimas de hasta 6,8 °C en el mes de septiembre y máximas temperaturas en noviembre y diciembre de hasta 22,3 °C.

Grafico 28. Distribución temporal de temperatura



Fuente: INAMHI, Anuario Meteorológico, 2012

- **Fisiografía.**

El cantón presenta variadas geo-formas derivadas de la acción dinámica de fenómenos naturales y la acción antrópicas a través del tiempo que han actuado sobre el medio físico, expresados por la interacción de factores tectónicos, orogénicos, litológicos, procesos erosivos.

- **Relieve**

Se destacan elevaciones montañosas que corresponden a las estribaciones de la Cordillera Occidental de la cordillera de los Andes. La pendiente oscila de 5 a 15% en zonas bajas y 25 a 35 %, en zonas altas lo que demuestra un grado de inclinación considerable.

- **Elevación:**

La parroquia se encuentra a una altitud de 2740 msnm en su depresión más notable, debido a que la población se encuentra dispersa ha sido necesario clasificar según la ubicación en zona alta y baja. Correspondiendo al centro de la parroquia una altitud de 2835 msnm, la zona baja desde 2740 a los 3000 msnm y la zona alta en los páramos andinos la altitud desde 3001 a 4080 msnm.

- **Paisaje**

La parroquia presenta un paisaje campestre debido a su actividad agrícola con gran extensión de cultivos en la zona baja, mientras que en la zona alta encontramos pajonales y zonas de almohadillas propios de ecosistemas páramos.

- **Hidrografía**

El agua de consumo humano no es potabilizada y proviene del páramo alto de Cusubamba mediante escurrimiento, el agua de riego proviene de la cuenca del Rio Nagsiche que nace se las vertientes de los páramos.

- **Nivel Freático:**

Varía de acuerdo a la precipitación, evapotranspiración y a la cantidad de agua infiltrada a través del suelo, en la parroquia este nivel freático es profundo.

- **Suelo**

Posee capa superficial húmifera poco profunda entre 10 a 50 cm y con poca materia orgánica, en zonas altas puede llegar hasta 3m. La zona a tratar tiene un suelo fino, correspondiente a areno arcilloso de color negro con una permeabilidad moderada permitiendo buen desarrollo de las raíces y gran resistencia a la erosión en la zona alta. El suelo de zonas bajas corresponde a los limos arenosos apropiada para los cultivos.

- **Sistema de movilidad**

- **Vialidad**

La red vial de la parroquia que une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle no cuenta con una capa de rodadura asfáltica. Existen redes viales de tierra y empedrado especialmente en sentido Oriente –Occidente que debido a la pendiente no todas son carrózales dificultando el tránsito por ellas.

Las condiciones de estas vías son regulares y malas debido a los ensanchamientos, pendientes del terreno, mal sistema de drenaje empeorando cuando los habitantes encaminan el agua de riego por las vías. La mayoría de vías empedradas poseen anchos que varían entre 5 y 7 m su mal estado se debe principalmente a la falta de mantenimiento, deslizamiento de piedras en pendientes, mal drenaje.

- **Transporte**

A nivel parroquial los habitantes se movilizan en las diversas cooperativas de camionetas a los distintos centros educativos, centros de asistencia social o de salud, servicio de seguridad policial y al centro de la parroquia para realizar las diferentes actividades diarias.

En menor cantidad se movilizan en vehículos particulares y motos a los diferentes sitios de trabajo.

3.5. Diseño geométrico

- **Diseño horizontal**

- a) **Velocidad de diseño**

La velocidad de diseño depende principalmente de la topografía predominante en el proyecto y la clase de vía de acuerdo al TPDA. Para determinar la velocidad de diseño se analizó la tabla N°. 2 Correspondiente a velocidades de diseño, descrita en el capítulo II, la cual presentan dos velocidades de diseño de acuerdo a la clase de vía (IV orden) y a la topografía del terreno (Montañoso).

Velocidad recomendada: 50 Km/h

Velocidad absoluta: 25 Km/h

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 recomiendan que cuando el TPDA está cercano al límite inferior se utilicen la velocidad absoluta y si el TPDA está cercano al límite superior se use la velocidad recomendada.

Para la vía en estudio de acuerdo al TPDA = 193 vehículos, corresponde la velocidad recomendada ya que el TPDA está cercano al límite superior, por lo que se asume $V_d = 50$ km/h.

- b) **Velocidad de circulación**

La velocidad de circulación está directamente relacionada con las condiciones de seguridad de la carretera.

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

$$V_c = 0,80 * 50 + 6,5$$

$$V_c = 46,50 \text{ Km/h}$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación (Km/h).

V_d = Velocidad de diseño (Km/h).

De acuerdo a la tabla de relación entre la velocidad de circulación y la velocidad de diseño, se obtiene la velocidad de circulación $V_c = 46 \text{ Km/h}$, ya que la vía en estudio tiene un volumen de tránsito bajo.

c) Distancia de visibilidad

Se calcula aplicando la siguiente fórmula:

$$d = d_1 + d_2$$

Donde:

d_1 = distancia de percepción y reacción del conductor

d_2 = Distancia de frenado

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = V_c * t / (3,6 \text{ seg})$$

$$d_1 = 2,5 \text{ seg} * V_c / (3,6 \text{ seg})$$

Donde:

T = Tiempo total de percepción más reacción (2,5 seg).

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

$$d_1 = 0,6944 V_c$$

Reemplazando $V_c = 46 \text{ Km/h}$, tenemos:

$$d_1 = 0,6944 * 46 \text{ km/h}$$

$$d_1 = 31,94$$

La distancia de frenado se calcula con la fórmula siguiente:

$$d_2 = V^2 / 254 f$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

La variación del coeficiente longitudinal (f) se calcula con la siguiente ecuación:

$$d = d_1 + d_2$$

Donde:

d_1 = distancia de percepción y reacción del conductor

d_2 = Distancia de frenado

La distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción se calcula por la siguiente fórmula:

$$d_1 = V_c * t / 3,6 \text{ seg}$$

$$d_1 = 2,5 \text{ seg} * V_c / 3,6 \text{ seg}$$

Donde:

T = Tiempo total de percepción más reacción (2,5 seg).

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

$$d_1 = 0,6944 V_c$$

Reemplazando $V_c = 46 \text{ Km/h}$, tenemos:

$$d_1 = 0,6944 * 46 \text{ km/h}$$

$$d_1 = 31,94$$

La distancia de frenado se calcula con la fórmula siguiente:

$$d_2 = V^2 / 254 f$$

Donde:

V_c = Velocidad de circulación del vehículo, expresada en Km/h.

f = Coeficiente de fricción longitudinal.

La variación del coeficiente longitudinal (f) se calcula con la siguiente ecuación:

$$f = 1,15 / V_c^{0,30}$$

Reemplazando $V_c = 46$ Km/h, tenemos:

$$f = 1,15 / 46^{0,30}$$

$$f = 0,3646$$

Reemplazando $V_c = 46$ Km/h y $f = 0,3646$ en d_2 tenemos:

$$d_2 = 46^{0,30} / 254 * 0,3646$$

$$d_2 = 22,85$$

Finalmente reemplazamos d_1 y d_2 para obtener la distancia de visibilidad de parada.

$$d = d_1 + d_2$$

$$d = 31,94 + 22,85$$

$$d = 54,79 \text{ m}$$

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 establecen valores de diseño de las distancias de visibilidad mínima para parada de un vehículo que se muestra en la tabla N°. 10, descrita en el capítulo II.

De acuerdo a la tabla N°. 5, se obtiene la distancia de visibilidad de parada $d = 55$ m. que corresponde a una vía de IV orden y para una topografía montañosa.

- **Distancia de visibilidad de rebasamiento.**

Esta velocidad se calcula con la siguiente fórmula:

$$dr = 9,54 V - 218 \rightarrow (30 < V < 100)$$

Donde:

dr = distancia de visibilidad para el rebasamiento, expresada en metros.

V = velocidad promedio del vehículo rebasante, expresada en kilómetros por hora (50 km/h).

$$dr = 9,54 (50) - 218$$

$$dr = 259$$

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP establecen valores de diseño de las distancias de visibilidad mínima para el rebasamiento de un vehículo que se muestra en la tabla N°. 11, descrita en el capítulo II.

En base a la tabla N°. 6, se obtiene la distancia de visibilidad de rebasamiento dr = 210 m. que corresponde a una vía de IV orden y para una topografía montañosa.

d) Radio mínimo de curvas horizontales

Los radios mínimos son los valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relacionan con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño.

El radio mínimo puede calcularse según la siguiente fórmula:

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

Donde:

R = Radio mínimo de curvatura horizontal, m.

V = Velocidad de diseño, Km/h.

f = Coeficiente de fricción lateral.

e= Peralte de la curvatura, m/m (metro por metro ancho de la calzada).

$$R = \frac{50^2}{127(0,08 + 0,190)}$$

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

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP establece radios mínimos de curvatura en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral que se muestra en la tabla N°. 7, descrita en el capítulo II. En base a las notas de la tabla N°. 7, se asume un radio mínimo

Rmín = 15,00 m, debido a que el relieve es difícil y para aprovechar la infraestructura existente.

e) Peralte (e)

Es la inclinación transversal de la superficie de rodadura en las curvas horizontales. La misma se da hacia el lado interior de la curvatura.

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP recomienda el 8 % para caminos con capa granular de rodadura (caminos vecinales tipo 4, 5 y 6) velocidades hasta 50 km/h. Para el presente proyecto se utilizara un peralte máximo del 8 % ya que la velocidad de diseño es de 50 km/h y es un camino de IV orden.

f) Elementos de las curvas circulares

A continuación se procede a realizar los cálculos típicos de los elementos de una curva horizontal, para lo cual se toma como referencia la curva N°. 2, que se diseñó con un radio de 80,00 m.

Grado de curvatura “Gc”

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

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

$$Gc = \frac{1145,92}{80}$$

$$Gc = 14^\circ 19' 26,4''$$

Radio de curvatura “R”

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

$$R = 80,00 \text{ m}$$

Ángulo central “Δ”

Para la curva N°.2 el ángulo central es: $\Delta = \alpha = 22^\circ 05' 36''$

Longitud de la curva “Lc”

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

$$Lc = \frac{\pi R \alpha}{180^\circ}$$

$$Lc = \frac{\pi * 80 * (22^\circ 05' 36'')}{180^\circ}$$

$$Lc = 38,848 \text{ m}$$

Independientemente de que a cada velocidad corresponde un radio mínimo, cuando el ángulo de deflexión es muy pequeño habrá que asumir valores de radio mayores tanto para satisfacer la longitud requerida para la transición del peralte, como para mejorar las condiciones estéticas del trazado.

Tangente de curva o subtangente “T”

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

$$T = 80 * \tan\left(\frac{22^\circ 05' 36''}{2}\right)$$

$$T = 15,62 \text{ m}$$

External “E”

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

$$E = 85 * \left(\sec\frac{22^\circ 41' 34''}{2} - 1\right)$$

$$E = 1,51 \text{ m}$$

Ordenada media o flecha “F”

$$F = R - R * \cos\frac{\alpha}{2}$$

$$F = 85 - 85 * \cos\frac{22^\circ 41' 34''}{2}$$

$$F = 1,48 \text{ m}$$

Deflexión en un punto cualquiera de la curva “θ”

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20}$$

$$\theta = \frac{13^\circ 28' 53,08'' * 1}{20}$$

$$\theta = 0^\circ 40' 26,65''$$

Cuerda "C"

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

$$C = 2 * 80 * \operatorname{sen} \frac{0^\circ 40' 26,65''}{2}$$

$$C = 0,9100 \text{ m}$$

- Si los dos puntos de la curva son el PC y el PT, a la cuerda resultante se la llama

CUERDA LARGA "CL"

$$Cl = 2 * R * \operatorname{sen} \frac{\alpha}{2}$$

$$C = 2 * 80 * \operatorname{sen} \frac{22^\circ 05' 36''}{2}$$

$$C = 30,657 \text{ m}$$

A partir de estos datos se procede a calcular el abscisa de las curvas horizontales.\

$$\mathbf{PI = PC + T}$$

$$PC = 0 + 329^{75}$$

$$T = \frac{15,62^{05}}$$

$$PI = 0 + 345^{37}$$

$$\mathbf{PT = PC + LC}$$

$$PC = 0 + 329^{75}$$

$$LC = \frac{30^{66}}{}$$

$$PT = 0 + 360^{60}$$

- **Diseño vertical**

- **Gradientes**

- **Gradientes medias máximas**

Debido a la topografía montañosa con la que cuenta la vía en estudio de IV clase, se recomienda utilizar una pendiente máxima del 8% al 12%. El proyecto cuenta con la gradiente máxima de 8,26 % en una longitud aproximada de 150 m es decir no tiene mayor influencia.

- **Gradiente mínima**

La gradiente longitudinal mínima del proyecto es: 0,84 %

$$0,63 \% > 0,5 \%$$

A continuación se procede a realizar los cálculos típicos de los elementos de una curva vertical, para lo cual se toma como referencia la curva N°. 10, que se diseñó con una longitud de curva de 150,00 m

Calculo de LCV

$$LCV = PTV - PCV$$

Donde:

LCV = Longitud de la curva vertical.

PTV = Punto final de la curva vertical.

PCV = Punto de comienzo de la curva vertical.

$$PTV = 4 + 570^{20}$$

$$-PCV = 4 + 420^{20}$$

$$LVC = 0 + 150$$

En el proyecto actual todas las curvas verticales son simétricas razón por la cual:

$$L1 = L2 = \frac{LVC}{2} = \frac{150}{2}$$

$$L1 = L2 = 75 \text{ m}$$

Abscisa del PIV

$$F = R + \frac{LVC}{2}$$

$$PCV = 4 + 420^{20}$$

$$LVC/2 = 0 + 075$$

$$PIV = 4 + 495^{20}$$

Gradiente de entrada “g1”

Cotas Abscisas

$$PCV = 2949,21 \quad PCV = 4 + 420^{20}$$

$$PIV = 2943,09 \quad PIV = 4 + 495^{20}$$

$$g1 = \frac{\text{Cotas (PIV - PCV)}}{\text{Abscisas (PIV - PCV)}} * 100$$

$$g1 = \frac{\text{Cotas (2943,09 - 2949,21)}}{\text{Abscisas (4495,20 - 4420,20)}} * 100$$

$$g1 = -8,16 \%$$

Gradiente de salida “g2”

Cotas Abscisas

$$PTV = 2937,58 \quad PIV = 4 + 570^{20}$$

$$PIV = 2943,09 \quad PIV = 4 + 495^{20}$$

$$g1 = \frac{\text{Cotas } (PTV - PIV)}{\text{Abscisas } (PTV - PIV)} * 100$$

$$g1 = \frac{\text{Cotas } (2937,58 - 2943,09)}{\text{Abscisas } (4570,20 - 4495,20)} * 100$$

$$g2 = -7,35 \%$$

Debido a que g1 y g2 son negativos la curva vertical es cóncava.

Longitud de la curva

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * Vd.$$

$$L_{\text{mín}} = 0,60 * 50$$

$$L_{\text{mín}} = 30,00 \text{ m}$$

$$LCV \geq L_{\text{mín}}$$

$$150 \geq 30 \rightarrow Ok$$

No existen problemas con la longitud de la curva ya que en todo el proyecto las longitudes de la curva son mayores a la mínima.

Diferencia algebraica entre pendientes “A”

$$A = g1 - g2$$

$$A = -8,16 \% - (-7,35 \%)$$

$$A = -0,81 \%$$

3.9.1 Sección Transversal

El ancho de la sección transversal está en función de la capacidad de la carretera: está, a su vez, está en relación directa con la demanda vehicular. Es por ello, antes de determinar los anchos del pavimento, es necesario relacionarlos con la demanda vehicular a servir.

Las normas del ministerio de transporte y obras públicas MOP-2003 establecen anchos de calzada en base a la clase de carretera. De acuerdo a la tabla N°. 42, el ancho de la calzada de acuerdo a la clase de carretera (IV) es de 6,00 m

Grafico 29. Anchos de calzada

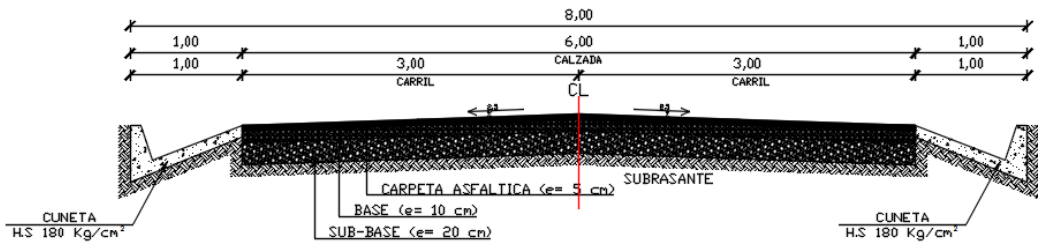


Tabla 30. Anchos de calzada

Clase de vía		Ancho de la calzada (m)	
Orden	TPDA*	Recomendable	Absoluto
R-I o R - II	>8000	7,30	7,30
I	3000 a 8000	7,30	7,30
II	1000 a 3000	7,30	6,50
III	300 a 1000	6,70	6,00
IV	100 a 300	6,00	6,00
V	< 100	4,00	4,00

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

3.6. Diseño del pavimento flexible

Un pavimento flexible generalmente consiste de un suelo de fundación preparado (subrasante), subyacente a las capas de sub-base, base y superficie de rodadura.

Método AASHTO-93 toma en consideración lo siguiente

- Confiabilidad
- El módulo resiliente del suelo
- Módulo resiliente para los coeficientes de capa de pavimentos flexible.
- Coeficientes de drenaje

Tráfico total expresado en cargas por eje equivalente de 18 Kips

El método AASHTO 93, consiste en determinar el número estructural “SN”, para definir el espesor total de la estructura, así como determinar los espesores individuales de los componentes estructurales, tal como espesores de superficie, base y sub-base, por medio de coeficientes de capa apropiados, que representan la resistencia relativa de los materiales de construcción.

El método AASHTO la fórmula de diseño es:

$$\log_{10}W_{18} = Z_r * S_o + 9,36 * \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left(\frac{\Delta PSI}{4,2 - 1,5} \right)}{0,40 \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5,19}} \right)} + 2,32 * \log_{10}M_r - 0,87$$

En donde:

W_{18} = Número de cargas de ejes equivalentes de 18 kips (80 kN) calculadas conforme al tránsito vehicular.

Z_r = Es el valor de Z (área bajo la curva de distribución) correspondiente a la curva estandarizada para una confiabilidad R.

S_o = Desviación estándar de todas las variables.

Δ PSI = Pérdida de servicialdad.

Mr. = Módulo de resiliencia de la subrasante.

SN = Número estructural

El método AASHTO considera las siguientes variables:

a. Periodo de diseño

Es el tiempo el que se estima que la estructura de pavimento va a funcionar con un nivel de servicio adecuado, sin requerir actividades de rehabilitación. La AASHTO recomienda los periodos de diseño de acuerdo al tipo de carretera.

Tabla 31. Periodo de diseño

TIPO DE CARRETERA	PERIODO DE DISEÑO (Años)
Urbana de alto volumen	30 - 50
Rural de alto volumen	20 - 50
Pavimentadas de bajo	15 - 25
Tratadas superficialmente de bajo volumen	10 - 20

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Siendo la vía en estudio tratada superficialmente de bajo volumen se encuentra en un periodo de diseño de 10 a 20 tomando como periodo de diseño 20 años.

b. Factores de daño

Las normas MOP-2003 especifican que se debe tomar en cuenta los factores daño que ocasionan los diferentes tipos de vehículos.

Tabla 32. Factores de daño

TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TANDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	Tons	$(P/6,6)^4$	Tons	$(P/8,2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
BUS	4	0,13	8	0,91					1,04
C-2P	2,5	0,02							1,29
	7	1,27							
C-2G	6	0,68	11	3,24					3,92
C-3	6	0,68			18	2,07			2,75

Fuente: Norma de diseño Geométrico de Carreteras MOP (2003).

Para este caso solo se tomaran los factores de daño del tipo C-2P (1,29) y el C-2G (3,92) ya que en la vía solo se encontraron estos dos tipos de vehículos pesados. Para el cálculo del número de ejes equivalentes a 8,2 toneladas se aplicara la siguiente fórmula:

$$W_{18} = (TPDA_{BUSES} * FD_{BUSES} * 365) + (TPDA_{C-2P} * FDC_{-2P} * 365) + (TPDA_{C-2G} * FDC_{-2G} * 365)$$

Como en la vía no se cuenta con la presencia de buses no se calculara para los buses, solo se calculara con los vehículos pesados es decir el C-2P y el C-2G.

Para el año 2016

$$W_{18_{2016}} = (27 * 1.29 * 365) + (13 * 3.92 * 365)$$

$$W_{18_{2016}} = 18728$$

Para el año 2016 se realiza el mismo procedimiento pero sumándole el W18 del año anterior obteniendo así nuestro W18 acumulado.

$$W_{18_{2016}} = (27 * 1.29 * 365) + (13 * 3.92 * 365)$$

$$W_{18_{2016}} = 18728$$

$$W_{18_{ACUMULADO}} = W_{18_{2016}} + W_{18_{2017}}$$

$$W_{18_{ACUMULADO}} = 18728 + 18728$$

$$W_{18_{ACUMULADO}} = 37456$$

Se realiza este proceso hasta llegar al periodo de diseño de 20 años, obteniendo un

$$W_{18_{ACUMULADO}} = 1273215.$$

Una vez obtenido el W18 acumulado se procede a calcular el W18 para el carril de diseño para lo cual se consideran dos factores.

c. Factor de distribución por dirección (DD)

Es el factor del total del flujo vehicular censado, en la mayoría de los casos es de 0,5; ya que la mitad de los vehículos va en una dirección y la otra mitad en la otra dirección. Puede darse el caso de ser mayor en una dirección que en la otra, lo cual puede deducirse del conteo de tránsito efectuado. (AASHTO, 1993) Lo más importante de esto, será la diferencia de peso entre los vehículos que van en una dirección; como puede suceder por la cercanía de una fábrica, puerto, etc.

Cuadro 1. Factor de distribución por dirección (DD)

Número de carriles en ambas direcciones	Dd
2	50 %
4	45 %
6 o más	40%

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

La vía en estudio tiene dos carriles por lo tanto es el 50 %.

d. Factor de distribución por carril

Se define por el carril de diseño aquel que recibe el mayor número de “Carga de eje equivalente simple” (Equivalent Single Axle Load). Para un camino de dos carriles, cualquiera de las dos puede ser el carril de diseño, ya que el tránsito por dirección forzosamente se canaliza por ese carril. Para caminos de varios carriles, el diseño será el extremo, por el hecho de que los vehículos pesados van en ese carril. [12]

Cuadro 2. Factor de distribución por carril (DC)

Número de carriles en una sola dirección	De
1	1,00
2	0,80 – 1,00
3	0,60 – 0,80
4	0,50 – 0,75

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

La vía en estudio tiene un solo carril para cada dirección para lo cual será el valor de 100%.

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = W18_{\text{ACUMULADO}} * DD * DC$$

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 18728 * 1,0 * 0,5$$

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 9364$$

Aplicamos la fórmula anterior para cada W18 acumulado hasta llegar al W18 acumulado para el año proyectado.

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 1273215 * 1,0 * 0,5$$

$$W18_{\text{CARRIL DE DISEÑO}} = 636607$$

Tabla 33. Número de ejes equivalente a 8,2 toneladas

AÑO	% CRECIMIENTO			TRANSITO PROMEDIO DIARIO			CAMIONES		W ₁₈ ACUMUL	W ₁₈ CARRIL DISEÑO
	AUTOS	Pesados	CAMIONES	LIVIANOS	Pesados	CAMIONES	C-2P	C-2G		
2016	3,97 %	1,97%	1,94%	73	13	40	27	13	36248	18124
2017	3,97 %	1,97%	1,94%	76	14	42	28	14	74778	37389
2018	3,97 %	1,97%	1,94%	79	14	45	30	14	114249	57124
2019	3,97 %	1,97%	1,94%	83	15	47	32	15	156472	78236
2020	3,97 %	1,97%	1,94%	86	15	49	33	16	200597	100298
2021	3,57 %	1,78%	1,74%	89	16	52	34	17	247003	123501
2022	3,57 %	1,78%	1,74%	93	16	54	37	17	294821	147411
2023	3,57 %	1,78%	1,74%	97	17	57	38	18	344921	172461
2024	3,57 %	1,78%	1,74%	100	18	60	40	19	397773	198887
2025	3,57 %	1,78%	1,74%	104	18	63	42	20	452998	226499
2026	3,57 %	1,78%	1,74%	109	19	66	44	21	510974	255487
2027	3,25 %	1,62%	1,58%	113	19	69	47	22	571794	285897
2028	3,25 %	1,62%	1,58%	117	20	72	49	23	635366	317683
2029	3,25 %	1,62%	1,58%	122	21	76	51	25	703121	351561
2030	3,25 %	1,62%	1,58%	127	22	80	54	26	774099	387050
2031	3,25 %	1,62%	1,58%	132	22	84	57	27	847921	423960
2032	3,25 %	1,62%	1,58%	137	23	88	59	28	924494	462247
2033	3,25 %	1,62%	1,58%	143	24	92	62	30	1005721	502861
2034	3,25 %	1,62%	1,58%	148	25	97	65	31	1090171	545086
2035	3,25 %	1,62%	1,58%	154	25	102	69	33	1179366	589683
2036	3,97 %	1,62%	1,58%	160	26	107	72	35	1273215	636607

Elaborado por: Silvia Tonato

Datos para el diseño de pavimento flexible

a) Confiabilidad

La confiabilidad en el diseño (R) puede ser definida como la probabilidad de que la estructura tenga un comportamiento real igual o mejor que el previsto durante la vida de diseño adoptada. [12]

Cada valor de “R” está asociado estadísticamente a un valor del coeficiente Z_r (Desviación estándar normal). A su vez, Z_r determina, en conjunto con el factor S_o (desviación estándar normal), un factor de confiabilidad. Niveles sugeridos de confiabilidad de acuerdo a la clasificación funcional del camino.

Cuadro 3. Niveles recomendados de confiabilidad

CLASIFICACIÓN FUNCIONAL	NIVEL DE CONFIABILIDAD, R, RECOMENDADO	
	URBANA (%)	RURAL (%)
Interestatales y vías rápidas	85 - 99,9	80 - 99,9
Arterias principales	80 - 90	75 - 95
Colectoras	80 - 95	75 - 95
Locales, vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Al ser una vía local rural el nivel de confiabilidad está dentro del rango del 50 % al 80 %, para el diseño se consideró un valor promedio siendo esto 70 %.

Cuadro 4. Desviación estándar normal “Zr”

Confiabilidad, R %	Desviación Estándar Normal, Zr.
50	0,000
60	-0,253
70	-0,524
75	-0,674
80	-0,841
85	-1,037
90	-1,282
91	-1,34
92	-1,405
93	-1,476
94	-1,555
95	-1,645

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Con el porcentaje de confiabilidad $R = 70 \%$, se determina la desviación estándar normal

$Z_r = 0,524$ que se muestra en la tabla N°. 49.

b. Desviación estándar global. “So”

Este parámetro está ligado directamente con la confiabilidad (R), descrita anteriormente; se deberá seleccionar un valor S_o “Desviación Estándar Global”, representativo de condiciones locales particulares, que considera posibles variaciones en el comportamiento del pavimento y en la predicción del tráfico. [12]

Para pavimentos flexibles: $0,40 < S_o < 0,50$

c. Módulo de resiliencia “Mr”

La subrasante es el suelo que sirve como fundación para todo el paquete estructural. Ensayos usando cargas estáticas o de baja velocidad de deformación, tales como el CBR, compresión simple, son reemplazados por ensayos dinámicos y de repetición de cargas laterales como el ensayo de módulo de resiliente, que representan mucho mejor lo que sucede bajo un pavimento en lo concerniente a tensiones y deformaciones.

La guía AASHTO reconoce que muchos países como el nuestro, no poseen los equipos para determinar el Mr y propone el uso de la conocida correlación con el CBR:

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

$Mr \text{ (psi)} = 3000 * CBR^{0,65}$ para CBR de 7,2 % a 20 % (ecuación desarrollada en Sudáfrica)

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

Para el actual proyecto se aplicara la segunda fórmula ya que el CBR de diseño obtenido en los estudios de suelos fue de 11,30 %.

$Mr. \text{ (psi)} = 3000 * 11,3^{0,65}$

$Mr. \text{ (psi)} = 14508.491 \text{ psi} = 14,058 \text{ Ksi.}$

e) Índice de servicialidad (PSI)

Servicialidad es la condición de un pavimento para proveer un manejo seguro y confortable a los usuarios en un determinado momento. [12]

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

Donde:

$\Delta \text{ PSI}$ = diferencia entre los índices de servicio inicial y el final o terminal deseado.

PSI inicial = índice de servicio inicial (4,2)

PSI final = índice de servicio final.

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

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

El índice de servicialidad de la vía en estudio es **2,20**.

- **Determinación de espesores por capa**

Para el diseño del pavimento flexible es indispensable determinar el espesor de la estructura basado en el nivel de tránsito como en las propiedades de los materiales de cada capa.

La fórmula general que relaciona al número estructural (SN) con los espesores de cada capa del pavimento flexible es la siguiente:

$$SN = a_1 * D_1 + a_2 * D_2 * m_2 + a_3 * D_3 * m_3$$

Gráfico 30. Estructura esquemática para pavimento flexible



Donde:

a1, a2, a3 = Coeficientes estructurales de la carpeta, base y subbase.

D1, D2, D3 = Espesor de la carpeta, base, subbase respectivamente.

m2, m3 = Coeficientes de drenaje para la base y subbase

- **Coeficientes estructurales**

- a) **Coeficiente estructural de la carpeta asfáltica (a1)**

Al no disponer el valor del Módulo de Elasticidad en psi de la mezcla asfáltica se empleará el siguiente gráfico a partir de la estabilidad Marshall mínima 1800 libras para tráfico pesado establecido en el cuadro N. 21 que corresponde a [12]

**Cuadro 5. Módulos de la carpeta
asfáltica**

MODULOS ELASTICOS		VALORES DE a1
Psi	Mpa	
300000	2100	0,3600
325000	2275	0,3750
350000	2450	0,3850
375000	2625	0,4050
400000	2800	0,4200
425000	2975	0,4350
450000	3150	0,4400

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO,1993

Interpolación:

375000	→	0,4050	390000
400000	→	0,4200	- 375000
- 25000	→	- 0,015	15000
15000	→	X	

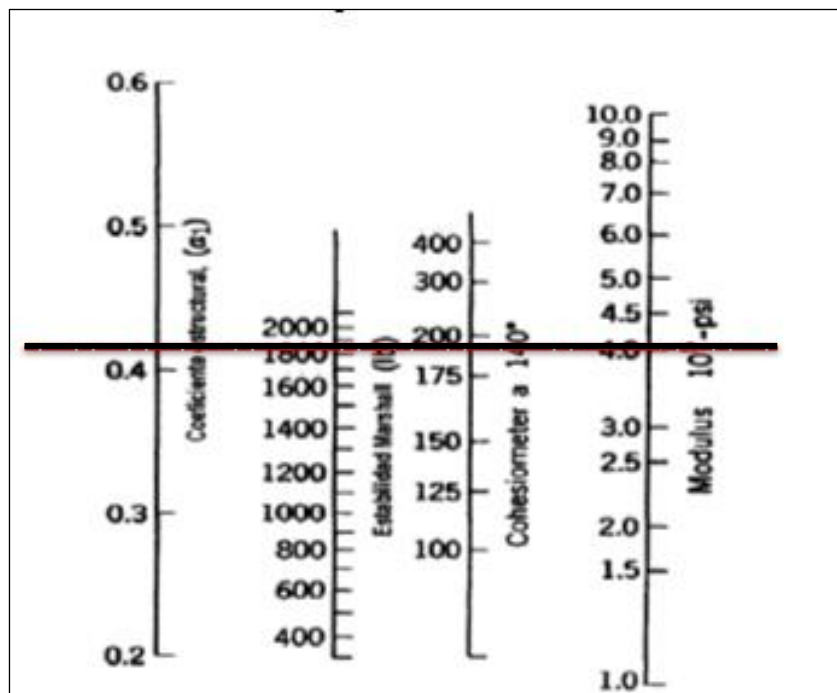
$$X = 0,009 \therefore 0,4050 + 0,009 = 0,414$$

Resultados:

Módulo de la carpeta asfáltica = 390000 psi /1000 = 39,00 Ksi

Coficiente estructural **a1 = 0,414**

Grafico 31. Monograma para estimar el coeficiente estructural a1 para la carpeta asfáltica.



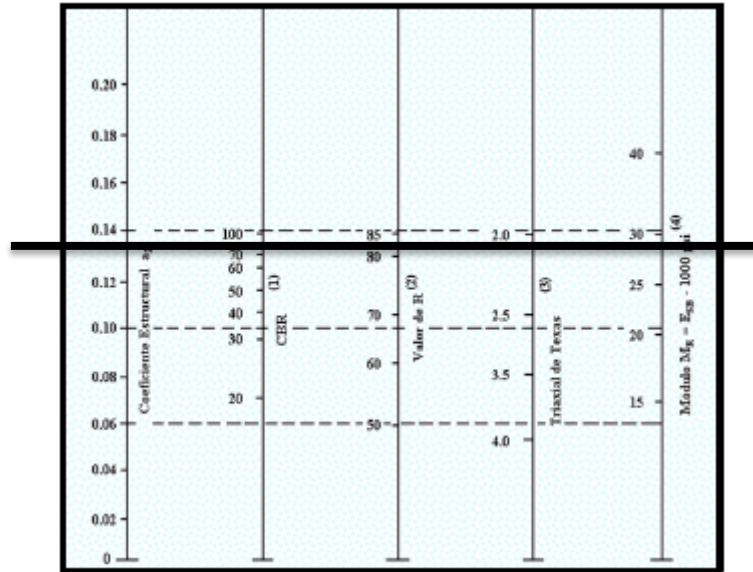
Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Por medio de la apreciación en el monograma se obtuvo un valor del módulo resiliente de la carpeta asfáltica de $3,90 \cdot 10^5$ psi, y el coeficiente estructural $a_1 = 0,41$; en la tabla N°. 58, se puede obtener un valor más exacto por medio de interpolación.

b) Coeficiente estructural de la base a2

Para encontrar el valor del coeficiente estructural de la base se realizará mediante un monograma, de acuerdo a las Especificaciones Generales del MOP la base de agregados deberá tener un $CBR \geq 80\%$

Grafico 32. Monograma para estimar el coeficiente estructural a2



Cuadro 6. Coeficiente estructural de la capa base a2

BASE DE AGREGADOS	
C.B.R. %	a2
50	0,115
55	0,120
60	0,125
70	0,130
80	0,133
90	0,137
100	0,140

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, [12]

Resultados:

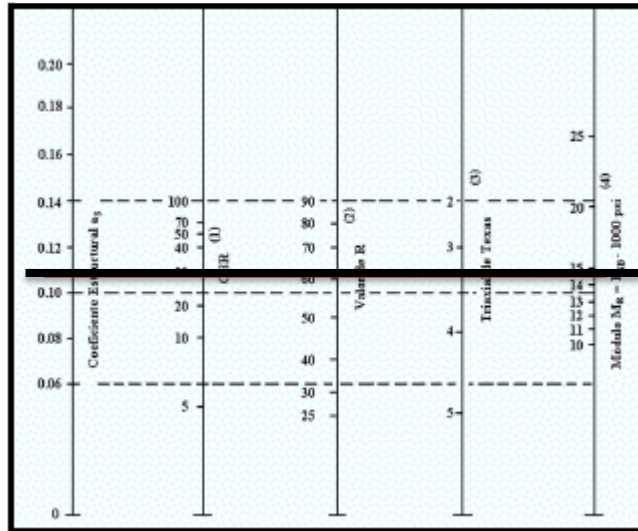
Módulo de la capa base = 28500 psi /1000 = 28,50 Ksi

Coeficiente estructural **a2 = 0,133**

c) **Coefficiente estructural de la subbase a3**

Las especificaciones técnicas del MOP indican para la subbase granular un CBR ≥ 30 % con este valor se determina el coeficiente estructural a3 en el monograma.

Grafico 33. Monograma para estimar el coeficiente estructural a3



Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO, 1993

Cuadro 7. Coeficiente estructural de la capa subbase a3

SUB - BASE GRANULAR			
C.B.R %	a3	C.B.R %	a3
10	0,080	50	0,125
15	0,090	60	0,128
20	0,093	70	0,130
25	0,102	80	0,135
30	0,108	90	0,138
35	0,115	100	0,140
40	0,120		

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimentos, AASHTO,1993

Resultados:

Módulo de la capa subbase = 14955 psi /1000 = 14,96 Ksi

Coeficiente estructural **a3 = 0,108**

d. Coeficientes de drenaje (m2 y m3)

La calidad de drenaje se define en términos del tiempo en que el agua tarda en ser eliminada de las capas granulares (capa pase y sub-base).

Tabla 34. Calidad de drenaje

CALIDAD DE DRENAJE (m2, m3)	AGUA ELIMINADA EN
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	Agua no drena

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

La calidad de drenaje para la vía en estudio se la define como regular ya que tarda aproximadamente 1 semana en eliminar el agua.

Cuadro 8. Coeficientes de drenaje m2, m3

Calidad de drenaje	Porcentaje del tiempo en que la estructura de pavimento está expuesta a niveles de humedad cercanos a la saturación			
	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

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

Coeficiente de drenaje: **m2 y m3 = 0,8 %**

- **Cálculo de espesores D1 y D2**

Para el cálculo de los espesores de la carpeta y base en pulgadas la norma AASHTO recomienda respetar los siguientes valores mínimos, en función de los ejes equivalentes sencillos acumulados.

Tabla 35. Valores mínimos para la carpeta asfáltica y base

TRÁFICO, W18	Concreto Asfáltico, D1 (pulg)	Capa Base, D2 (pulg)
< 50000	1 ó tratamiento superficial	4
50001 a 150000	2	4
150001 a 500000	2,5	4
500001 a 200000	3	6
2000001 a 7000000	3,5	6
7000000	4	6

Fuente: Guía para el diseño de estructuras de pavimento, AASHTO, 1993

De acuerdo al número de ejes equivalentes 636607 el espesor mínimo de la carpeta asfáltica es 3 pulg y de la base es 6 pulg.

- **Diseño de la estructura del pavimento flexible**

- a. **Cálculo del número estructural (SN)**

Tabla 36. Calculo del número estructural SN

PAVIMENTO FLEXIBLE	
Clasificación de la vía	IV orden
Periodo de diseño 20 años	20 años
Ejes equivalentes W 18	636607
Confiabilidad (R)	70%
Desviación estándar normal (Zr)	-0,524
Desviación estándar global (So)	0,45
PSI inicial	4,2
PSI final 2	2
Módulo de resiliencia subrasante (Mr) Psi	14508.491
Módulo de resiliencia carpeta asfáltica (Mr) Psi	390000
Módulo de resiliencia capa base (Mr) Psi	28500

Elaborado por: Silvia Tonato

SN requerido = 2.17

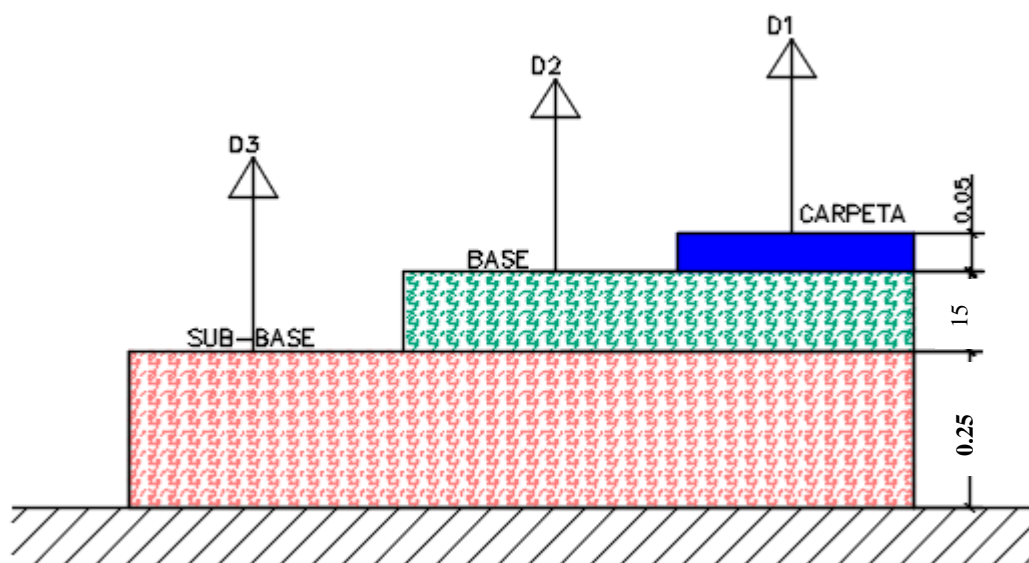
Tabla 37. Diseño de pavimento flexible

DISEÑO DE PAVIMENTOS FLEXIBLES METODO AASHTO 1993			
PROYECTO :		TRAMO :	
SECCION 1 : km	+ - km	+	FECHA :

DATOS DE ENTRADA (INPUT DATA) :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE RESILIENCIA DE LA CARPETA ASFALTICA (ksi)			390.00
B. MODULO DE RESILIENCIA DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28.50
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUB-BASE (ksi)			14.96
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			2.65E+05
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			70%
STANDARD NORMAL DEVIATE (Zr)			-0.524
OVERALL STANDARD DEVIATION (So)			0.45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			14.42
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 (a ₁)			0.414
Base granular (a ₂)			0.133
Subbase (a ₃)			0.108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			0.800
Subbase (m ₃)			0.800
DATOS DE SALIDA (OUTPUT DATA) :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	2.17		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1.40		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0.30		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	0.47		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO PROPUESTA			
	TEORICO	PROPUESTA	
		ESPESOR	SN (calc)
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	8.6 cm	5.0 cm	0.81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	4.6 cm	15.0 cm	0.63
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	8.8 cm	25.0 cm	0.85
ESPESOR TOTAL (cm)		45.0 cm	2.29

Elaborado por: Silvia Tonato

Grafico 34. Espesores de las capas de la estructura del pavimento



Elaborado por: Silvia Tonato

En base a la mina más cercana al proyecto y al tipo de materiales que esta posee, los materiales a utilizarse serán; Sub-base clase 3 y base clase 4, los mismos que deberán cumplir con las especificaciones detalladas en el capítulo II en la tabla N°. 16 y N°. 18, correspondiente a cada una de ellas.

▪ Características de los materiales

▪ SUB-BASE

Espesor granular = 25,0 cm → 10 pulg

Se utilizará la sub - base clase 3, constituida con material obtenido de la excavación para la plataforma o las minas, los agregados deben cumplir con las siguientes especificaciones de acuerdo al MOP 2002.

- Límite líquido ≤ 25
- Índice plástico ≤ 6
- Valor de soporte CBR ≥ 30

- Porcentaje de desgaste por abrasión $\leq 50 \%$
- Granulometría

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a Través de los tamices de malla cuadrada
3" (76,2 mm)	100
N° 4 (4,76 mm)	30 – 70
N° 200 (0,075 mm)	0 – 20

- **BASE**

Espesor granular = 15,0 cm → 6 pulg

Se empleará la base clase 4, constituida con material obtenido por trituración o cribado de piedras fragmentadas naturalmente o de gravas, los agregados deberán graduarse uniformemente de grueso a fino y cumplirán con las siguientes exigencias de acuerdo a las Especificaciones del MOP 2002.

- Límite líquido ≤ 25
- Índice plástico ≤ 6
- Valor de soporte CBR ≥ 80
- Porcentaje de desgaste por abrasión $\leq 40 \%$
- Desgaste por la acción de los sulfatos $\leq 12 \%$
- Granulometría

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

▪ **CARPETA ASFÁLTICA**

Espesor = 5, 0 cm → 2 pulg

Se aplicará el método Marshall que tiene como propósito obtener las cantidades óptimas de los contenidos que hacen parte de la mezcla asfáltica, con el fin de satisfacer las exigencias teniendo en cuenta diferentes criterios de análisis como son el flujo, la estabilidad, vacíos con aire en la mezcla y vacíos en los agregados minerales, garantizando un pavimento durable. El método Marshall se aplicará únicamente a mezclas asfálticas en caliente y que contengan agregados con tamaños máximos de 25,00 mm o menos, además de pasar el tamiz 1/2" de modo que cumpla con los requisitos del método Marshall.

Requerimientos para el agregado del cemento asfáltico

- Resistencia al desgaste por abrasión ≤ 40 %
- Resistencia a la acción de los sulfatos ≤ 12 %
- Adherencia 95 %
- Peladura 5%
- Límite líquido ≤ 35
- Índice plástico (pasa tamiz # 40) ≤ 4

- Hinchamiento 1,50 %
- Granulometría

Tamiz	Porcentaje en peso que pasa a través de los Tamices de malla cuadrada (1/2")
3/4" (19,00 mm)	100
1/2" (12,70 mm)	90 – 100
Nº 4 (4,75 mm)	44 – 74
Nº 8 (2,36 mm)	28 – 58
Nº 50 (0,30 mm)	5 – 21
Nº 200 (0,075 mm)	2 – 10

El cemento asfáltico medio que se empleará será el tipo AC- 20, cuyo grado de penetración es de 60 a 70 décimas de milímetro, el empleo de uno u otro tipo de cemento asfáltico depende principalmente del tránsito previsto en la vía y deberá cumplir las siguientes especificaciones:

Requerimientos para el cemento asfáltico mediante el método Marshall.

Criterios Marshall	Tráfico Pesado
• Número de golpes en cada cara de la probeta	75
• Estabilidad (libras)	1800
• Flujo (pulgada / 100)	8 -14
• % de vacíos	3 – 5
• % de vacíos rellenos de asfalto	65 -75
• Relación filler / betún	0,8 - 1,20

3.7.Sistema de drenaje

El sistema de drenaje vial es de importancia vital para el funcionamiento y operación de la carretera, el drenaje debe ser muy efectivo para evacuar rápidamente las aguas de la superficie del pavimento y evitar que estas se filtren dentro del mismo, ocasionándole daños que pueden ser considerables y de efectos inmediatos o a corto plazo.

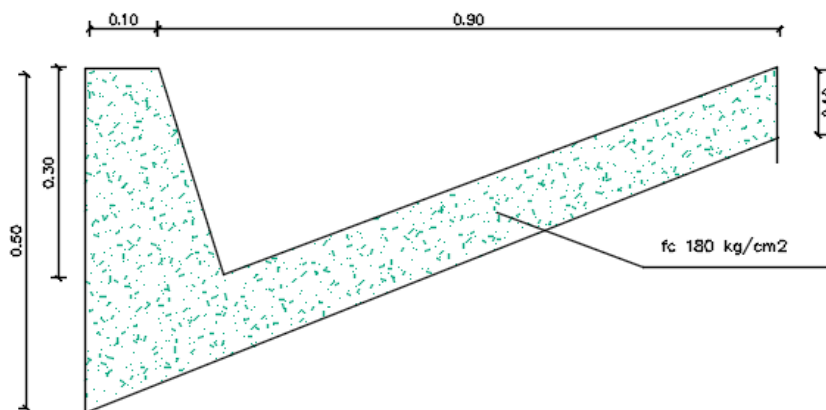
- **Diseño de cunetas**

Para el presente proyecto se eligió una sección de cuneta triangular, principalmente por la facilidad de construcción y mantenimiento, revestida con hormigón $f'c = 180 \text{ kg/cm}^2$.

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

El diseño de las cunetas se basa en el principio de canales abiertos en un flujo uniforme aplicando la fórmula de Manning y la ecuación de la continuidad.

Grafico 35. Dimensiones de la cuneta del proyecto



Elaborado por: Silvia Tonato

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

$$Q = A * V$$

$$R = \frac{A}{P}$$

Donde:

V = Velocidad (m/seg).

N = Coeficiente de rugosidad de Manning.

J = Pendiente hidráulica (%)

Q = Caudal de diseño (m³/seg)

A = Área de la sección (m²)

P = Perímetro mojado (m)

R = Radio hidráulico (m)

Coeficientes de rugosidad de Manning para canales abiertos

Tipo de recubrimiento	n
Tierra lisa	0,020
Césped con más de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Césped con menos de 15 cm de profundidad de agua	0,040
Revestimiento rugoso de piedra	0,040
Cuneta revestida de hormigón	0,016

Para el diseño se considera que la cuneta va a trabajar a sección llena.

Área mojada (Am)

$$Am = \frac{b * h}{2}$$

$$Am = \frac{0.90 * 0.30}{2}$$

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

Perímetro mojado (Pm)

$$Pm = 0,32 + 0,85$$

$$Pm = 1.17$$

Radio hidráulico

$$R = \frac{A}{P}$$

$$R = \frac{0.135}{1,17}$$

$$R = 0.115$$

Velocidad

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

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.12^{\frac{2}{3}} * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 14.78 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$Q = A * V$$

Reemplazando la velocidad y el área:

$$V = 0.135 * 14.78 * J^{\frac{1}{2}}$$

$$V = 1,995 * J^{\frac{1}{2}}$$

La máxima pendiente longitudinal que se tiene en el proyecto es de 8,26 %

Tabla 38. Caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendientes

Caudales y velocidades permisibles para distintos valores de pendientes		
J%	V (m/seg)	Q (m3/seg)
0,63%	1,212	0,163
8,26%	4,380	0,589
2,77%	2,535	0,341
0,79%	1,356	0,182
2,02%	2,168	0,292
0,65%	1,225	0,165
3,67%	2,918	0,393
6,86%	3,991	0,537
0,08%	0,431	0,058
6,67%	3,935	0,529
1,92%	2,114	0,284
6,09%	3,760	0,506

$$Q_{adm} = 1,995 * (8,26 \%)^{1/2}$$

$$Q_{adm} = 0,564 \text{ m}^3/\text{seg}$$

- **Caudal Máximo esperado de agua lluvia a desalojar**

Se aplicará la fórmula del método racional para determinar el caudal que circulará por la cuneta:

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

Donde:

Q = Caudal máximo esperado

C = Coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de precipitación Pluvial en mm/h

A = Número de hectáreas tributarias.

▪ **Determinación del coeficiente de escurrimiento**

$$C = 1 - \Sigma C'$$

C' = Valores de escurrimiento debido a los diferentes factores que influyen directamente en la esorrentía.

Por la topografía	C'
Plana con pendiente de 0,2 m – 0,6 m/Km	0,30
Moderada con pendientes de 3 – 5 m/ Km	0,20
Colinas con pendientes de 30 – 50 m/ Km	0,10
Por el tipo de suelo	
Arcilla compacta impermeable	0,10
Combinación de limo y arcilla	0,20
Suelo limo – arcilloso no muy compacto	0,40
Por la capa vegetal	
Terrenos cultivados	0,10
Bosques	0,20

$$C = 1 - C'T + C'S + CVeg$$

$$C = 1 - (0,10 + 0,20 + 0,10)$$

$$C = 0,60 \text{ mm/h coeficiente de escurrimiento}$$

La máxima precipitación pluviométrica registrada en la estación RUMIPAMBASALCEDO cuya ubicación es cercana al proyecto es: $P_{\text{máx}} = 102,1$ mm

- **Determinación de la intensidad de lluvia**

La ecuación se tomará de los estudios realizados por el INAMHI con la siguiente fórmula:

$$I = \frac{4,14 * T^{0.18} * Pmax}{T^{0.58}}$$

Donde:

I = Intensidad de lluvia

T = periodo de retorno en años 10 años

$P_{\text{máx}}$ = Precipitación máxima

t = tiempo de precipitación de intensidad

- **Determinación del tiempo de concentración**

$$I = 0,0195 \left(\frac{L^3}{H} \right)^{0,385}$$

Donde:

t_c = Tiempo de concentración en minutos

L = Longitud del área de drenaje

H = Desnivel entre el inicio de la cuenca y el punto de descarga (m)

Se considerará para el cálculo, el tramo con pendiente $i = 8,26 \%$ y una longitud de drenaje

$$L = 800 \text{ m}$$

$$H = L * i$$

$$H = 800 * 0,0826$$

$$H = 66,08 \text{ m} \approx 66 \text{ m}$$

Reemplazando en la fórmula del tiempo de concentración

$$tc = 0,0195 \left(\frac{800^3}{66} \right)^{0,385}$$

$$tc = 8,76 \text{ minutos}$$

Sustituyendo los datos en la ecuación de la intensidad.

$$I = \frac{4,14 * T^{0,18} * Pmax}{T^{0,18}}$$

$$I = \frac{4,14 * 10^{0,18} * 102,1}{8,76^{0,58}}$$

$$I = 181,71 \text{ mm/h}$$

▪ **Área de drenaje de la cuneta para un carril**

$$A = (\text{ancho del carril} + \text{cuneta}) * L$$

$$A = (3 + 1) * 800$$

$$A = 3200 \text{ m}^2$$

$$A = 0,32 \text{ Hectáreas}$$

Reemplazando los datos en la fórmula del método racional para determinar el caudal máximo que se espera que circulará por la cuneta.

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

$$Q_{\text{máx}} = 0,0969 \text{ m}^3/\text{seg}$$

$$Q_{\text{adm}} > Q_{\text{máx}}$$

$0,564 \text{ m}^3/\text{seg} > 0,097 \text{ m}^3/\text{seg}$. El diseño satisface los requerimientos

3.8. Diseño de alcantarillas

De acuerdo a las condiciones topográficas del corredor de la carrera, se pueden considerar que las alcantarillas servirán para drenar: planicies de inundación o zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para colectar aguas provenientes de cunetas. (MOP, 2003)

La alcantarilla deberá ser colocada a una profundidad tal que el espesor del relleno evite daños a los conductos, pero lo cual se considera de la siguiente manera.

Tráfico normal = 1,00 m

Tráfico pesado = 1,20 m

▪ Cálculo del diámetro de la alcantarilla

Para el diseño de la alcantarilla se utilizara la fórmula de Talbot modificada.

$$A = \frac{0,183 * C * H^{\frac{3}{4}} * i}{100}$$

Donde:

A = Área libre de la alcantarilla (m²)

H = Área de drenaje (Ha)

C = Coeficiente de escorrentía

I = Intensidad de precipitación pluvial (212,46 mm/h)

Tabla 39. Coeficientes de escorrentía de la fórmula de Talbot

CARACTERÍSTICAS TOPOGRÁFICAS	VALORES DE C
Montañoso y Escarpado	1
Con mucho Lomerío	0,8
Con Lomerío	0,6
Muy Ondulado	0,5
Poco Ondulado	0,4
Casi Plana	0,3
Plana	0,2

Fuente: Talbot

Para determinar el área de drenaje de las alcantarillas tipo que son adoptadas para evacuar caudales de hasta 2,0 m³/seg se tomará un área a drenar aproximadamente de 5 Hectáreas, en base a mapas cartográficos y recorridos realizados.(H = 2,1 Ha)

$$A = \frac{0,183 * 1 * 2,1^{\frac{3}{4}} * 181,71}{100}$$

$$A = 0,580 \text{ m}^2$$

$$D = \frac{\pi * D^2}{4}$$

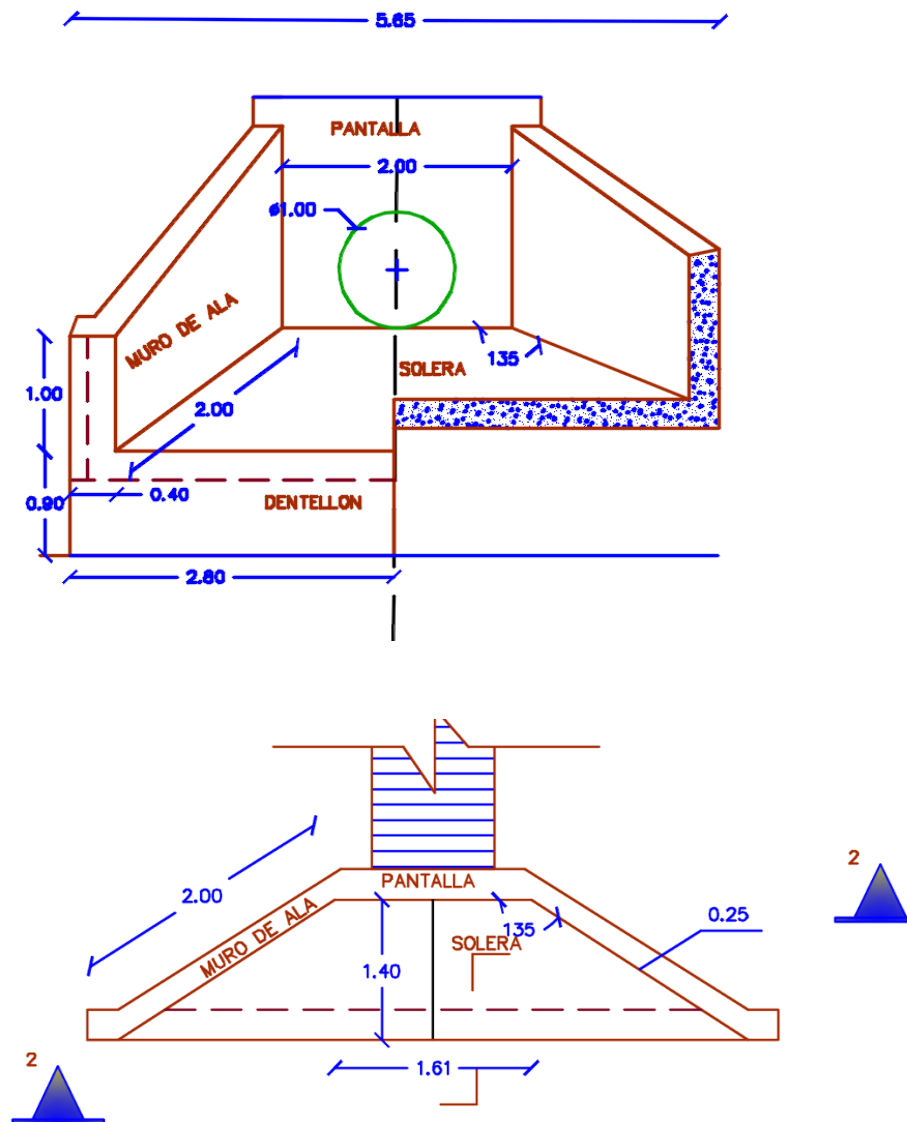
$$D = \frac{\sqrt{A * 4}}{\pi}$$

$$D = \frac{\sqrt{0,680 * 4}}{\pi}$$

$$D = 0,93 \approx 1,00 \text{ m}$$

Se utilizará una tubería de acero de diámetro $d = 1,00 \text{ m}$, con muros cabezales de hormigón ciclópeo, 60% H. S. $f'c = 210 \text{ kg / cm}^2$ Tipo A, a una profundidad de 1m desde el nivel de la rasante.

Grafico 36. Cabezal tipo A



Este tipo de cabezal se utilizara en las quebradas existentes en el proyecto, el cabezal se utilizara tanto para el ingreso y salida.

Finalmente el gráfico N°. 41, que representa el cabezal tipo C, se utilizara en los cruces de agua existentes en el proyecto.

Grafico 37. Cabezal tipo C

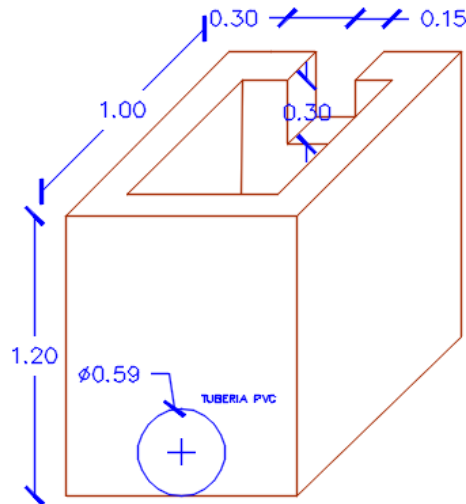


Tabla 40. Volúmenes de hormigón de tipos de cabezales

CABEZAL		ELEMENTO	LONGITUD (m)	ALTURA (m)	ESPESOR (m)	SUBTOTAL (m ³)	VOLUMEN DE TUBERIA (m ³)	TOTAL (m)
TIPO B	Hormigon f'c = 210 Kg/cm ²	Ala Izquierda	2,00	1,35	0,25	0,68	0,20	4,26
		Ala derecha	2,00	1,35	0,25	0,68		
		Pantalla	2,00	2,00	0,25	1,00		
		Plataforma	3,40	1,40	0,25	1,19		
		Dentellón	5,65	0,65	0,25	0,92		
TIPO C	Hormigon f'c = 210 Kg/cm ²	Laterales	4,00	1,20	0,15	0,72	0,013	0,86
		Fondo	1,00	1,00	0,15	0,15		

Tabla 41. Ubicación de alcantarillas y pases de agua

Ubicación y detalle de alcantarillas								Vol. C. Ingreso	Vol. C. salida
N.	Abscisa	Cabezal	Tipo	Gradiente	Tubería				
					Material	Longitud (m)	Diametro (m)		
1	1+150	Tipo C	Pases de agua	2%	PVC	12	335	0,86	0,86
2	1+506,25	Tipo C	Pases de agua	2%	PVC	12	335	0,86	0,86
3	1+667	Tipo C	Pases de agua	2%	PVC	12	335	0,86	0,86
4	2+687	Tipo C	Pases de agua	2%	PVC	12	335	0,86	0,86
5	3+000	Tipo C	Pases de agua	2%	PVC	12	335	0,86	0,86
6	4+773	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
7	4+425	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
8	4+050	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
9	3+125	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
10	2+025	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
11	1+625	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
12	0+775	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26
13	0+025	Tipo B	Alcantarilla	2%	Armico	10	1000	4,26	4,26

3.9. Señalización

Las señales de tránsito se utilizan para ayudar al movimiento seguro y ordenado de peatones y vehículos.

Señalización horizontal

La señalización horizontal se emplea para regular la circulación, advertir o guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la seguridad y la gestión de tránsito. Pueden utilizarse solas y/o junto a otros dispositivos de señalización. En algunas situaciones, son el único y/o más eficaz dispositivo para comunicar instrucciones a los conductores. (INEN, 2011)

a. Clasificación

▪ Según su forma

- **Líneas longitudinales.**- Se emplean para determinar carriles y calzadas; para indicar zonas con o sin prohibición de adelantar; zonas con prohibición de estacionar; y para carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos.
- **Líneas transversales.**- se emplean fundamentalmente en cruces para indicar el lugar antes del cual los vehículos deben detenerse y para señalar sendas destinadas al cruce de peatones o de bicicletas.
- **Símbolos y Leyendas.**- Se emplean tanto para guiar y advertir al usuario como para regular la circulación. Se incluye en este tipo de señalización, FLECHAS, TRIÁNGULOS CEDA EL PASO y leyendas tales como PARE, BUS, CARRILEXCLUSIVO, SOLO TROLE, TAXIS, PARADA BUS, entre otros.
- **Otras señalizaciones:** como chevrone, etc.

- **Materiales para la señalización horizontal**

Corresponde a los materiales que son aplicados en capas delgadas, como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos, epóxidos, cintas preformadas, entre otros, las características mínimas del material de aplicación debe ser pintura de tráfico acrílicas con micro-esferas, siendo opcional en zonas urbanas dependiendo de los niveles de iluminación. (INEN, 2011)

La señalización horizontal debe cumplir con los siguientes requisitos mínimos de espesor para su aplicación.

Mínimo zona urbana	300 (micras) en seco
Mínimo zona rural	250 (micras) en seco

- **Ubicación**

La señalización debe ser tal que garantice al usuario que viaja a la velocidad máxima que permite la vía, ver y comprender su mensaje con suficiente tiempo para reaccionar y ejecutar la maniobra adecuada, de modo de satisfacer uno de los siguientes objetivos:

- a) Indicar el inicio, tramo o fin de una restricción o autorización, en cuyo caso la señalización debe ubicarse en el lugar específico donde se requiera.
- b) Advertir o informar sobre maniobras o acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

- **Dimensiones**

Las dimensiones de la señalización dependen de la velocidad máxima de la vía en que se ubica. Estas se detallan para cada caso en las siguientes secciones. Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una señalización, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que leyendas y símbolos mantengan sus proporciones. En la tabla N°. 54 se señala las tolerancias aceptadas en las dimensiones de señalizaciones.

Tabla 42. Tolerancias máximas en las dimensiones de señalizaciones

DIMENSIONES	TOLERANCIA PERMITIDA
Ancho de una línea	± 3 %
Largo de una línea segmentada	± 5 %
Dimensiones de símbolos y letras	± 5 %
Separación entre líneas adyacentes	± 5 %

Fuente: INEN (2011)

- **Retroreflexión**

Las señalizaciones deben ser visibles en cualquier periodo del día y bajo toda condición climática por ello se construirán con materiales apropiados, como microesferas de vidrio, y deben someterse a procedimiento que asegure su retroreflexión.

Esta propiedad permite que sean más visibles en la noche al ser iluminadas por las luces del vehículo, ya que una parte significativa de la luz que reflejan retorna hacia la fuente luminosa. (INEN, 2011)

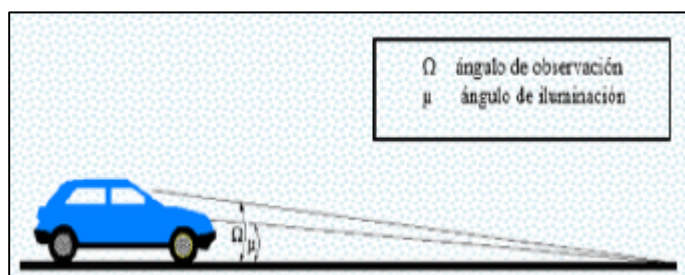
Cuadro 9. Niveles mínimos de retroreflexión en pinturas sobre pavimento

Visibilidad	Angulos		Colores	
	Iluminación	Observación	blanco	Amarillo
A 15,00 m	3,5°	4,5°	150	95
A 30,00 m	1,24°	2,29°	150	70

Nota: Para los colores verde y azul a utilizarse en zonas de estacionamiento tarifado, no será necesario que presenten retroreflexión.

Fuente: INEN (2011)

Grafico 38. Ángulos de iluminación y observación



Fuente: INEN (2011)

Tratándose de señalización complementaria, la superficie retrorreflectante debe ser siempre de al menos 10 cm². Cuando el elemento instalado pierda parte de dicha superficie, no alcanzando el mínimo señalado, puede ser conveniente instalar un elemento nuevo frente al deterioro, sin necesidad de retirar este último. (INEN, 2011)

▪ **Líneas longitudinales**

Se emplean para delimitar carriles y calzadas; para indicar zonas con y sin prohibición de adelantar y/o estacionar; para delimitar carriles de uso exclusivo de determinados tipos de vehículos, por ejemplo carriles exclusivos de bicicletas o buses; y, para advertir la aproximación a un cruce cebra. (INEN, 2011)

▪ **Colores**

Los colores de las señalizaciones de pavimento longitudinales deben ser conforme a los siguientes conceptos básicos.

Líneas amarillas definen:

- Separación de tráfico viajando en direcciones opuestas.
- Restricciones.
- Borde izquierdo de la vía (en caso de tener parterre).

Líneas blancas definen:

- La separación de flujos de tráfico en la misma dirección.
- Borde derecho de la vía (Berma).
- Zonas de estacionamiento.
- Proximidad a un cruce cebra.

Línea azul define:

- Zonas tarifadas de estacionamiento con límite de tiempo.

Anchos y patrones de señalizaciones en pavimentos de las líneas longitudinales deben ser:

- Una línea continua de color amarillo, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- El ancho mínimo de una línea es de 100 mm y máximo de 150 mm.
- Doble línea continua (líneas de barrera). Consiste de dos líneas continuas de color amarillo, separadas por un espacio igual al ancho de la línea a utilizarse, prohíbe el cruce o rebasamiento.
- Una línea segmentada. Consiste de segmentos pintados separados por espacios sin pintar; e indica una condición permisiva, donde se puede rebasar.
- Las líneas segmentadas pueden ser adyacentes o pueden extender las líneas continuas.

▪ **Líneas de separación de flujo opuesto.**

- Serán siempre de color amarillo y se utilizan en calzadas bidireccionales para indicar donde se separan los flujos de circulación opuesta. Se ubican generalmente en el centro de dichas calzadas. (INEN, 2011). Dada la importancia de esta línea en la seguridad del tránsito, ella debe señalizarse siempre y cuando se cumplan los siguientes requisitos:

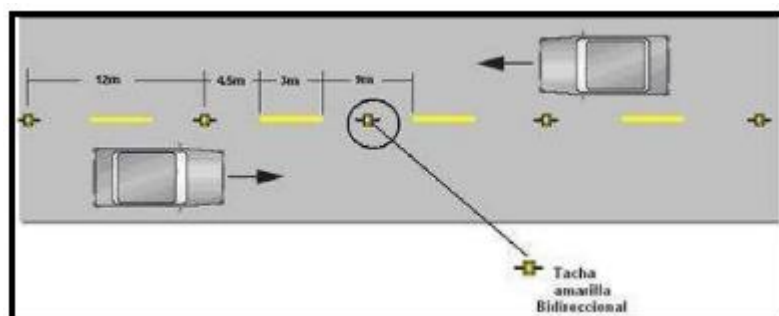
- En vías rurales de calzada mínima de 5,60 m y con un TPDA de 300 vehículos o más.
- En vías urbanas con un ancho de calzada mínima de 6,80 m, siempre que exista prohibiciones de estacionamiento laterales y con un TPDA de 1500 vehículos o más.
- El ancho de estas señalizaciones varía según el tipo de línea y la velocidad máxima permitida en la vía

Cuadro 10. Relación señalización línea de separación de circulación opuesta segmentada.

Velocidad máxima de la vía (Km/h)	Ancho de la línea (mm)	Patrón (m)	Relación señalización brecha
Menor o igual a 50	100	12,00	3 – 9
Mayor a 50	150	12,00	3 - 9

Fuente: INEN (2011)

Grafico 39. Líneas segmentadas de separación de circulación opuesta



Fuente: INEN (2011)

Para señalar la separación de carriles de sentido opuesto en una vía de baja velocidad (≤ 50 Km/h) se debe utilizar una línea de 100 mm de ancho, con un patrón de 12,00 m y de una relación de 3 – 9, es decir 3,00 m pintados y 9,00 m de separación. [14]

- **Señalización vertical**

Las señales se deben instalar en el lado derecho de las vías. Hay que tomar precauciones cuando se instalan señales, para asegurar que estas no se obstruyen unas a otras o que su visibilidad sea reducida, especialmente en intersecciones. [14]

Colocación Lateral.- En vías sin bordillos en sectores rurales (carreteras), la señal debe estar a una distancia libre de por lo menos 600 mm del borde o filo exterior de la berma o espaldón, postes de guía o cara del riel o guardavía de protección; en caso de existir cunetas, esta distancia se considera desde el borde externo de la misma. La separación no debe ser menor de 2,00 m ni mayor de 5,00 m del borde del pavimento de la vía, excepto para señales grandes de información en autopistas en donde pueden requerirse mayor separación. [14]

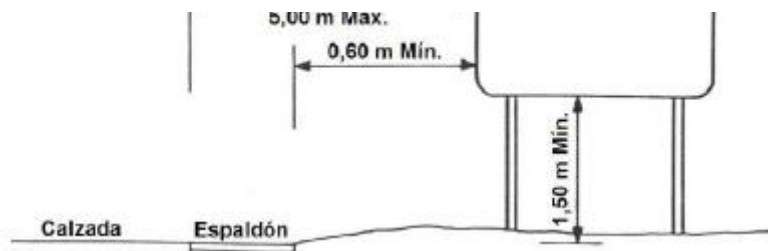
Grafico 40. Soporte en voladizo



Fuente: INEN (2011)

Altura.- En sectores rurales, las señales deben montarse alejadas de la vegetación y claramente visible bajo la iluminación de los faros de los vehículos por la noche. La altura libre de la señal no debe ser menor a 1,50 m desde la superficie del terreno hasta el borde inferior de la seña. Para señales direccionales de información en intersecciones y zonas pobladas la altura libre debe ser de 2,00 m. [14]

Grafico 41. Soporte normal de dos postes



Fuente: INEN (2011)

▪ **Clasificación de señales verticales**

Señales regulatoria (Código R).- Regulan el movimiento del tránsito e indican cuando se aplica un requerimiento legal, la falta del cumplimiento de sus instrucciones constituye una infracción de tránsito. [14]

Grafico 42. Señales regulatorias



R1 - 1

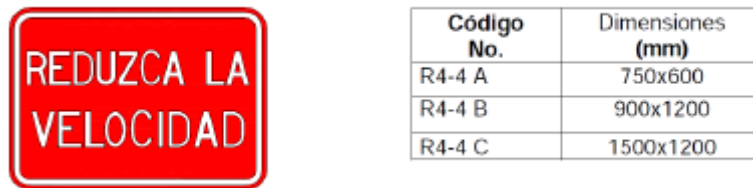
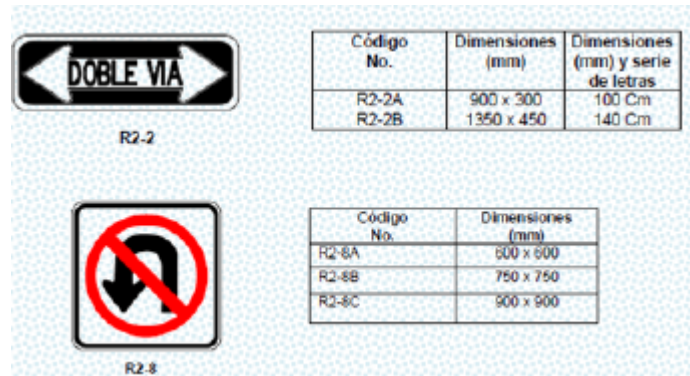
Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R1 - 1A	600 x 600	200 Ca
R1 - 1B	750 x 750	240 Ca
R1 - 1C	900 x 900	280 Ca



Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras	
		Línea 1	Línea 2
R1 - 2A	750	120 En	100 Da
R1 - 2B	900	140 En	120 Da
R1 - 2C	1200	160 En	140 Da



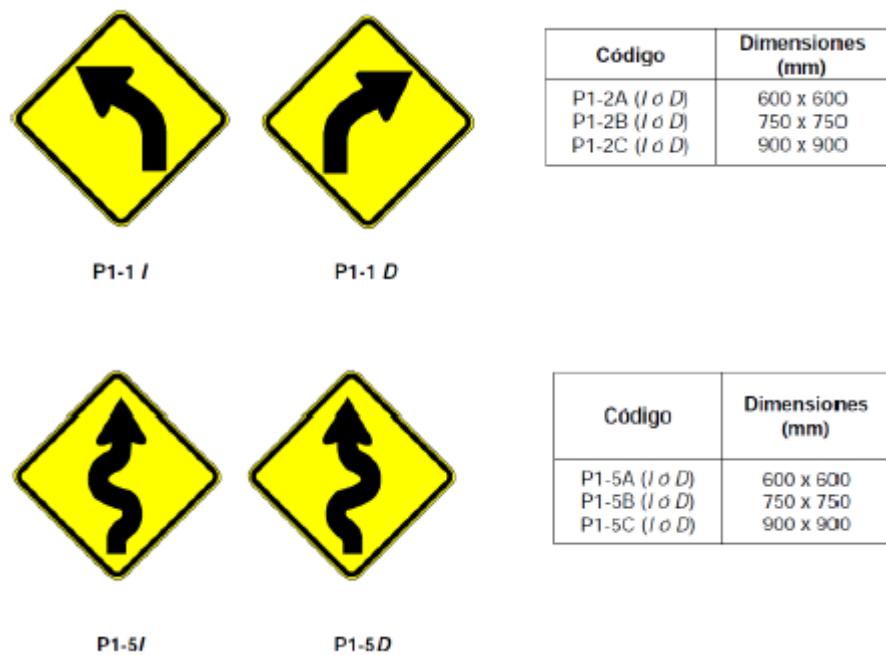
Código No.	Dimensiones (mm)
R4-1 A	600 x 600
R4-1 B	750 x 750
R4-1 C	900 x 900

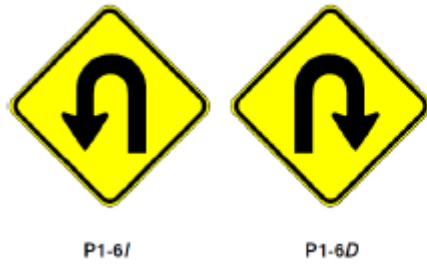


Fuente: INEN (2011)

Señales preventivas (Código P).- Advierte a los usuarios de las vías, sobre condiciones inesperadas o peligrosas en las vías o sectores adyacentes a la misma. [14]

Grafico 43. Señales preventivas





Código	Dimensiones (mm)
P1-6A (I o D)	600 x 600
P1-6B (I o D)	750 x 750
P1-6C (I o D)	900 x 900

Fuente:

INEN (2011)

Señales de información (Código I).- Informa a los usuarios de la vía de las direcciones, distancias, destinos, rutas, ubicaciones de servicio y puntos de interés turístico. [14]

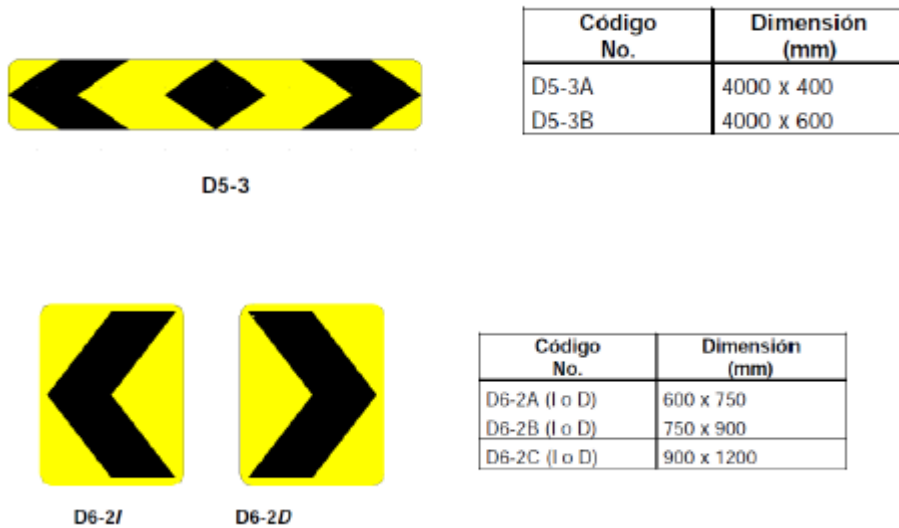
Grafico 44. Señales de información



Fuente: INEN (2011)

Señales especiales delineadoras (Código D).- Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura, dirección) de la vía o la presencia de una obstrucción en la misma. [14]

Grafico 45. Señales delineadoras



Fuente: INEN (2011)

Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales (Código T).- Advierten, informan y guían a los usuarios viales a transitar con seguridad sitios de trabajo en las vías y aceras además para alertar sobre condiciones temporales y peligrosas que podrían causar daños a los usuarios viales. [14]

Grafico 46. Señales para trabajos en la vía y propósitos especiales



T1-1

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-1 A	600 x 600
T1-1 B	750 x 750
T1-1 C	900 x 900



T4-1

Código No.	Dimensiones (mm)
T4-1 A	750x750
T4-1 B	900x900



T1-4a

Código No.	Dimensiones (mm)
T1-4a A	600 x 600
T1-4a B	750 x 750

Fuente: INEN (2011)

Grafico 47. Señales para zonas escolares



Fuente: INEN, 2011

Grafico 48. Señales en zonas de riesgo



Fuente: INEN, 2011

3.10. Especificaciones técnicas

Las especificaciones técnicas de cada uno de los rubros considerados para el presente proyecto se basará en las ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002 [13]

- **Movimiento de Tierras**

Desbroce, Desbosque y Limpieza (Sección 302)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

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 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. 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.

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 del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

302-1 Desbroce, Desbosque y Limpieza.....Hectárea (Ha)

Replanteo y Nivelación

El procedimiento para realizar el replanteo y nivelación será estacando cada 20m el eje de la carretera en las tangentes y cada 10m en donde exista curvas y deberán ser señaladas con material reflectivo. La unidad de medida del replanteo y la nivelación es el Km.

Excavación sin clasificar, incluye conformación y compactación de subrasante (Sección 303-2.01.1. y Sección 305)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Excavación sin Clasificación.- Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

303-2 (1) Excavación sin clasificación.....Metro cúbico (m³)

Terraplenada (Sección 305)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Procedimientos de trabajo

Cuando lo señalen los planos o lo juzgue necesario el Fiscalizador, la capa superior de 15 cm. de espesor del suelo existente por debajo de un terraplén deberá compactarse con la misma exigencia requerida para el material a colocarse en el terraplén.

Colocación.- En la construcción de terraplenes, el material de tierra, grava, fragmentos de roca y otro material relativamente fino deberá ser colocado en capas aproximadamente horizontales y su espesor será determinado por el Fiscalizador de acuerdo al equipo de compactación que disponga el Contratista de la obra.

Compactación.- Cada una de las capas de material colocada en el terraplén deberá ser humedecida u oreada hasta lograr el contenido de humedad adecuado para conseguir la compactación requerida, luego de lo cual se procederá a compactarla con rodillos aprobados.

Pago.- La realización de los trabajos descritos en esta Sección no será pagada en forma directa, sino que será considerada como una obligación del Contratista subsidiaria al conjunto de trabajos cuyo pago se efectúe mediante los precios unitarios establecidos en el contrato.

Acabado de la Obra Básica Nueva (Sección 308-2; 308-3)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Procedimiento de trabajo.- Para la realización de estos trabajos deberán estar concluidos excavación y relleno para la plataforma, todas las alcantarillas, obras de arte y construcciones conexas e inclusive el relleno para estructuras.

Obra básica nueva.- Después de que la plataforma del camino haya sido sustancialmente terminada, será acondicionada en su ancho total, retirando cualquier material blando o inestable que no pueda ser compactado debidamente, y será reemplazado con suelo seleccionado, de acuerdo a lo previsto en la Sección 306; luego de lo cual, toda la plataforma será conformada y compactada, como se estipula en las Sub-secciones correspondientes al terraplenado. La plataforma acabada será mantenida en las mismas condiciones hasta que se coloque por encima la capa de sub base o de rodadura, señalada en los planos o, en el caso de no ser requerida tal capa, hasta la recepción definitiva de la obra.

308-3.01. Medición.- La terminación o acabado de la obra básica nueva, no será medida a efectos de pago directo, considerándose compensada por los pagos que se efectúen por los varios rubros de excavación y relleno.

Excavación para Cunetas y Encauzamiento (Sección 307-3)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Procedimiento de trabajo.- Las cunetas y encauzamientos serán construidas de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal señalados en los planos o indicados por el Fiscalizador. 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.

N° del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

307-3 (1) Excavación para cunetas y encauzamientos.....Metro cúbico (m³)

Excavación y Relleno de Estructuras Menores (Sección 307-2.04. y 307-2.06. Alcantarillas)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Excavación para alcantarillas.- El ancho de la zanja que se excave para una alcantarilla o un conjunto de alcantarillas estará de acuerdo a lo indicado en los planos o como indique el Fiscalizador. El ancho no podrá ser aumentado por el Contratista para su conveniencia de trabajo. El material removido de esta sobre-excavación será remplazado con material de relleno para estructuras, que será compactado por capas de 15 cm., de acuerdo a lo previsto en esta Sección y en la subsección 305-2.

Relleno de estructuras.- Luego de terminada la estructura, la zanja deberá llenarse por capas con material de relleno no permeable. El material seleccionado tendrá un índice plástico menor a 6 y cumplirá, en cuanto a su granulometría, las siguientes exigencias

Tamaño del Tamiz Porcentaje que pasa

N° 3" (75.0 mm.) 100

N° 4 (4.75 mm.) 35 -100

N° 30 (0.60 mm.) 25 – 100

N° del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

307-2 (1) Excavación y relleno para estructuras.....Metro cúbico (m³)

Limpieza de Derrumbes y Transporte del Material de Desalojo (Sección 308-4, Derrumbes)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Derrumbes.- Los materiales acumulados en la plataforma del camino, provenientes de derrumbes ocurridos después de que el Contratista haya terminado la obra básica correspondiente, deberán ser removidos y desalojados hasta los sitios que ordene el Fiscalizador, empleando el equipo, personal y procedimientos aprobados por él mismo y de tal manera que evite en lo posible, cualquier daño a la plataforma y la calzada. Este trabajo incluirá limpieza de cunetas, traslado y disposición adecuado de los materiales desalojados.

Procedimiento de trabajo.- El desalojo de derrumbes depositados en la plataforma del camino y cunetas deberá ejecutarse con el empleo de palas cargadoras de ruedas neumáticas, a fin de evitar la destrucción de la subrasante, afirmados o carpeta asfáltica.

N° del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

308-4 (1) Limpieza de derrumbe.....Metro cúbico (m3)

A continuación se detallan los rubros que se utilizan en el presente proyecto

Instalación de Drenaje

Tubería de Acero Corrugado D=1,0m ; e=2,5mm y D=0,80m; e=2,0mm (Sección 602, Alcantarillas de Tubo de Metal Corrugado)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Procedimiento de trabajo.

Colocación de tubos.- Los tubos y accesorios de metal corrugado deberán ser transportados y manejados con cuidado para evitar abolladuras, escamaduras, roturas o daños en la superficie galvanizada o la capa de protección; cualquier daño ocasionado en el recubrimiento del tubo, será reparado mediante la aplicación de dos manos de pintura asfáltica o siguiendo otros procedimientos satisfactorios para el Fiscalizador.

Muros de cabezal.- De acuerdo con los planos, los muros de cabezal y cualquier otra estructura a la entrada y salida de la alcantarilla, deberá construirse al mismo tiempo que se coloca la tubería, de acuerdo con los planos y las instrucciones del Fiscalizador.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

602- (2A)* Tubería de acero corrugado (*)......Metro lineal (m)

Estructura del Pavimento

Material con Sub base Granular Clase 3 (Sección 403, Sub bases)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

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. La superficie de la subrasante terminada, en cumplimiento de lo establecido en la Sección 308 deberá además encontrarse libre de cualquier material extraño.

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.

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.

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.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Sub-base Clase.....Metro cúbico (m3)

Material con Base Granular Clase 1 (Sección 404, Bases)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

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.

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.

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.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Base, Clase.....Metro cúbico (m3)

Asfalto RC-250 para imprimación, incluye transporte, 1,40 lt/m² (Sección 405-1, Riego de Imprimación

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

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.

Procedimientos 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. Cuando se use asfalto diluido de curado medio la cantidad estará entre límites de 1.00 a 2.25 litros por metro cuadrado, cuando se use un asfalto emulsificador 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.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Asfalto MC para imprimación.....Litro (l)

Asfalto SC para imprimación.....Litro (l)

Rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm incluye transporte (Sección 405-5, Hormigón Asfáltico Mezclado en Planta)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de capas de rodadura de hormigón asfáltico 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, de acuerdo con lo establecido en los documentos contractuales.

Plantas mezcladoras.- Las plantas para la preparación de hormigón asfáltico utilizadas por el Contratista, podrán ser continuas o por paradas.

Equipo de transporte.- Los camiones para el transporte del hormigón asfáltico serán de volteo y contarán con cajones metálicos cerrados y en buen estado. Para el uso, los cajones deberán ser limpiados cuidadosamente y recubiertos con aceite u otro material aprobado, para evitar que la mezcla se adhiera al metal.

Equipo de distribución de la mezcla.- La distribución de la mezcla asfáltica en el camino, será efectuado mediante el empleo de una máquina terminadora autopropulsada, que sea capaz de distribuir el hormigón asfáltico de acuerdo con los espesores, alineamientos, pendientes y ancho especificados.

Equipo de compactación.- El equipo de compactación podrá estar formado por rodillos lisos de ruedas de acero, rodillos vibratorios de fuerza de compactación equivalente y rodillos neumáticos autopropulsados. La mejor temperatura para

empezar a compactar la mezcla recién extendida, dentro del margen posible que va de 163 a 85 °C, es la máxima temperatura a la cual la mezcla puede resistir el rodillo sin desplazarse horizontalmente.

Distribución.- La distribución del hormigón asfáltico deberá efectuarse sobre una base preparada, de acuerdo con los requerimientos contractuales, imprimada, limpia y seca, o sobre un pavimento existente.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

405-5 Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta de....cm. de espesor.....Metro cuadrado (m2)

Instalaciones para Control del Tránsito

Guardacaminos (Sección 703, Guardacaminos y Barreras de Hormigón)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- Este trabajo consistirá en la construcción de guarda caminos y barreras de hormigón, de acuerdo con estas especificaciones y las alineaciones y pendientes establecidas en los planos, indicadas por el Fiscalizador o en las especificaciones especiales. Los sistemas de guardacaminos y barreras estarán conformados por los siguientes materiales:

- Guarda camino de cable
- Viga W (Weak post)
- Viga Cajón
- Barrera de seguridad estándar tipo viga W
- Barrera de seguridad estándar
- Barrera de seguridad para parterre tipo viga W
- Barrera de seguridad para parterre de hormigón.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Guardacamino.....Metro Lineal (m)

- **Señalización Longitudinal (Sección 705, Marcas Permanentes en el Pavimento)**

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

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.

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.

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.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Marcas de pavimento (Pintura).....Metro Lineal (m)

Señales Informativas, Preventivas y Regulatorias (Sección 707, Puentes para Señales)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- Este trabajo consistirá en el suministro e instalación de pórticos y/o su mensaje para señales en la carretera, de acuerdo con los requerimientos de los documentos contractuales, las instrucciones del Fiscalizador o las especificaciones especiales.

Nº del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Pórticos para señalización de carreteras.....Cada una

Mensaje total en un Pórtico.....Cada una

Mitigación Ambiental

Control del Polvo (Sección 205)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [9]

Descripción.- Este trabajo consistirá en la aplicación, según las órdenes del Fiscalizador, de un paliativo para controlar el polvo que se produzca, como consecuencia de la construcción de la obra o del tráfico público que transita por el proyecto, los desvíos y los accesos.

Procedimientos de Trabajo.- En caso de usar el agua como paliativo para el polvo, ésta será distribuida de modo uniforme por carros cisternas equipados con un sistema de rociadores a presión. El equipo empleado deberá contar con la aprobación del Fiscalizador. La rata de aplicación será entre los 0,90 y los 3,5 litros por metro cuadrado, conforme indique el Fiscalizador, así como su frecuencia de aplicación. Al efectuar el control de polvo con carros cisternas, la velocidad máxima de aplicación será de 5 Km/h.

No. del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

Agua para control de polvo.....Métro cúbico

Seguridad Industrial y Salud Ocupacional (Sección 213)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- La seguridad industrial es el conjunto de normas de prevención y control que el Contratista debe implementar en cada uno de sus frentes de trabajo e instalaciones a fin de evitar la ocurrencia riesgos y accidentes de trabajo. La salud ocupacional, previene la generación de enfermedades profesionales, consideradas graves y que son resultado de efectuar labores en un ambiente de trabajo inadecuado.

Procedimiento de Trabajo.- El Contratista tendrá la obligación de adoptar las medidas de seguridad industrial necesarias en los frentes de trabajo, y de mantener programas que tiendan a lograr una adecuada salud física y mental de todo su personal, de acuerdo a la normativa que tiene el Instituto Ecuatoriano de Seguridad Social (IESS), sobre el tema.

Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

Prevención y Control de la Contaminación del Suelo (Sección 214)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- Al ocupar áreas en las que el suelo se encontraba en su estado natural, es importante que se tomen medidas de prevención y control a fin de evitar su deterioro y contaminación.

Procedimiento de Trabajo.- El Contratista deberá:

- Evitar la compactación de aquellos suelos donde no sea necesario el tránsito de maquinaria, ubicación de instalaciones, acopio de materiales y de demás tareas que se asienten sobre suelo firme.
- Prevenir y evitar derrames de hidrocarburos, aceites y grasas y otras sustancias contaminantes, construyendo diques de contención alrededor de los depósitos. • Inicialmente medirá el grado o valor de compactación de los suelos a usar y propondrá al Fiscalizador los métodos de descompactación, en caso que no estuvieran estipulados en las especificaciones ambientales particulares.

Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

Prevención y Control de la Contaminación del Aire (Sección 216)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- Esta sección pretende dar las pautas generales para prevenir y controlar los impactos ambientales negativos que se generan por efecto de las emisiones de gases contaminantes que salen de vehículos, transporte pesado, maquinaria y otros, necesarios para ejecutar la obra vial.

Procedimiento de Trabajo.- El Contratista deberá ejecutar los trabajos viales con equipos y procedimientos constructivos que minimicen la emisión de contaminantes hacia la atmósfera, por lo que será de su responsabilidad el control de la calidad de emisiones, olores, humos, polvo, quemas incontroladas y uso de productos químicos tóxicos y volátiles. El Contratista, mediante un adecuado mantenimiento de sus equipos y maquinaria propulsados por motores de combustión interna con uso de combustibles fósiles, controlará las emisiones de humos y gases. El Fiscalizador impedirá la utilización de equipos, materiales o maquinaria que produzcan emisiones objetables de gases, olores o humos a la atmósfera.

Medición y Pago.- Los trabajos que deban realizarse con los propósitos de esta sección, dada su naturaleza, no se pagarán en forma directa, sino que se considerarán en los rubros del contrato.

Educación y Concientización Ambiental

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

Descripción.- Esta sección conlleva la ejecución por parte del Contratista de un conjunto de actividades cuya finalidad es la de fortalecer el conocimiento y respeto por el patrimonio natural y el involucramiento de los habitantes que serán beneficiados por la obra. Estarán dirigidas hacia dos puntos focales de la obra: a) la población directamente involucrada con la obra y demás actores sociales que se localizan dentro del área de influencia; y b) el personal técnico y obrero que está en contacto permanente con la obra y el ambiente.

Su proceso de ejecución debe iniciar 15 días antes del arranque de las obras y ser continuo hasta la finalización de la construcción.

Charlas de concientización.-Las charlas de concientización estarán dirigidas a los habitantes de las poblaciones aledañas y polos de la vía, que directa o indirectamente están relacionados con el objeto de la obra vial.

La temática será diseñada y ejecutada por profesionales con suficiente experiencia en manejo de recursos naturales, desarrollo comunitario y comunicación social. La duración de estas charlas será de un mínimo de 60 minutos y se las dará en los principales centros poblados aledaños a la obra vial. Como soporte de estas charlas el Contratista implementará una serie de “comunicados radiales”, afiches e instructivos, que sustentarán principalmente el tema de la obra y el medio ambiente, los cuales, antes de ejecutarse deberán ser propuestos al Fiscalizador, para su conocimiento y aprobación. Los comunicados radiales serán de 1 a 2 minutos de duración y su temática será informativa respecto de las obras a realizar como parte de la obra vial a ejecutarse. Se utilizará el medio radial que tenga influencia en las poblaciones meta. Los afiches serán de cartulina duplex de dimensiones mínimas 0.40 por 0.60 metros e impresos a color, con los diseños alusivos a la conservación del medio ambiente propuestos por el Contratista y aprobados por el Fiscalizador Ambiental y fijados en los sitios que éste establezca.

Los instructivos o trípticos serán realizados a colores en papel bond de 90 gramos, formato A4 y cuyo contenido textual y gráfico sea alusivo a la defensa de los valores ambientales presentes en el área de la obra, tales como: paisaje, ríos, vegetación y especies animales en peligro de extinción, saneamiento ambiental, etc.

Charlas de educación ambiental.- Las charlas de educación ambiental, tienen por objetivo capacitar al personal de la Cía. Constructora y al de la Fiscalización sobre como ejecutar las labores propias de la construcción o mantenimiento vial considerando los aspectos de conservación de la salud, seguridad y medio ambiente. Estas charlas tendrán una duración de 60 minutos y los temas a tratar deberán ser muy concretos, prácticos y de fácil comprensión, los cuales deberán previamente ser puestos a consideración del Fiscalizador para conocimiento y aprobación. Las charlas deben ser diseñadas por profesionales vinculados al área ambiental.

No. del Rubro de Pago y Designación Unidad de Medición

220- (1) Charlas de concientización.....	Cada una
220- (2) Charlas de adiestramiento.....	Cada una
220- (3) Afiches.....	Cada uno
267	
220- (4) Instructivos o Trípticos.....	Cada uno
220- (5) Comunicados radiales.....	Cada uno

Señales al Lado de la Carretera (Sección 708)

“ESPECIFICACIONES GENERALES PARA LA CONSTRUCCION DE CAMINOS Y PUENTES; MOP - 001-F 2002” [13]

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. Estas señales se las colocarán en lugares donde exista tránsito vehicular, peatonal y que sea cercano a los lugares de trabajo, para de esta manera informar a los conductores y peatones de los riesgos que existen en la zona de trabajo. Las señales serán de restricción y de prevención de accidentes. Para la prevención de accidentes el Contratista se ve obligado a colocarlas con una anticipación de 150m, 100m y 50m con las siguientes leyendas “Zona de Peligro”, “Conduzca con Cuidado”, “Reduzca la Velocidad”, “Desvíos”, “No Paso de Vehículos” y otros requerimientos de señalización preventiva móvil. Además será necesario colocar conos de seguridad de 0,90m de alto y cintas en forma de faja delgada de 20cm de ancho con una leyenda de PELIGRO, para regular el tráfico y conducirlo por una ruta segura y además para bloquear el paso de vehículos a zonas de riesgo.

Calculo de volúmenes

A continuación se detallan los rubros q se utilizaran en el presente proyecto

- **Desbroce y limpieza**

Para este rubro se utiliza como unidad de medida la hectárea (Ha), considerando un ancho de faja de 20,00 m a lo largo de todo el proyecto.

Desbroce y limpieza = Longitud total de la vía * Ancho de faja

Desbroce y limpieza = 4.870 m * 20,00 m

Desbroce y limpieza = 95.560m²

Desbroce y limpieza = 9,556 Ha

- **Replanteo y nivelación**

El replanteo y nivelación se realiza a lo largo de todo el proyecto. La unidad de medida es el kilómetro (Km).

Replanteo y nivelación = 4.7780 m = 4,77 Km

- **Excavación sin clasificar incluye desalojo**

Es la excavación y desalojo que se realiza de todos los materiales que se encuentran durante el trabajo, en cualquier tipo de terreno y en cualquier condición de trabajo, es decir inclusive excavaciones en fango, suelo, marginal y roca. La unidad de medida es el metro cúbico (m^3).

Del cálculo del movimiento de tierra se terminó un volumen total de:

Volumen de corte = 16713,079 m³

- **Relleno compactado con suelo natural**

Es el relleno que se realiza con el suelo natural, este puede ser el suelo del movimiento de tierras cuyo valor se determina en el diseño geométrico con la ayuda del software utilizado. La unidad de medida es el metro cúbico m³

Volumen de relleno = 5943,297 m³

- **Acabado de la obra básica existente**

Se determina mediante la longitud total del proyecto y el ancho de la calzada. La unidad de medida es el metro cuadrado (m²).

Desbroce y limpieza = 4.7780 m * 6,00 m

Desbroce y limpieza = 28668,0 m²

- **Excavación para cunetas**

Se ha determinado en base a la sección transversal de la cuneta del proyecto, la cual tiene un área de 0,30

Excavación para cunetas = Longitud total * 2 Lados * Área cuneta

Excavación para cunetas = 4.778* 2 Lados * 0,30

Excavación para cunetas = 2.866,8 m³

- **Excavación y relleno para estructuras menores**

Se asume una longitud de 20,00 m a un lado de la alcantarilla para su respectivo encausamiento, para la excavación de la zanja de la alcantarilla se sume una base de 2,00 m y una altura de 2,00 m con un número de 8 alcantarillas. La unidad de medida es el metro cúbico (m³). Para los pases de agua se asume un ancho de 0,60 m y una altura de 2 m de profundidad, en total 5 pases de agua.

Longitud para alcantarillas = Longitud de tubería + longitud de encausamiento * número de alcantarillas.

Longitud para alcantarillas = 100,00 m + 20,00 m * 8

Longitud para alcantarillas = 260,00 m

Volumen de excavación para alcantarillas = 260,00 m * 2,00 m * 2,00 m

Volumen de excavación para alcantarillas = 1040 m³.

Volumen para cabezales de muro

Se Asume un volumen de excavación para cabezales de 10,00 m³.

Volumen para cabezales de muro = 10,00 m³ * 8 alcantarillas

Volumen para cabezales de muro = 80,00 m³.

Longitud para pasos de agua = Longitud de tubería

Longitud para pasos de agua = 50,00 m

Volumen de excavación para pasos de agua = 50,00 m * 2,00 m * 0,60 m

Volumen de excavación para pasos de agua = 60,0 m³.

Volumen para cabezales de pases de agua

Se Asume un volumen de excavación para cabezales de 2, m³

Volumen para cabezales de muro = 2,00 m³ * 5 Pases de agua

Volumen para cabezales de muro = 10,00 m³.

Volumen total = 1040 + 80 + 60 + 10

Volumen total = 1190 m³

- **Tubería de acero corrugado Ø = 1000 mm; e = 2,0 mm, MP - 100**

La unidad de medida es el metro lineal (ml).

Número de alcantarillas = 8 alcantarillas

Longitud de tubería por alcantarilla = 10,00 m

Longitud total = 80,00 ml

- **Hormigón simple $f'c = 180 \text{ Kg/cm}^2$ para cunetas y cabezales de pases de agua.**

Se considera la sección transversal de la cuneta para el proyecto la cual es 0,1650 m², la longitud total del proyecto más longitudes para descargas por dos lados de la vía. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Se ha considerado 300 m para descargas.

H.S cunetas = sección transversal * (Longitud proyecto + descargas) * 2 Lados

H.S cunetas = 0,1650 * (4.778 + 300) * 2 Lados

H.S cunetas = 1.675,74 m³

- **Hormigón Armado $f'c = 210 \text{ Kg/cm}^2$ para cabezales de alcantarillas**

Es el volumen de hormigón de los muros sobre la tubería de acero corrugado de entrada y salida de las alcantarillas. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Volumen de hormigón = vol. cabezales * N. de cabezales * 2 (entrada y salida)

Volumen de hormigón = 4,260 m³ * 8 * 2

Volumen de hormigón = 68,16,00 m³

- **Sub-base granular clase 3 (incluye transporte)**

Volumen obtenido de la sección transversal por medio del programa Civil 3D. La unidad de medida es el metro cúbico (m³).

Volumen Sub-base clase 3 = Sección transversal de la sub-base * Longitud de proyecto

Volumen Sub-base clase 3 = 1,20 * 4.778

Volumen Sub-base clase 3 = 5.733 m³.

Volumen total = $5.733 \text{ m}^3 * 1,10$ (F. Sobreancho) * $1,20$ (F. Esponjamiento)

Volumen total = $7.567,56 \text{ m}^3$.

- **Base granular clase 4 (incluye transporte)**

Volumen obtenido de la sección transversal por medio del programa Civil 3D. La unidad de medida es el metro cúbico (m^3).

Volumen base clase 4 = Sección transversal de la base * Longitud de proyecto

Volumen base clase 4 = $0,60 * 4.870$

Volumen base clase 4 = $2866,8 \text{ m}^3$

Volumen total = $2.922 \text{ m}^3 * 1,10$ (F. Sobreancho) * $1,20$ (F. Esponjamiento)

Volumen total = $3.784,176 \text{ m}^3$.

- **Capa de rodadura hormigón asfáltico mezclado en planta e = 2' (incluye imprimación)**

La unidad de medida es el metro cuadrado (m^2).

Área de asfalto = $6,00 * 4.778$

Área de asfalto = $28668,00 \text{ m}^2 * 1,10$ (Factor de Sobreancho)

Área total = $31534,800 \text{ m}^2$.

- **Marcas sobre el pavimento**

Se lo determina mediante la longitud total del proyecto y el número de líneas. La unidad de medida es el metro lineal (ml).

Marcas sobre el pavimento = $4.7780 \text{ m} * 3$ líneas (2 líneas continuas + 1 segmentada en el centro)

Marcas sobre el pavimento = 14334,00 ml

- **Señales informativas (2,40 m * 1,20 m)**

La unidad de medida es la unidad (U).

Señales informativas = 3 unidades

- **Señales reglamentarias (0,75 m * 0,75 m)**

La unidad de medida es la unidad (U).

Señales informativas = 5 unidades



- **Señales preventivas (0,75 m * 0,75 m)**

La unidad de medida es la unidad (U).

Señales informativas = 50 unidades

3.11. Los Precios actuales de la Contraloría General del Estado

3.12. Precios unitarios

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica						
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS						
Proyecto: Estudio de la vía		Hoja: 1 de 20				
RUBRO: 01	DETALLE: Desbroce, desbosque y limpieza	UNIDAD: Ha				
A.- EQUIPOS						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Herramienta Menor 5 % M. O					3,83	
Motosierra 7HP	1	30,00	30,00	7,50	224,93	
Excavadora sobre orugas	1	47,00	47,00	7,50	352,39	
SUBTOTAL M					581,15	
B.- MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO	
Op. Excavadora Estr. Oc. C1 (Grupo	1	3,66	3,66	7,50	27,44	
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	7,50	24,74	
Peón	1	3,26	3,26	7,50	24,44	
SUBTOTAL N					76,62	
C.- MATERIALES						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO		
SUBTOTAL O						-
D.- TRANSPORTE						
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO		
SUBTOTAL P						-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					657,77	
COSTOS INDIRECTOS 20%					131,55	
OTROS INDIRECTOS					-	
COSTO TOTAL DEL RUBRO					789,32	
VALOR OFERTADO					789,32	

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 2 de 20

RUBRO: 02	DETALLE: Replanteo y Nivelación	UNIDAD: Km
--------------	---------------------------------	---------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Equipo de Topografía	1	15,00	15,00	14,00	7,18 210,05

SUBTOTAL M 217,23

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Topógrafo 2: titulo exper. Mayor a 5	1	3,66	3,66	14,00	51,25
Cadenero	2	3,30	6,60	14,00	92,42

SUBTOTAL N 143,67

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Estacas	U	200,00	0,25	50,00
Pintura Esmalte	gl	0,30	16,25	4,88
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,50	1,60	0,80

SUBTOTAL O 55,68

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	416,58
COSTOS INDIRECTOS 20%	83,32
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	499,90
VALOR OFERTADO	499,90

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 3 de 20

RUBRO: 03	DETALLE: Excavación sin clasificar incluye desalojo	UNIDAD: m ³
--------------	---	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01
Excavadora sobre orugas	1	47,00	47,00	0,016	0,75
Volqueta 8 m ³	1	25,00	25,00	0,016	0,40

SUBTOTAL M 1,16

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Excavadora Estr. Oc. C1 (Grupo)	1	3,66	3,66	0,016	0,06
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,016	0,05
Peón	1	3,26	3,26	0,016	0,05

SUBTOTAL N 0,16

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL O -

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	1,32
COSTOS INDIRECTOS 20%	0,26
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,58
VALOR OFERTADO	1,58

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 4 de 20

RUBRO: 04	DETALLE: Relleno compactado con suelo natural	UNIDAD: m ³
--------------	---	---------------------------

A.- EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,02
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,02	0,76
Motoniveladora	1	44,00	44,00	0,02	0,88
Tanquero 200 hp	1	37,00	37,00	0,02	0,74

SUBTOTAL M 2,40

B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. Cl (Gr	1	3,66	3,66	0,02	0,07
Op. Rodillo vibrador	1	3,66	3,66	0,02	0,07
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,02	0,07
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,79	4,79	0,02	0,10
Peón	1	3,26	3,26	0,02	0,07

SUBTOTAL N 0,38

C.- MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
		0,20		

SUBTOTAL O -

D.- TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	2,78
COSTOS INDIRECTOS 20%	0,56
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	3,34
VALOR OFERTADO	3,34

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 5 de 20

RUBRO: 05	DETALLE: Acabado de la obra básica existente	UNIDAD: m ²
--------------	--	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					-
Motoniveladora	1	44,00	44,00	0,007	0,29
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,007	0,25
Tanquero 200 hp	1	37,00	37,00	0,007	0,25

SUBTOTAL M 0,79

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. Cl I (Gr	1	3,66	3,66	0,007	0,02
Op. Rodillo vibrador	1	3,66	3,66	0,007	0,02
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,007	0,02
Chofer Profesional Licencia Tipo E (C	1	4,79	4,79	0,007	0,03

SUBTOTAL N 0,09

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL O -

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	0,88
COSTOS INDIRECTOS 20%	0,18
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,06
VALOR OFERTADO	1,06

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 6 de 20

RUBRO: 06	DETALLE: Excavación para cunetas	UNIDAD: m ³
--------------	----------------------------------	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,10	0,01 3,00

SUBTOTAL M 3,01

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G	1	3,66	3,66	0,10	0,37
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,10	0,33
Peón	1	3,26	3,26	0,10	0,33

SUBTOTAL N 1,03

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL O -

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	4,04
COSTOS INDIRECTOS 20%	0,81
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	4,85
VALOR OFERTADO	4,85

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 7 de 20

RUBRO: 07	DETALLE: Excavación y relleno para estructuras menores	UNIDAD: m ³
--------------	--	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,030	0,01 0,89

SUBTOTAL M 0,90

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G	1	3,66	3,66	0,030	0,11
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,030	0,10
Peón	1	3,26	3,26	0,030	0,10

SUBTOTAL N 0,31

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO

SUBTOTAL O -

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	1,21
COSTOS INDIRECTOS 20%	0,24
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	1,45
VALOR OFERTADO	1,45

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 8 de 20

RUBRO: 08	DETALLE: Sub-base granular clase 3 (Incluye transporte)	UNIDAD: m ³
--------------	---	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01
Motoniveladora	1	44,00	44,00	0,014	0,63
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,014	0,54
Volqueta 8 m ³	1	25,00	25,00	0,014	0,36
Tanquero 200 hp	1	37,00	37,00	0,014	0,53

SUBTOTAL M 2,07

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. CI (Gr	1	3,66	3,66	0,014	0,05
Op. Rodillo vibrador	1	3,66	3,66	0,014	0,05
Ayudante de maquinaria	2	3,30	6,60	0,014	0,09
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,79	4,79	0,014	0,07

SUBTOTAL N 0,26

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Sub-base clase IV	m ³	1,20	8,50	10,20

SUBTOTAL O 10,20

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	12,53
COSTOS INDIRECTOS 20%	2,51
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,04
VALOR OFERTADO	15,04

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 9 de 20

RUBRO: 09	DETALLE: Base granular clase 4 (Incluye transporte)	UNIDAD: m ³
--------------	---	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,01
Motoniveladora	1	44,00	44,00	0,014	0,63
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,014	0,54
Volqueta 8 m ³	1	25,00	25,00	0,014	0,36
Tanquero 200 hp	1	37,00	37,00	0,014	0,53

SUBTOTAL M 2,07

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Motoniveladora Estr. Oc. CI (Gr	1	3,66	3,66	0,014	0,05
Op. Rodillo vibrador	1	3,66	3,66	0,014	0,05
Ayudante de maquinaria	2	3,30	6,60	0,014	0,09
Chofer Profesional Licencia Tipo E (	1	4,79	4,79	0,014	0,07

SUBTOTAL N 0,26

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Base Granular Clase III	m ³	1,20	15,00	18,00

SUBTOTAL O 18,00

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	20,33
COSTOS INDIRECTOS 20%	4,07
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	24,40
VALOR OFERTADO	24,40

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 10 de 20

RUBRO: 10	DETALLE: Carpeta asfáltica de 2" de espesor (Incluye imprimación)	UNIDAD: m ²
--------------	---	---------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,02
Planta Asfalto	1	88,00	88,00	0,005	0,47
Cargadora Frontal	1	35,20	35,20	0,005	0,19
Rodillo neumático	1	38,00	38,00	0,005	0,20
Terminadora de asfalto	1	60,00	60,00	0,005	0,32
Rodillo vibrador	1	38,00	38,00	0,005	0,20
Volqueta 8 m ³	2	25,00	50,00	0,005	0,27
Distribuidor de Asfalto	1	60,00	60,00	0,005	0,32
SUBTOTAL M					1,67

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Op. Rodillo vibrador	1	3,66	3,66	0,005	0,02
Op. Rodillo Neumático	1	3,66	3,66	0,005	0,02
Op. Planta asfáltica	1	3,66	3,66	0,005	0,02
Op. Cargadora frontal Estr. Oc. C1 (C	1	3,66	3,66	0,005	0,02
Ayudante de Operador de Equipo	5	3,26	16,30	0,005	0,09
Peón	5	3,26	16,30	0,005	0,09
Op. Distribuidor de asfalto Estr. Oc.	1	3,48	3,48	0,05	0,17
SUBTOTAL N					0,43

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Agregado para asfalto	m ³	0,06	11,00	0,66
Asfalto AP3	Kg	8,25	0,21	1,73
Diesel	Galón	0,57	1,08	0,62
Arena	m ³	0,04	14,00	0,56
RC incluido Transporte	Kg	8,25	0,47	3,88
SUBTOTAL O				7,45

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO
SUBTOTAL P				-

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	9,55
COSTOS INDIRECTOS 20%	1,91
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,46
VALOR OFERTADO	11,46

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 11 de 20

RUBRO: 11	DETALLE: Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 1,0 m, e = 2,0 mm	UNIDAD: m
--------------	--	--------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,333	0,39 10,00

SUBTOTAL M 10,39

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,48	3,48	0,333	1,16
Albañil	1	3,30	3,30	0,333	1,10
Peón	3	3,26	9,78	0,333	3,26
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G)	1	3,66	3,66	0,333	1,22
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,333	1,10

SUBTOTAL N 7,84

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Tubería metálica corrugada Ø 1,00 m e: 2,0 mm	m	1,10	173,10	190,41

SUBTOTAL O 190,41

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	208,64
COSTOS INDIRECTOS 20%	41,73
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	250,37
VALOR OFERTADO	250,37

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS



Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 12 de 20

RUBRO: 12	DETALLE: Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 2,0 m, e = 2,5 mm	UNIDAD: m
--------------	--	--------------

A.- EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,667	0,78 20,00
SUBTOTAL M					20,78

B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,48	3,48	0,667	2,32
Albañil	1	3,30	3,30	0,667	2,20
Peón	3	3,26	9,78	0,667	6,52
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. CI (G)	1	3,66	3,66	0,667	2,44
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,667	2,20
SUBTOTAL N					15,68

C.- MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Tubería metálica corrugada Ø 2,00 m e: 2,5 mm	m	1,10	485,74	534,31
SUBTOTAL O				534,31

D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	570,77
COSTOS INDIRECTOS 20%	114,15
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	684,92
VALOR OFERTADO	684,92

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 13 de 20

RUBRO: 13	DETALLE: Tubería PVC Ø = 335 mm x 6 m	UNIDAD: m
--------------	---------------------------------------	--------------

A.- EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Retroexcavadora	1	30,00	30,00	0,333	0,34 10,00

SUBTOTAL M 10,34

B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,48	3,48	0,333	1,16
Albañil	1	3,30	3,30	0,333	1,10
Peón	2	3,26	6,52	0,333	2,17
Op. Retroexcavadora Estr. Oc. C1 (G)	1	3,66	3,66	0,333	1,22
Ayudante de maquinaria	1	3,30	3,30	0,333	1,10

SUBTOTAL N 6,75

C.- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Tubería PVC NOVAFORT Ø 335 mm x 6 m	U	1,10	177,00	194,70	

SUBTOTAL O 194,70

D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	211,79
COSTOS INDIRECTOS 20%	42,36
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	254,15
VALOR OFERTADO	254,15

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 14 de 20

RUBRO: 14	DETALLE: Hormigón Simple $f_c = 180 \text{ kg/cm}^2$ para cunetas	UNIDAD: m^3
--------------	---	-------------------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,21
Concretera	1	40,00	40,00	0,250	10,00
Vibrador	1	35,00	35,00	0,250	8,75

SUBTOTAL M 18,96

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	3	3,26	9,78	0,250	2,45
Albañil	1	3,30	3,30	0,250	0,83
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,48	3,48	0,250	0,87

SUBTOTAL N 4,15

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Tabla de enconfrado 25 x 240 cm	U	12,00	2,40	28,80
Agua	m^3	0,10	2,00	0,20
Arena	m^3	0,60	14,00	8,40
Ripio	m^3	0,90	14,50	13,05
Cemento	Saco	7,950	7,50	59,63
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,800	1,60	1,28

SUBTOTAL O 111,36

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	134,47
COSTOS INDIRECTOS 20%	26,89
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	161,36
VALOR OFERTADO	161,36

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 15 de 20

RUBRO: 15	DETALLE: Hormigón Simple $f_c = 240 \text{ kg/cm}^2$ para cabezales de alcantarillas y pases de Agua	UNIDAD: Kg
--------------	--	---------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					1,09
Concreteira	1	40,00	40,00	1,10	43,84
Vibrador	1	35,00	35,00	1,10	38,36

SUBTOTAL M 83,29

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	4	3,26	13,04	1,10	14,29
Albañil	1	3,30	3,30	1,10	3,62
Maestro de obras Est. Op. C2	1	3,48	3,48	1,10	3,81

SUBTOTAL N 21,72

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Cemento	Saco	7,21	7,50	54,08
Arena	m ³	0,45	14,00	6,30
Ripio	m ³	0,71	14,50	10,30
Agua	m ³	0,32	2,00	0,64
Tabla de encofrado 25 x 240 cm	U	12,00	2,40	28,80
Pingos de eucalipto 4 a 7 m	ml	8,00	1,23	9,84
Cuartones de 6 x 4 (cm)	U	10,00	2,80	28,00
Clavos de 2" a 4"	Kg	0,80	1,60	1,28
Alambre galvanizado #18	Kg	0,05	2,54	0,13

SUBTOTAL O 139,37

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	244,38
COSTOS INDIRECTOS 20%	48,88
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	293,26
VALOR OFERTADO	293,26

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 15 de 20

RUBRO: 16	DETALLE: Acero de refuerzo fy = 4200 Kg/cm ²	UNIDAD: Kg			
A.- EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					0,02
Cizalla	1	0,30	0,30	1,10	0,33
SUBTOTAL M					0,35
B.- MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	0,04	0,12
Albañil	1	3,30	3,30	0,04	0,13
Maestro de obras Est. Op. C2	0,5	3,48	1,74	0,04	0,06
SUBTOTAL N					0,31
C.- MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO	
Alambre galvanizado #18	Kg	0,05	2,54	0,13	
Acero de refuerzo en barras Fy=420Mpa	Kg	1,00	1,21	1,21	
SUBTOTAL O					1,34
D.- TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO	
SUBTOTAL P					-
TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P					2,00
COSTOS INDIRECTOS 20%					0,40
OTROS INDIRECTOS					-
COSTO TOTAL DEL RUBRO					2,40
VALOR OFERTADO					2,40

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 17 de 20

RUBRO: 17	DETALLE: Señalización Horizontal	UNIDAD: m
--------------	----------------------------------	--------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O					-
Equipo para pintura de trafico	1	5,22	5,22	0,001	-
Camioneta	1	40,00	40,00	0,001	0,03

SUBTOTAL M 0,03

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	3,26	6,52	0,001	0,01
Chofer	1	3,66	3,66	0,001	-

SUBTOTAL N 0,01

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Pintura de Trafico	m	0,45	0,54	0,24

SUBTOTAL O 0,24

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	0,28
COSTOS INDIRECTOS 20%	0,06
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,34
VALOR OFERTADO	0,34

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 18 de 20

RUBRO: 18	DETALLE: Señales Informativas (2,40 x1,20)m	UNIDAD: U
--------------	---	--------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Cizalla	1	0,30	0,30	3,00	2,68 0,90

SUBTOTAL M 3,58

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	2	3,26	6,52	3,00	19,54
Albañil	2	3,30	6,60	3,00	19,78
Chofer: Camiones pesados y extra pe	1	4,79	4,79	3,00	14,35

SUBTOTAL N 53,67

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Señales informativas (2,4 x 1,2) m	U	1,00	398,72	398,72
Hormigon para empotramiento	m ³	0,06	45,00	2,70

SUBTOTAL O 401,42

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	458,67
COSTOS INDIRECTOS 20%	91,73
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	550,40
VALOR OFERTADO	550,40

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 19 de 20

RUBRO: 19	DETALLE: Señales Reglamentarias (0,75 x0,75)m	UNIDAD: U
--------------	---	--------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Cizalla	1	0,30	0,30	2,00	1,14 0,60

SUBTOTAL M 1,74

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	2,00	6,52
Albañil	1	3,30	3,30	2,00	6,60
Chofer: Camiones pesados y extra pe	1	4,79	4,79	2,00	9,58

SUBTOTAL N 22,70

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Letro 0.75 x 0.75 m	U	1,00	106,40	106,40
Hormigon para empotramiento	m ³	0,06	45,00	2,70

SUBTOTAL O 109,10

D.- TRANSPORTE

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	133,54
COSTOS INDIRECTOS 20%	26,71
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	160,25
VALOR OFERTADO	160,25

Ambato, Mayo 2016



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica



ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Proyecto:

Estudio de la vía

Hoja: 20 de 20

RUBRO: 20	DETALLE: Señales Preventivas (0,75 x0,75)m	UNIDAD: U
--------------	--	--------------

A.- EQUIPOS

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	TARIFA	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Herramienta Menor 5 % M. O Cizalla	1	0,30	0,30	2,00	1,14 0,60

SUBTOTAL M 1,74

B.- MANO DE OBRA

DESCRIPCIÓN	CANTIDAD	JORNAL/HR	COSTO/HORA	RENDIMIENTO	COSTO
Peón	1	3,26	3,26	2,00	6,52
Albañil	1	3,30	3,30	2,00	6,60
Chofer: Camiones pesados y extra pe	1	4,79	4,79	2,00	9,58

SUBTOTAL N 22,70

C.- MATERIALES

DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	P. UNITARIO	COSTO
Letrero 0.75 x 0.75 m	U	1,00	106,40	106,40
Hormigon para empotramiento	m ³		45,00	-

SUBTOTAL O 106,40

D.- TRANSPORTE



DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	TARIFA	COSTO

SUBTOTAL P -

TOTAL COSTO DIRECTO M+N+O+P	130,84
COSTOS INDIRECTOS 20%	26,17
OTROS INDIRECTOS	-
COSTO TOTAL DEL RUBRO	157,01
VALOR OFERTADO	157,01

Ambato, Mayo 2016

3.13. Presupuesto

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica			
Proyecto: Estudio de la vía Que Une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, Perteneciente A La Parroquia San Miguel Del Cantón Salcedo Provincia De Cotopaxi.					
Elaborado: Silvia M. Tonato T.					
PRESUPUESTO REFERENCIAL					
CODIGO	DESCRIPCION DEL RUBRO	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
RUBROS DE LA ESTRUCTURA DE LA VIA					
01	Desbroce, desbosque y limpieza	Ha	9,56	789,32	7.542,74
02	Replanteo y Nivelación	Km	4,778	499,90	2.388,52
03	Excavación sin clasificar incluye desalojo	m³	16.713,08	1,58	26.406,66
04	Relleno compactado con suelo natural	m³	5.943,30	3,34	19.850,61
05	Acabado de la obra básica existente	m²	28.668,00	1,06	30.388,08
06	Excavación para cunetas	m³	2.866,80	4,85	13.903,98
07	Excavación y relleno para estructuras menores	m³	1.190,00	1,45	1.725,50
08	Sub-base granular clase 3 (Incluye transporte)	m³	7.567,56	15,04	113.816,10
09	Base granular clase 4 (Incluye transporte)	m³	3.784,18	24,40	92.333,90
10	Carpetas asfálticas de 2" de espesor (Incluye imprimación)	m²	31.534,80	11,46	361.388,81
RUBROS DE DRENAJE					
11	Tubería de acero Corrugado MP-100 Ø = 1,0 m, e = 2,0 mm	m	80,00	250,37	20.029,60
13	Tubería PVC Ø = 335 mm x 6 m	m	60,00	254,15	15.249,00
14	Hormigón Simple f _c = 180 kg/cm² para cunetas	m³	1.675,74	161,36	270.397,41
15	Hormigón Simple f _c = 240 kg/cm² para cabezales de alcantarillas y pases de Agua	m³	76,76	293,26	22.510,64
16	Acero de refuerzo f _y = 4200 Kg/cm²	Kg	10.367,40	16,01	165.982,07
RUBROS DE INSTALACIONES PARA CONTROL DEL TRÁNSITO					
17	Señalización Horizontal	m	14.334,00	0,34	4.873,56
18	Señales Informativas (2,40 x1,20)m	U	3,00	550,40	1.651,20
19	Señales Reglamentarias (0,75 x0,75)m	U	5,00	160,25	801,25
20	Señales Preventivas (0,75 x0,75)m	U	50,00	157,01	7.850,50
				TOTAL	1.179.090,13
<p style="text-align: center;">SON: Un millón ciento setenta y nueve mil noventa con 13/100 dólares americanos</p>					
<p>Duración del proyecto : 6 meses</p>					

4. CAPÍTULO IV CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1. Conclusiones

- Las condiciones actuales de la vía no son las adecuadas ya que dificulta la circulación de un lugar a otro de personas y vehículos, razón por la cual es importante mejorar la vía por la seguridad de la población que vive en estos sectores.
- Una vez concluido el estudio y realizado el diseño técnico de la vía bajo las normas establecidas como AASHTO, NEVI MOP, podemos indicar que se puede considerar como alternativas para que las entidades públicas puedan realizare la obra.
- El proyecto vial tiene una longitud de 4,778 Km con un presupuesto \$ 1.179.090,13, una vez realizada la construcción de la obra ayudara a impulsar el desarrollo de los sectores Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.
- Realizando el respectivo cálculo y diseño del sistema para el drenaje nos dio como resultado alcantarillas de armico y pases de agua de PVC las mismas que recolectaran el agua y darán el respectivo cruce de agua respectivamente, para así evitar inundación y daños en la vía.
- El sector tiene una topografía montañosa con pendientes elevadas, siendo la pendiente mínima de 0,65 %, y una pendiente máxima de 8,26 %.
- Los estudios de suelos determinaron dos tipos de suelos, en la zona alta se determinó la presencia de un limo arcilloso de baja plasticidad (ML-CL), mientras que en la zona baja existe una arena limosa (SM) con lo cual se determinó que la calidad del suelo con el que cuenta la vía es de una buena capacidad de soporte.
- El estudio de suelos proporciono un CBR de diseño de 11.30 %, este porcentaje indica que es una sub-rasante regular y no necesita capa de mejoramiento .por tanto nos ayudara a que la vía sea de menor costo.

- Realizando el estudio y los cálculos de tráfico promedio diario proyectado para los 20 años como lo establece las normas MOP-2003 se obtuvo 193 vehículos y una vía de cuarto orden con una topografía montañosa y se puede confirmar que la mayor parte de vehículos que circulan por esta vía es transporte liviano.
- Una vez realizado el estudio de tráfico, de suelos y la topografía se determinó que se realizara una estructura de pavimento flexible, ya que este tipo de pavimento se adapta a las deformaciones del suelo, que en esta vía existe.
- Para vencer el obstáculo y realizar el encausamiento de las aguas se consideró el uso de la estructura multiplaca por sus características, para drenajes de gran capacidad, pasos peatonales, pasos vehiculares e incluso sustitutos de puentes, económicamente nos produce reducción de los gastos, en el armado e instalación no necesita mano de obra especializada, mínimo empleo de equipos, menor tiempo de ejecución de obra.

4.2. Recomendaciones

- Que el proyecto sea tomado en cuenta por el Consejo Provincial de Cotopaxi, el mismo que permitirá el desarrollo económico de estos sectores.
- Implementar un plan de mantenimiento vial para extender la vida útil del pavimento flexible y de alcantarillas ayudando a conservar el respectivo atractivo turístico del sector.
- Mantener constante comunicación con los habitantes a lo largo de toda la vía para que una vez finalizada la construcción no desalojen las aguas de regadío a la vía y así provocar el deterioro prematuro de la misma.
- Verificar la calidad de los materiales durante todo el proceso constructivo, para garantizar la calidad de la obra y la duración de la misma.
- Construir las cunetas y alcantarillas de acuerdo al diseño establecido en el proyecto de investigación, con las medidas proporcionadas en este documento para que la vía cuenta con un sistema de drenaje adecuado y así evitar la inundación de la vía.

4.3. Bibliografía

- [1] S.D.Jacome Santiago, << Tesis En Vías Mejora De Comunicación>>Universidad Técnica de Ambato UTA Ambato, 2013.
- [2] Coronel Pareja, Julian, Cortez Flores, David Moreno Mancheno, Patricio Coronel Ramirez, Julian, << Rediseño de la vía existente ancón-Santa Elena >>Repositorio de ESPOL , vías, n° pág. 14, 9-mar-2009
- [3] A.Q.Andrea Paula, << Las Condiciones De La Vía Milinpungo >>Universidad Técnica de Ambato UTA Ambato, 2013.
- [4] Naranjo Romero María José, << Mejoramiento Del Sistema Vial De La Parroquia Antonio José Olguín >>Universidad Técnica de Ambato UTA Carrera de Ingeniería civil, vías, n° pág. 22, 2013.
- [5] Beltrán Narváez César Andrés , << “Las Condiciones De Las Vías Centrales De La Parroquia El Rosario, Cantón Pelileo, Provincia De Tungurahua Y Su Incidencia En La Calidad De Vida De Sus Moradores” >>Universidad Técnica de Ambato UTA, Ambato, 2013.
- [6] Herrera Uribe Nader Pamela, << “Estudio Del Pavimento De Las Vías Del Barrio Salacalle, Perteneciente A La Parroquia Saquisilí, Cantón Saquisilí, Provincia De Cotopaxi Y Su Incidencia En La Calidad De Vida De Los Habitantes.” >>Universidad Técnica de Ambato UTA, Ambato, 2013.
- [7] Coronel Ramirez, Julian, << Rediseño de la vía existente ancón-Santa Elena >>Repositorio de ESPOL Escuela Superior Politécnica De Loja, 2009.
- [8] Normas de Diseño Geométrico M. O. P. 2003
- [9] Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-MTOP)
- [10] Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS).
- [11] Moreno Bayona, Montejo Fonseca, 2002 Manual de especificaciones Técnica para la construcción de carreteras Bucaramanga – 2002
- [12] AASHTO 1993 (American Association of State Highway and Transportation

[13] Especificaciones Generales para Caminos y Puentes del MOP 2002.

[14] Reglamento Técnico Ecuatoriano RTE INEN 004-1 2011)

4.4. Anexos

ANEXO A

CONTEO

VEHICULAR

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del

FECHA: 15/02/2016 Lunes

REALIZADO POR: Egdo. Silvia M. Tonato T.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	4
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	5
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	5
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	3
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	3
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	3
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	4
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	4
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	4
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	3
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	3
9:45 - 10:00	2	0	0	0	0	0	2	5
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	5
10:15 - 10:30	1	0	1	0	0	0	2	6
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	6
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1	5
11:00 - 11:15	2	0	0	0	0	0	0	4
11:15 - 11:30	1	0	2	0	0	0	1	3
11:30 - 11:45	3	0	1	2	0	0	2	4
11:45 - 12:00	2	0	1	0	0	0	2	5
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	6
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	6
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	5
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	4
13:00 - 13:15	2	0	0	0	0	0	2	5
13:15 - 13:30	2	0	0	0	0	0	2	6
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	6
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	6
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	1	5
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	4
14:30 - 14:45	2	0	0	0	0	0	2	5
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	5
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	5
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	4
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	2
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	2
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	2
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Cantón Pelileo ,Parroquia Bolívar ,Sector Quitocucho hasta Quinchibana Alto **AMBOS SENTIDOS**

FECHA: 16/02/2016 Martes

REALIZADO POR: Egdo. Silvia M. Tonato T.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	3
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	4
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	0	2	5
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	5
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	5
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	2
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	3
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	2
10:30 - 10:45	1	0	0	0	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	2
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	2
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	3
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	3	0	0	0	0	0	3	5
12:00 - 12:15	1	0	0	2	0	0	3	7
12:15 - 12:30	4	0	1	1	0	0	2	8
12:30 - 12:45	2	0	1	1	0	0	1	9
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0	6
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	1	4
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	3
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	2
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	3
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0	2
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	2
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	3
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	3
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	4
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	4
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Cantón Pelileo ,Parroquia Bolívar ,Sector Quitocucho hasta Quinchibana Alto **AMBOS SENTIDOS**

FECHA: 17/02/2016 Miércoles

REALIZADO POR: Egdo. Silvia M. Tonato T.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	2
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	2
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	3
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	3
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	3
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	4
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	3
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	0	2
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	0	2	4
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	4
10:15 - 10:30	3	0	1	0	0	0	4	8
10:30 - 10:45	2	0	1	2	0	0	3	9
10:45 - 11:00	2	0	2	0	0	0	2	10
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	10
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	6
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	4
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	2
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	0	1	3
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	3
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	2
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	2
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	2
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	1	3
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	3
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	3
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	0	1	3
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	3
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Cantón Pelileo ,Parroquia Bolívar ,Sector Quitocucho hasta Quinchibana Alto **AMBOS SENTIDOS**

FECHA: 18/04/2015 Jueves

REALIZADO POR: Egdo. Silvia M. Tonato T.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	2
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	2
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	2
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	2
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	2
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	3
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	3
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	1
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	2
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	2
10:30 - 10:45	3	0	1	1	0	0	5	7
10:45 - 11:00	2	0	2	1	0	0	5	12
11:00 - 11:15	4	0	1	0	0	0	5	16
11:15 - 11:30	2	0	0	0	0	0	2	17
11:30 - 11:45	1	0	0	0	0	0	1	1
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	1	2
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	3
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	3
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	3
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	0	2	4
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	1	4
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0	4
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	4
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	3
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	3
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	3
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	3
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	4
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	0	1	2
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	3
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	0	2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Cantón Pelileo ,Parroquia Bolívar ,Sector Quitocucho hasta Quinchibana Alto **AMBOS SENTIDOS**

FECHA: 19/04/2015 Viernes

REALIZADO POR: Ego. Silvia M. Tonato T.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	0	2
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	2
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	0	1
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	1
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	2	3
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	0	2
8:15 - 8:30	2	0	0	0	0	0	2	4
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	4
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	5
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	4
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	4
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	4
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0	3
10:30 - 10:45	2	0	0	0	0	0	2	4
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	0	1	4
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	4
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	5
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	5
11:45 - 12:00	1	3	0	0	0	0	4	8
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	8
12:15 - 12:30	2	2	0	0	0	0	4	11
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	10
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	7
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	6
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	3
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	2
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	2
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	2
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	0	1	3
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	0	1	3
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	0	3
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	3
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	2

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Cantón Pelileo ,Parroquia Bolívar ,Sector Quitocucho hasta Quinchibana Alto **AMBOS SENTIDOS**

FECHA: 20/02/2016 Sabado

REALIZADO POR: Egdo. Jorge Chaglla

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	4
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	0	1	5
7:15 - 7:30	0	0	0	0	0	0	0	4
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	0	1	3
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	0	2	4
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	0	1	4
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	5
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	0	4
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	0	1	3
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	3
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	3
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	0	1	4
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	0	1	3
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	2	0	0	0	0	0	2	4
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	4
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	0	1	4
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	0	4
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	1	3
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	3
12:15 - 12:30	2	0	0	0	0	0	2	4
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	5
12:45 - 13:00	1	0	0	0	0	0	1	5
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	0	1	5
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	4
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0	3
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0	2
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	2
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	0	1	3
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	3
15:00 - 15:15	2	0	0	0	0	0	2	5
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	5
15:30 - 15:45	3	0	1	0	0	0	0	4
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	0	3
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	1
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	1
16:30 - 16:45	1	0	0	0	0	0	1	2
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	2
17:00 - 17:15	2	0	0	0	0	0	2	4
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	3
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	3
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	4

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
PROYECCIÓN DEL TPDA.**



UBICACIÓN: Cantón Pelileo ,Parroquia Bolívar ,Sector Quitocucho hasta Quinchibana Alto **AMBOS SENTIDOS**

FECHA: 20/02/2016 Domingo

REALIZADO POR: Egdo. Silvia M. Tonato T.

HORA	LIVIANOS	BUSES	PESADOS				TOTAL	TOTAL POR HORAS
			C-2P	C-2G	C-3	C-4		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	0	1	3
7:00 - 7:15	0	0	0	0	0	0	0	2
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	0	1	3
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	0	2
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	0	1	2
8:00 - 8:15	2	0	0	0	0	0	2	4
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	0	1	4
8:30 - 8:45	1	0	0	0	0	0	1	5
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	0	4
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	0	1	3
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	0	1	3
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	0	2
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	0	1	3
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	0	2
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	0	1	2
10:30 - 10:45	2	0	0	0	0	0	2	4
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0	3
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	0	1	4
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	0	3
11:30 - 11:45	2	0	0	0	0	0	2	3
11:45 - 12:00	1	0	0	0	0	0	1	4
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	0	1	4
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0	4
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	0	1	3
12:45 - 13:00	2	0	0	0	0	0	2	4
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0	3
13:15 - 13:30	1	0	0	0	0	0	1	4
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	0	1	4
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	0	1	3
14:00 - 14:15	1	0	0	0	0	0	1	4
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	0	1	4
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0	3
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	0	1	3
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	0	1	2
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0	2
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	0	1	2
16:30 - 16:45	0	0	0	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	0	1
17:30 - 17:45	1	0	0	0	0	0	1	2
17:45 - 18:00	1	0	0	0	0	0	1	3

ANEXO B

ESTUDIOS
DE
SUELOS



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



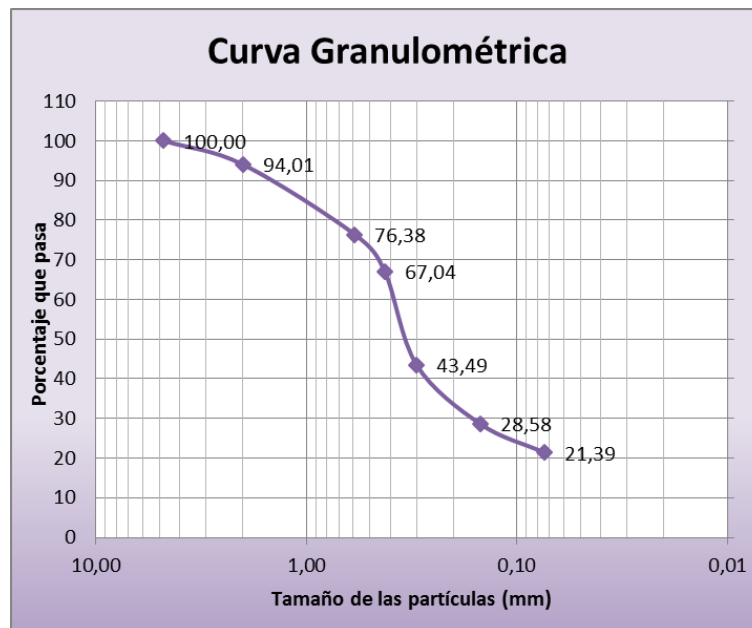
Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 1+000 REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-88-70 REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	27,89	5,99	94,01
N° 30	0,590	110,04	23,62	76,38
N° 40	0,425	153,56	32,96	67,04
N° 50	0,300	263,28	56,51	43,49
N° 100	0,149	332,76	71,42	28,58
N° 200	0,074	366,26	78,61	21,39
PASA EL N° 200		99,64	21,39	
TOTAL		465,90		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		465,90		
TOTAL – DIFERENCIA		34,10		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos

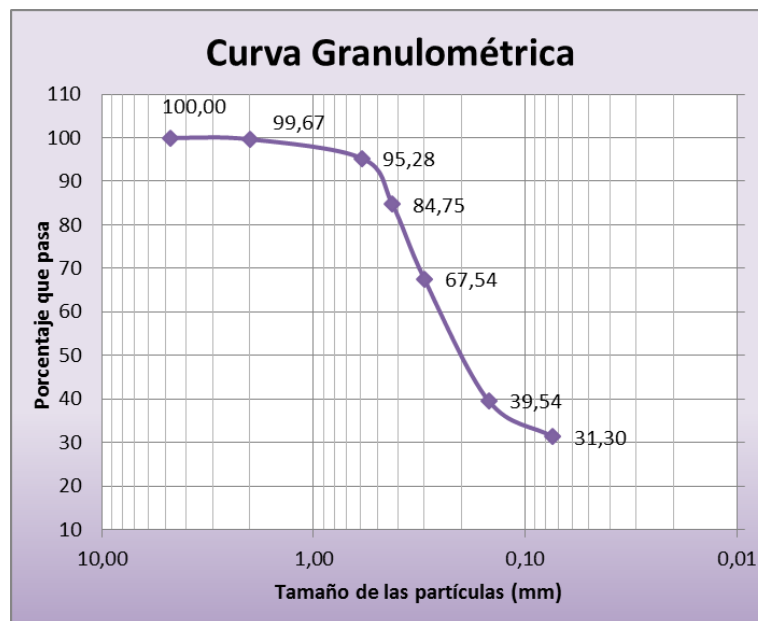


Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 2+000		REALIZADO:	Egda. Silvia Maricela Tonato T.
NORMA: AASHTO T-88-70		REVISADO :	Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	1,50	0,33	99,67
N° 30	0,590	21,36	4,72	95,28
N° 40	0,425	68,94	15,25	84,75
N° 50	0,300	146,77	32,46	67,54
N° 100	0,149	273,41	60,46	39,54
N° 200	0,074	310,67	68,70	31,30
PASA EL N° 200		141,53	31,30	
TOTAL		452,20		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		452,20		
TOTAL – DIFERENCIA		47,80		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 3+000

REALIZADO:

Egda. Silvia Maricela Tonato T.

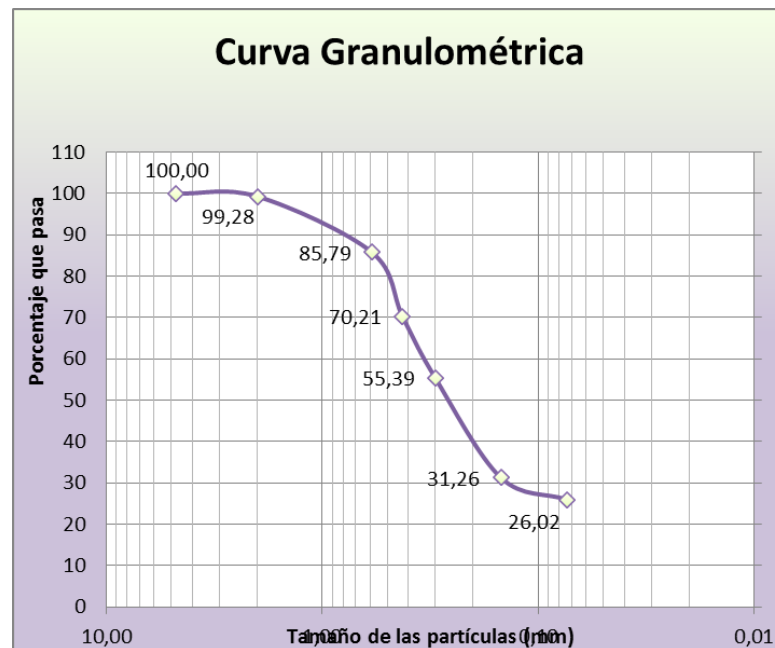
NORMA: AASHTO T-88-70

REVISADO :

Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19,1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4,76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	3,25	0,72	99,28
N° 30	0,590	64,05	14,21	85,79
N° 40	0,425	134,25	29,79	70,21
N° 50	0,300	201,00	44,61	55,39
N° 100	0,149	309,73	68,74	31,26
N° 200	0,074	333,35	73,98	26,02
PASA EL N° 200		117,25	26,02	
TOTAL		450,60		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		450,60		
TOTAL - DIFERENCIA		49,40		





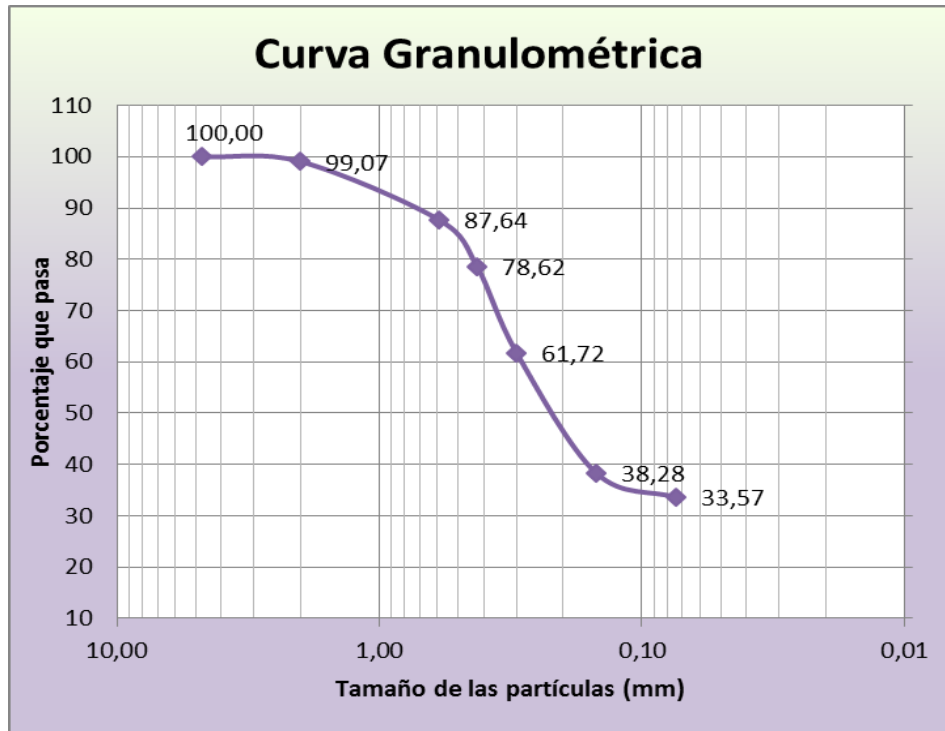
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO



Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos

UBICACIÓN:	Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.			
ABSCISA: Km 4+000				
REALIZADO POR:		REALIZADO:	Egda. Silvia Maricela Tonato T.	
NORMA: AASHTO T-88-70		REVISADO :		
Análisis Granulométrico del Suelo				
TAMIZ	TAMIZ EN mm	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19.1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4.76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	4,20	0,93	99,07
N° 30	0,590	55,95	12,36	87,64
N° 40	0,425	96,75	21,38	78,62
N° 50	0,300	173,25	38,28	61,72
N° 100	0,149	279,35	61,72	38,28
N° 200	0,074	300,65	66,43	33,57
PASA EL N° 200		151,95	33,57	
TOTAL		452,60		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		452,60		
TOTAL - DIFERENCIA		47,40		





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



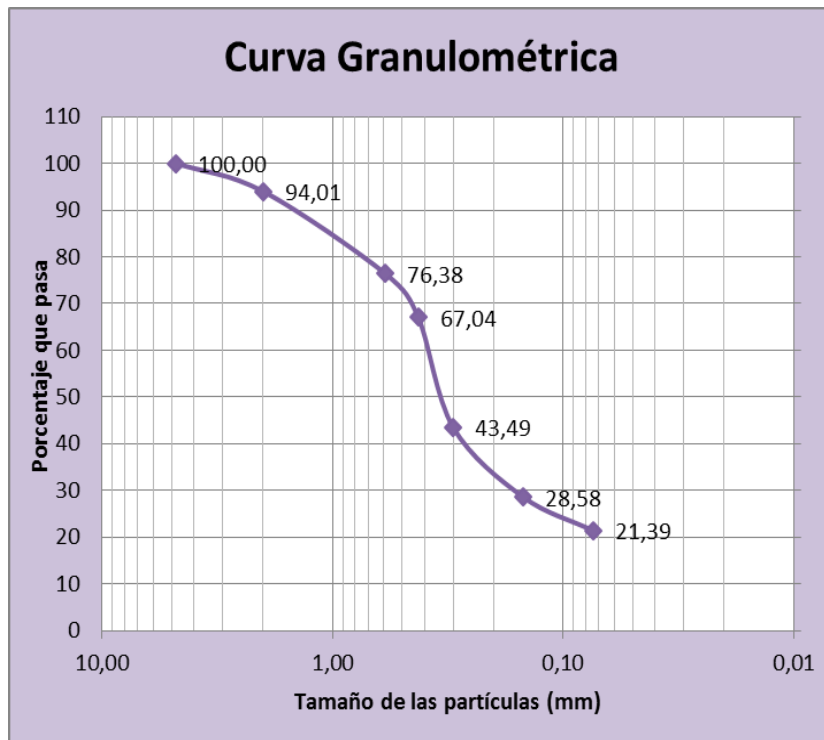
Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 5+000
NORMA: AASHTO T-88-70



REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.
REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

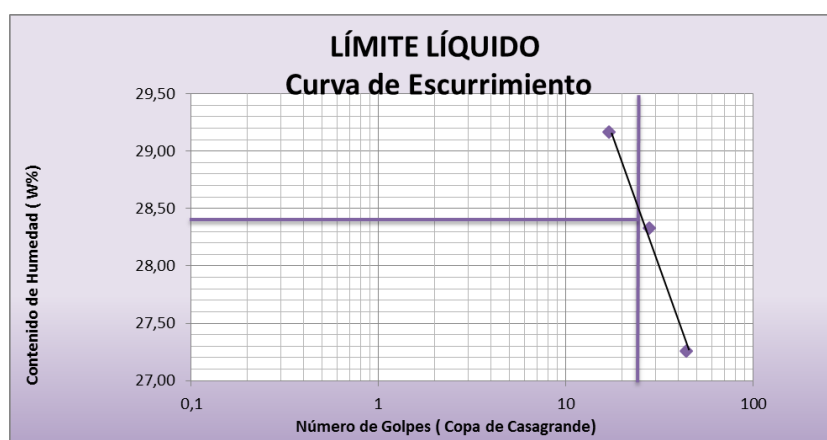
Análisis Granulométrico del Suelo

TAMIZ	TAMIZ (mm)	PESO RET/ACUM	% RETENIDO	% QUE PASA
2"	50,80	0,00	0,00	100,00
3/4"	19.1	0,00	0,00	100,00
N 4"	4.76	0,00	0,00	100,00
PASA N 4	4,76	0,00	0,00	100,00
N° 10	2,000	27,89	5,99	94,01
N° 30	0,590	110,04	23,62	76,38
N° 40	0,425	153,56	32,96	67,04
N° 50	0,300	263,28	56,51	43,49
N° 100	0,149	332,76	71,42	28,58
N° 200	0,074	366,26	78,61	21,39
PASA EL N° 200		99,64	21,39	
TOTAL		465,90		
PESO ANTES DE LAVADO		500,00		
PESO DESPUÉS DE LAVADO		465,90		
TOTAL - DIFERENCIA		34,10		



LÍMITES

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos						
Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.						
ABSCISA: Km 1+000		REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.				
NORMA: AASHTO T-90-70		REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta				
1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
Nº Golpes	44		28		17	
Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	26,1	31,6	24,9	27,7	25,5	25,9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	23	27,2	21,8	24,2	22,5	22,6
Peso del recipiente (Wr)	11,6	11,1	11,3	11,3	12,2	11,3
Peso del agua (Ww)	3,1	4,4	3,1	3,5	3	3,3
Peso de los sólidos (Ws)	11,4	16,1	10,5	12,9	10,3	11,3
Contenido de humedad (W%)	27,19	27,33	29,52	27,13	29,13	29,20
Contenido de humedad prom (W%)	27,26		28,33		29,16	



2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7	7	7,1	7,1	6,9	7,4
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6,8	6,8	6,9	7	6,7	7,2
Peso del recipiente (Wr)	6,1	6	6,2	6,2	6,1	6,1
Peso del agua (Ww)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	1,1
Contenido de humedad (W%)	28,57	25,00	28,57	12,50	33,33	18,18
Contenido de humedad prom. (W%)	26,79		20,54		25,76	
Límite Líquido (Curva de Esguerrimiento) % =			28,40			
Límite Plástico % =			24,36			
Índice Plástico LL% -LP% =			4,04			

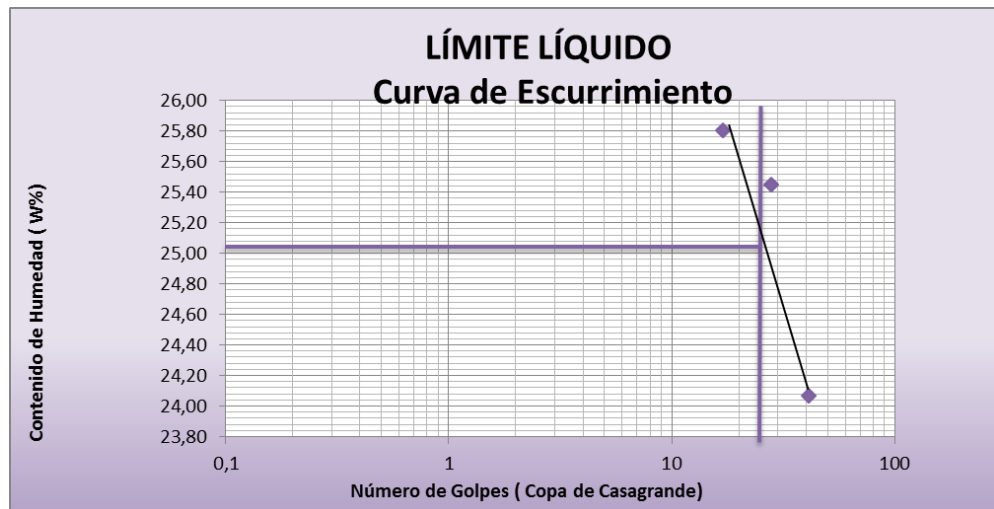


Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
 Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 2+000	REALIZADO:	Egda. Silvia Maricela Tonato T.
NORMA: AASHTO T-90-70	REVISADO:	Ing. MSc. Rodrigo Acosta

I. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° Golpes	41		28		17	
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	36,1	38	28,8	34,9	41,2	40,2
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	31,2	32,8	25,3	30,1	35	34,3
Peso del recipiente (Wr)	11,2	10,8	11,5	11,3	10,9	11,5
Peso del agua (Ww)	4,9	5,2	3,5	4,8	6,2	5,9
Peso de los sólidos (Ws)	20	22	13,8	18,8	24,1	22,8
Contenido de humedad (W%)	24,50	23,64	25,36	25,53	25,73	25,88
Contenido de humedad prom (W%)	24,07		25,45		25,80	



Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7,3	7,8	8,3	7,1	7,4	7
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	7,1	7,5	7,9	6,9	7,2	6,9
Peso del recipiente (Wr)	6,2	6,3	6,3	6,2	6,2	6,2
Peso del agua (Ww)	0,2	0,3	0,4	0,2	0,2	0,1
Peso de los sólidos (Ws)	0,9	1,2	1,6	0,7	1	0,7
Contenido de humedad (W%)	22,22	25,00	25,00	28,57	20,00	14,29
Contenido de humedad prom. (W%)	23,61		26,79		17,14	
Límite Líquido (Curva de Escurrimiento) % =	25,20					
Límite Plástico % =	22,51					
Índice Plástico LL% -LP% =	2,69					

**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO**

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos

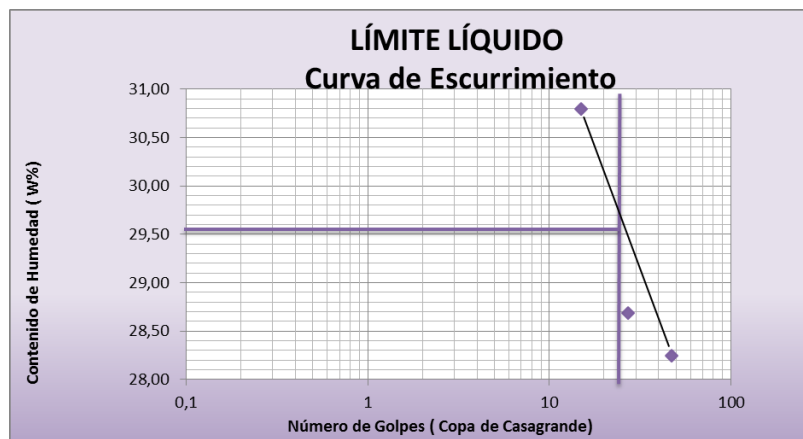


Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 3+000	REALIZADO: egda. Silvia Mariceia Tonato
NORMA: AASHTO T-90-70	REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

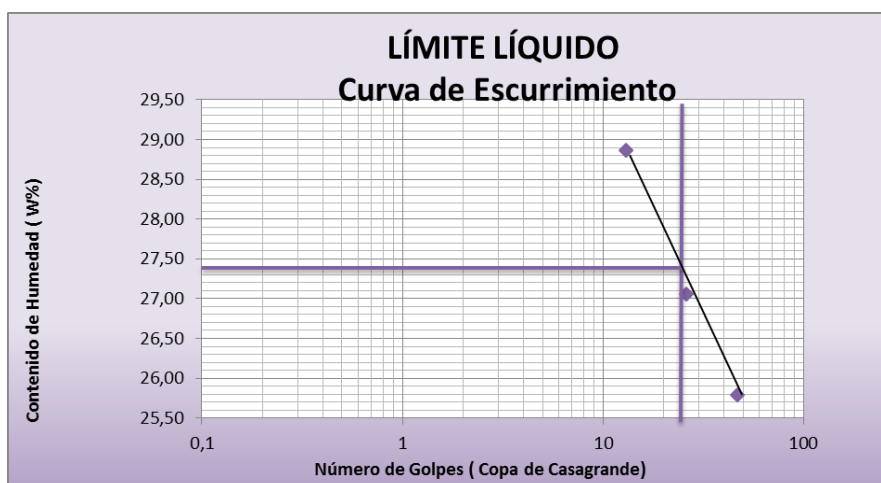
1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

Nº Golpes	47		27		15	
Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	39,9	39	27,3	30,8	35,7	35,7
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	33,5	33	23,7	26,4	30,1	30
Peso del recipiente (Wr)	10,9	11,7	11,2	11	11,6	11,8
Peso del agua (Ww)	6,4	6	3,6	4,4	5,6	5,7
Peso de los sólidos (Ws)	22,6	21,3	12,5	15,4	18,5	18,2
Contenido de humedad (W%)	28,32	28,17	28,80	28,57	30,27	31,32
Contenido de humedad prom (W%)	28,24		28,69		30,79	

**2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO**

Recipiente Nº	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7,1	6,9	7,7	6,6	7,2	7,1
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6,9	6,8	7,4	6,5	7	6,9
Peso del recipiente (Wr)	6,3	6,2	6,1	6,2	6,2	6
Peso del agua (Ww)	0,2	0,1	0,3	0,1	0,2	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	0,6	0,6	1,3	0,3	0,8	0,9
Contenido de humedad (W%)	33,33	16,67	23,08	33,33	25,00	22,22
Contenido de humedad prom. (W%)	25,00		28,21		23,61	
Límite Líquido (Curva de Escurrimiento) %=			29,30			
Límite Plástico %=			25,61			
Índice Plástico LL% -LP%=			3,69			

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO				
		Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica				
		Laboratorio de Mecánica de Suelos				
Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.						
ABSCISA: Km 4+000		REALIZADO:		Ing. Silvia Mariceia Tonato		
NORMA: AASHTO T-90-70		REVISADO:		Ing. MSc. Rodrigo Acosta		
1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO						
N° Golpes	47		26		13	
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	25,8	27,4	23,6	30,4	27,1	35
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	22,8	24	21	26,4	23,6	29,6
Peso del recipiente (Wr)	11	11	11,4	11,6	11,4	11
Peso del agua (Ww)	3	3,4	2,6	4	3,5	5,4
Peso de los sólidos (Ws)	11,8	13	9,6	14,8	12,2	18,6
Contenido de humedad (W%)	25,42	26,15	27,08	27,03	28,69	29,03
Contenido de humedad prom (W%)	25,79		27,06		28,86	



2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO						
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7,3	7,9	7,2	7,2	7,1	7,6
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	7,1	7,6	7	7	6,8	7,4
Peso del recipiente (Wr)	6,1	6,3	6,3	6,2	6	6,3
Peso del agua (Ww)	0,2	0,3	0,2	0,2	0,3	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	1	1,3	0,7	0,8	0,8	1,1
Contenido de humedad (W%)	20,00	23,08	28,57	25,00	37,50	18,18
Contenido de humedad prom. (W%)	21,54		26,79		27,84	
Límite Líquido (Curva de Esguerrimiento) % =			27,10			
Límite Plástico % =			25,39			
Índice Plástico LL% -LP% =			1,71			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 1+000

REALIZADO:

Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-90-70

REVISADO:

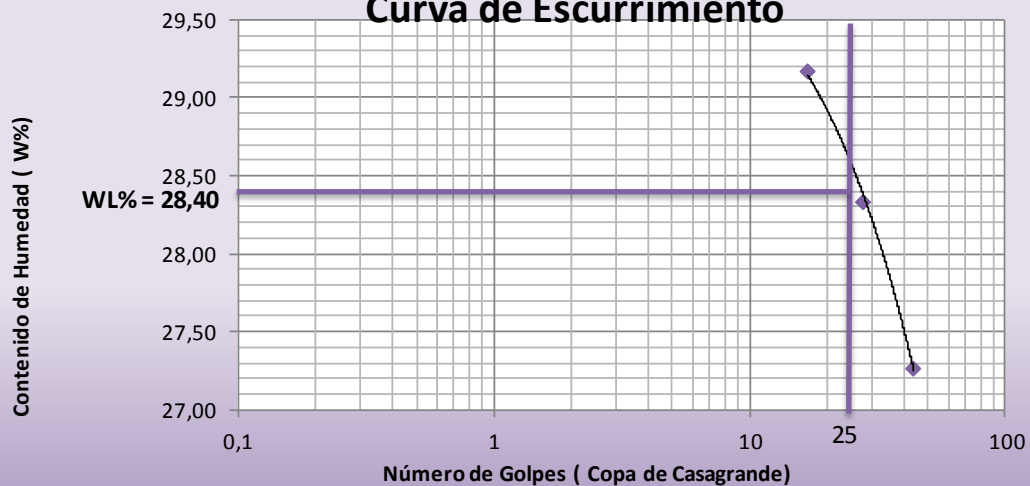
Ing. MSc. Rodrigo Acosta

1. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE LÍQUIDO

N° Golpes	44		28		17	
Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	26,1	31,6	24,9	27,7	25,5	25,9
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	23	27,2	21,8	24,2	22,5	22,6
Peso del recipiente (Wr)	11,6	11,1	11,3	11,3	12,2	11,3
Peso del agua (Ww)	3,1	4,4	3,1	3,5	3	3,3
Peso de los sólidos (Ws)	11,4	16,1	10,5	12,9	10,3	11,3
Contenido de humedad (W%)	27,19	27,33	29,52	27,13	29,13	29,20
Contenido de humedad prom (W%)	27,26		28,33		29,16	

LÍMITE LÍQUIDO

Curva de Esguerrimiento



2. DETERMINACIÓN DEL LÍMITE PLÁSTICO

Recipiente N°	1	2	1	2	1	2
Peso húmedo + recipiente (Wm+Wr)	7	7	7,1	7,1	6,9	7,4
Peso seco + recipiente (Ws+Wr)	6,8	6,8	6,9	7	6,7	7,2
Peso del recipiente (Wr)	6,1	6	6,2	6,2	6,1	6,1
Peso del agua (Ww)	0,2	0,2	0,2	0,1	0,2	0,2
Peso de los sólidos (Ws)	0,7	0,8	0,7	0,8	0,6	1,1
Contenido de humedad (W%)	28,57	25,00	28,57	12,50	33,33	18,18
Contenido de humedad prom. (W%)	26,79		20,54		25,76	
Límite Líquido (Curva de Esguerrimiento) % =			28,40			
Límite Plástico % =			24,36			
Índice Plástico LL% -LP% =			4,04			

COMPACTACIÓN



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 1+000

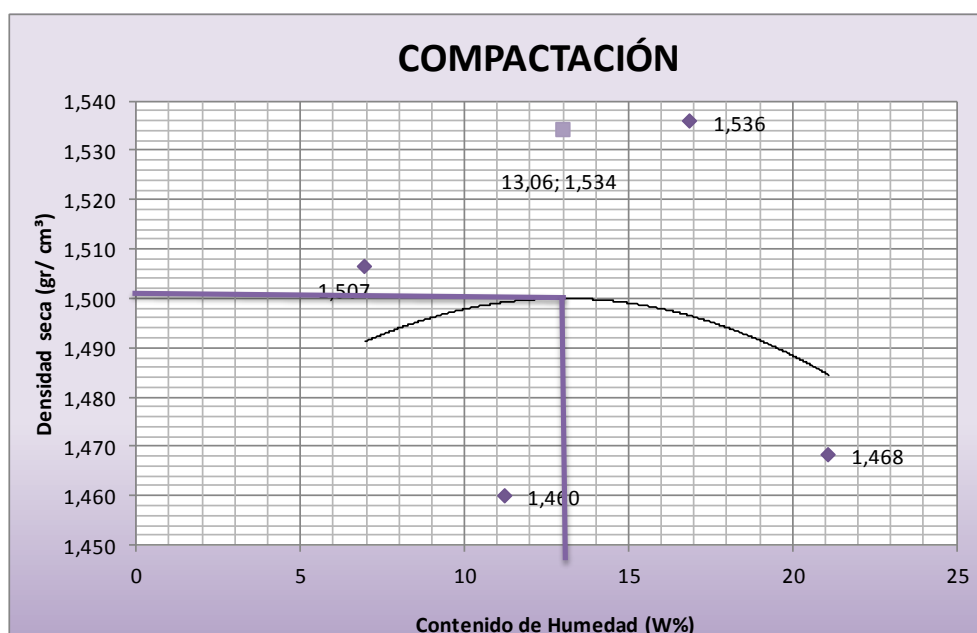
REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5	Peso martillo: 10 lbs.						
Altura de caída: 18"	Peso molde 6": 16385	Volumen molde cc: 2317,85						
Energía de compactación:	51310,88							
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO								
Muestra	1							
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%				
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600				
P molde + Suelo húmedo	20120	20150	20547	20507				
Peso suelo húmedo (gr)	3735	3765	4162	4122				
Densidad húmeda en gr/cm ³	1,611	1,624	1,796	1,778				
2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	137,8	129,6	137,3	124,9	137,6	128,1	135,6	128,4
Peso seco + recipiente	127,8	126,2	126,8	115,2	123,6	112,8	118,7	110,3
Peso del recipiente	30,9	31,4	30,8	31,2	31,5	30,6	31,1	31,3
Peso del agua	10	3,4	10,5	9,7	14	15,3	16,9	18,1
Peso de los sólidos	96,9	94,8	96	84	92,1	82,2	87,6	79
Contenido de humedad	10,32	3,59	10,94	11,55	15,20	18,61	19,29	22,91
Contenido de humedad prom	6,95		11,24		16,91		21,10	
Densidad seca en gr/cm ³	1,507		1,460		1,536		1,468	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 2+000

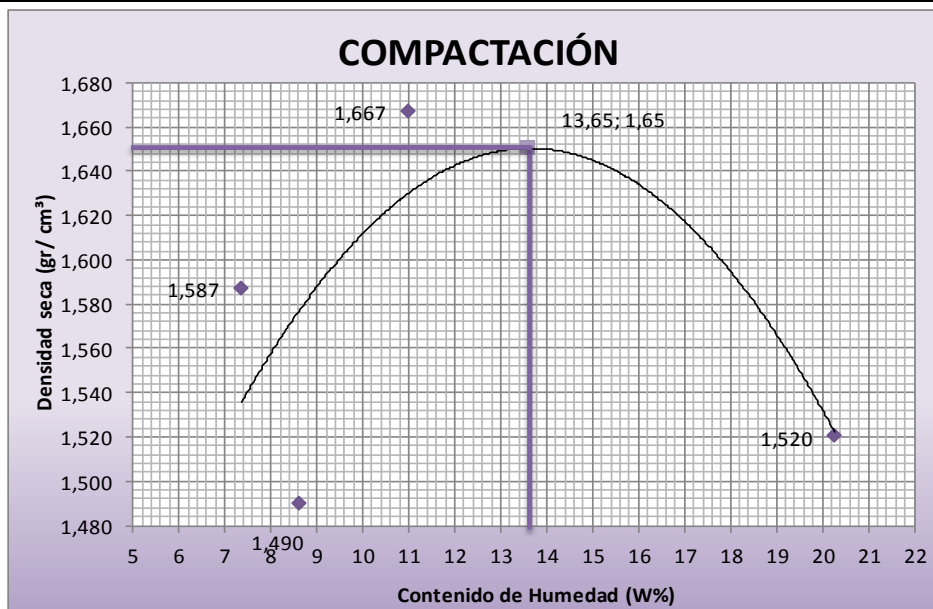
REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5		Peso martillo: 10 lbs.					
Altura de caída: 18"	Peso molde 6": 16385		Volumen molde cc: 2317,85					
Energía de compactación:	51310,88							
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO								
Muestra	1	2	3	4				
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%				
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600				
P molde + Suelo húmedo	20137	20335	20674	20623				
Peso suelo húmedo (gr)	3752	3950	4289	4238				
Densidad húmeda en gr/cm ³	1,619	1,704	1,850	1,828				
2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	131,5	134,7	135,9	131,4	135,5	133,8	141,4	143,2
Peso seco + recipiente	124,3	125,7	125,6	127,7	125,2	123,6	121,5	125,7
Peso del recipiente	31,1	30,9	31,1	31,3	31,3	31	31,2	31
Peso del agua	7,2	9	10,3	3,7	10,3	10,2	19,9	17,5
Peso de los sólidos	93,2	94,8	94,5	96,4	93,9	92,6	90,3	94,7
Contenido de humedad	7,73	9,49	10,90	3,84	10,97	11,02	22,04	18,48
Contenido de humedad prom	8,61		7,37		10,99		20,26	
Densidad seca en gr/cm ³	1,490		1,587		1,667		1,520	





Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 3+000

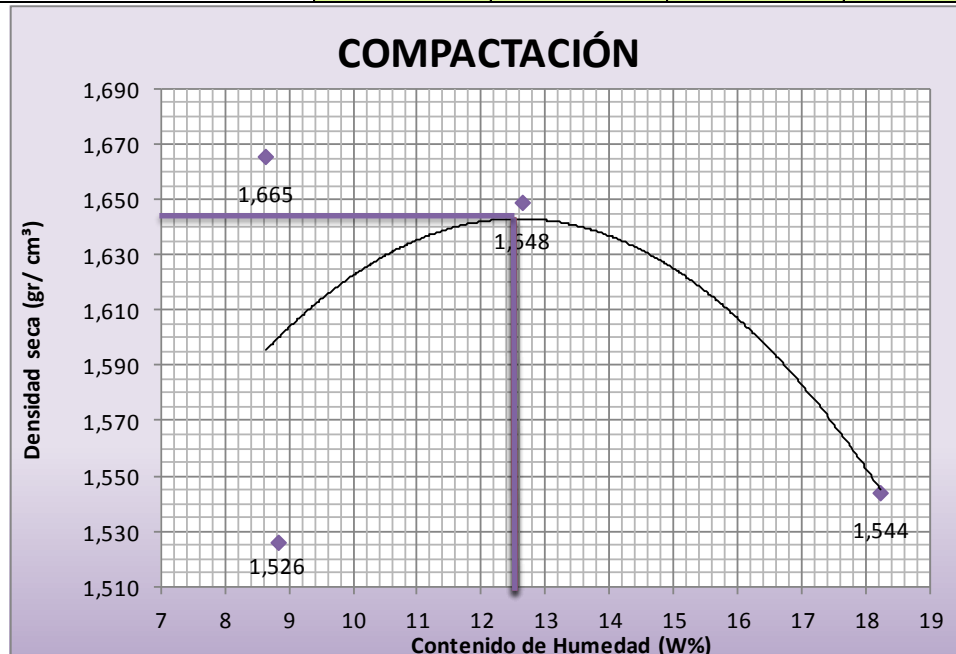
REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5		Peso martillo: 10 lbs.					
Altura de caída: 18"	Peso molde 6": 16385		Volumen molde cc: 2317,85					
Energía de compactación:	51310,88							
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO								
Muestra	2	3	4	5				
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%				
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600				
P molde + Suelo húmedo	20233	20579	20689	20616				
Peso suelo húmedo (gr)	3848	4194	4304	4231				
Densidad húmeda en gr/cm ³	1,660	1,809	1,857	1,825				
2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	144,8	149	136	154,1	153	135,8	157,6	149,3
Peso seco + recipiente	135,7	139,3	126,5	145,7	139,7	123,7	141,2	128,2
Peso del recipiente	31,1	30,9	31,1	31,3	31,5	30,6	30	31,1
Peso del agua	9,1	9,7	9,5	8,4	13,3	12,1	16,4	21,1
Peso de los sólidos	104,6	108,4	95,4	114,4	108,2	93,1	111,2	97,1
Contenido de humedad	8,70	8,95	9,96	7,34	12,29	13,00	14,75	21,73
Contenido de humedad prom	8,82		8,65		12,64		18,24	
Densidad seca en gr/cm ³	1,526		1,665		1,648		1,544	





Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 4+000

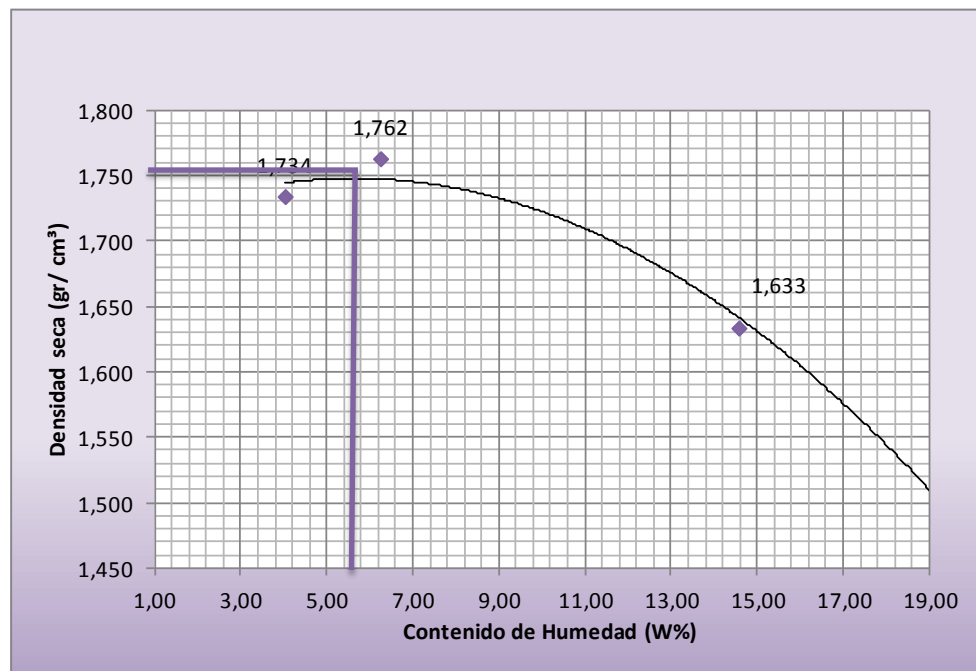
REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
Número de golpes: 56	Número de capas: 5			Peso martillo: 10 lbs.				
Altura de caída: 18 "	Peso molde 6": 16385			Volumen molde cc: 2317,85				
Energía de compactación:	51310,88							
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO								
Muestra	1	2	3	4				
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	2%	4%	6%	8%				
Humedad inicial añadida en (cc)	120	240	360	480				
P molde + Suelo húmedo	20493	20566	20726	20722				
Peso suelo húmedo (gr)	4108	4181	4341	4337				
Densidad húmeda en gr/cm ³	1,772	1,804	1,873	1,871				
2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	141,9	151,1	124,5	130	121,8	130,5	150	159,1
Peso seco + recipiente	126,5	128	121,8	125,2	122,1	119,2	138,1	139,5
Peso del recipiente	31	31,1	31,1	30,9	31,1	31,3	31,4	30,6
Peso del agua	15,4	23,1	2,7	4,8	-0,3	11,3	11,9	19,6
Peso de los sólidos	95,5	96,9	90,7	94,3	91	87,9	106,7	108,9
Contenido de humedad	16,13	23,84	2,98	5,09	-0,33	12,86	11,15	18,00
Contenido de humedad prom	19,98		4,03		6,26		14,58	
Densidad seca en gr/cm ³	1,477		1,734		1,762		1,633	





UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
 Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica
 Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
 Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 5+000

REALIZADO:

Egda. Silvia Maricela Tonato T.

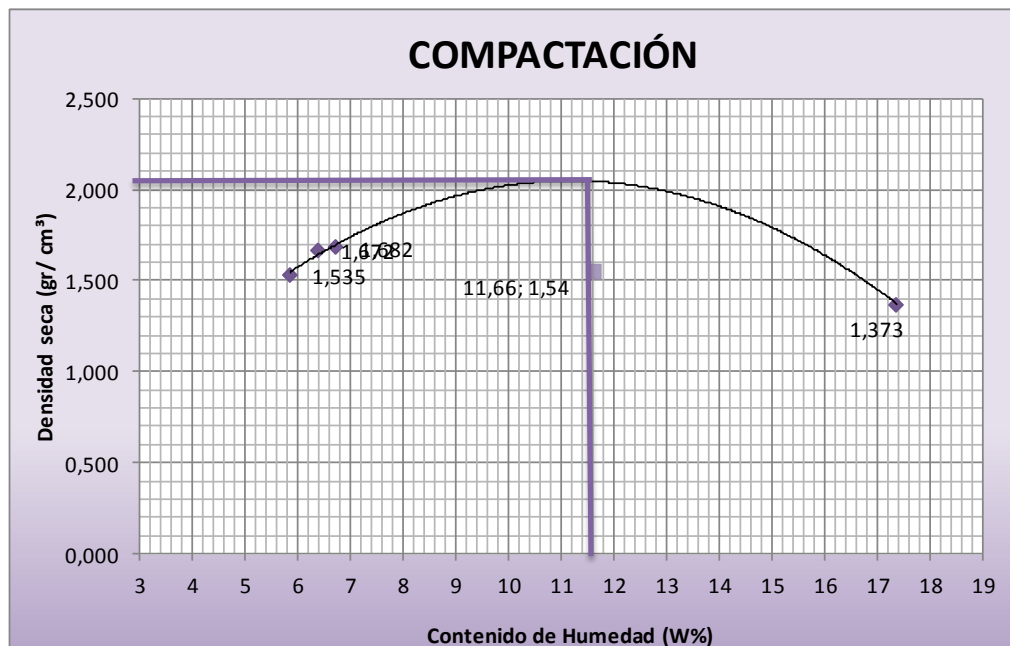
NORMA: AASHTO T-180

REVISADO:



Ing. MSc. Rodrigo Acosta

Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO								
Número de golpes: 56	Número de capas:	5	Peso martillo:	10 lbs.				
Altura de caída: 18"	Peso molde 6":	16385	Volumen molde cc:	2317,85				
Energía de compactación:	51310,88							
1. PROCESO DE COMPACTACIÓN DE LABORATORIO								
Muestra	1							
Peso inicial de muestra deseada	6000	6000	6000	6000				
Humedad inicial añadida en %	4%	6%	8%	10%				
Humedad inicial añadida en (cc)	240	360	480	600				
P molde + Suelo húmedo	20120	20150	20547	20507				
Peso suelo húmedo (gr)	3735	3765	4162	4122				
Densidad húmeda en gr/cm ³	1,611	1,624	1,796	1,778				
2. DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HUMEDAD								
Recipiente N°								
Peso húmedo + recipiente	137,8	129,6	137,3	124,9	137,6	128,1	135,6	128,4
Peso seco + recipiente	118,7	118,3	126,8	124,2	123,6	129,8	123,1	129,2
Peso del recipiente	30,9	31,4	30,8	31,2	31,5	30,6	31,1	31,3
Peso del agua	19,1	11,3	10,5	0,7	14	-1,7	12,5	-0,8
Peso de los sólidos	87,8	86,9	96	93	92,1	99,2	92	97,9
Contenido de humedad	21,75	13,00	10,94	0,75	15,20	-1,71	13,59	-0,82
Contenido de humedad prom	17,38		5,85		6,74		6,38	
Densidad seca en gr/cm ³	1,373		1,535		1,682		1,672	



PROCTOR

		UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica Laboratorio de Mecánica de Suelos							
		Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.							
ABSCISA: Km 1+000 NORMA: AASHTO T-180		REALIZADO: Egda. Silvia Maricela Tonato T. REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta							
ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO									
TIPO:	PROCTOR MODIFICADO			PESO DEL MARTILLO:		10 lb			
N. DE GOLPES :	5 CAPAS DE 56 golpes			ALTURA DE CAÍDA:		18"			
ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.									
MOLDE	1		2		3				
N° de Capas	5		5		5				
N° de Golpes	56		27		11				
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo			
P. Hum. + Molde	13412	13550	13920	13769	13726	13930			
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648			
P. Humedo	4240	4378	4309	4158	4078	4282			
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33			
Densidad Humedad	1,829	1,889	1,839	1,775	1,742	1,830			
Densidad Seca	1,536	1,543	1,532	1,416	1,459	1,421			
Den. Seca Prom.	1,539		1,474		1,440				
CONTENIDO DE HUMEDAD									
Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	114,7	112,4	139,2	122,6	123,6	120,6	114,9	113,8	125,4
P. Seco + Recipiente	101,3	99,3	119,4	107,30	108,2	102,4	101,3	100,3	104,3
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	30,9
Peso Agua	13,4	13,1	19,8	15,3	15,4	18,2	13,6	13,5	21,1
Peso de Sólidos	70,4	68,2	88,4	76,2	76,9	71,8	70	69,6	73,4
Contenido Humedad %	19,03	19,21	22,40	20,08	20,03	25,35	19,43	19,40	28,75
Con. Hum. Prom. %	19,12		22,40	20,05		25,35	19,41		28,75
Agua Absorbida %	3,28		5,30			9,33			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



**Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.**

ABSCISA: Km 2+000

REALIZADO:

Ing. Silvia Mariceira Tonato

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO:

Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
N. DE GOLPES :	5 CAPAS DE 56 golpes	ALTURA DE CAÍDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.

Cond. Muestra	MOLDE 1		MOLDE 2		MOLDE 3	
	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
P. Hum. + Molde	13581	13787	13903	14187	13672	14030
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4409	4615	4292	4576	4024	4382
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,902	1,991	1,832	1,953	1,719	1,872
Densidad Seca	1,657	1,683	1,607	1,612	1,509	1,533
Den. Seca Prom.	1,670		1,610		1,521	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Nº	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	127,5	122,2	121,5	118,6	117,5	130,2	132,2	128,7	141,5
P. Seco + Recipiente	115	110,5	107,5	107,80	107	112,8	119,8	116,8	121,5
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	31
Peso Agua	12,5	11,7	14	10,8	10,5	17,4	12,4	11,9	20
Peso de Sólidos	84,1	79,4	76,5	76,7	75,7	82,2	88,5	86,1	90,5
Contenido Humedad %	14,86	14,74	18,30	14,08	13,87	21,17	14,01	13,82	22,10
Con. Hum. Prom. %	14,80		18,30	13,98		21,17	13,92		22,10
Agua Absorbida %	3,50		7,19			8,18			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 3+000		REALIZADO:	Egda. Silvia Maricela Tonato T.
NORMA: AASHTO T-180		REVISADO:	Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
N. DE GOLPES :	5 CAPAS DE 56 golpes	ALTURA DE CAÍDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo
P. Hum. + Molde	13412	13550	13920	13769	13726	13930
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4240	4378	4309	4158	4078	4282
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,829	1,889	1,839	1,775	1,742	1,830
Densidad Seca	1,536	1,543	1,532	1,416	1,459	1,421
Den. Seca Prom.	1,539		1,474		1,440	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Nº	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	114,7	112,4	139,2	122,6	123,6	120,6	114,9	113,8	125,4
P. Seco + Recipiente	101,3	99,3	119,4	107,30	108,2	102,4	101,3	100,3	104,3
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	30,9
Peso Agua	13,4	13,1	19,8	15,3	15,4	18,2	13,6	13,5	21,1
Peso de Sólidos	70,4	68,2	88,4	76,2	76,9	71,8	70	69,6	73,4
Contenido Humedad %	19,03	19,21	22,40	20,08	20,03	25,35	19,43	19,40	28,75
Con. Hum. Prom. %	19,12		22,40	20,05		25,35	19,41		28,75
Agua Absorbida %	3,28			5,30			9,33		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 4+000		REALIZADO:	Ing. Silvia Maricela Tonato
NORMA: AASHTO T-180		REVISADO:	Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
N. DE GOLPES :	5 CAPAS DE 56 golpes	ALTURA DE CAÍDA:	18"

ENSAYO DE COMPACTACIÓN C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
N° de Capas	5		5		5	
N° de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo
P. Hum. + Molde	13568	13673	13775	13964	13758	13950
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4396	4501	4164	4353	4110	4302
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,897	1,942	1,777	1,858	1,756	1,838
Densidad Seca	1,547	1,533	1,453	1,447	1,420	1,420
Den. Seca Prom.	1,540		1,450		1,420	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente N°	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	128,9	126,6	138,4	125,2	120,6	126,8	130,3	121,5	140,7
P. Seco + Recipiente	110,9	108,9	115,8	108,10	104,2	105,5	111,3	104,2	115,7
Peso Recipiente	30,9	31,1	31	31,1	31,3	30,6	31,3	30,7	30,9
Peso Agua	18	17,7	22,6	17,1	16,4	21,3	19	17,3	25
Peso de Sólidos	80	77,8	84,8	77	72,9	74,9	80	73,5	84,8
Contenido Humedad %	22,50	22,75	26,65	22,21	22,50	28,44	23,75	23,54	29,48
Con. Hum. Prom. %	22,63		26,65	22,35		28,44	23,64		29,48
Agua Absorbida %	4,03			6,09			5,84		



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO

Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica

Laboratorio de Mecánica de Suelos



Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo
Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 5+000

REALIZADO:

Egda. Silvia Maricela Tonato T.

NORMA: AASHTO T-180

REVISADO:

Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ESPECIFICACIONES DEL ENSAYO

TIPO:	PROCTOR MODIFICADO	PESO DEL MARTILLO:	10 lb
N. DE GOLPES :	5 CAPAS DE 56 golpes	ALTURA DE CAÍDA:	18"



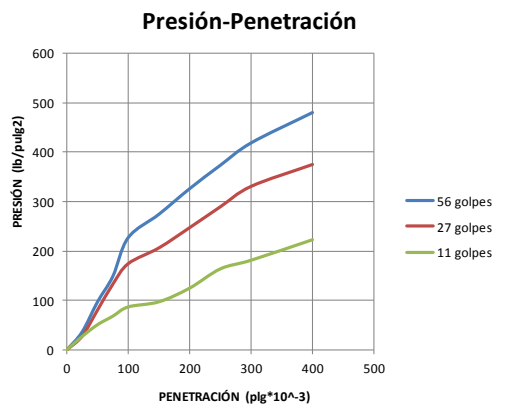
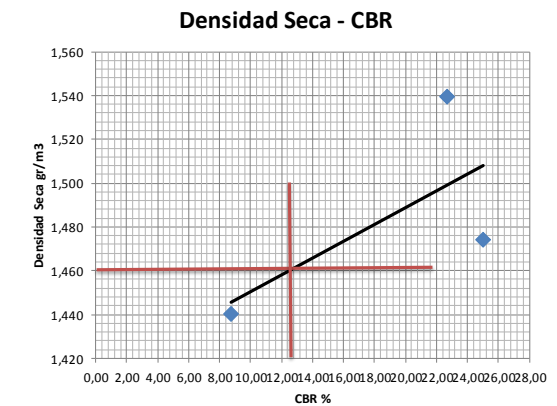
ENSAYO DE COMPACTACION C.B.R.

MOLDE	1		2		3	
Nº de Capas	5		5		5	
Nº de Golpes	56		27		11	
Cond. Muestra	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo	Antes del Remojo	después del Remojo
P. Hum. + Molde	13526	13718	13792	14073	13720	14030
Peso Molde	9172	9172	9611	9611	9648	9648
P. Humedo	4354	4546	4181	4462	4072	4382
Volumen Muestra	2317,85	2317,85	2342,90	2342,90	2340,33	2340,33
Densidad Humedad	1,878	1,961	1,785	1,904	1,740	1,872
Densidad Seca	1,625	1,656	1,544	1,557	1,496	1,504
Den. Seca Prom.	1,640		1,550		1,500	

CONTENIDO DE HUMEDAD

Recipiente Nº	1	2	1A	3	4	2A	5	6	3A
P. Hum. + Recipiente	123	130	138,8	127,5	129	143,9	125,8	121,8	143,6
P. Seco + Recipiente	111	116,2	122	114,50	115,8	123,2	112,6	109	121,4
Peso Recipiente	31	31,1	31	31,3	31,1	30,6	31,3	30,8	30,9
Peso Agua	12	13,8	16,8	13	13,2	20,7	13,2	12,8	22,2
Peso de Sólidos	80	85,1	91	83,2	84,7	92,6	81,3	78,2	90,5
Contenido Humedad %	15,00	16,22	18,46	15,63	15,58	22,35	16,24	16,37	24,53
Con. Hum. Prom. %	15,61		18,46	15,60		22,35	16,30		24,53
Agua Absorbida %	2,85			6,75			8,23		

ENSAYO C.B.R.

 UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS ENSAYO C.B.R. 																											
PROYECTO: Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.																											
ABSCISA: Km 1+000				REALIZADO: Egda. Sílvia Maricela Tonato T.				REVISADO: Ing. MSc. Rodrigo Acosta																			
ENSAYO DE ESPONJAMIENTO																											
Molde Número			56						27						11												
Fecha			Tiempo			Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento								
Dia y Mes	Hora	Dias	Muestra plg.			plg *10 ⁻³	%	plg *10 ⁻³	%	plg *10 ⁻³	%	plg *10 ⁻³	%	plg *10 ⁻³	%	plg *10 ⁻³	%	plg *10 ⁻³	%								
23-mar-15	14:10	0	5			4,33	0	0,00	5,14	0	0	3,13	0	0,00	5,14	0	0,00	5,14	0	0,00							
24-mar-15	14:05	1	5			4,35	0,02	0,4	5,18	0,04	0,74	3,18	0,05	0,96	5,18	0,05	0,96	5,18	0,05	0,96							
25-mar-15	14:10	2	5			4,71	0,38	7,6	5,60	0,46	9,14	3,70	0,57	11,36	5,60	0,57	11,36	5,60	0,57	11,36							
ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																											
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)						AREA DEL PISTÓN= 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883		VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)																	
Molde Número			56						27						11												
TIEMPO			PENET.			Q Carga		Presiones		CBR	Q Carga			Presiones		CBR	Q Carga			Presiones		CBR					
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³	lb	lb/pulg ²	%	Leida	Corregida	lb		lb/pulg ²	%	Leida	Corregida	lb		lb/pulg ²	%	Leida	Corregida							
0	0	0	0	0,00	0	0,00				0	0,00				0	0											
0	30	0,64	25	109,35	36,45				83,41	27,80				82,12	27,37												
1	0	1,27	50	291,35	97,12				240,94	80,31				153,53	51,18												
1	30	1,91	75	446,53	148,84				398,12	132,71				205,59	68,53												
2	0	2,54	100	681,24	227,08	22,71			522,12	174,04	17,40			261,88	87,29	87,29	8,73										
3	0	3,81	150	823,12	274,37				617,47	205,82				292,88	97,63												
4	0	5,08	200	978,29	326,10	21,74			739,94	246,65	16,44			376,12	125,37	125,37	8,36										
5	0	6,35	250	1120,35	373,45				866,41	288,80				493,35	164,45												
6	0	7,62	300	1255,94	418,65				989,76	329,92				545,76	181,92												
8	0	10,16	400	1440,24	480,08				1122,35	374,12				670,65	223,55												
10	0	12,70	500						1265,06	421,69				713,65	237,88												
CBR Corregido						22,71						17,40						8,73									
																											
DENSIDADES						RESISTENCIAS						DENSIDAD MAX						1,534 gr/cm ³									
1,539 gr/cm ³						22,71 %						95% DE DM						1,457 gr/cm ³									
1,474 gr/cm ³						25,00 %						CBR PUNTUAL						13,20 %									
1,440 gr/cm ³						8,73 %																					



PROYECTO: Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 2+000 **REALIZADO:** Egda. Silvia Maricela Tonato T. **REVISADO:** Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

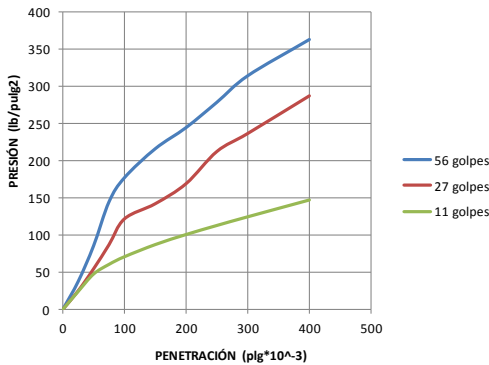
Molde Número			56						27						11					
Fecha		Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento			
Día y Mes	Hora	Días			Muestra plg.	plg *10 ⁻¹ -2	%			Muestra plg.	plg *10 ⁻¹ -2	%		Muestra plg.	plg *10 ⁻¹ -2	%				
16-mar-15	10:00	0		5,1	5	0	0,00	4,30	5	0	0	0	3,11	5	0	0,00				
17-mar-15	10:05	1	5,13	0,03		0,6	4,35	0,05		1	3,13	0,02	0,4							
18-mar-15	10:00	2	5,17	0,07		1,4	4,55	0,25		5	3,45	0,34	6,8							

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

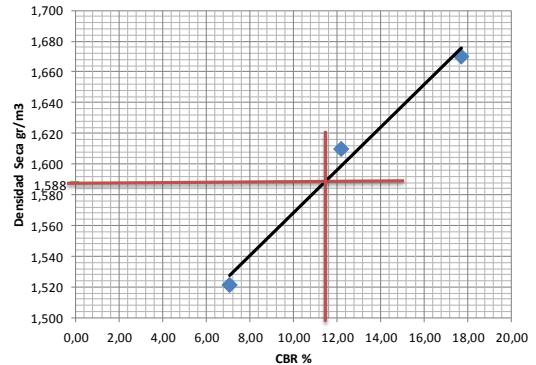
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS) **AREA DEL PISTÓN = 3 plg²** **NORMA: ASTM D-1883** **VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)**

Molde Número			56						27						11					
TIEMPO		PENET.		Q Carga		Presiones		CBR	Q Carga		Presiones		CBR	Q Carga		Presiones		CBR		
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³	lb	lb/pulg ²	Leida	Corregida		lb	lb/pulg ²	Leida	Corregida		lb	lb/pulg ²	Leida	Corregida			
0	30	0,64	25	113,00	37,67			75,26	25,09			72,70	24,23							
1	0	1,27	50	257,00	85,67			164,21	54,74			143,00	47,67							
1	30	1,91	75	434,20	144,73			261,58	87,19			182,00	60,67							
2	0	2,54	100	531,30	177,10	177,10	17,71	365,79	121,93	121,93	12,19	212,80	70,93	70,93	7,09					
3	0	3,81	150	648,20	216,07			426,84	142,28			261,90	87,30							
4	0	5,08	200	733,60	244,53	244,53	16,30	507,89	169,30	169,30	11,29	302,50	100,83	100,83	6,72					
5	0	6,35	250	835,70	278,57			637,89	212,63			339,10	113,03							
6	0	7,62	300	942,50	314,17			710,53	236,84			374,10	124,70							
8	0	10,16	400	1088,80	362,93			862,53	287,51			442,00	147,33							
10	0	12,70	500	1137,20	379,07							511,40	170,47							
CBR Corregido												12,19						7,09		

Presión-Penetración



Densidad Seca - CBR



DENSIDADES
1,670 gr/cm³
1,610 gr/cm³
1,521 gr/cm³

RESISTENCIAS
17,71 %
12,19 %
7,09 %

DENSIDAD MAX 1,672 gr/cm³
95% DE DM 1,588 gr/cm³
CBR PUNTUAL 11,50 %



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.

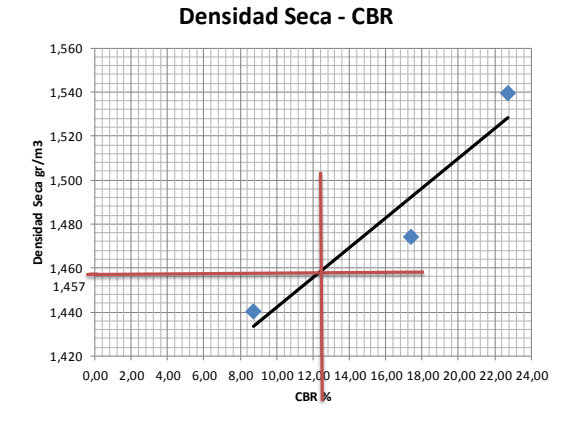
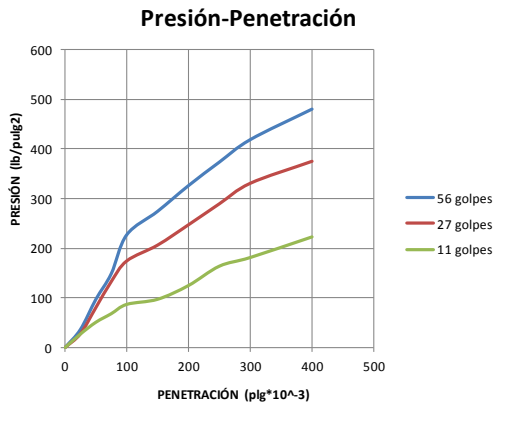


PROYECTO: Quiljalalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 3+000 **REALIZADO:** Egda. Silvia Maricela Tonato T. **REVISADO:** Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO																	
Fecha			Tiempo			56			27			11					
Día y Mes	Hora	Días	Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento	
				Muestra plg.	plg *10^-3	%	Muestra plg.		plg *10^-3	%	Muestra plg.	plg *10^-3		%			
23-mar-15	14:10	0	4,33	5	0	0,00	5,14	5	0	0	0	3,13	5	0	0,00	0	0,00
24-mar-15	14:05	1	4,35	5	0,02	0,4	5,18	5	0,04	0,74	3,18	5	0,05	0,96	0,57	11,36	
25-mar-15	14:10	2	4,71	5	0,38	7,6	5,60	5	0,46	9,14	3,70	5	0,57	11,36			

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN													
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)						AREA DEL PISTÓN = 3 plg ²		NORMA: ASTM D-1883		VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)			
TIEMPO			PENET.		Q Carga		CBR	Q Carga		CBR	Q Carga		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10^-3	lb	lb/pulg ²	lb		lb/pulg ²	lb		lb/pulg ²	lb		lb/pulg^{2}
0	30	0,64	25	109,35	36,45			83,41	27,80			82,12	27,37
1	0	1,27	50	291,35	97,12			240,94	80,31			153,53	51,18
1	30	1,91	75	446,53	148,84			398,12	132,71			205,59	68,53
2	0	2,54	100	681,24	227,08	22,71		522,12	174,04	17,40		261,88	87,29
3	0	3,81	150	823,12	274,37			617,47	205,82			292,88	97,63
4	0	5,08	200	978,29	326,10	21,74		739,94	246,65	16,44		376,12	125,37
5	0	6,35	250	1120,35	373,45			866,41	288,80			493,35	164,45
6	0	7,62	300	1255,94	418,65			989,76	329,92			545,76	181,92
8	0	10,16	400	1440,24	480,08			1122,35	374,12			670,65	223,55
10	0	12,70	500					1265,06	421,69			713,65	237,88
CBR Corregido							22,71			17,40			8,73



DENSIDADES	RESISTENCIAS	DENSIDAD MAX	1,534	gr/cm ³
1,539	22,71	95% DE DM	1,457	gr/cm ³
1,474	17,40	CBR PUNTUAL	12,40	%
1,440	8,73			



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.



PROYECTO: Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

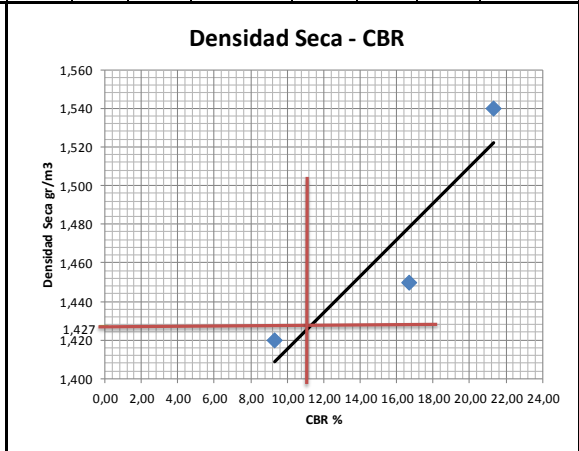
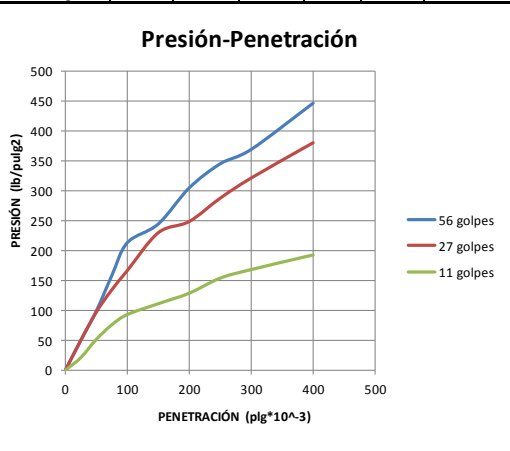
ABSCISA: Km 4+000 **REALIZADO:** Egda. Silvia Maricela Tonato T. **REVISADO:** Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO

Fecha	Tiempo		Lect. Dial (plg)	56			27			11				
				h	Esponjamiento		h	Esponjamiento		h	Esponjamiento			
					Muestra plg.	plg *10 ⁴		%	Muestra plg.		plg *10 ⁴	%	Muestra plg.	plg *10 ⁴
18-mar-15	15:00	0	4,43		0	0,00	5,12		0	0	3,21		0	0,00
19-mar-15	15:10	1	4,46		0,03	0,6	5,16		0,04	0,8	3,29		0,08	1,6
20-mar-15	15:00	2	4,61		0,18	3,6	5,55		0,43	8,6	3,64		0,43	8,6

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN

Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)				AREA DEL PISTÓN = 3 plg2			NORMA: ASTM D-1883			VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)					
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³		Leída	Corregida			Leída	Corregida			Leída	Corregida	
0	30	0,64	25	150,82	50,27			150,38	50,13			63,56	21,19		
1	0	1,27	50	296,82	98,94			292,22	97,41			154,98	51,66		
1	30	1,91	75	474,35	158,12			404,02	134,67			227,69	75,90		
2	0	2,54	100	639,15	213,05	213,05	21,31	500,35	166,78	166,78	16,68	279,19	93,06	93,06	9,31
3	0	3,81	150	733,11	244,37			690,46	230,15			333,45	111,15		
4	0	5,08	200	913,82	304,61	304,61	20,31	747,05	249,02	249,02	16,60	386,22	128,74	128,74	8,58
5	0	6,35	250	1034,67	344,89			864,17	288,06			461,66	153,89		
6	0	7,62	300	1106,81	368,94			965,24	321,75			504,58	168,19		
8	0	10,16	400	1338,44	446,15			1142,53	380,84			578,02	192,67		
10	0	12,70	500	1404,06	468,02			1366,49	455,50			651,51	217,17		
CBR Corregido											16,68				9,31



DENSIDADES		RESISTENCIAS		DENSIDAD MAX		95% DE DM		CBR PUNTUAL	
1,540	gr/cm3	21,31	%	1,502	gr/cm3	1,427	gr/cm3	11,20	%
1,450	gr/cm3	16,68	%						
1,420	gr/cm3	9,31	%						



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA
LABORATORIO DE MECÁNICA DE SUELOS
ENSAYO C.B.R.

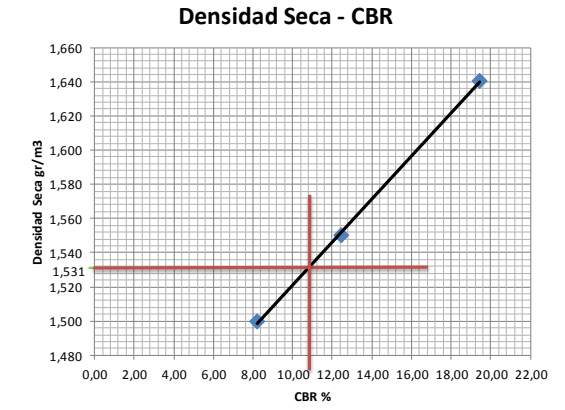
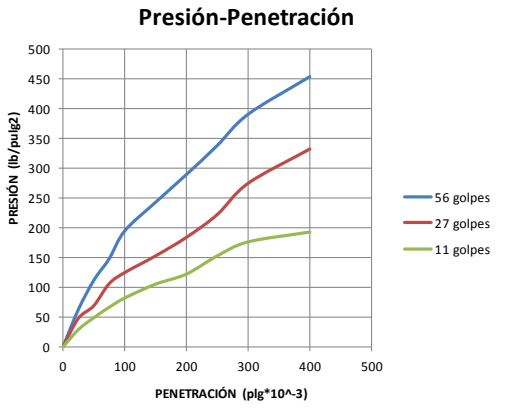


PROYECTO: Quilajala, Salache Angamarca, Angamarca Calle, perteneciente a la Parroquia San Miguel del Cantón Salcedo Provincia de Cotopaxi.

ABSCISA: Km 5+000 **REALIZADO:** Egda. Silvia Maricela Tonato T. **REVISADO:** Ing. MSc. Rodrigo Acosta

ENSAYO DE ESPONJAMIENTO																					
Molde Número			56						27			11									
Fecha		Tiempo		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento		Lect. Dial (plg)	h		Esponjamiento				
Día y Mes	Hora	Días		Muestra plg.	plg *10 ⁻³	%			Muestra plg.	plg *10 ⁻³	%			Muestra plg.	plg *10 ⁻³	%					
16-mar-15	10:00	0	5,1	5	0	0,00	4,30	5	0	0	0	3,11	5	0	0,00						
17-mar-15	10:05	1	5,13		0,03	0,6	4,35		0,05	1	3,13	0,02		0,4							
18-mar-15	10:00	2	5,17		0,07	1,4	4,55		0,25	5	3,45	0,34		6,8							

ENSAYO DE CARGA - PENETRACIÓN																
Máquina de Compresión Simple (CONTROLS)						AREA DEL PISTÓN = 3 plg ²	NORMA: ASTM D-1883	VELOCIDAD DE CARGA = 1,27 mm/min (0,05 pulg/min)								
Molde Número			56				27			11						
TIEMPO		PENET.		Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	Q Carga	Presiones		CBR	
Min.	Seg.	mm	plg *10 ⁻³	lb	Leida	Corregida	%	lb	Leida	Corregida	%	lb	Leida	Corregida	%	
		0	0	0,00	0			0	0,00			0	0			
0	30	0,64	25	188,04	62,68			143,55	47,85			87,40	29,13			
1	0	1,27	50	335,28	111,76			207,13	69,04			147,50	49,17			
1	30	1,91	75	444,48	148,16			318,34	106,11			200,10	66,70			
2	0	2,54	100	583,97	194,66	194,66	19,47	373,67	124,56	124,56	12,46	246,80	82,27	82,27	8,23	
3	0	3,81	150	728,33	242,78			457,82	152,61			316,80	105,60			
4	0	5,08	200	868,06	289,35	289,35	19,29	551,21	183,74	183,74	12,25	367,60	122,53	122,53	8,17	
5	0	6,35	250	1014,37	338,12			665,94	221,98			459,70	153,23			
6	0	7,62	300	1171,75	390,58			823,13	274,38			530,20	176,73			
8	0	10,16	400	1361,35	453,78			995,83	331,94			580,20	193,40			
10	0	12,70	500	1484,64	494,88			1084,82	361,61			611,40	203,80			
CBR Corregido							19,47					12,46	8,23			



DENSIDADES		RESISTENCIAS		DENSIDAD MAX		95% DE DM		CBR PUNTUAL	
1,640	gr/cm ³	19,47	%	1,612	gr/cm ³	1,531	gr/cm ³	10,60	%
1,550	gr/cm ³	12,46	%						
1,500	gr/cm ³	8,23	%						

ANEXO C

FOTOGRAFÍCOS

Reconocimiento vía que une Quilajalo, Salache Angamarca, Angamarca Calle,



Toma de Muestras de Suelo

Calicatas o catas



Muestras



Secado de muestras de suelo en el laboratorio.



Ensayo granulométrico



Determinación de la máxima densidad y contenido óptimo de humedad.



Ensayo de esponjamiento



Ensayo de compactación C.B.R.



Conteo Vehicular



LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



ANEXO D

PLANOS



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

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

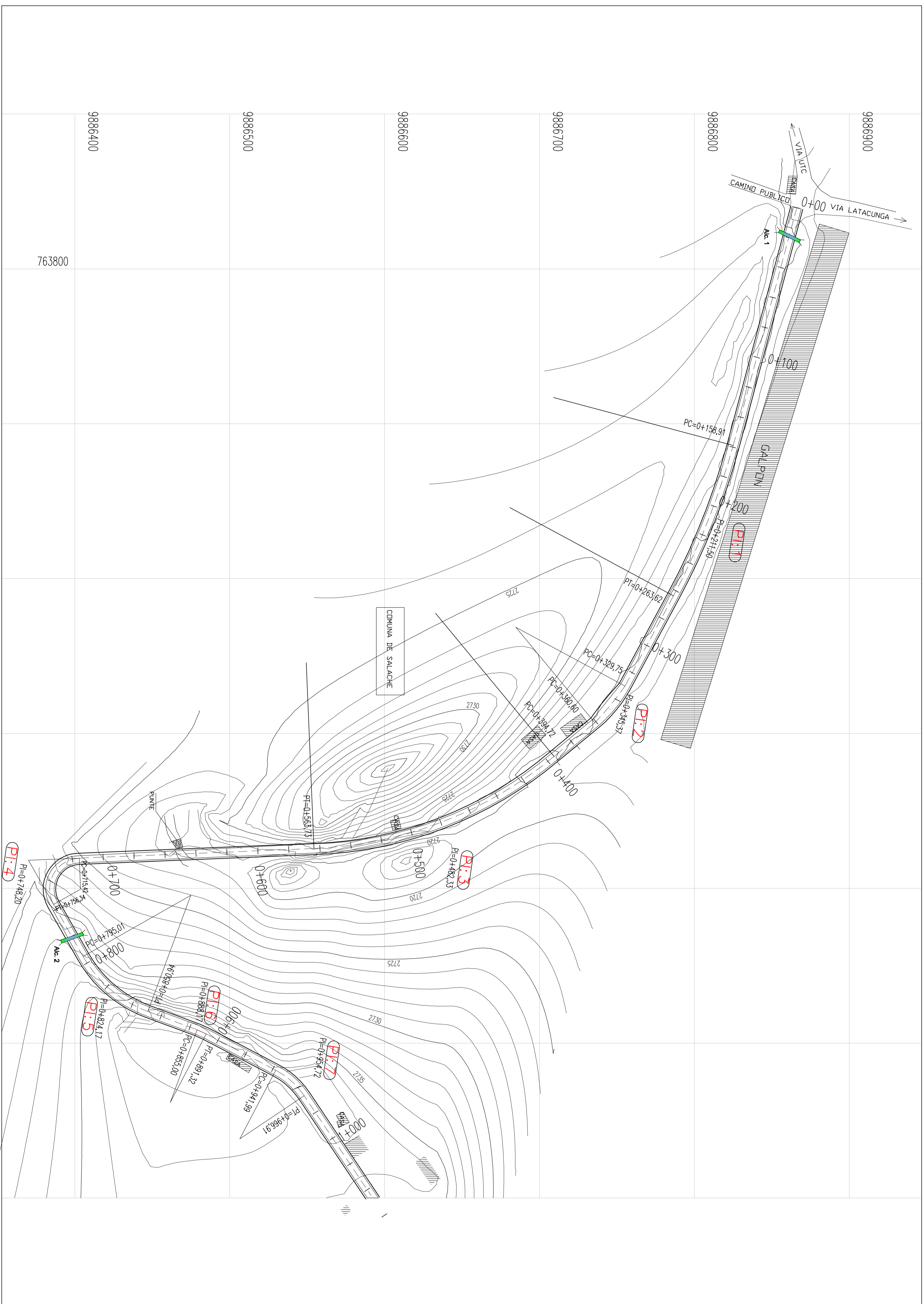
NORMAS	CLASE I 3 000 – 9 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE II 1 000 – 3 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE III 300 – 1 000 TPDA ⁽¹⁾						CLASE IV 100 – 300 TPDA ⁽¹⁾						CLASE V MENOS DE 100 TPDA ⁽¹⁾											
	RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA			RECOMENDABLE			ABSOLUTA								
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	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 ⁽²⁾	60	50	40	50	35	25 ⁽²⁾	40	30	20	30	25	15
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 ⁽³⁾	42	30	20			
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	40	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	150	110	70			
Peralte	MAXIMO = 10%																		10% (Para V > 50 K.P.H.)						8% (Para V < 50 K.P.H.)											
Coefficiente "K" para: ⁽⁴⁾																																				
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	4	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	6	5	3			
Gradiente longitudinal ⁽⁵⁾ 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	6	8	14			
Gradiente longitudinal ⁽⁶⁾ mínima (%)	0,5%																																			
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,3			6,50			6,70			6,00			6,00						4,00 ⁽⁷⁾											
Clase de pavimento	Carpeta Asfáltica y Hormigón						Carpeta Asfáltica						Carpeta Asfáltica o D.T.S.B.						D.T.S.B. Capa Granular o Empedrado						Capa Granular o Empedrado											
Ancho de espaldones ⁽⁸⁾ estables (m)	2,5	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,5	2,5	1,5	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 (%)	1,5 - 2,0						2,0						2,0						2,5 (C.V. Tipo 6 y 7)						4,0											
Gradiente transversal para espaldones (%)	4,0						4,0						4,0						4,0 (C.V. Tipo 5 y 5E)						--											
Curva de transición	ÚSENSE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																																			
Puentes	Carga de diseño HS - 20 - 44																																			
	Ancho de la calzada (m) ⁽⁹⁾			8,50			8,50			8,50			8,50			8,50			7,30			6,00						4,00								
	Ancho de Aceras (m) ⁽¹⁰⁾ 0,50 m mínimo a cada lado																																			
Mínimo derecho de vía (m)	80 - 100			60 - 75			75			60			60			50			20 - 25						15											

LL = TERRENO PLANO O = TERRENO ONDULADO M = TERRENO MONTAÑOSO

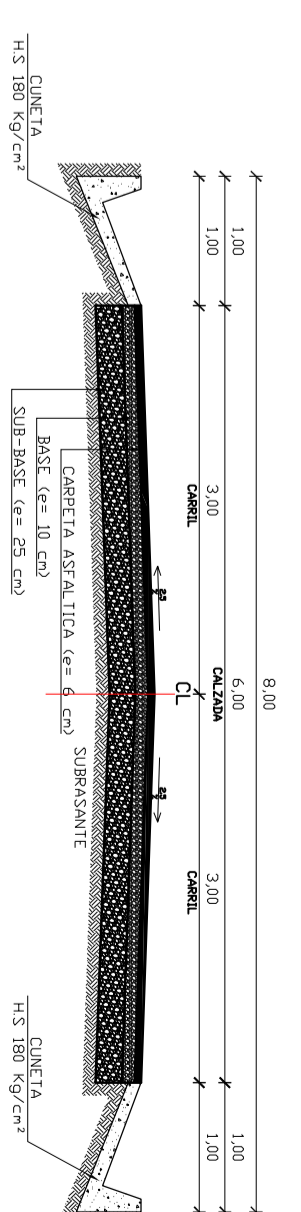
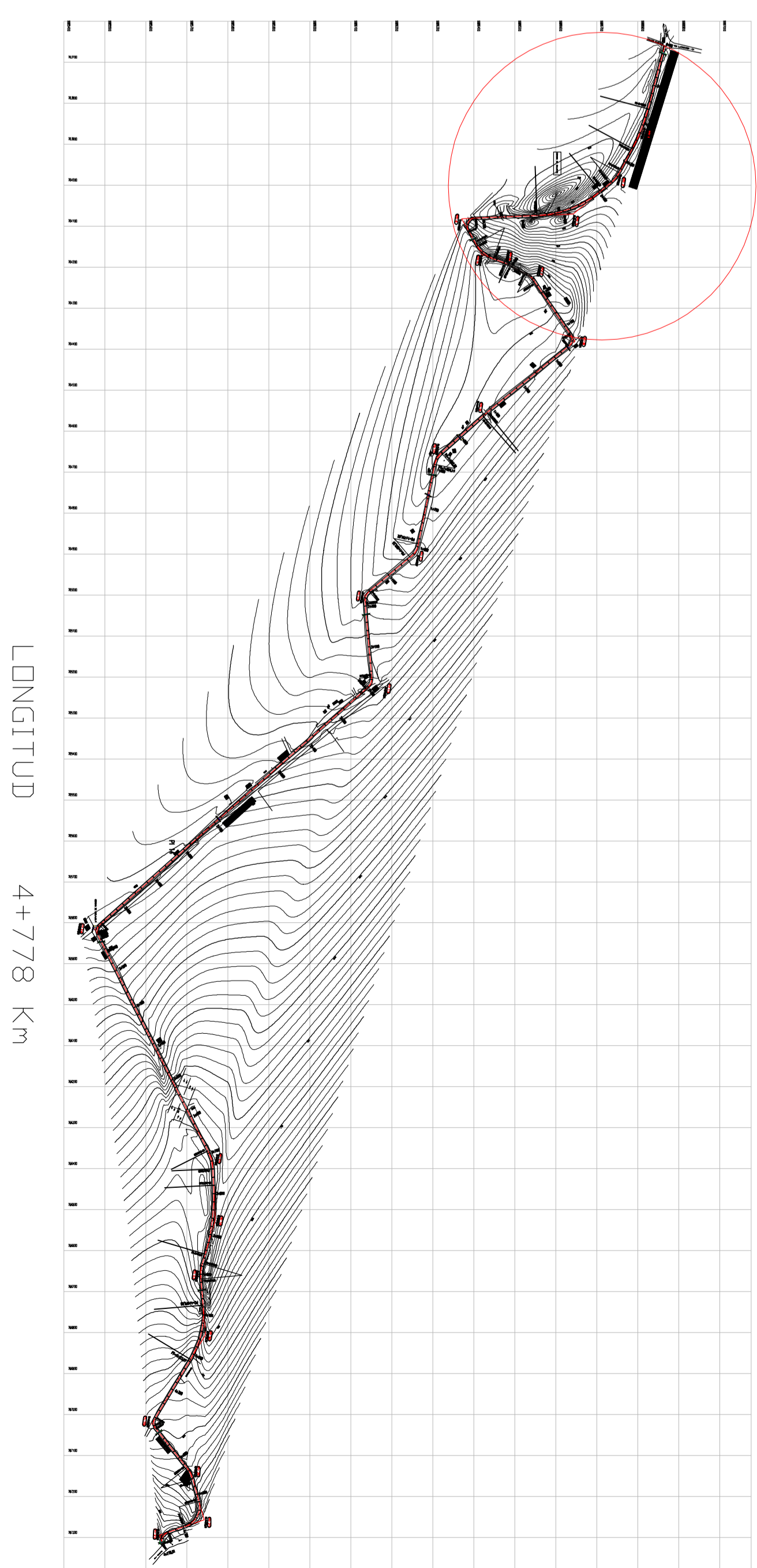
- El TPDA indicado es el volumen promedio anual de tráfico diario proyectado a 15 - 20 años, cuando se proyecte un TPDA en exceso de 7 000 en 10 años debe investigarse la necesidad de construir una autopista. (Las normas para esta serán parecidas a las de la Clase I, con velocidad de diseño de 10 K.P.H. más para clase de terreno - Ver secciones transversales típicas para más detalles. Para el diseño definitivo debe considerarse el número de vehículos equivalentes.
- Longitud de las curvas verticales: $L = K A$, en donde K = coeficiente respectivo y A = diferencia algébrica de gradientes, expresado en tanto por ciento. Longitud mínima de curvas verticales: $L_{min} = 0,60 V$, en donde V es la velocidad de diseño expresada en kilómetros por hora.
- En longitudes cortas se puede aumentar el gradiente en 1% en terrenos ondulados y en terrenos montañosos solamente para las carreteras de I, II y III Clase.
- Se puede adoptar una gradiente longitudinal de 0% en rellenos de 1 m. de altura o más.
- Espaldón pavimentado con el mismo material de la capa de rodadura de la vía. (Ver Capítulo VIII de las Normas). Se ensanchará la calzada 0,50 m más cuando se prevé la instalación de guarda caminos.
- En casos especiales se puede disminuir la carga de diseño a HS - 15 - 44.
- Para puentes con una longitud menor de 30 m, úsese 12,30 m.
- En los casos en los que haya bastante tráfico de peatones, úsese dos aceras completas de 1,20 m de ancho.
- Para tramos largos con este ancho, debe ensancharse la calzada a intervalos para proveer refugios de encuentro vehicular.
- Para los caminos Clase IV y V, se podrá utilizar $V_0 = 20$ Km/h y $R = 15$ m siempre y cuando se trate de aprovechar infraestructuras existentes y relieve difícil (escarpado).

NOTA: Las Normas anotadas "Recomendables" se emplearán cuando el TPDA es cerca al límite superior de las clases respectivas o cuando se puede implementar sin incurrir en costos de construcción. Se puede variar algo de las Normas Absolutas para una determinada clase, cuando se considere necesario el mejorar una carretera existente siguiendo generalmente el trazado actual.

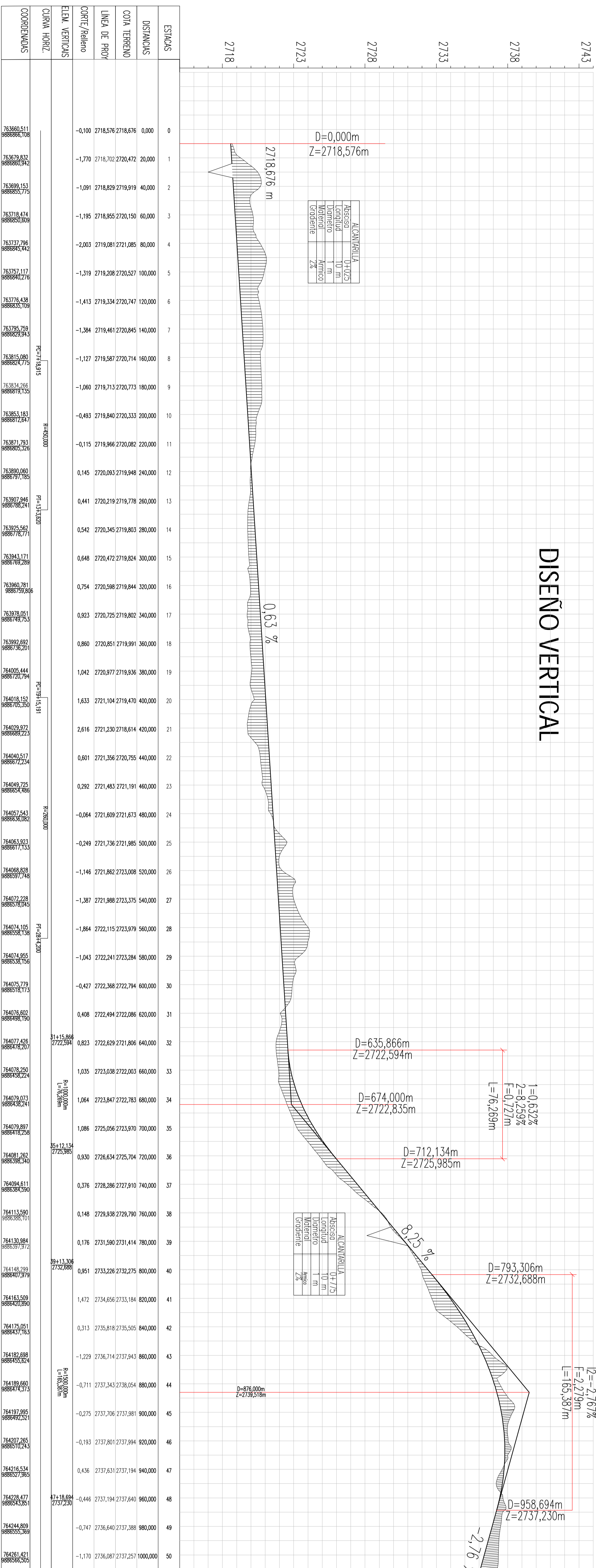
DISEÑO HORIZONTAL



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA VIA QUE UNE QUILALALO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE

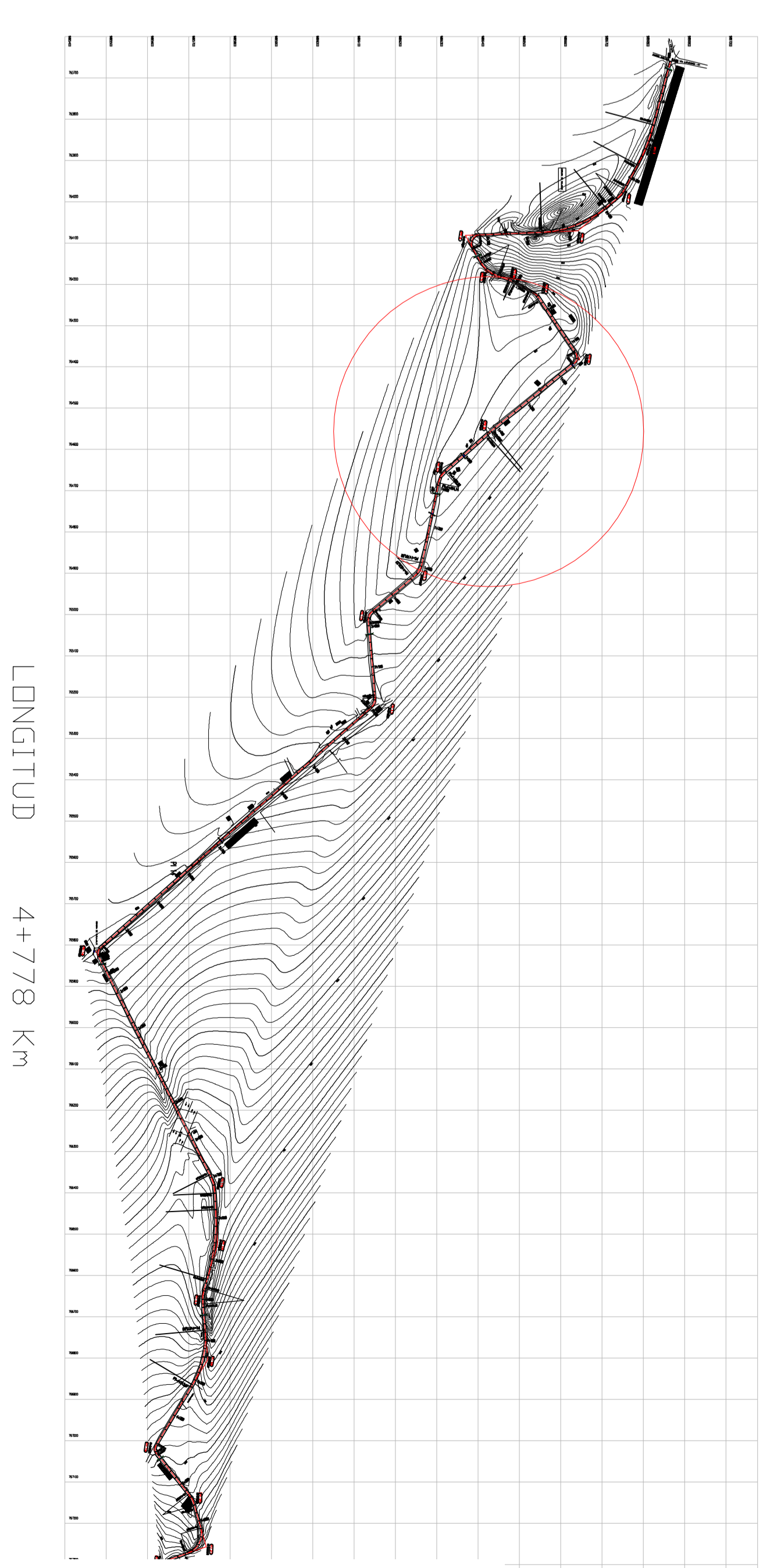
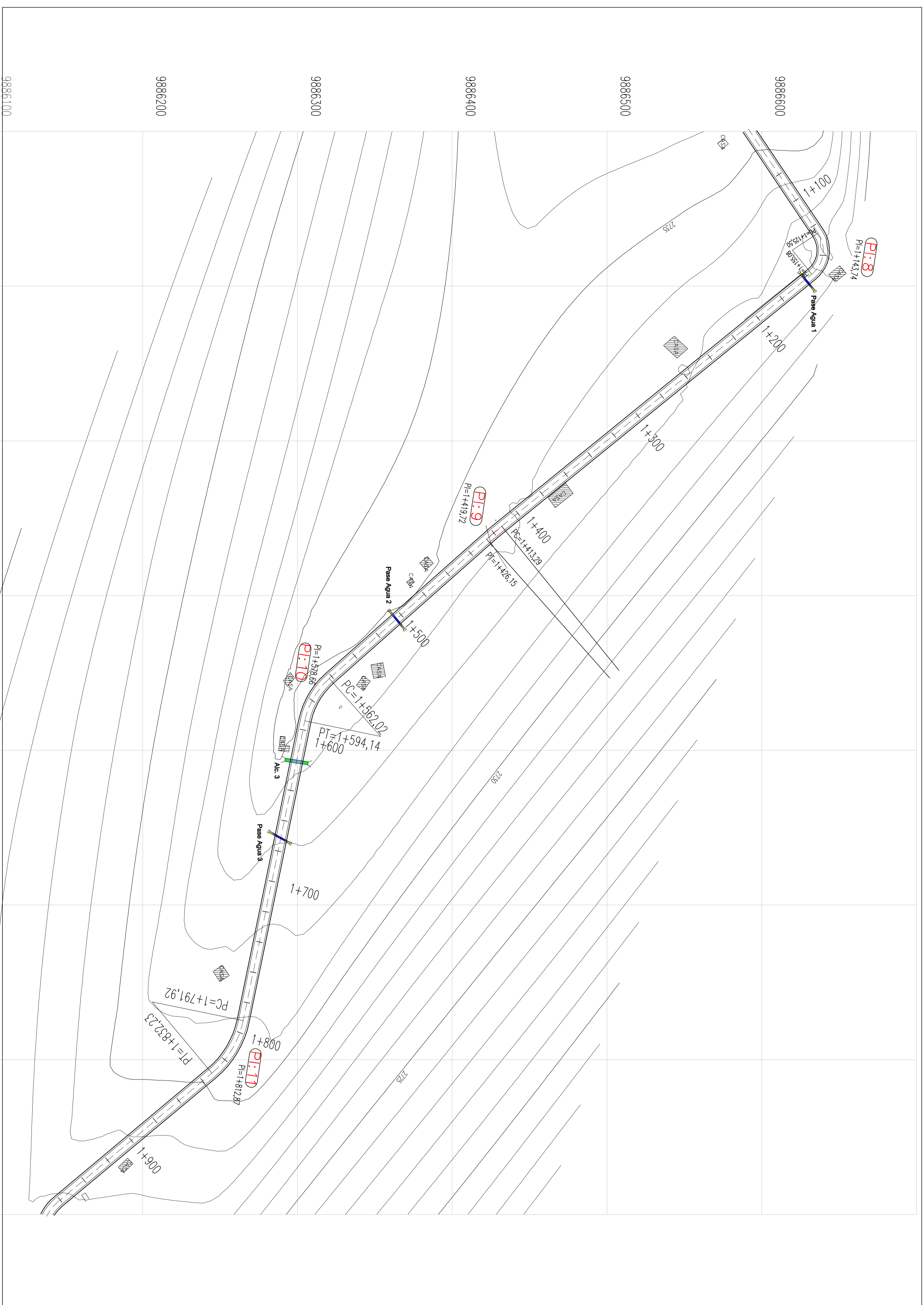


DISEÑO VERTICAL

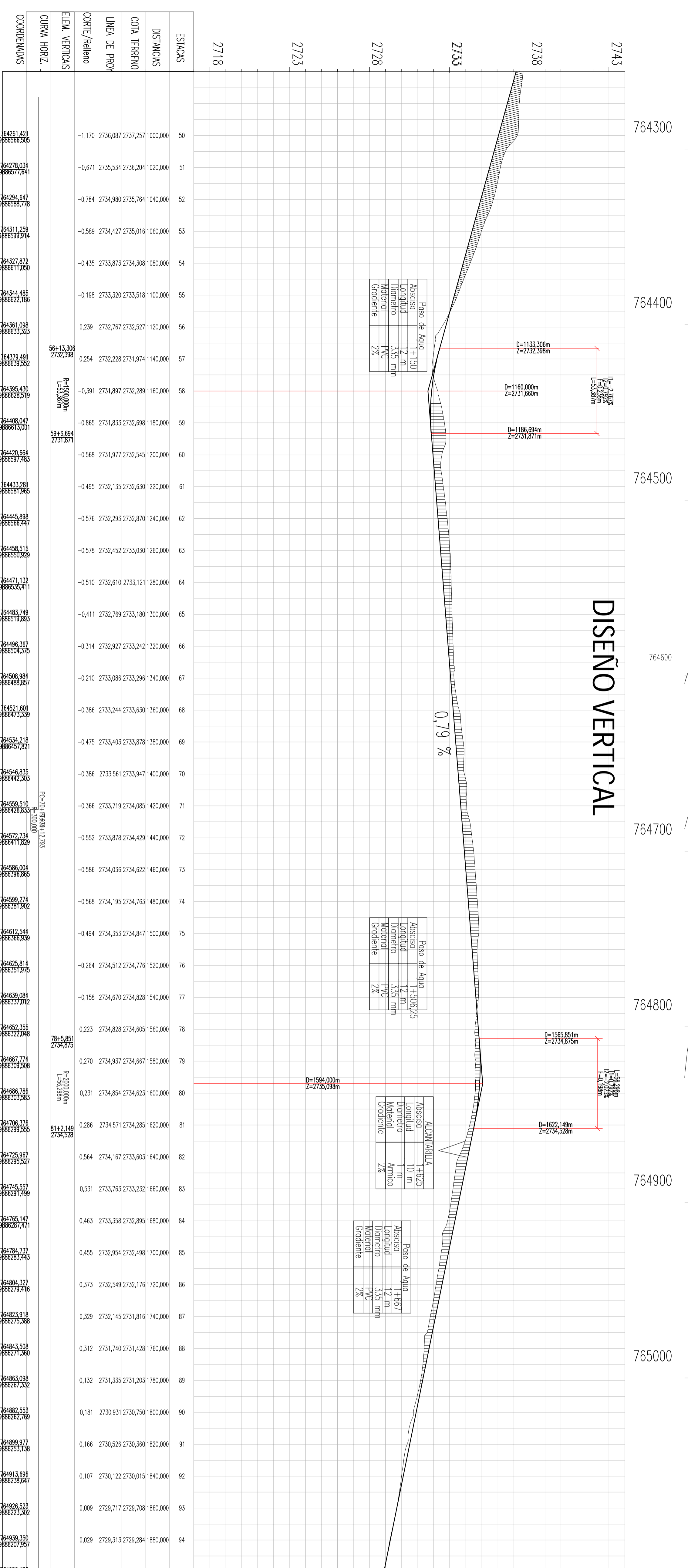


ESCALA
HORIZONTAL: H:1:1000
VERTICAL: V:1:100

<p>UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</p>		<p>TIPO DE VIA: CLASE IV</p>	
<p>PROYECTO: REBIBSO GEOMETRICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO HELEBLE DE LA VIA QUE UNE QUILALALO SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA SALCERO BROMVICA DE COTOPACI</p>		<p>REVISADO POR: ING. MG. RODRIGO ACOSTA</p>	
<p>DISEÑO:</p>		<p>ESCALA: DISEÑO HORIZONTAL: H:1:1000 DISEÑO VERTICAL: V:1:100</p>	
<p>SIII VIA TONAVO</p>		<p>TRAMO: DESDE: 0+000 HASTA: 1+000</p>	
<p>FECHA: MAYO 2016</p>		<p>LAMINA N°: 1/13</p>	

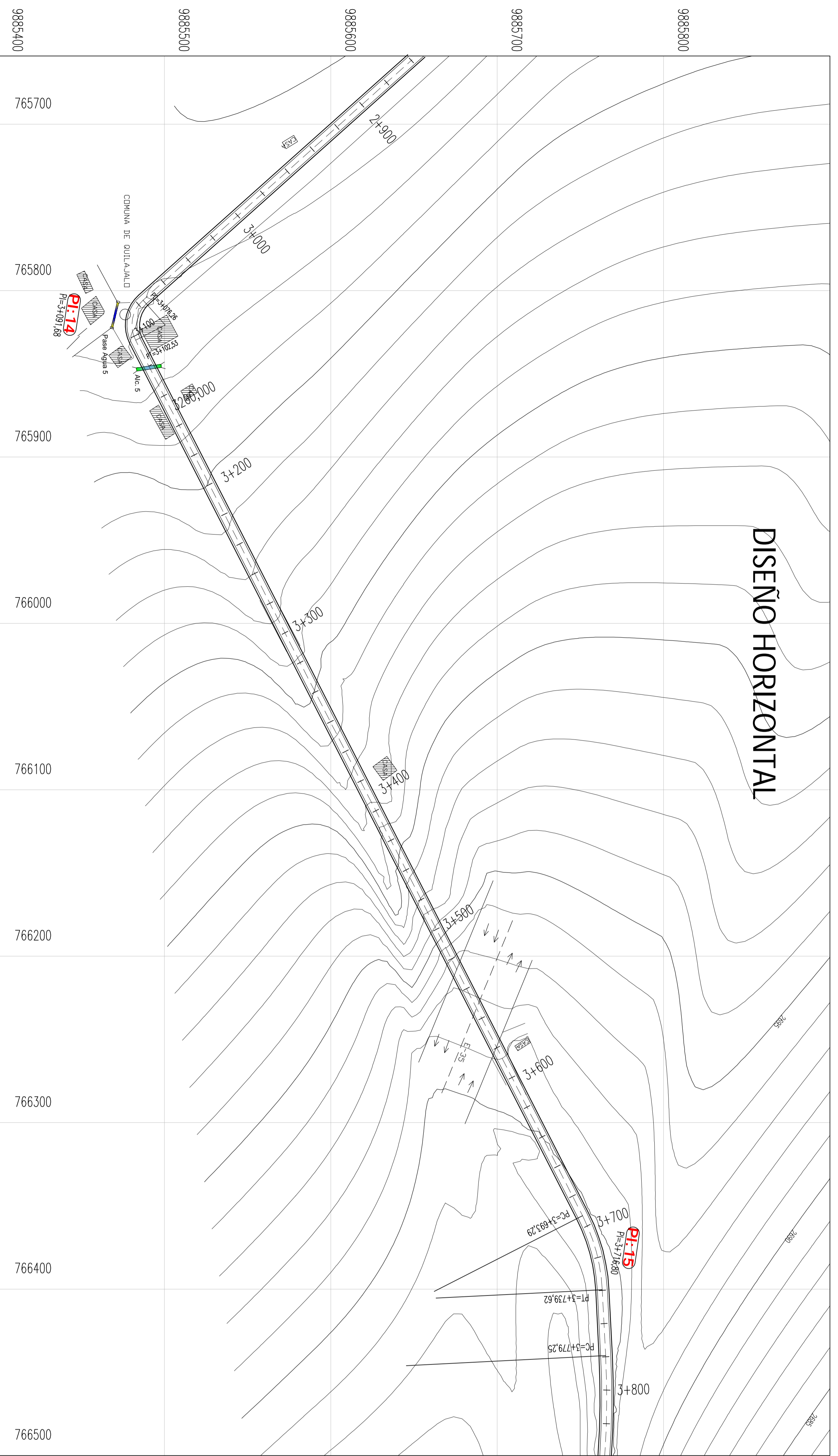


DISEÑO VERTICAL

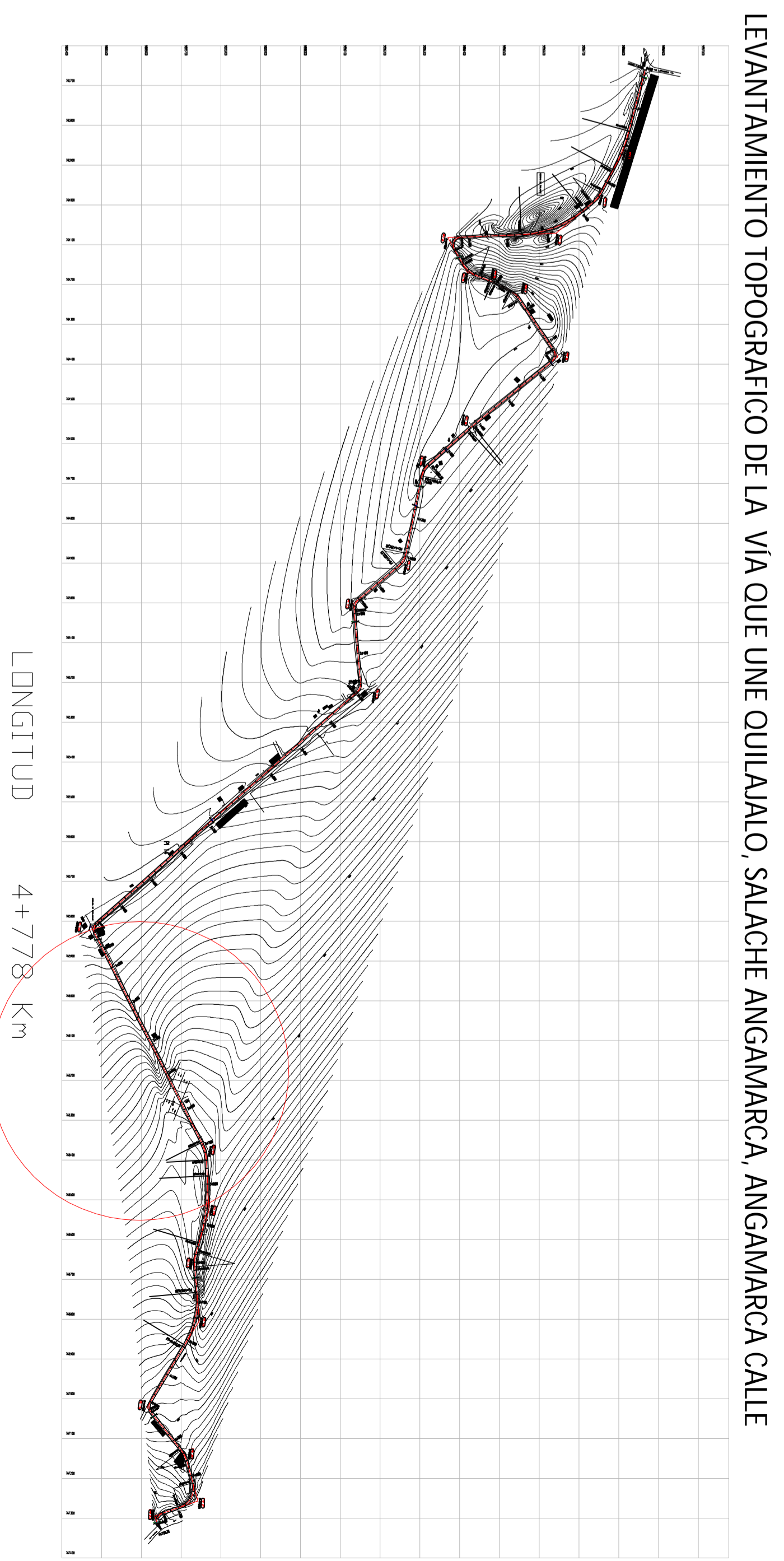


ESCALA
HORIZONTAL H:1:1000
VERTICAL V:1:100

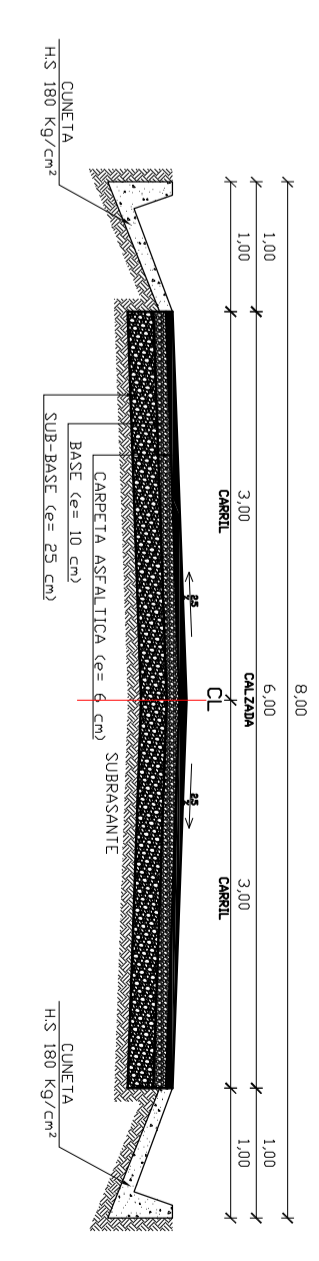
<p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA</p>		<p align="center">TIPO DE VIA: CLASE IV</p>	
<p>PROYECTO: REDISEÑO GEOMETRICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA QUE UNE QUILAJALO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE, PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTON SALCEDO PROVINCIA DE COTACACHI</p>		<p>REVISADO POR: ING. MG. RODRIGO ACOSTA</p>	
<p>DISEÑO: MAYO, 2016</p>		<p>ESCALA: D. HORIZONTAL: H:1:1000 VERTICAL: V:1:100</p>	
<p>SITIO: VIA TONAVO</p>		<p>TRAMO: DESDE: 1+000 HASTA: 1+900</p>	
<p>FECHA: MAYO, 2016</p>		<p>LAMINA Nº: 2/13</p>	
<p>CONTIENE: - DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL - SECCION TRANSVERSAL</p>			



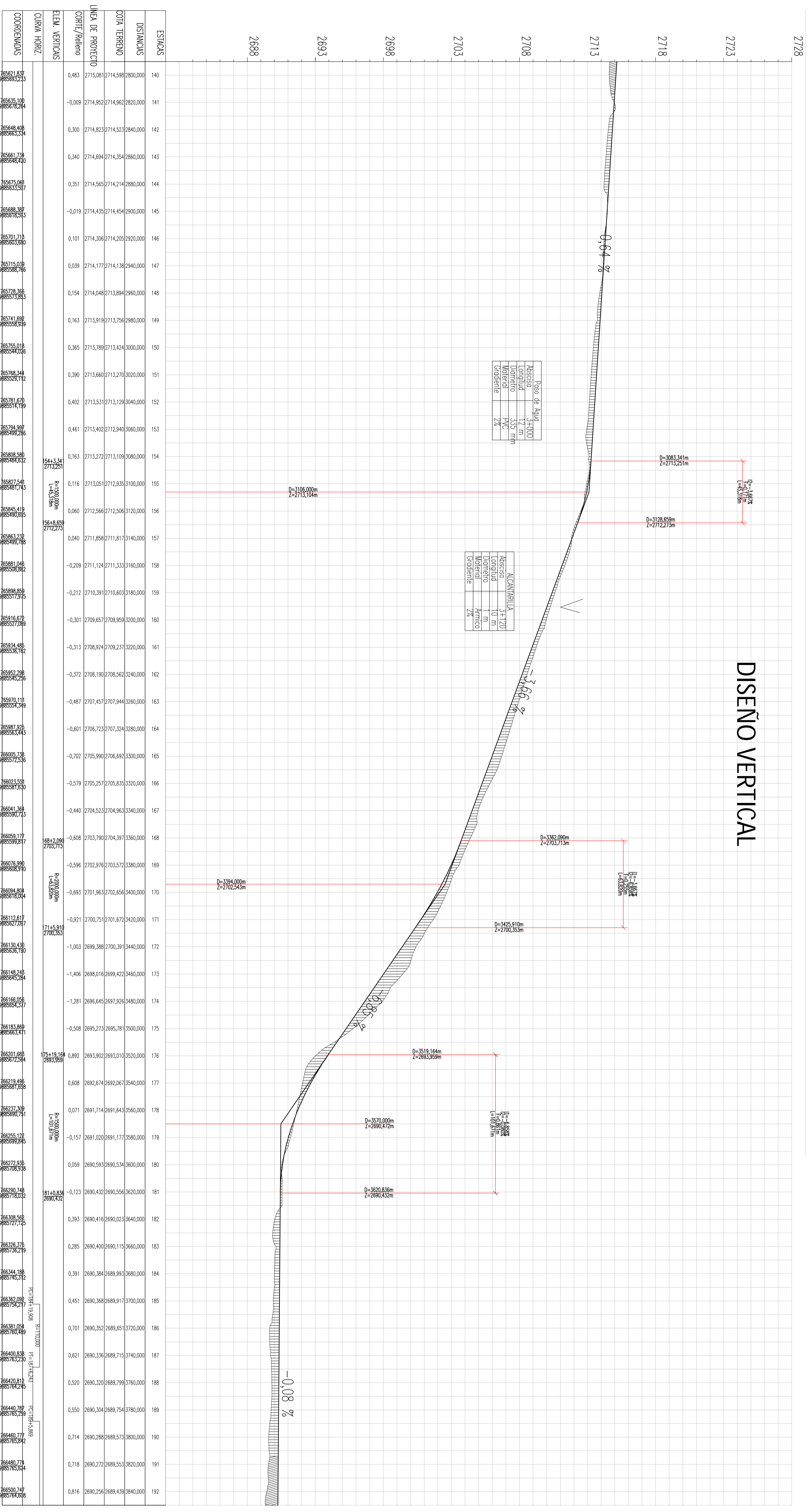
DISEÑO HORIZONTAL



LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA VIA QUE UNE QUILAJALO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE



DISEÑO VERTICAL



ESTACIAS	DESVIACION	COMORDINADAS
2688	0.483	985400
2693	0.340	985450
2703	0.351	985500
2708	-0.019	985550
2713	0.101	985600
2718	0.039	985650
2723	0.154	985700
2728	0.163	985750
2733	0.366	985800
2738	0.360	985850
2743	0.402	985900
2748	0.441	985950
2753	0.163	986000
2758	0.116	986050
2763	0.060	986100
2768	0.040	986150
2773	-0.209	986200
2778	-0.31	986250
2783	-0.314	986300
2788	-0.372	986350
2793	-0.487	986400
2798	-0.691	986450
2803	-0.702	986500
2808	-0.579	986550
2813	-0.448	986600
2818	-0.608	986650
2823	-0.596	986700
2828	-0.693	986750
2833	-0.921	986800
2838	-1.003	986850
2843	-1.408	986900
2848	-1.281	986950
2853	-0.508	987000
2858	0.892	987050
2863	0.698	987100
2868	0.071	987150
2873	-0.151	987200
2878	0.029	987250
2883	-0.122	987300
2888	0.363	987350
2893	0.285	987400
2898	0.311	987450
2903	0.451	987500
2908	0.701	987550
2913	0.621	987600
2918	0.520	987650
2923	0.550	987700
2928	0.714	987750
2933	0.718	987800
2938	0.816	987850

ESCALA
HORIZONTAL: H:1:1000
VERTICAL: V:1:100

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA

PROYECTO: REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA QUE UNE QUILAJALO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTON SALCEDO PROVINCIA DE COTACACHI.

TIPO DE VIA: CLASE IV

FECHA: MAYO 2016

ING. MO. RODRIGO ACOSTA

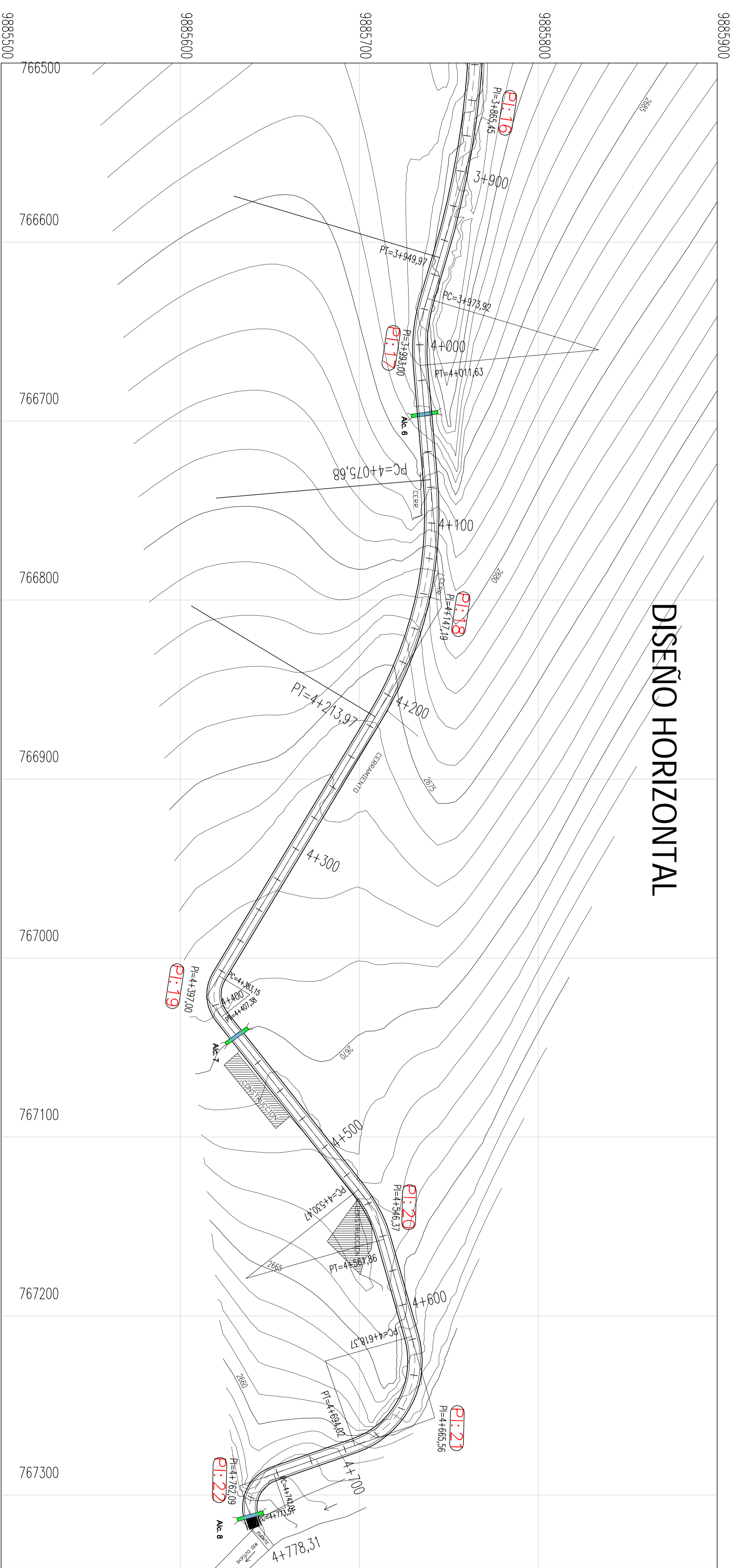
REVISADO POR:

ESCALA: HORIZONTAL: H:1:1000 VERTICAL: V:1:100

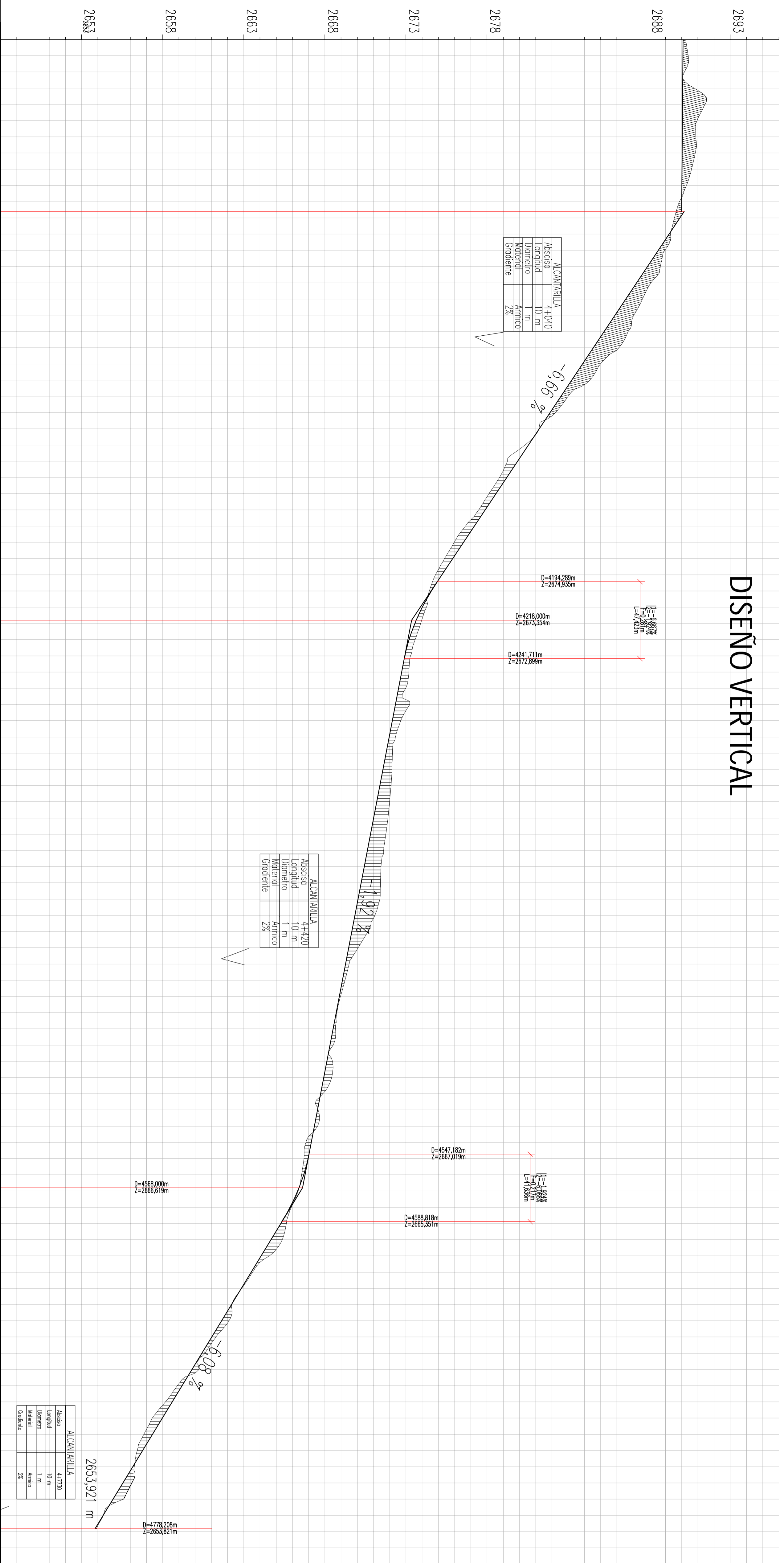
CONTIENE:
- DISEÑO HORIZONTAL
- DISEÑO VERTICAL
- SECCION TRANSVERSAL

TRAMO: DESDE: 2+800 HASTA: 3+800

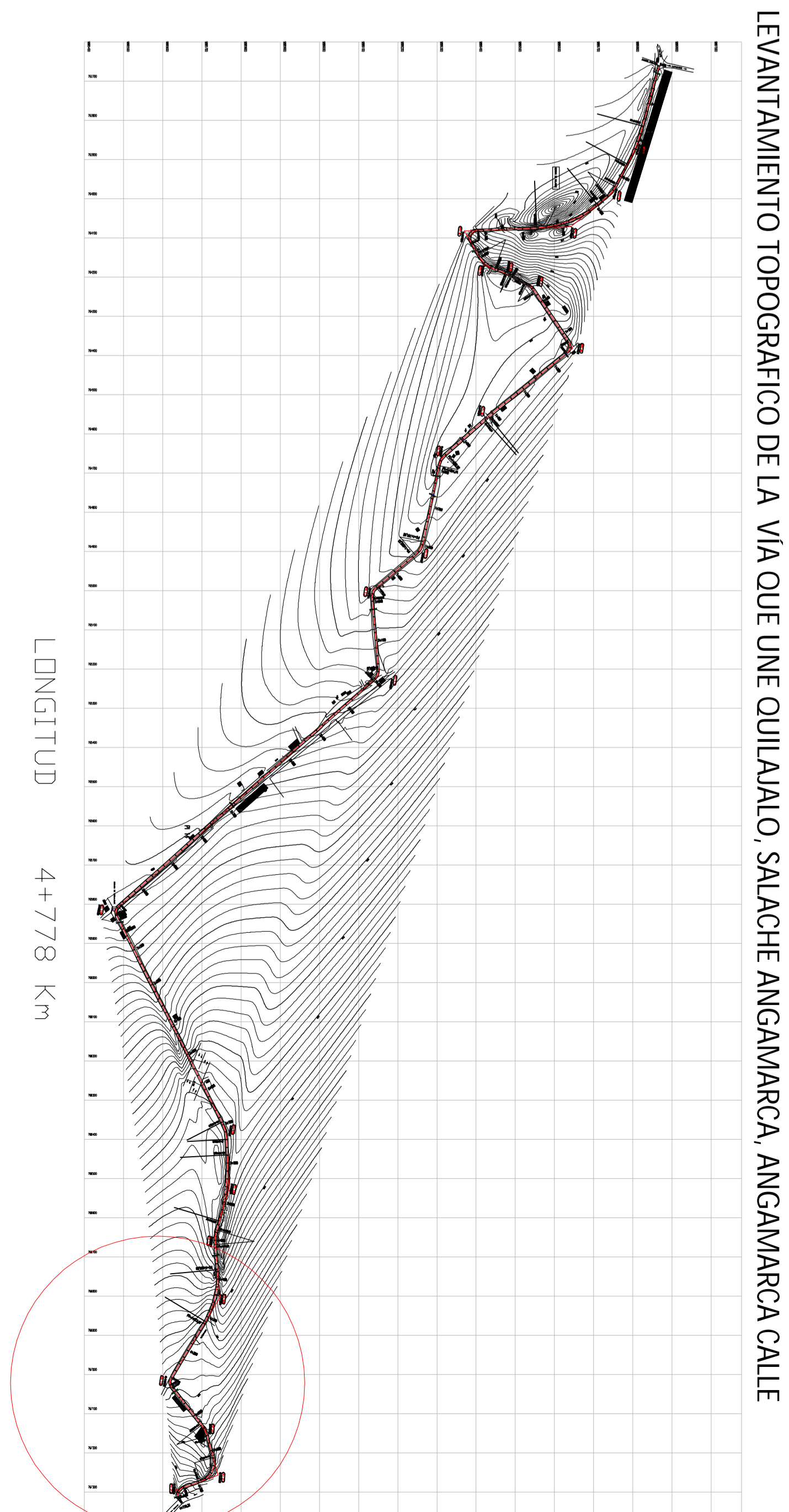
LAMINA N°: 4/13



DISEÑO HORIZONTAL



DISEÑO VERTICAL

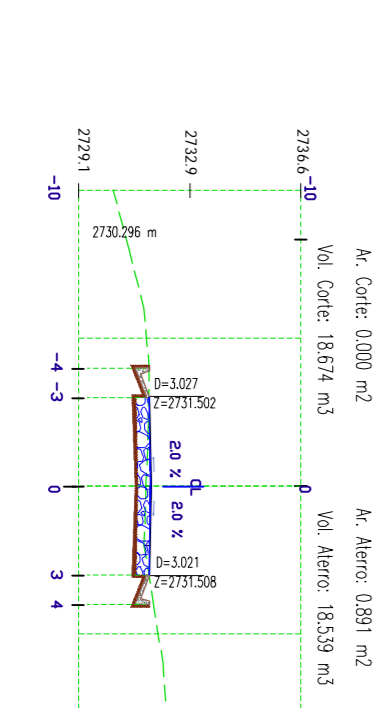
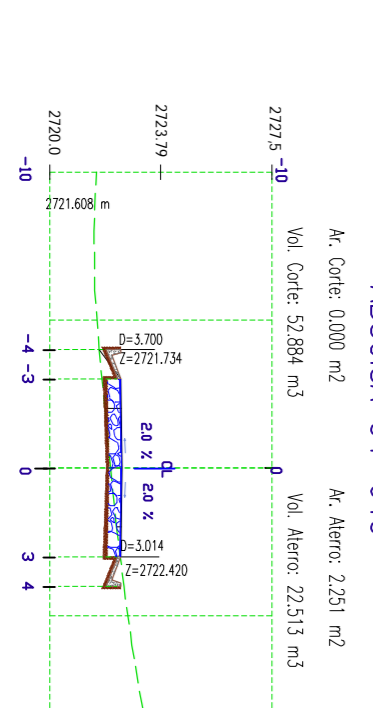
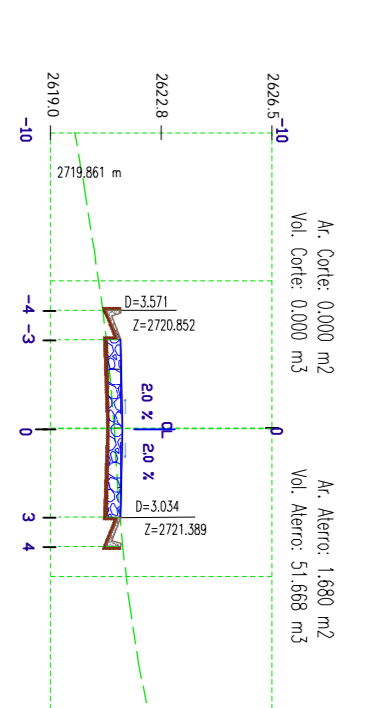
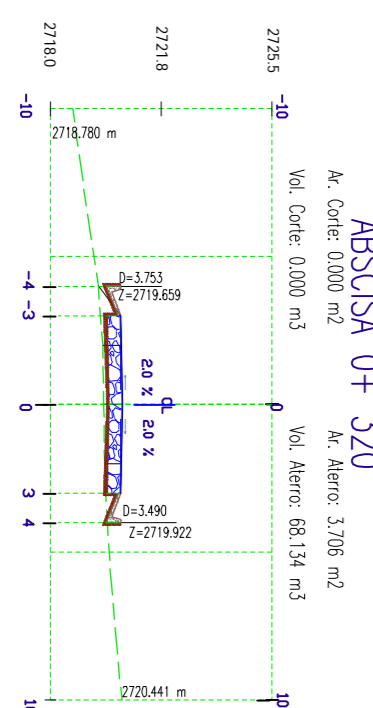
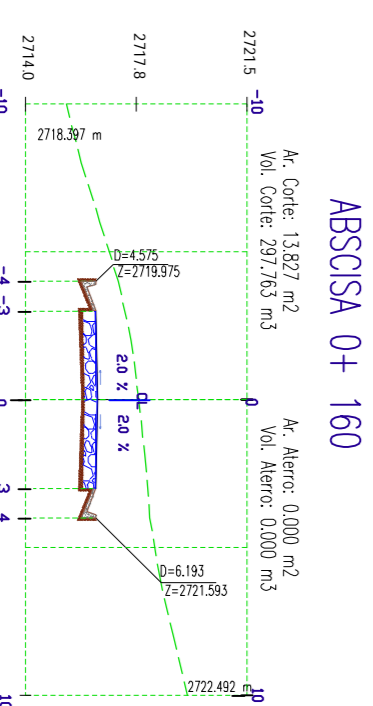
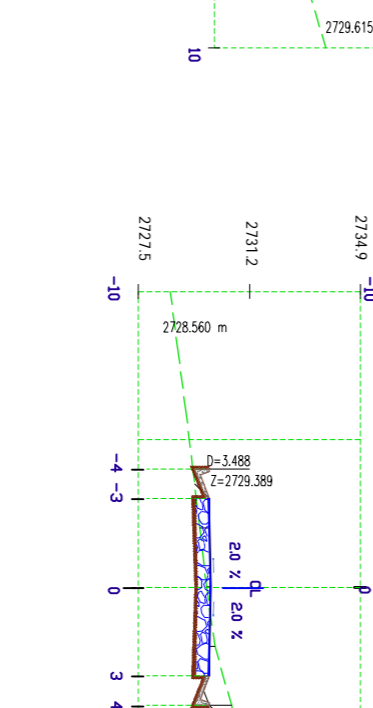
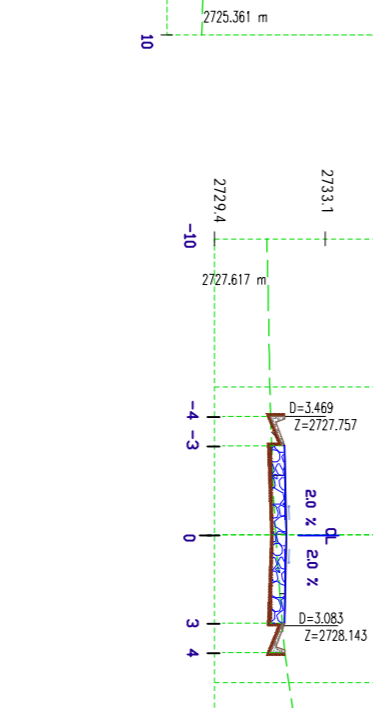
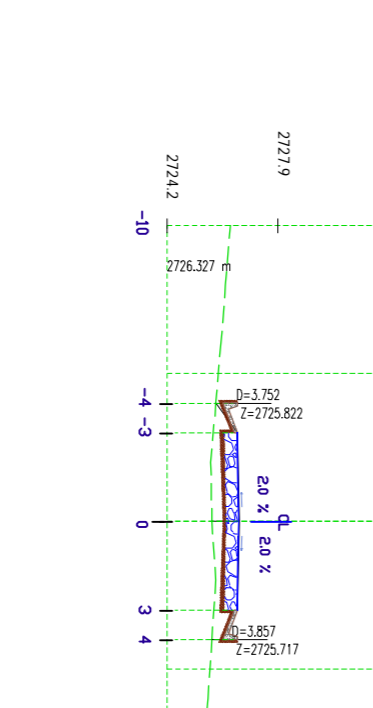
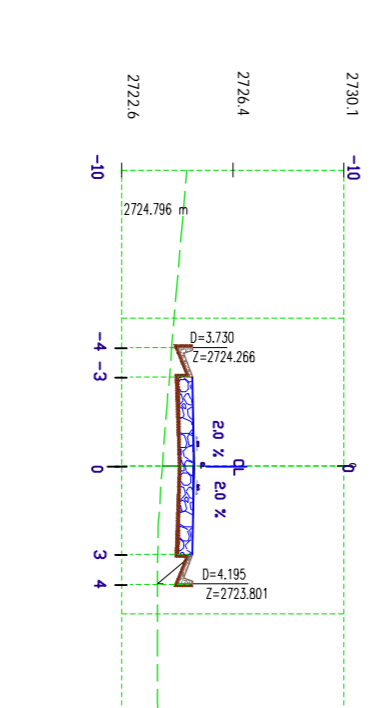
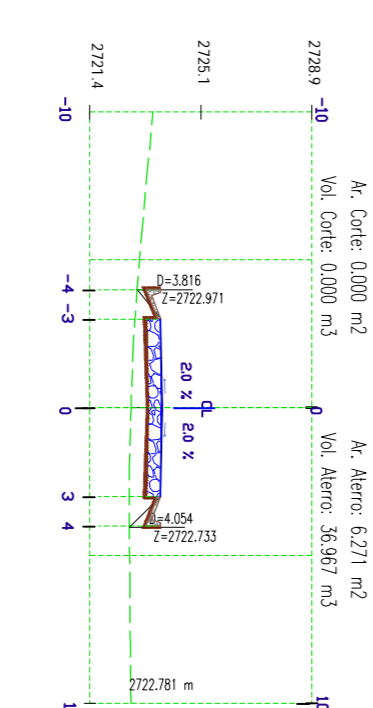
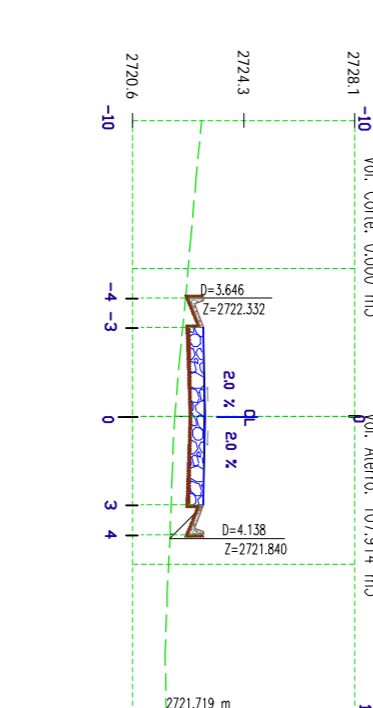
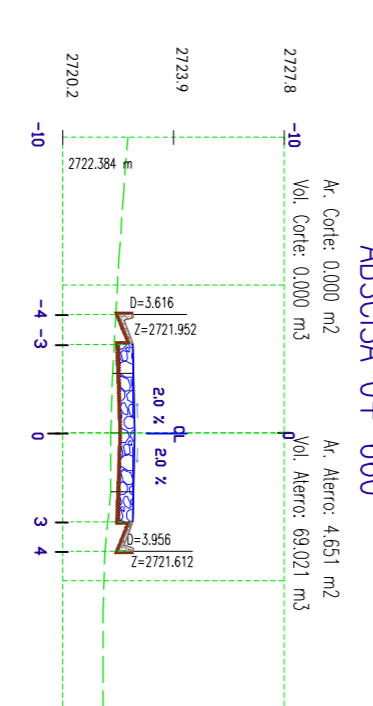
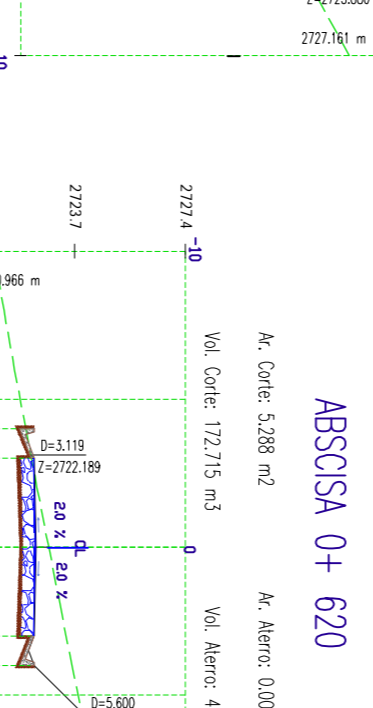
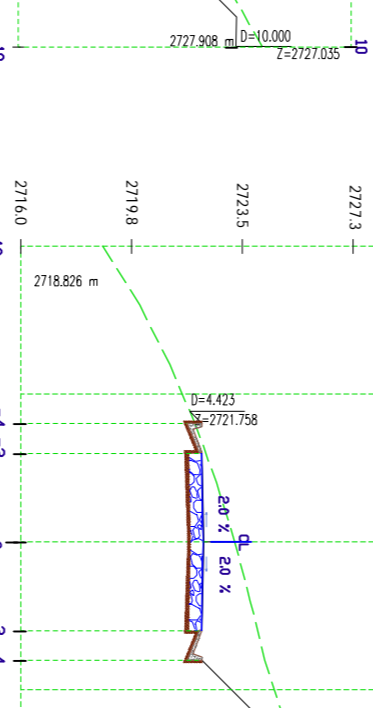
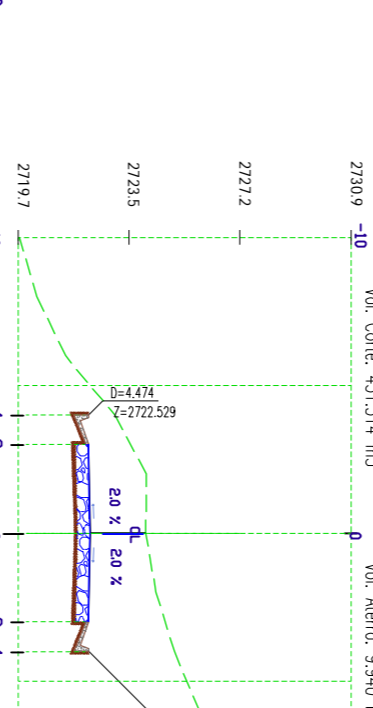
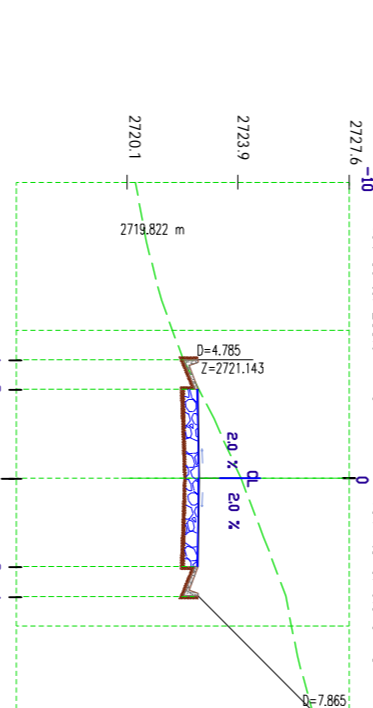
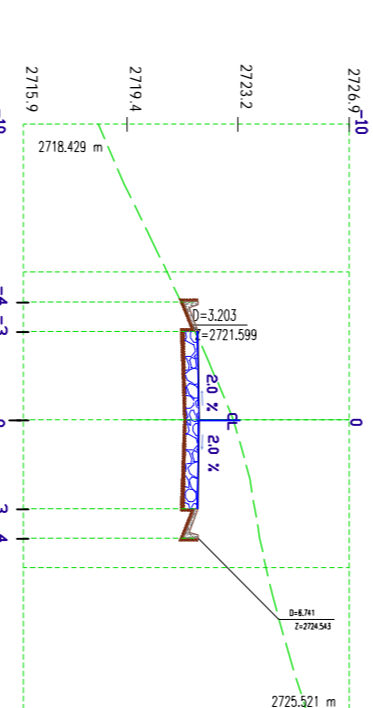
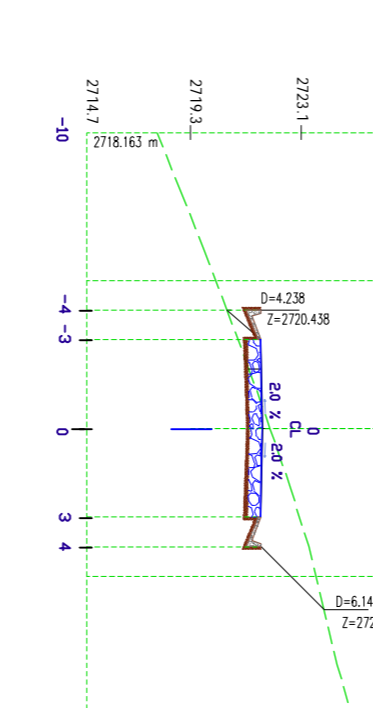
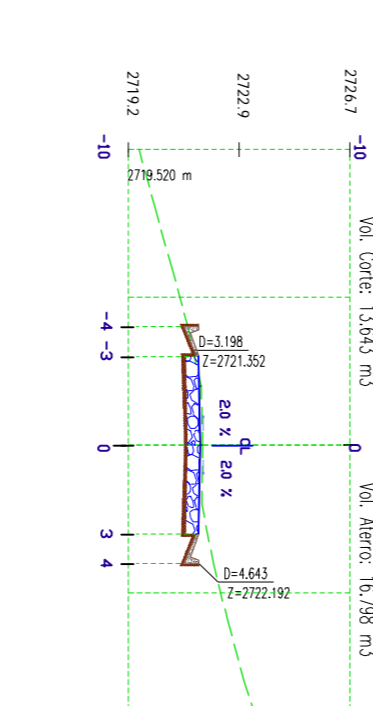
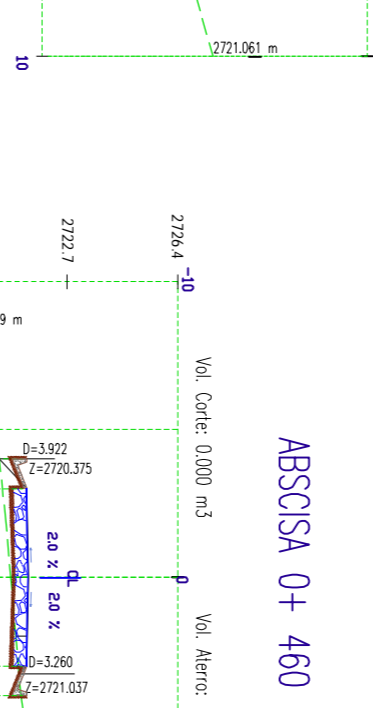
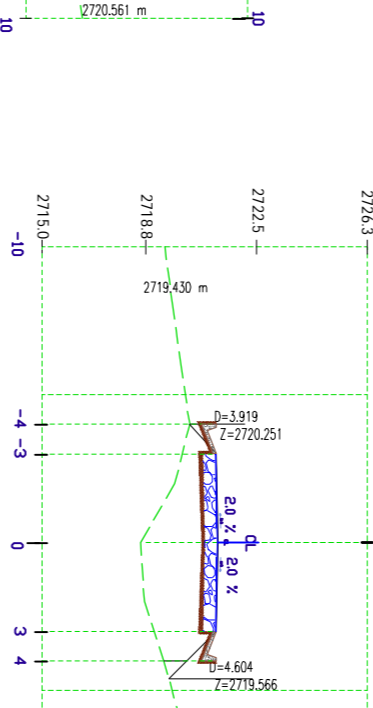
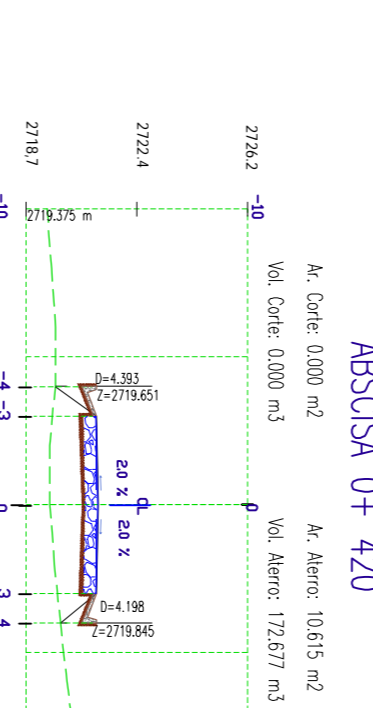
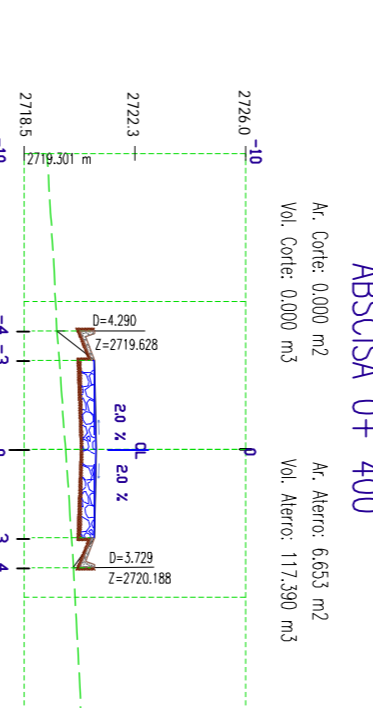
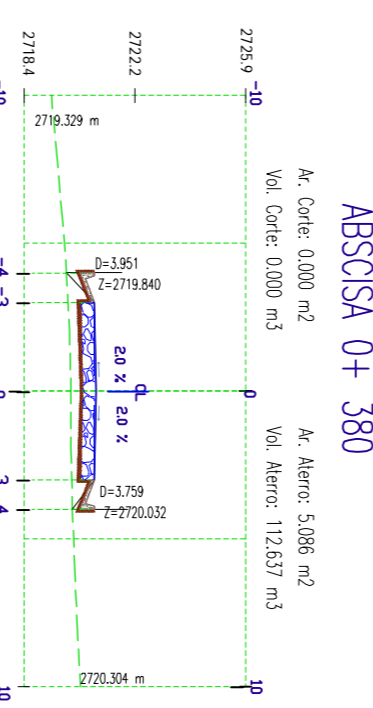
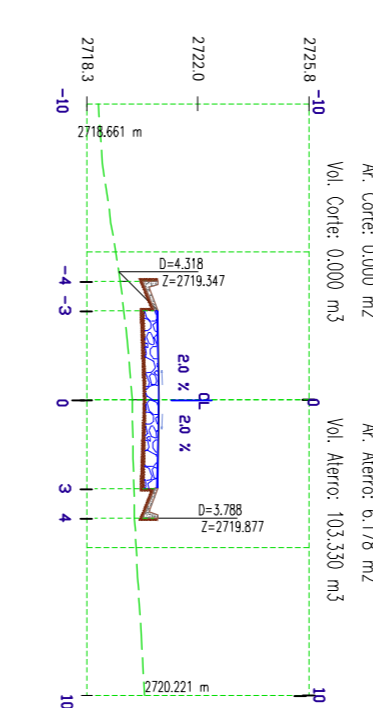
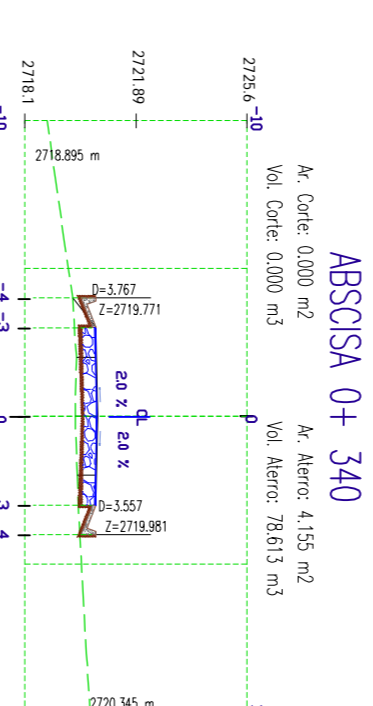
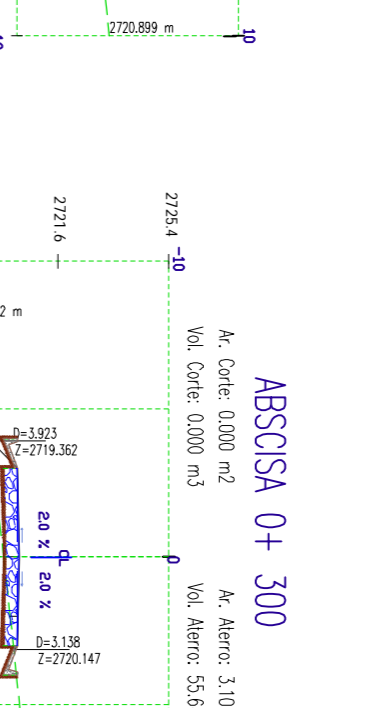
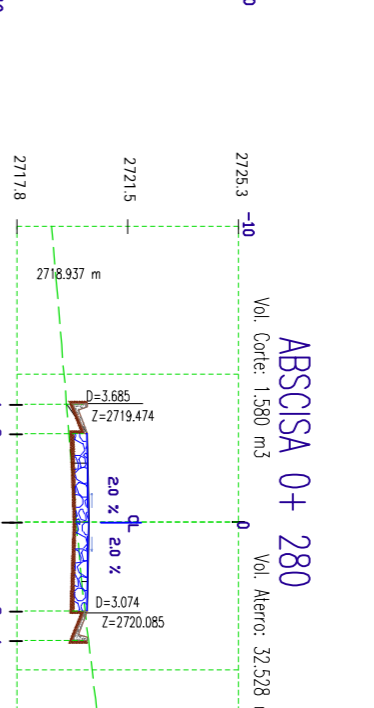
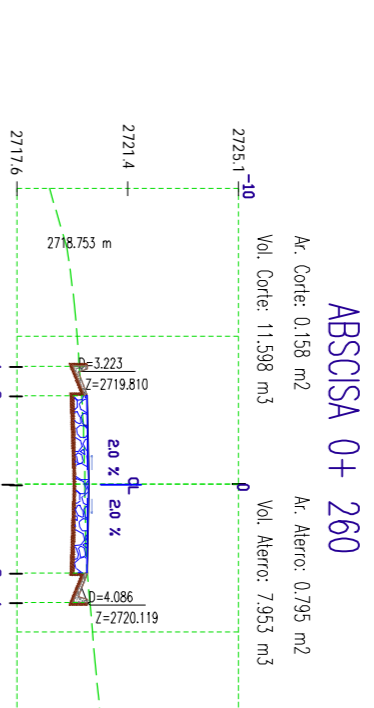
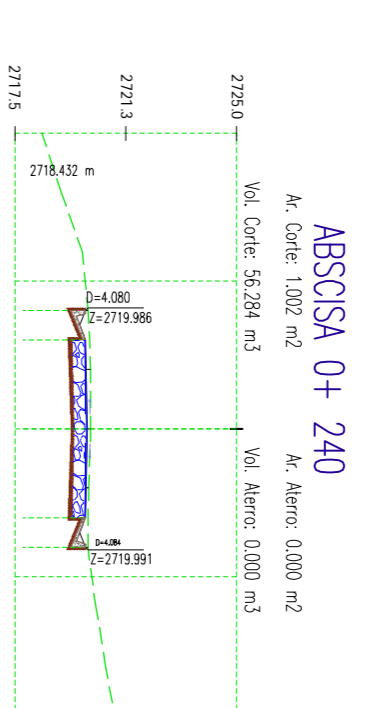
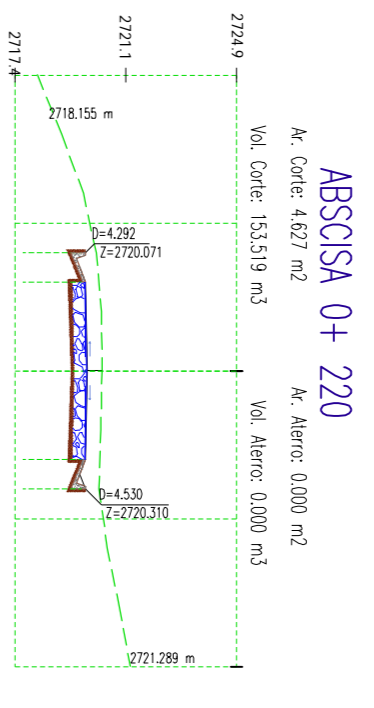
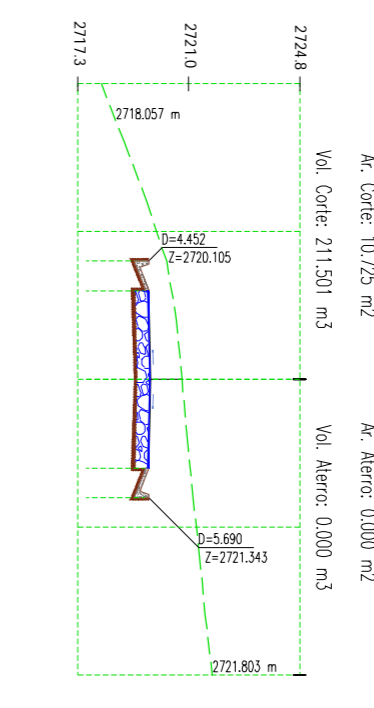
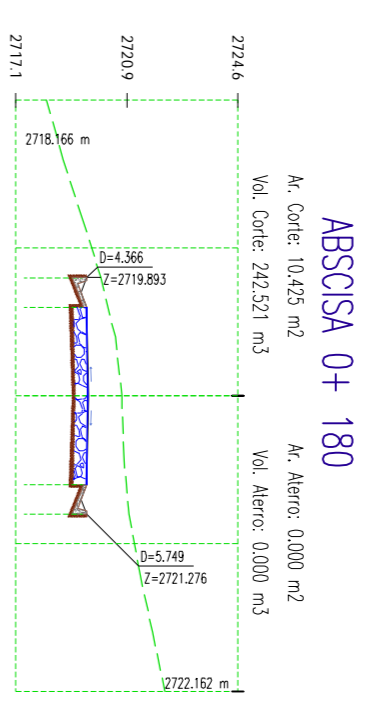
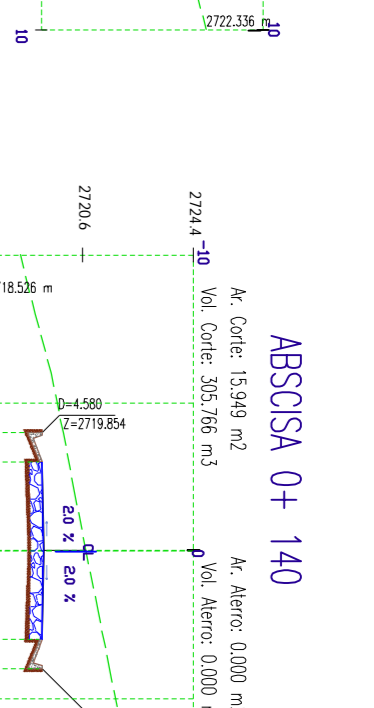
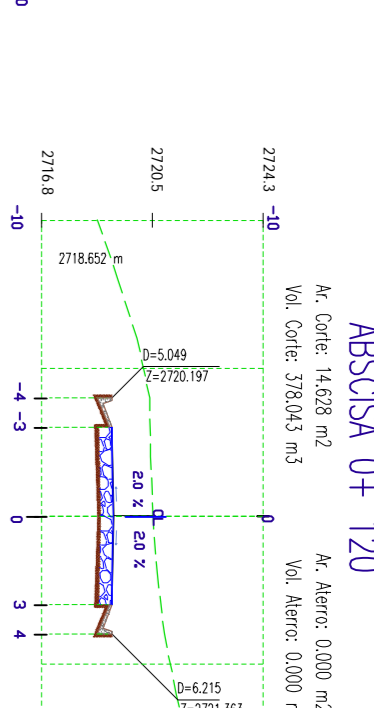
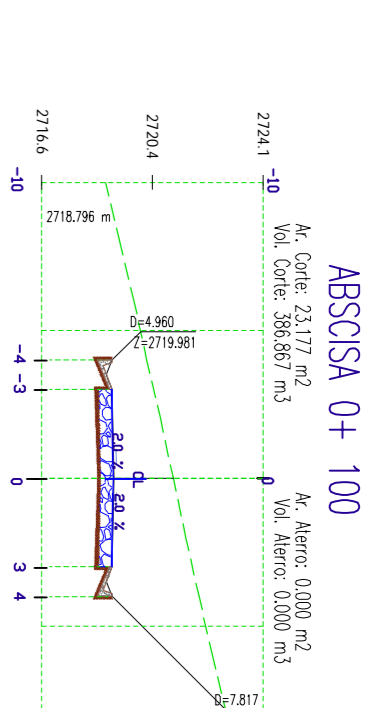
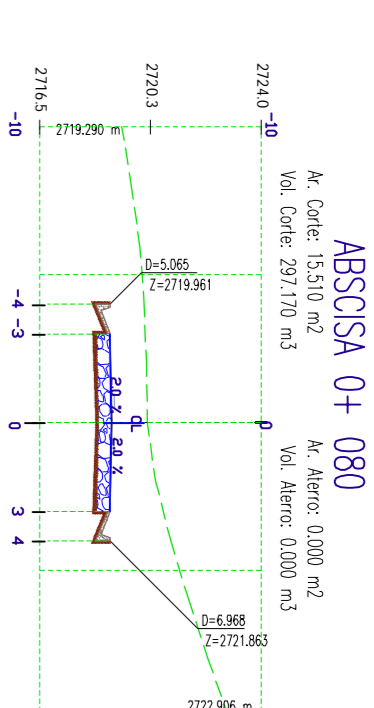
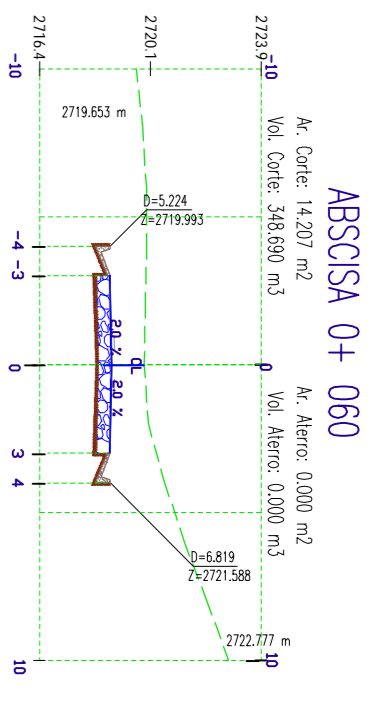
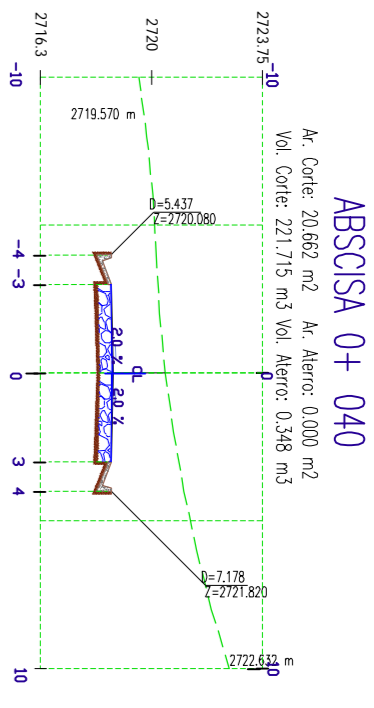
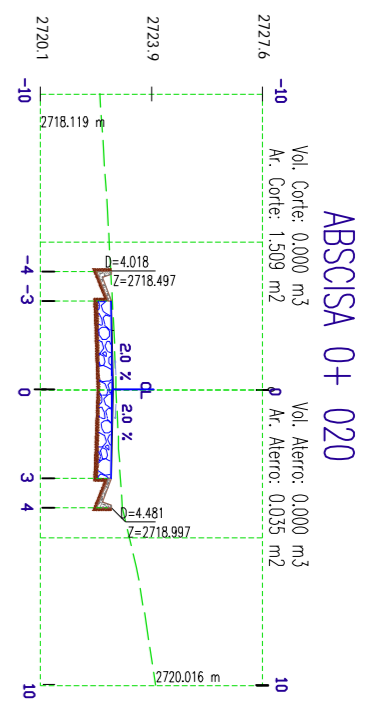


LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO DE LA VIA QUE UNE QUILALAO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE

ESTACAS	DISTANCIAS	COTA TERRENO	COTA PROYECTO	CONTR/Alto/mo	ELIM. VERTICALES	COMPLEMENTOS
193	0.00	2653.00	2653.00	0.00		
194	0.49	2653.49	2653.49	0.00		
195	0.98	2653.98	2653.98	0.00		
196	1.47	2654.47	2654.47	0.00		
197	1.96	2654.96	2654.96	0.00		
198	2.45	2655.45	2655.45	0.00		
199	2.94	2655.94	2655.94	0.00		
200	3.43	2656.43	2656.43	0.00		
201	3.92	2656.92	2656.92	0.00		
202	4.41	2657.41	2657.41	0.00		
203	4.90	2657.90	2657.90	0.00		
204	5.39	2658.39	2658.39	0.00		
205	5.88	2658.88	2658.88	0.00		
206	6.37	2659.37	2659.37	0.00		
207	6.86	2659.86	2659.86	0.00		
208	7.35	2660.35	2660.35	0.00		
209	7.84	2660.84	2660.84	0.00		
210	8.33	2661.33	2661.33	0.00		
211	8.82	2661.82	2661.82	0.00		
212	9.31	2662.31	2662.31	0.00		
213	9.80	2662.80	2662.80	0.00		
214	10.29	2663.29	2663.29	0.00		
215	10.78	2663.78	2663.78	0.00		
216	11.27	2664.27	2664.27	0.00		
217	11.76	2664.76	2664.76	0.00		
218	12.25	2665.25	2665.25	0.00		
219	12.74	2665.74	2665.74	0.00		
220	13.23	2666.23	2666.23	0.00		
221	13.72	2666.72	2666.72	0.00		
222	14.21	2667.21	2667.21	0.00		
223	14.70	2667.70	2667.70	0.00		
224	15.19	2668.19	2668.19	0.00		
225	15.68	2668.68	2668.68	0.00		
226	16.17	2669.17	2669.17	0.00		
227	16.66	2669.66	2669.66	0.00		
228	17.15	2670.15	2670.15	0.00		
229	17.64	2670.64	2670.64	0.00		
230	18.13	2671.13	2671.13	0.00		
231	18.62	2671.62	2671.62	0.00		
232	19.11	2672.11	2672.11	0.00		
233	19.60	2672.60	2672.60	0.00		
234	20.09	2673.09	2673.09	0.00		
235	20.58	2673.58	2673.58	0.00		
236	21.07	2674.07	2674.07	0.00		
237	21.56	2674.56	2674.56	0.00		
238	22.05	2675.05	2675.05	0.00		

ESCALA
HORIZONTAL H:1:1000
VERTICAL V:1:100

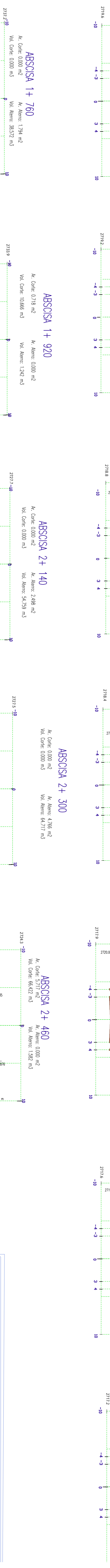
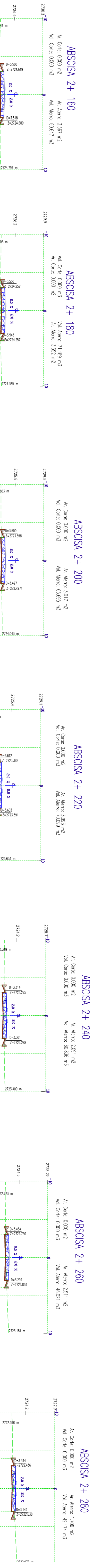
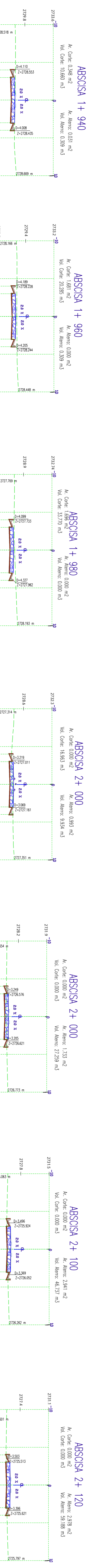
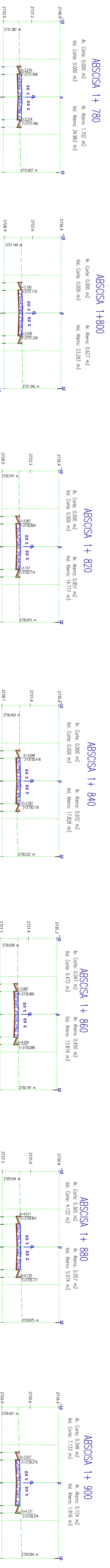
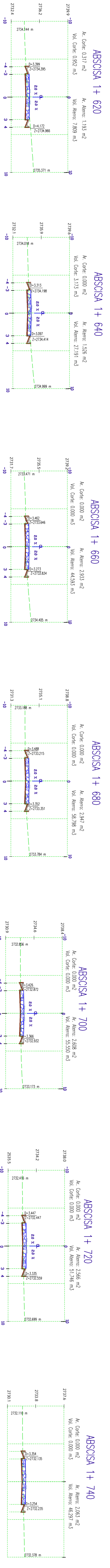
UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECANICA		TIPO DE VIA: CLASE IV	
PROYECTO: REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VIA QUE UNE QUILALAO, SALACHE ANGAMARCA, ANGAMARCA CALLE PERTENECIENTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTACACHI.			
DISEÑO:		REVISADO POR:	
SILL VÍA TONATO		ING. MIG. RODRIGO ACOSTA	
FECHA:		MAYO 2016	
CONTENIDO:		TRAMO:	
- DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL - SECCION TRANSVERSAL		DESDE: 3+840 HASTA: 4+778	
LAMINA N°:		5/13	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		TIPO DE VIA: CLASE IV
PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE DE LA VÍA QUE LIGA QUILAMAYO, SALACCHI, ANAGAMARCA, ANAGAMARCA, CALLE, PEREPIRE, PROVINCIA DE CAÑAR. SALICHO PROVINCIA DE COTACACHI.		
DISEÑO:	REVISADO POR:	ESCALA: 1:100
SILL VÍA TONATO	ING. MG. RODRIGO ACOSTA	
FECHA: MAYO-2016		
CONTENIDO: -SECCION TRANSVERSAL	TRAMO: DESDE: 0+020 HASTA: 0+800	LAMINA N.º: 6/10

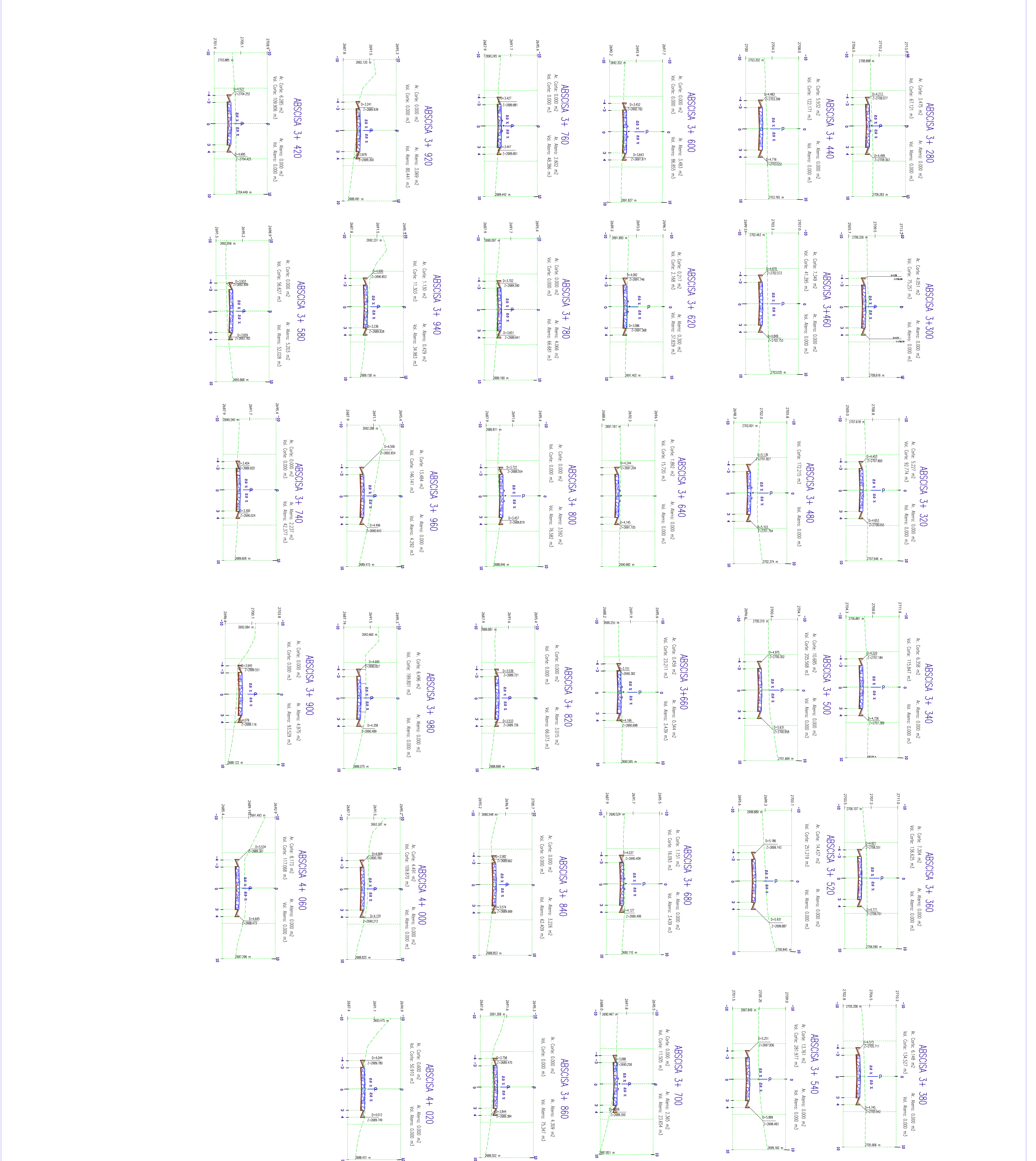


UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA		TIPO DE VÍA: CASERIV	
PROYECTO: RECONSTRUCCIÓN Y TRANSFORMACIÓN DEL TRAMO DE LA CALLE PERIFÉRICA EN LA ZONA URBANA DE AMBATO		ESCALA: 1:100	
DISEÑO: RENISDAPOR		FECHA: MAYO 2016	
PRESENTADO POR: SILVIA TORRATO		TRAMO: DESDE 0+000 HASTA 5+580	
CONTROLADO POR: ING. MSc. RODRIGO ACOSTA		LÁMINA N.º: 7/13	
SECCIÓN TRANSVERSAL			

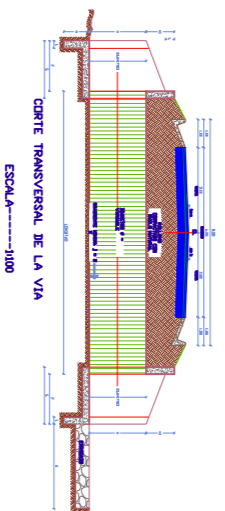
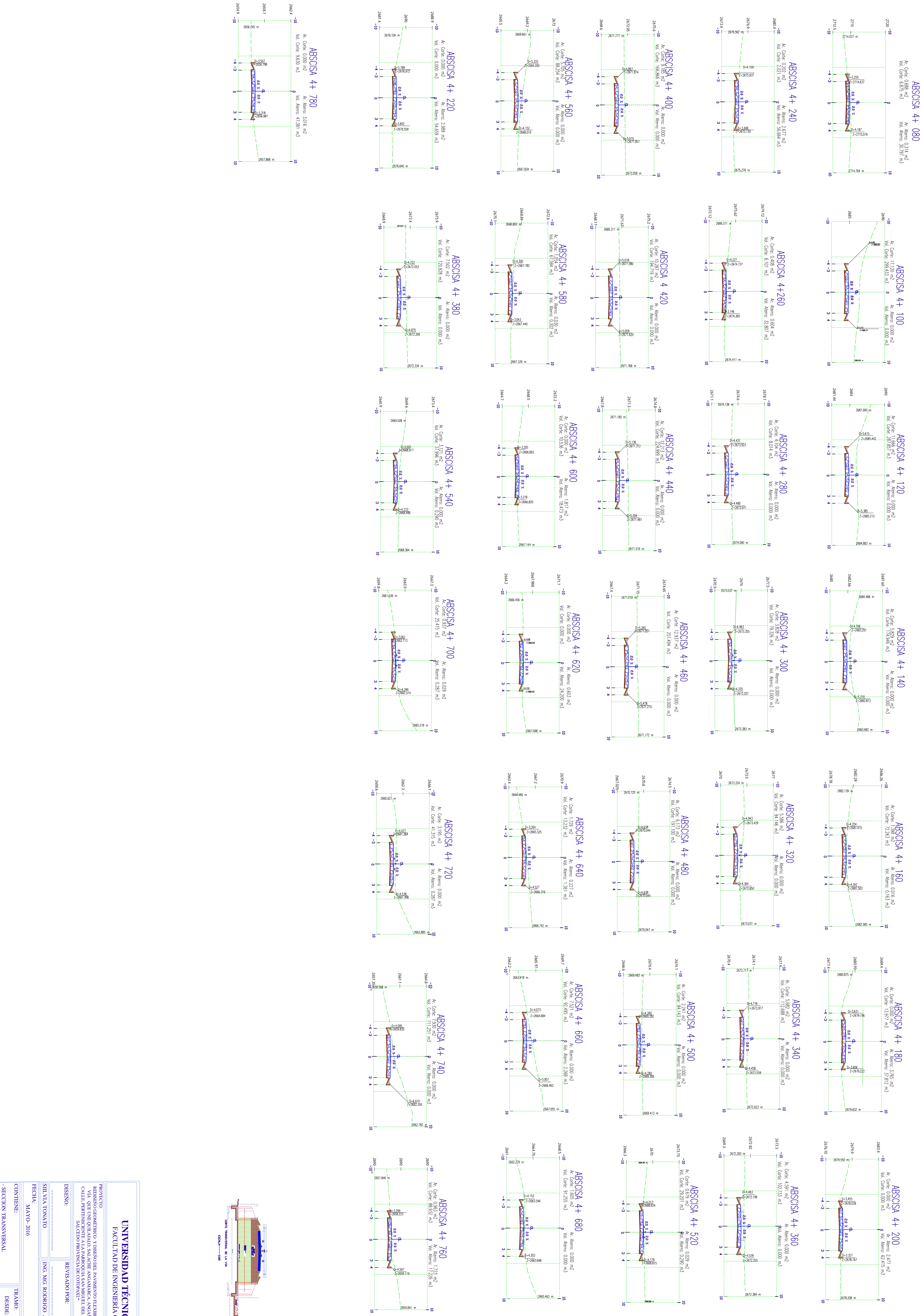


<p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA</p>		<p align="center">TIPO DE VÍA: CLASE IV</p>	
<p>PROYECTO: REDISEÑO GEOMÉTRICO Y DISEÑO DE PAVIMENTO DE BARRIO EN LA CALLE DE LA VÍA QUE UNE QUILALAO, SALACHE, ANGAMARCA, ANGAMARCA Y SALCERO PROVINCIA DE COTACACHI.</p>			
<p>DISEÑO:</p>		<p>REVISADO POR:</p>	
<p>SILVIA TONATO</p>		<p>ING. M.G. RODRIGO ACOSTA</p>	
<p>FECHA: MAYO-2016</p>		<p>ESCALA: DISEÑO HORIZONTAL: 1:1000 DISEÑO VERTICAL: 1:1000 SECCION TRANSVERSAL: 1:1000</p>	
<p>CONTIENE: - DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL - SECCION TRANSVERSAL</p>		<p>TRAMO: DESDE: 1+620 HASTA: 2+460</p>	
		<p>LAMINA Nº: 8/13</p>	

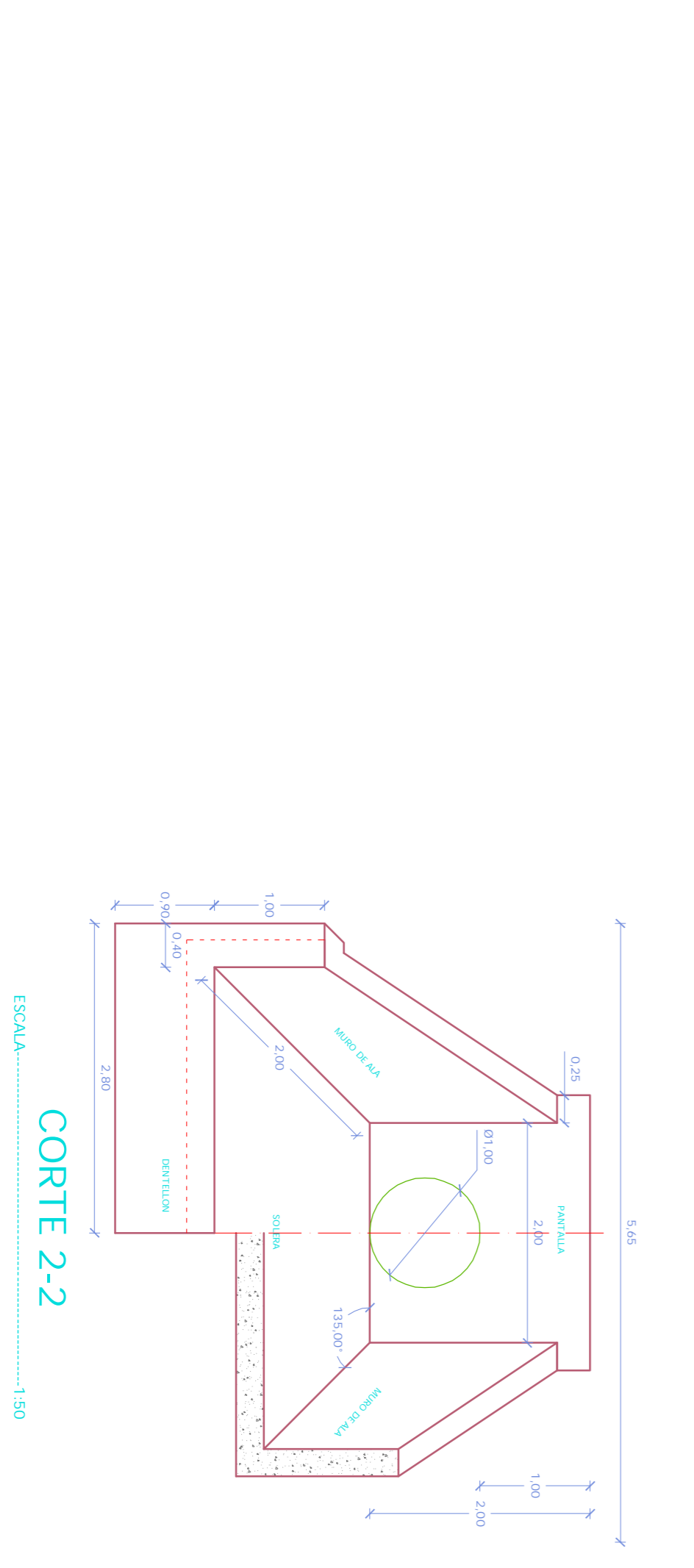
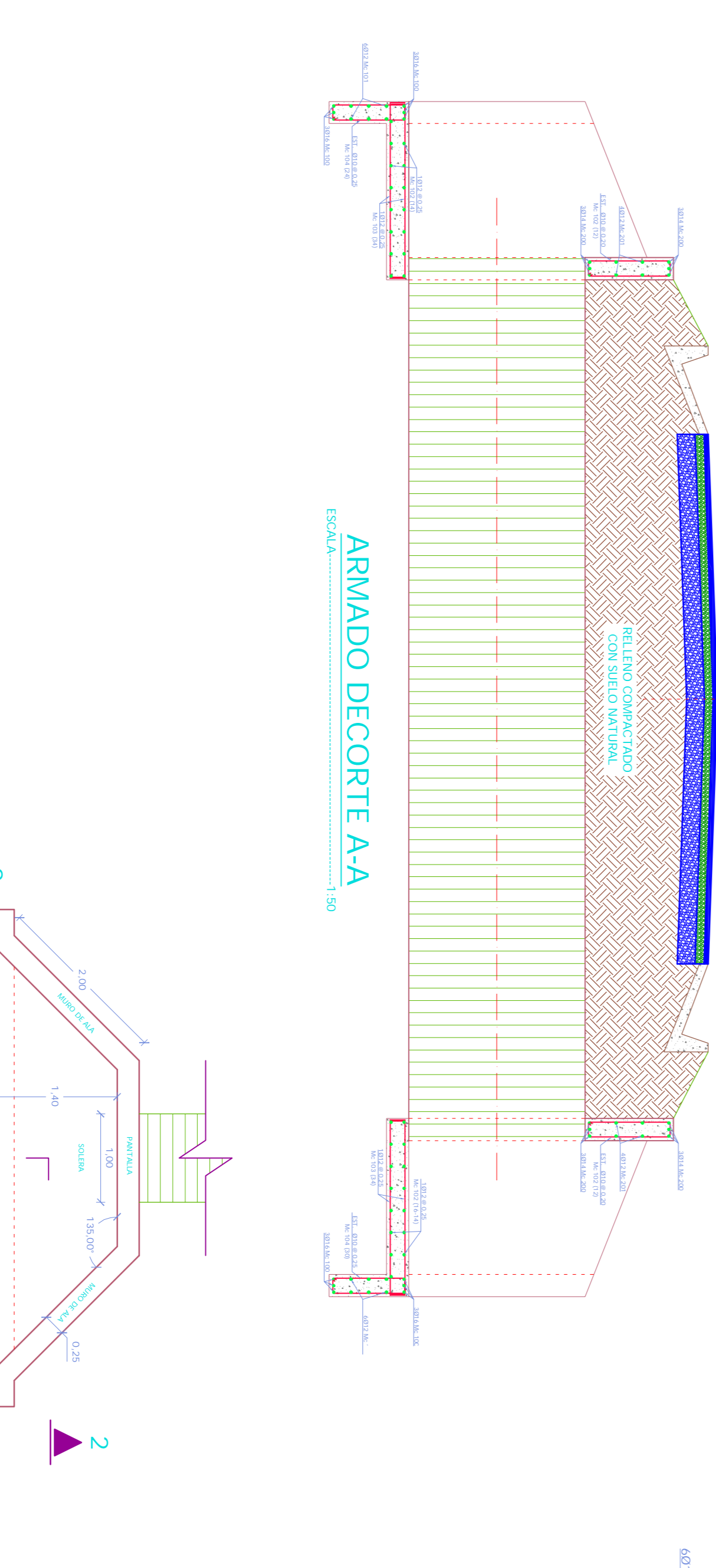
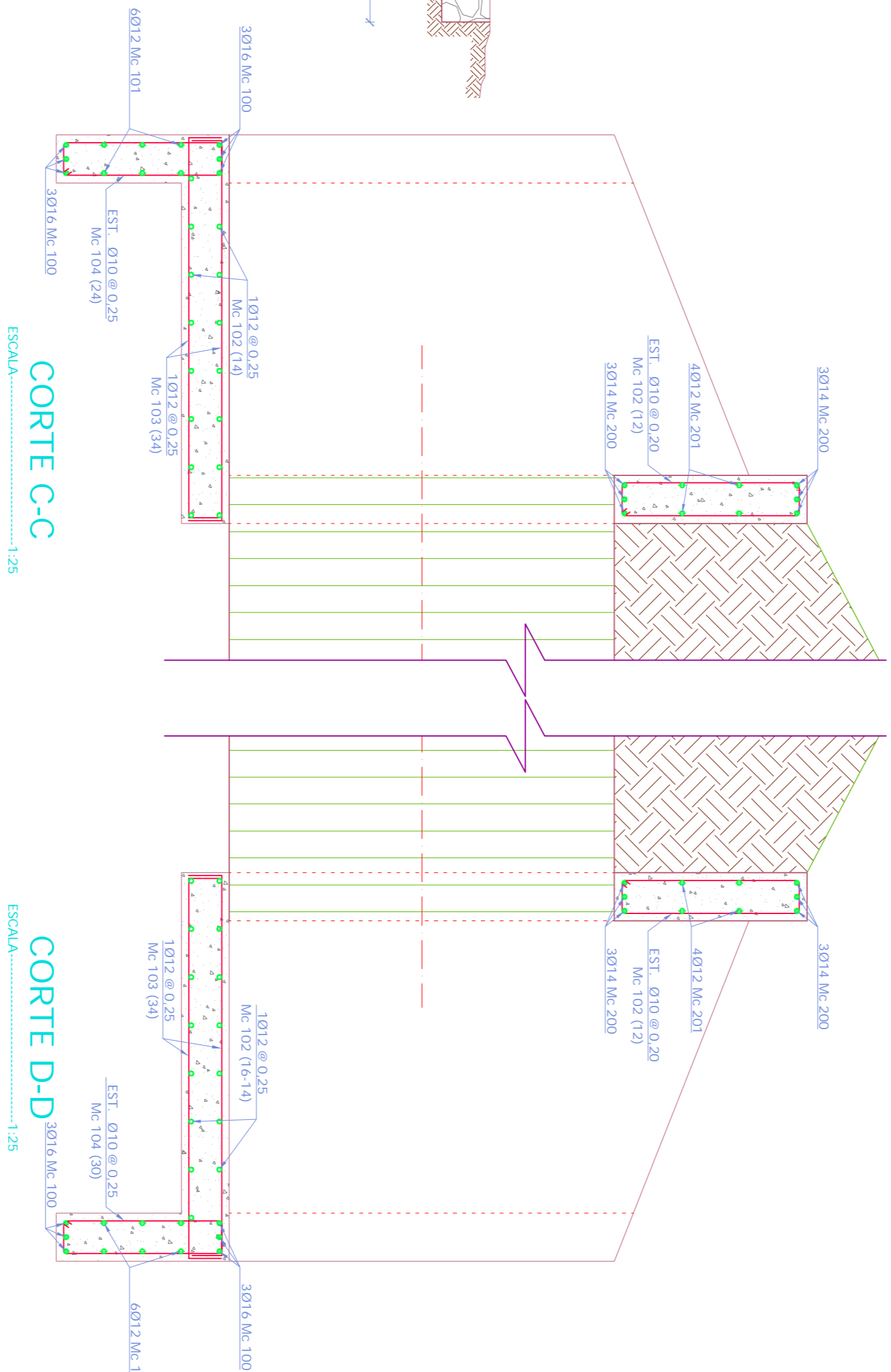
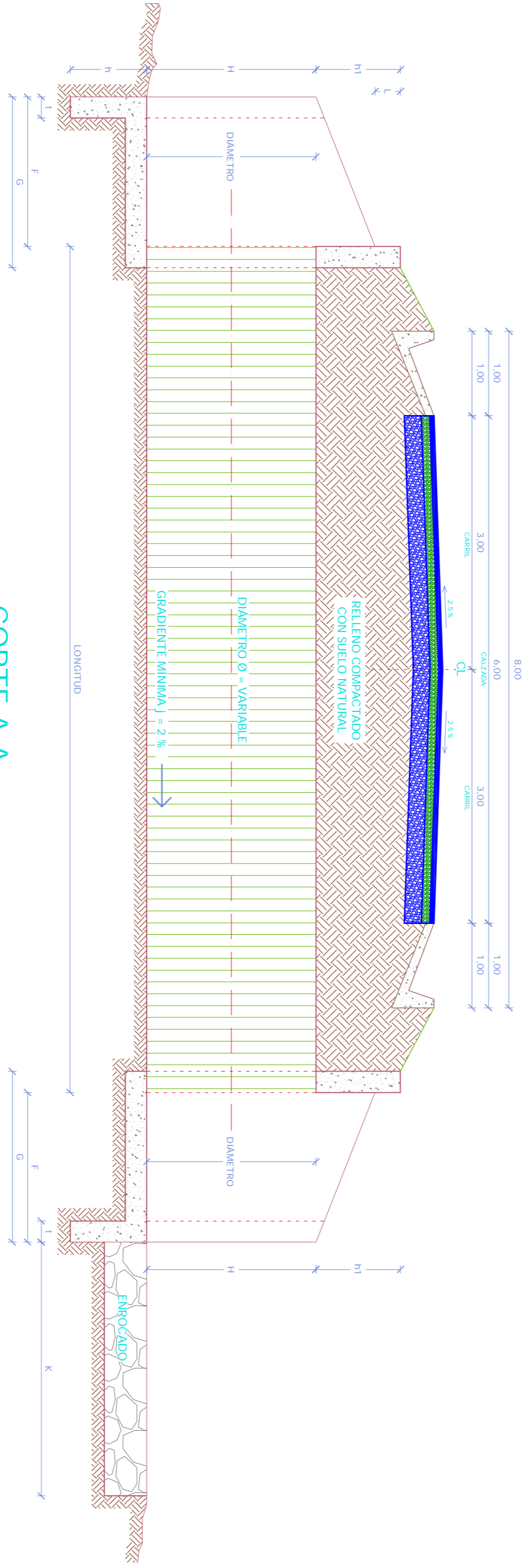
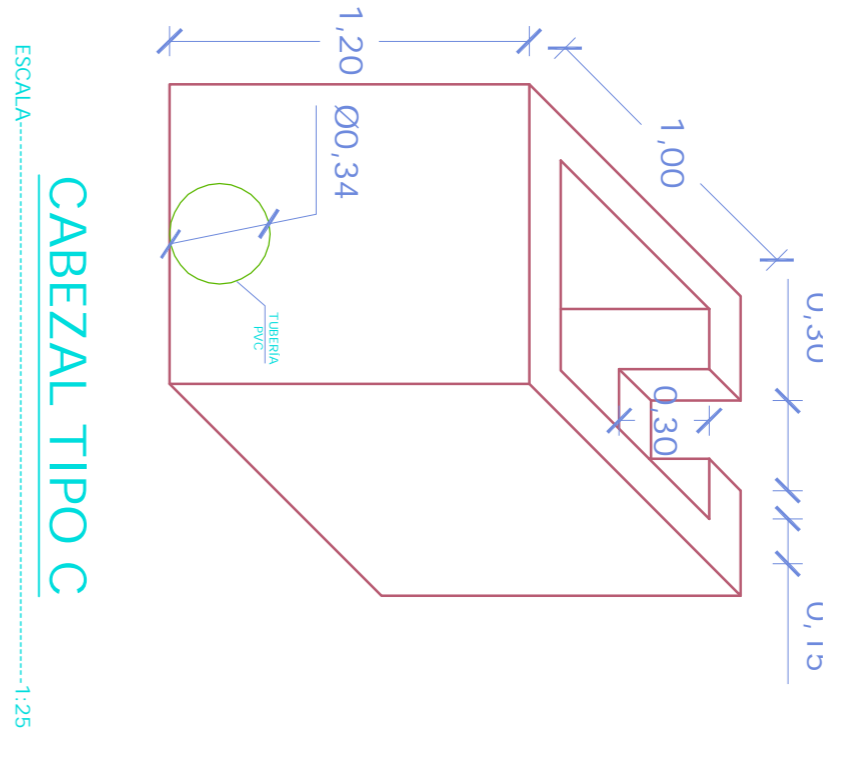
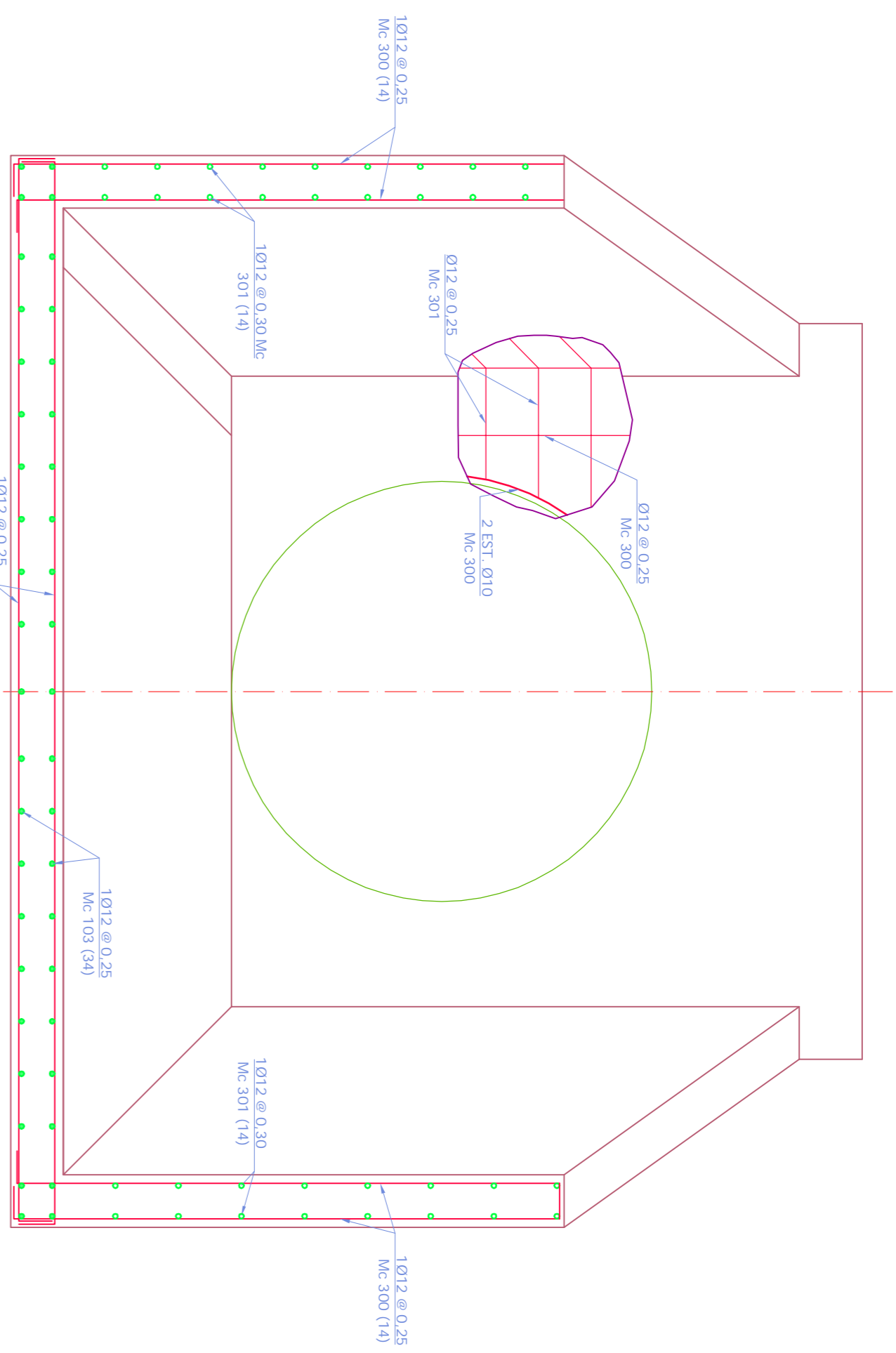
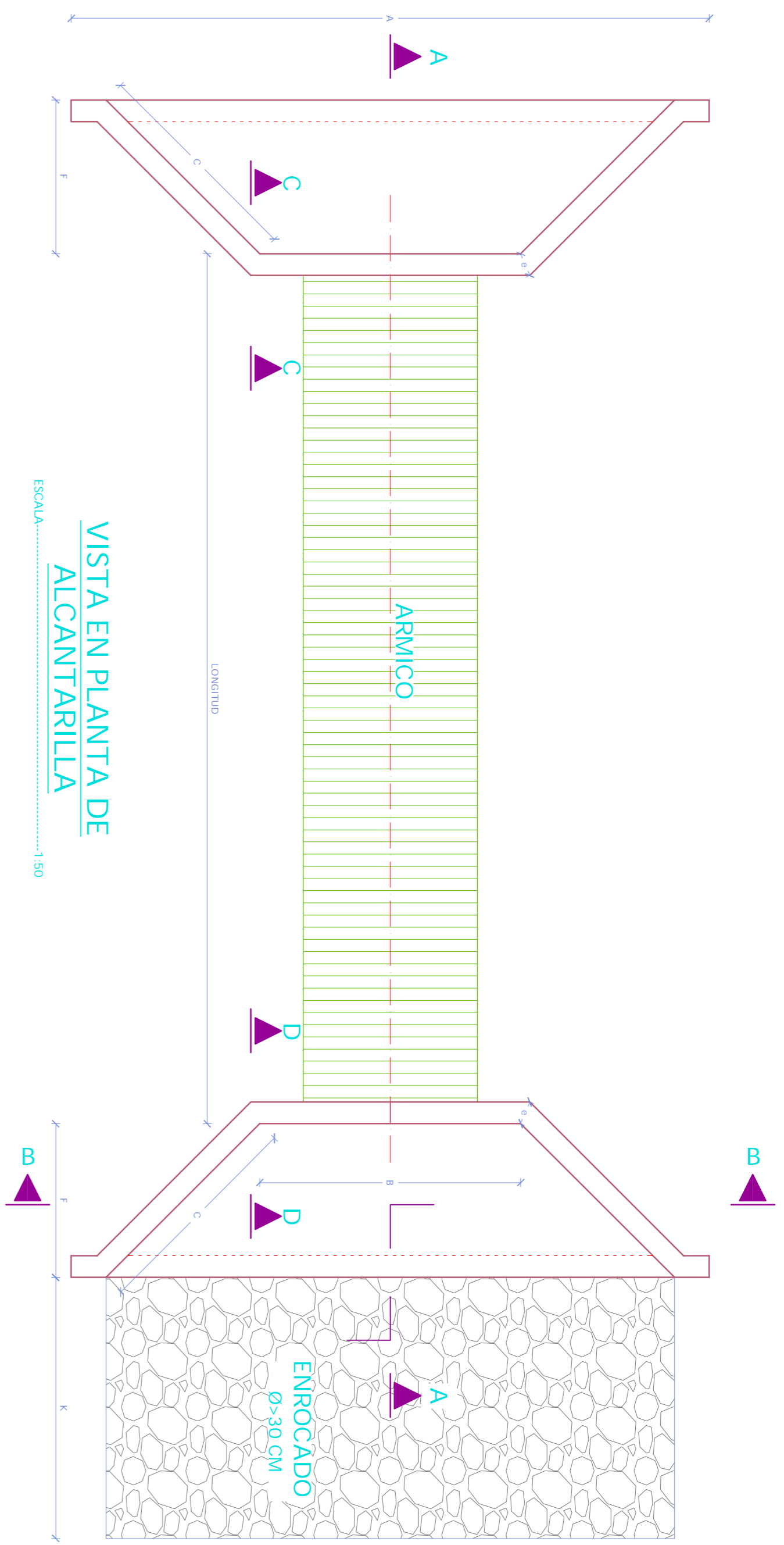




<p align="center">UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y MECÁNICA</p>		<p align="center">TIPO DE VÍA: CLASE IV</p>	
<p>PROYECTO: REVISIÓN GENERAL DEL DISEÑO DEL PAVIMENTO TERRESTRE DE LA RECONSTRUCCIÓN DE LA CARRETERA DEL AMBATO A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTÓN CALLE PEREGRINANTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTÓN SALCEDO PROVINCIA DE COTACANI</p>		<p>REVISADO POR: ING. M.G. RODRIGO ACOSTA</p>	
<p>FECHA: MAYO- 2016</p>		<p>ESCALA: D. HORIZONTAL: 1:1000 D. VERTICAL: 1:4000 V: 1:100</p>	
<p>CONTIENE: - DISEÑO HORIZONTAL - DISEÑO VERTICAL - SECCIÓN TRANSVERSAL</p>		<p>TRAMO: DESDE: 0+000 HASTA: 4+778</p>	
<p>FECHA: MAYO- 2016</p>		<p>LÁMINA N.º: 10/13</p>	



UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA	
PROYECTO: INGENIERÍA Y DISEÑO DEL PAVIMENTO FLEXIBLE EN LA VÍA QUE UNE QUILALAO, SALACATE, ANAGUACA, ANAGUACA, CALLE PEREPIERENTE A LA PARROQUIA SAN MIGUEL DEL CANTÓN SACATEO PROVINCIA DE COTACACHI.	TIPO DE VÍA: CLASE I
DISEÑO: REVISADO POR:	ESCALA: 1:100
FECHA: MAYO 2016	TRAZO: LAMINA Nº
CONTENIDO: SECCIÓN TRANSVERSAL	HASTA: 4+780



CANTON DE ALCANTARILLAS												
Tipo	Canal	A	B	C	d	e	f	g	h	i	j	l
Alcantarilla	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510
Canal	180	210	240	270	300	330	360	390	420	450	480	510

PLANILLA DE ACERO DE REFEREZO										
MC	TPO	φ	Nº	A	B	C	D	E	F	Observaciones
100	C	16	192	7.25	0.20					7.65 1468.80 2317.77
101	C	12	192	7.25	0.20					7.65 1468.80 1304.26
102	C	12	192	7.25	0.20					7.65 1468.80 1304.26
103	C	12	192	7.25	0.20					7.65 1468.80 1304.26
104	O	10	224	0.80	0.20					0.01 430.40 200.24
200	C	14	96	3.00	0.20					3.40 316.40 394.28
202	O	10	192	0.80	0.20					0.05 441.60 222.4
300	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
301	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
302	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
303	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
304	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
305	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
306	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
307	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
308	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
309	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
310	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
311	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
312	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
313	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
314	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
315	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
316	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
317	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
318	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
319	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
320	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
321	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
322	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
323	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
324	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
325	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
326	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
327	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
328	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
329	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
330	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
331	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
332	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
333	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
334	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
335	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
336	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
337	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
338	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
339	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
340	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
341	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
342	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
343	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
344	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
345	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
346	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
347	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
348	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
349	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
350	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
351	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
352	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
353	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
354	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
355	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
356	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
357	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
358	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
359	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
360	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
361	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
362	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
363	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
364	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
365	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
366	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
367	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
368	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
369	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
370	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
371	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
372	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
373	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
374	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
375	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
376	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
377	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
378	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
379	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
380	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
381	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
382	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
383	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
384	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
385	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
386	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
387	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
388	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
389	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
390	C	12	448	2.50	0.40	0.20				2.90 1292.00 1159.69
391	C	12	448							