

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA



UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN

CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

**DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTO DE LA VÍA PARCULOMA –
YABRÚN, CANTÓN GUALACEO.**

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

CHRISTIAN ANDRÉS URGILES AZUERO

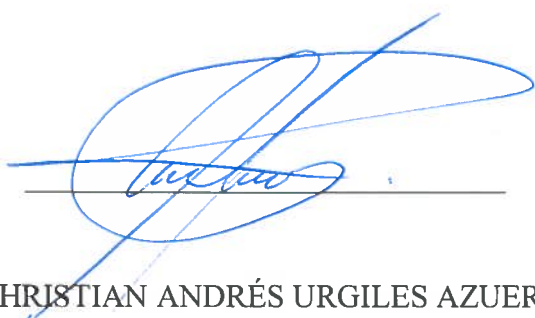
CARLOS JULIO IDROVO PINOS

Director: Ing. Msc. César Humberto Maldonado Noboa

2018

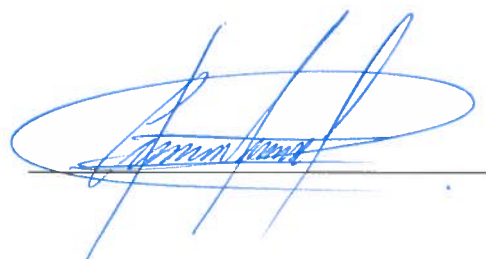
DECLARACIÓN

Declaramos bajo juramento, que el contenido del trabajo descrito de titulación corresponde exclusivamente a: CARLOS JULIO IDROVO PINOS y CHRISTIAN ANDRÉS URGILES AZUERO, la responsabilidad de las ideas, hechos y doctrinas expuestas son de responsabilidad de los autores y no han sido previamente presentadas por ningún otro trabajo de grado.



CHRISTIAN ANDRÉS URGILES AZUERO

C.I.: 0104688973



CARLOS JULIO IDROVO PINOS

C.I.: 0302339676

CERTIFICACIÓN

Certifico en calidad de tutor del presente trabajo de tesis denominado: “**DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTO DE LA VÍA PARCULOMA – YABRÚN, CANTÓN GUALACEO**”, fue elaborado y desarrollado por los estudiantes de la carrera de Ingeniería Civil, Carlos Julio Idrovo Pinos y Christian Andrés Urgiles Azuero, bajo mi supervisión, reuniendo todos los requisitos para ser presentado y sustentado ante el Tribunal.



ING. Msc. CÉSAR HUMBERTO MALDONADO NOBOA

DIRECTOR

CONTENIDO GENERAL

DECLARACIÓN	I
CERTIFICACIÓN	II
CONTENIDO GENERAL.....	III
INDICE DE TABLAS	VIII
INDICE DE GRÁFICOS	XI
INDICE DE ECUACIONES	XIII
DEDICATORIA	XV
AGRADECIMIENTO	XVII
INTRODUCCIÓN	XVIII
RESUMEN	XIX
ABSTRACT.....	XX
CAPÍTULO I	- 1 -
1. GENERALIDADES	- 1 -
1.1 ANTECEDENTES	- 1 -
1.2 OBJETIVOS	- 2 -
1.2.1 OBJETIVO GENERAL.....	- 2 -
1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	- 2 -
1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA VÍA	- 2 -
1.3.1 UBICACIÓN	- 2 -
1.3.2 DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA VÍA	- 3 -
1.3.3 ALCANCE.....	- 4 -
1.4 CONSIDERACIONES PRELIMINARES	- 4 -
CAPÍTULO II	- 5 -
2. ESTUDIOS PRELIMINARES	- 5 -
2.1 REVISIÓN DE NORMAS EXISTENTES.....	- 5 -

2.2	ANÁLISIS DE LA RUTA.....	- 5 -
2.3	CONSIDERACIONES DE DISEÑO	- 7 -
2.3.1	TOPOGRAFÍA	- 7 -
2.3.2	CRITERIOS DE DISEÑO	- 8 -
2.3.3	VELOCIDAD	- 8 -
2.3.3.1	CLASIFICACIÓN DE LA VÍA.....	- 10 -
2.3.4	CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS.....	- 10 -
2.3.4.1	CUNETAS.....	- 13 -
2.3.4.2	ALCANTARILLAS	- 14 -
2.4	TRABAJOS DE CAMPO.....	- 17 -
2.4.1	LEVANTAMIENTO DE DETALLES.....	- 17 -
2.4.2	ALTIMETRÍA	- 18 -
CAPITULO III.....		- 20 -
3.	DISEÑO GEOMÉTRICO.....	- 20 -
3.1	PARÁMETROS DE DISEÑO.....	- 20 -
3.2	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	- 32 -
3.2.1	TANGENTES	- 32 -
3.2.2	CURVAS CIRCULARES SIMPLES	- 34 -
3.2.2.1	CURVAS CIRCULARES SIMPLES.....	- 34 -
3.2.3	BOMBEO	- 37 -
3.2.4	PERALTE	- 38 -
3.2.4.1	COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL.....	- 39 -
3.2.4.2	LONGITUD DE TRANSICIÓN	- 40 -
3.2.5	SOBREANCHO	- 43 -
3.3	ALINEAMIENTO VERTICAL	- 46 -
3.3.1	TANGENTES VERTICALES.....	- 46 -
3.3.2	CURVAS	- 48 -
3.4	SECCIONES TRANSVERSALES	- 50 -
3.4.1	TALUDES	- 50 -
3.4.2	CALZADA	- 51 -
	- 52 -
	- 52 -
	- 52 -

CAPÍTULO IV.....	- 53 -
4. ESTUDIO DE SUELOS	- 53 -
4.1 ANTECEDENTES	- 53 -
4.2 EXTRACCIÓN DE CALICATAS	- 53 -
4.3 ANÁLISIS DE SUELOS	- 57 -
4.3.1 GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63).....	- 57 -
4.3.2 HUMEDAD NATURAL	- 58 -
4.3.3 LÍMITE LÍQUIDO	- 58 -
4.3.4 LÍMITE PLÁSTICO	- 59 -
4.3.5 PROCTOR MODIFICADO (AASHTO T180-70)	- 60 -
4.3.6 CBR (ASTM D18883-73).....	- 60 -
4.3.7 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN LA AASHTO Y SUCS	- 60 -
4.3.7.1 MÉTODO SUCS	- 60 -
4.3.7.2 CLASIFICACIÓN POR EL MÉTODO AASHTO	- 63 -
4.4 RESULTADOS DE ENSAYOS.....	- 67 -
CAPÍTULO V	- 69 -
5. DISEÑO de PAVIMENTO.....	- 69 -
5.1 PERÍODO DE DISEÑO	- 69 -
5.2 AFORO VEHICULAR.....	- 69 -
5.3 DETERMINACIÓN DEL TPDA	- 71 -
5.3.1 TPDA	- 71 -
5.3.1.1 TRÁFICO ACTUAL O EXISTENTE:.....	- 73 -
5.4 TPDA FUTURO	- 77 -
5.4.1 índice de crecimiento	- 78 -
5.5 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES	- 79 -
5.6 CONFIABILIDAD	- 84 -
5.6.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR.....	- 84 -
5.7 ÍNDICE DE SERVICIO	- 86 -
5.8 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE	- 87 -
5.9 NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO	- 90 -
5.10 CÁLCULO de la estructura de PAVIMENTO	- 91 -

5.10.1	Coeficiente de drenaje.....	- 92 -
5.10.2	DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE	- 93 -
CAPITULO VI.....		- 97 -
6.	MOVIMIENTO DE TIERRAS	- 97 -
6.1	GENERALIDADES	- 97 -
6.2	CALCULO DE VOLÚMENES.....	- 97 -
6.3	COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO	- 99 -
CAPITULO VII		- 101 -
7.	OBRAS COMPLEMENTARIAS.....	- 101 -
7.1	MUROS	- 101 -
CAPITULO VIII.....		- 105 -
8.	SEÑALIZACIÓN	- 105 -
8.1	GENERALIDADES	- 105 -
8.2	SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL	- 105 -
8.2.1	LÍNEAS LONGITUDINALES	- 106 -
8.2.2	LÍNEAS TRANSVERSALES	- 107 -
8.2.3	SÍMBOLOS Y LEYENDAS	- 107 -
8.3	SEÑALIZACIÓN VERTICAL	- 108 -
8.3.1	PREVENTIVAS	- 108 -
8.3.2	REGLAMENTARIAS	- 109 -
8.3.3	INFORMATIVAS	- 109 -
8.3.4	ESPECIALES DELINEADORAS	- 110 -
CAPITULO IX.....		- 113 -
9.	PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	- 113 -
CAPITULO X.....		- 114 -
10.	CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	- 114 -
10.1	CONCLUSIONES	- 114 -
10.2	RECOMENDACIONES.....	- 115 -
BIBLIOGRAFÍA		- 117 -
ANEXOS		- 118 -

ANEXO 1: PLANOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO	- 119 -
ANEXO 2: CURVA DE MASAS	- 120 -
ANEXO 3: RESULTADOS DE LABORATORIO	- 121 -
ANEXO 4: PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	- 128 -

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Coordenadas de referencia.....	- 3 -
Tabla 2: Terrenos según su pendiente.....	- 6 -
Tabla 3: Velocidad de diseño en función del TPDA proyectado.....	- 9 -
Tabla 4: Clasificación vial en base al TPDA.....	- 10 -
Tabla 5: Medidas cuneta tipo.....	- 14 -
Tabla 6: Dimensionamiento alcantarillas.....	- 15 -
Tabla 7: Estaciones Topográficas	- 19 -
Tabla 8: Factor de fricción máxima	- 21 -
Tabla 9: Determinación del Peralte.....	- 21 -
Tabla 10: Valores Radio mínimo de curvas.....	- 22 -
Tabla 11: Determinación del Coeficiente de fricción	- 24 -
Tabla 12: Valores de Distancia de Adelantamiento.....	- 26 -
Tabla 13: Longitud de entretangencias	- 27 -
Tabla 14 Determinación del Índice de Curvatura K, Curvas Verticales Convexas.....	- 28 -
Tabla 15 Índice de Curvatura K, Curvas Verticales Cóncavas.....	- 29 -
Tabla 16: Determinación de pendientes máximas	- 31 -
Tabla 17: Resumen de los Parámetros de Diseño.....	- 32 -
Tabla 18: Elementos verticales existentes.	- 36 -
Tabla 19: Determinación del Peralte.....	- 38 -
Tabla 20: Datos de vía actual.....	- 41 -
Tabla 21: Pendiente relativa para bordes	- 42 -
Tabla 22: Elementos de diseño para curvas horizontales y velocidad de diseño, e máx. = 10 %	- 42 -
Tabla 23: Sobreancho de la calzada en curvas circulares, carreteras tipo	- 44 -
Tabla 24: Sobreanchos recomendados.....	- 45 -
Tabla 25: Pendientes y longitud del perfil vertical	- 47 -
Tabla 26: Curvas cóncavas y longitudes.....	- 49 -
Tabla 27: Curvas convexas y longitudes	- 49 -
Tabla 28: Determinación de inclinación de taludes	- 50 -
Tabla 29: Número de calicatas que se deben extraer	- 53 -
Tabla 30: Cuadro de Calicatas	- 56 -
Tabla 31: Simbología del Grupo SUCS.....	- 61 -

Tabla 32: Tipología de Suelos según SUCS	- 61 -
Tabla 33: Características de los suelos según el método SUCS.	- 62 -
Tabla 34: Clasificación de suelos Método AASHTO, (Material Granular)	- 65 -
Tabla 35: Clasificación de suelos método AASHTO, material limo arcilloso.	- 65 -
Tabla 36: Clasificación de los Suelos por el método de la AASHTO	- 66 -
Tabla 37: Características del suelo	- 67 -
Tabla 38: Resultados de aforo vehicular.....	- 70 -
Tabla 39: Clasificación vehicular	- 72 -
Tabla 40: Clasificación vehicular	- 72 -
Tabla 41: Factor semanal	- 75 -
Tabla 42: Consumo combustible Azuay 2016	- 76 -
Tabla 43: Factores TPDA	- 76 -
Tabla 44: Tráfico promedio diario anual 2018	- 77 -
Tabla 45: Tasa vehicular	- 78 -
Tabla 46: TPDA futuro	- 79 -
Tabla 47: Cálculo factores equivalentes	- 82 -
Tabla 48: Factor de distribución por carril	- 83 -
Tabla 49: Cálculo número de ejes equivalentes.....	- 83 -
Tabla 50: Clasificación niveles de confiabilidad	- 84 -
Tabla 51: Desviación estándar normal.....	- 85 -
Tabla 52: Desviación Estándar (So)	- 85 -
Tabla 53: índice inicial de servicio	- 86 -
Tabla 54: índice final de servicio.....	- 86 -
Tabla 55: Determinación CBR percentil.....	- 87 -
Tabla 56: CBR percentil	- 87 -
Tabla 57: CBR percentil	- 88 -
Tabla 58: Clasificación del suelo de acuerdo al CBR.....	- 89 -
Tabla 59: Datos para SN.....	- 91 -
Tabla 60: Espesores mínimos de capas.....	- 92 -
Tabla 61: Calidad de drenaje según saturación.....	- 92 -
Tabla 62: Coeficientes de Drenaje pavimento flexible.....	- 93 -
Tabla 63: Coeficientes para capas.....	- 94 -
Tabla 64: Tabla resultados coeficientes	- 94 -
Tabla 65: Cantidad de material para la estructura de pavimento tramo 1	- 96 -

Tabla 66 Cantidad de material para la estructura de pavimento tramo 2.....	- 96 -
Tabla 67: Volúmenes corte y relleno	- 98 -
Tabla 68: Coeficientes de esponjamiento según tipo terreno	- 100 -
Tabla 69: Dimensiones de cajas para muro de gaviones	- 102 -
Tabla 70: Ubicación muro gaviones	- 104 -
Tabla 71: Ubicación señalización vertical	- 112 -

INDICE DE GRÁFICOS

Figura 1: Ubicación general vía Parculoma-Yabrún.	- 3 -
Figura 2: Análisis pendiente Vía Parculoma-Yabrún	- 6 -
Figura 3: Mapa de isoyetas.	- 11 -
Figura 4: Mapa de isotermas.....	- 12 -
Figura 5: Servicio de alcantarillado no conectado en el Cantón Gualaceo.....	- 12 -
Figura 6: Cuneta tipo	- 13 -
Figura 7: Dimensiones cuneta.....	- 14 -
Figura 8: Elementos de alcantarilla.....	- 15 -
Figura 9: Dimensiones alcantarillas.....	- 16 -
Figura 10: Distancia de visibilidad de Parada.....	- 23 -
Figura 11: Distancia de visibilidad de Adelantamiento.	- 25 -
Figura 12: Elementos curva vertical convexa.....	- 29 -
Figura 13: Elementos de una curva vertical cóncava.....	- 30 -
Figura 14: Curva simple.....	- 34 -
Figura 15: Pendiente Transversal de la Vía.	- 37 -
Figura 16: Sección Tipo.....	- 37 -
Figura 17: Peralte en la Vía.	- 38 -
Figura 18: Desarrollo transición en curva.....	- 41 -
Figura 19: Diagrama de transición de peralte para curvas circulares	- 41 -
Figura 20: Distribución del sobreechancho en curva circular	- 44 -
Figura 21: Sobreechancho recomendado.....	- 45 -
Figura 22: Pendiente crítica	- 47 -
Figura 23: Curvas Verticales.	- 48 -
Figura 24: Sección tipo abscisa 0+000 - 1+020.....	- 52 -
Figura 25: Sección tipo abscisa 1+020 – 3717.43	- 52 -
Figura 26: Estrato calicata No. 6.....	- 54 -
Figura 27: Localización de calitas	- 56 -
Figura 28: Límites de Atterberg.....	- 59 -
Figura 29: Carta de Casagrande	- 62 -
Figura 30: Clasificación SUCS.....	- 63 -
Figura 31: Gráfico aforo vehicular	- 70 -
Figura 32: Tipo de vehículos	- 73 -

Figura 33: Porcentaje TPDA 2018.....	- 77 -
Figura 34: Tipología ejes equivalentes	- 80 -
Figura 35: Esfuerzos de tensión sobre la capa de superficie	- 80 -
Figura 36: Tipología vehicular y pesos.....	- 81 -
Figura 37: Valores C.B.R.....	- 88 -
Figura 38: Valores C.B.R.....	- 88 -
Figura 39: Modelo estructural de pavimento	- 93 -
Figura 40: Estructura de pavimento 1er tramo	- 95 -
Figura 41: Estructura de pavimento 2do tramo.....	- 96 -
Figura 42: Prismoide.....	- 98 -
Figura 43: Curva de masas.....	- 99 -
Figura 44: Abertura de alambre, Muros de Gaviones.....	- 102 -
Figura 45: Sección tipo muro gaviones	- 103 -
Figura 46: Líneas longitudinales.....	- 106 -
Figura 47: Líneas transversales.....	- 107 -
Figura 48: Símbolos y leyendas	- 107 -
Figura 49: Señalización preventiva.....	- 108 -
Figura 50: Señalización reglamentaria.....	- 109 -
Figura 51: Señalización informativa.....	- 109 -
Figura 52: Señalización especial.....	- 110 -
Figura 53: Señalización vertical.....	- 111 -
Figura 54: Dimensión para señalización vertical.....	- 111 -

INDICE DE ECUACIONES

Ec. 1: Velocidad de circulación	- 10 -
Ec. 2: Velocidad de circulación	- 10 -
Ec. 3: Distancia de visibilidad de parada	- 23 -
Ec. 4: Distancia de parada 1	- 23 -
Ec. 5: Distancia de parada 2.....	- 23 -
Ec. 6: Distancia de adelantamiento	- 25 -
Ec. 7: Distancia preliminar de demora.....	- 25 -
Ec. 8: Distancia de Adelantamiento.....	- 25 -
Ec. 9: Distancia de seguridad.....	- 25 -
Ec. 10: Distancia recorrida del vehículo que viene en el carril contrario	- 25 -
Ec. 11: Longitud de curvatura.....	- 28 -
Ec. 12: Tangente mínima	- 33 -
Ec. 13: Tangente máxima	- 33 -
Ec. 14: Tangente vertical mínima	- 34 -
Ec. 15: Longitud de curva.....	- 35 -
Ec. 16: Longitud tangente de curva	- 35 -
Ec. 17: Longitud de cuerda	- 35 -
Ec. 18: Distancia externa	- 35 -
Ec. 19: Distancia de la ordenada media	- 35 -
Ec. 20: Peralte	- 39 -
Ec. 21: Longitud de transición	- 43 -
Ec. 22: Humedad natural.....	- 58 -
Ec. 23: Índice de grupo	- 64 -
Ec. 24: Índice de grupo parcial IP.....	- 64 -
Ec. 25: Tráfico Promedio Diario Anual	- 71 -
Ec. 26: Tráfico Actual.....	- 73 -
Ec. 27: Factor horario	- 74 -
Ec. 28: Factor horario	- 74 -
Ec. 29: Factor semanal	- 74 -
Ec. 30: Factor mensual.....	- 75 -
Ec. 31: Tráfico Promedio diario Anual Futuro	- 78 -
Ec. 32: Factor de equivalencia	- 81 -

Ec. 33: Porcentaje estimado de pesados	- 82 -
Ec. 34: Número de ejes equivalentes	- 82 -
Ec. 35: Índice de serviciabilidad.....	- 86 -
Ec. 36	- 89 -
Ec. 37	- 89 -
Ec. 38	- 89 -
Ec. 39: Número estructural	- 91 -
Ec. 40: Número estructural	- 91 -
Ec. 41: Volumen prismoide	- 97 -

DEDICATORIA

A Dios, nuestro creador, la base fundamental de lo que somos y vivimos día a día, por darme la oportunidad de existir, disfrutar de la vida y ser la persona que soy.

A mi padre, Rommel Urgiles Heredia, mi ejemplo a seguir y alcanzar, por haberme guiado por el camino del bien a lo largo de toda mi vida, por siempre estar ahí y darme fuerzas para seguir adelante, por enseñarme a ponerme de pie en cada caída y nunca rendirme ante nada.

A mi madre, Mireya Azuero Torres, la mujer que más amo en la vida, la base de mi formación y valores inculcados, el apoyo incondicional, mi fortaleza, mi todo.

A mis hermanas Priscila y Karla, por estar conmigo en cada momento dándome fuerzas y ánimos para seguir adelante, por su amistad de hermanas pura e incondicional que me saben brindar.

A toda mi familia por haberme apoyado y darme la fortaleza necesaria para la culminación de mi carrera profesional, con quienes espero compartir experiencias y los días de existencia que nos quedan.

C. Urgiles Azuero

Cuenca, Julio 2018

Con mucho cariño, dedicación y respeto a mis padres que siempre se encontraron en los momentos difíciles en toda mi

etapa estudiantil, pues la distancia nunca fue un impedimento para alcanzar mi meta.

A mis hermanos que en cada día reflejan inspiración de alcanzar todo lo que me propuesto.

Para todos ellos mi dedicación y esfuerzo, por ser las personas más importantes en mi vida, que a pesar de los momentos difíciles que se pasaron he logrado cumplir con lo propuesto.

C. Idrovo Pinos

Cuenca, Julio 2018

AGRADECIMIENTO

A Dios, parte fundamental en nuestras vidas, por el hemos llegado a tener muchas satisfacciones y poder cumplir metas propuestas.

A nuestras familias y compañeros con quienes hemos convivido desde el primer día, por estar presentes a lo largo de nuestra formación ya que cada uno apporto un granito de arena en nuestras vidas.

A nuestro tutor, Ing. Msc. César Humberto Maldonado Noboa, que con su asesoría nos supo brindar sus conocimientos y el tiempo necesario para poder realizar el presente trabajo, tratando de guiarnos de la mejor manera en el tiempo que fue nuestro catedrático y tutor.

A nuestra querida Universidad Católica de Cuenca, en especial a todos los catedráticos de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes han colaborado en nuestra formación académica y sin buscar el beneficio personal, han fomentado el aprendizaje dentro de la institución, para que sus alumnos lleguen a ser unos excelentes profesionales en el futuro.

Al Ingeniero Luis Mario Barsallo, director de obras públicas del GAD de Gualaceo, por brindarnos el apoyo y la documentación necesaria para la realización del presente trabajo.

INTRODUCCIÓN

Una vía en óptimas condiciones en cualquier punto geográfico, genera un importante desarrollo socio-económico para los habitantes del sector y poblaciones a su alrededor, mejorando el flujo de sus productos, además de impulsar y promover el desarrollo de calidad de vida, salud y educación, definiendo los proyectos futuros mediante la administración y uso del suelo conjuntamente con los recursos naturales existentes.

La vía Parculoma – Yabrún, se encuentra totalmente deteriorada y en algunas zonas se puede observar daños importantes en la calzada, mismos que afectan la vida y el desarrollo de la zona; pues la misma no cuenta con un diseño geométrico y de pavimentos que cumpla las normas viales mínimas establecidas en la actualidad, obteniendo radios de curvatura que no cumplen normativa, sumando la sinuosidad de la vía que tan solo permite circular a 20 km/h.

Con las actuales características de la vía, se procederá a realizar un conteo vehicular de la zona, levantamiento topográfico completo, y los respectivos estudios de suelos, para posteriormente realizar el diseño geométrico conjuntamente con la estructura de pavimento, de modo que la seguridad vial del usuario se optimice reduciendo la posibilidad de que el conductor se enfrente a una situación inesperada, garantizando así un diseño óptimo, seguro y económico adaptado a las necesidades de la entidad y los usuarios; todo esto basándose en la MTOP 2003, Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12 y la AASHTO .

RESUMEN

El cantón Gualaceo es uno de los más importantes de la provincia del Azuay, es visitada por personas de distintas ciudades para el turismo, representando un incremento poblacional y económico; al hablar de lo económico, se refiere al desarrollo y crecimiento de las zonas que conectan las vías de acceso al dicho cantón.

En la actualidad, Gualaceo, contiene vías en desarrollo, especialmente en las zonas rurales que necesitan mejorar sus condiciones de acceso, es por esto que el GAD Municipal de

Gualaceo, se ha enfocado en el mejoramiento de la vía Parculoma-Yabrún, buscando satisfacer el desarrollo social, económico y la calidad de vida de todos los moradores del sector, y más aun sabiendo que posiblemente en un futuro se implantará un mirador turístico en la zona, por lo tanto se ha optado por realizar un diseño geométrico y de pavimento, ya que la misma no presenta condiciones de diseño bajo ninguna normativa existente, siendo necesario el mejoramiento del acceso y la seguridad vial.

El presente trabajo comprende varias fases como estudio de suelos, conteo vehicular y toma de datos en campo, para poder procesar la información y realizar el respectivo diseño geométrico tanto horizontal como vertical, conjuntamente la estructura del pavimento y con su respectivo presupuesto referencial de la obra.

Todo el estudio se realizará en base a la normativa vigente como la MTOP 2003, NEVI-12, y AASHTO.

Palabras clave: PAVIMENTO, DISEÑO GEOMÉTRICO, SEGURIDAD VIAL, PRESUPUESTO.

ABSTRACT

The Gualaceo canton is one of the most important in the province of Azuay, it is visited by many people from different cities for sightseeing, representing a population and economic growth; when discussing about economic, which represents the development and growth of the areas that link the access roads to the aforementioned canton.

Currently, Gualaceo, has roads in development, mainly in rural areas which need to improve their access, this is why the Municipal GAD of Gualaceo has focused on the improvement of the Parculoma-Yabrún road, pursuing to satisfy the social, economic development and the quality of life of all the inhabitants of the sector, and even more knowing the possibility in a near future of a tourist viewpoint which will be built in the area, therefore it has been chosen to develop a geometric and pavement design, since it has no design conditions under any existing regulations, being necessary to improve the access and road safety.

This research involves several steps as soil survey, vehicle count and field data gathering, to process the data and perform the corresponding horizontal and vertical geometric design, together the pavement structure and with their individual reference budget of the work.

The entire study will be based on existing regulations as MTOP 2003, NEVI-12, and AASHTO.

Keywords: PAVEMENT, GEOMETRIC DESIGN, ROAD SAFETY, BUDGET.

CAPÍTULO I

1. GENERALIDADES

1.1 ANTECEDENTES

El cantón Gualaceo, ubicado al nor-oriente de la provincia del Azuay, con una superficie de 345.48 Km^2 , a una distancia de 35 kilómetros al Oeste de la capital provincial Cuenca.

“Por la belleza única de esta ciudad enclavada en el valle del Santa Bárbara y por el carácter acogedor de su gente, a Gualaceo se le denomina el “Jardín Azuayo” actualmente ostenta el título de Patrimonio Cultural de la Nación; por su situación, es un nudo de comunicaciones hacia el oriente ecuatoriano, sus principales actividades son la agricultura, la artesanía y el turismo”. (GAD Gualaceo, 2018).

“En lo que se refiere al sistema de alcantarillado, de acuerdo a los registros del GAD del cantón de Gualaceo, descarga en la red de alcantarillado aproximadamente un 95% de la población, mientras que un 2% han construido pozos sépticos para su uso, 3% tiene una descarga directa a través de quebradas, lo que genera a un problema de malos olores”. (GAD Gualaceo, 2018).

El GAD Municipal del Cantón Gualaceo con la intervención del departamento de Obras Públicas, con el fin de generar un desarrollo sostenible a nivel económico y social, buscan generar obras de calidad para toda su población, entre ellos está mejorar el sistema de vialidad, es por eso que se ha propuesto el diseño de la vía Parculoma-Yabrún, que une dos sectores de la comunidad, en los que albergan alrededor de 413 habitantes del sector y se encuentra localizada en la Periferia de la Cabecera Cantonal Urbana, con una longitud de 3,7 km de distancia.

El proyecto consiste en el trazado geométrico, diseño de pavimento, cunetas, drenajes, señalización, y el respectivo presupuesto referencial.

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 OBJETIVO GENERAL

Aplicar la normativa existente para realizar el diseño geométrico y de pavimento de la vía Parculoma – Yabrún, situada en el Cantón Gualaceo, provincia del Azuay.

1.2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Realizar el levantamiento topográfico y estudio de suelo para determinar el estado de la vía actual.
- Mejorar el trazado geométrico de vía según normativa actual.
- Diseñar la estructura de pavimento.
- Sugerir la ubicación de alcantarillas necesarias.
- Diseñar el sistema de señalización y seguridad vial.
- Establecer el presupuesto general referencial del proyecto.

1.3 UBICACIÓN Y DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA VÍA

1.3.1 UBICACIÓN

Gualaceo limita al norte, con los cantones Paute y Guachapala; al este con los cantones El Pan y Limón Indanza, este último de la provincia de Morona Santiago; al sur, los cantones Chordeleg y Sigsig; y al oeste, el cantón Cuenca; específicamente la vía Parculoma – Yabrún está limita al sur con el centro cantonal de Gualaceo, con coordenadas iniciales 9680183 (N-S) y 745827 (E-O) hasta 9679897 (N-S) y 743912 (E-O), mostradas en la tabla 1, con un total de 3,7 km de vía.

VÍA	COORDENADA INICIAL 0+000		COORDENADA FINAL 3+717.43	
	Norte	Este	Norte	Este
Parculoma-Yabrún	9680183	745827	9679897	743912

Tabla 1: Coordenadas de referencia.
Fuente: Google Earth



Figura 1: Ubicación general vía Parculoma-Yabrún.
Fuente: Google Earth

1.3.2 DESCRIPCIÓN ACTUAL DE LA VÍA

“El Cantón Gualaceo está conformado por ocho parroquias rurales que son: Mariano Moreno, Daniel Córdova Toral, Luis Cordero Vega, Remigio Crespo Toral, Jadán, Zhidmad, San Juan y Simón Bolívar; y la conforma también la parroquia central del mismo nombre”. (GAD Gualaceo, 2018).

Actualmente existen comunidades aledañas que se encuentran conectadas por caminos vecinales en mal estado, entre ellas está la vía Parculoma – Yabrún, misma que presenta condiciones inadecuadas para su correcta circulación, entre las que podemos mencionar:

- La capa de rodadura está consolidada con una capa de material de mejoramiento (lastre).
- El trazado del diseño geométrico actual no cumple con los parámetros mínimos de la normativa.
- Sistema de drenaje inadecuado e inexistente en varias zonas.
- Existen construcciones junto a la vía.
- No cumple anchos mínimos adecuados de calzada.
- Existen pendientes mayores al 16%.
- Radios de giro muy cortos.

1.3.3 ALCANCE

Este estudio vial de 3,7 kilómetros, consiste en presentar al GAD Municipal de Gualaceo, la elaboración del diseño geométrico y de pavimento, sugerencias de drenajes y la implementación de señalización para la seguridad de tránsito y vialidad, lo que permite obtener un presupuesto referencial del proyecto.

1.4 CONSIDERACIONES PRELIMINARES

Para cumplir con los objetivos planteados de tal manera que el proyecto sea funcional, se realizaron consideraciones como:

- Levantamiento topográfico: Puntos de referencia, construcciones y terrenos existentes, calzada actual de la vía, tapas de alcantarillas, pasos de agua lluvias, cisternas y tanques de agua potable y postes de energía eléctrica.
- Toda la información levantada del proyecto se procesará de tal manera que, se harán las consideraciones pertinentes a lo existente, tratando de que el trazado geométrico del eje vial sea el más adecuado, con afecciones mínimas a los moradores y dueños de los predios existentes.

CAPÍTULO II

2. ESTUDIOS PRELIMINARES

2.1 REVISIÓN DE NORMAS EXISTENTES

La normativa con la cual se va a realizar el presente estudio será la “MTOPI-2003”, “MINISTERIO DE TRANSPORTE Y OBRAS PUBLICAS, NORMA PARA ESTUDIOS Y DISEÑOS VIALES VOLUMEN 2 – LIBRO A, NORMA ECUATORIANA VIAL NEVI-12-MTOPI”, y la “AASHTO”, las cuales proporcionarán todas las guías necesarias para el diseño vial conjuntamente con la normativa de seguridad vial.

De ser el caso se citará cualquier otro libro o norma que se utilice en la redacción del presente estudio.

2.2 ANÁLISIS DE LA RUTA

Un correcto diseño Geométrico se basa en un levantamiento topográfico de calidad, pues en este se generan los cambios adecuados al entorno de la vía, siendo el factor más importante de cualquier estudio vial, con lo cual permite la clasificación del terreno mediante la NEVI 12 VOLUMEN 2A, para lo cual se analiza la tabla 2 referente a los terrenos según la pendiente de los mismos para su respectiva clasificación:

TERRENOS SEGÚN SU PENDIENTE			
TERRENO	DESCRIPCIÓN	PENDIENTE TRANSVERSAL	PENDIENTE LONGITUDINAL
PLANO	Mínimo movimiento de tierras.	< 5%	< 3%
ONDULADO	Movimiento de tierras moderado permitiendo alineamientos casi rectos.	6 – 12 %	3 - 6%.
MONTAÑOSO	Grandes movimientos de tierras, construcciones de puentes o estructuras para solucionar dificultades del terreno montañoso, permitiendo alineamientos casi rectos.	13 - 40 %	6 - 8%.
ESCARPADO	Máximo movimientos de tierras, existen divisoras de aguas, construcciones de puentes o estructuras para solucionar dificultades del terreno montañoso a lo largo de la vía.	> 40 %	> 8%.

Tabla 2: Terrenos según su pendiente
Fuente: NEVI 12, 2013

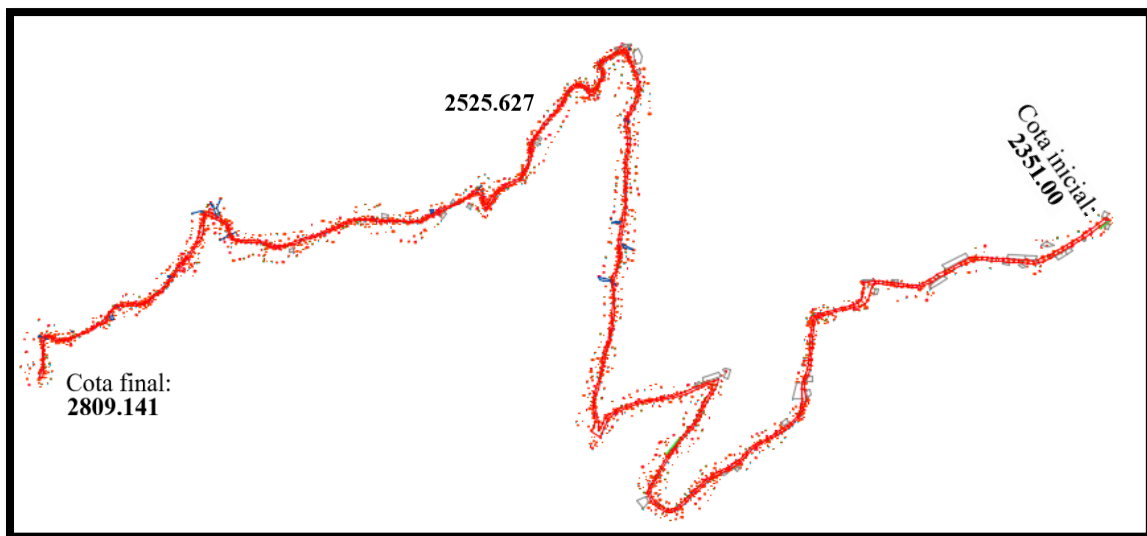


Figura 2: Análisis pendiente Vía Parculoma-Yabrún
Fuente: Propios autores.

Como se puede apreciar en la figura 2, existe un terreno montañoso el cual presenta las siguientes características:

- Anchos de calzada entre 3,00 y 4,00 metros.
- Pendientes elevadas entre 18-22% en varios tramos de la vía.
- Radios de giro cortos.

Al no presentar drenaje para aguas lluvias y debido la sinuosidad de la misma, es necesario garantizar un correcto drenaje de aguas lluvias para mantener la vía en buen estado colocando en varios tramos de la vía alcantarillas, con el fin de distribuir a lo largo del proyecto el caudal producto de la escorrentía y la acumulación de agua en toda la trayectoria vial.

Actualmente la mayoría de la población está dedicada a la ganadería y la agricultura; según el GAD municipal de Gualaceo, tiene previsto la construcción de un mirador turístico en la zona de Yabrún, lo que permitirá el incremento del turismo y los ingresos económicos de toda la población del sector, conjuntamente con la mejora vial, se podrá tener un mejor control del uso del suelo para tratar de generar un mayor desarrollo comercial beneficiando a toda la sociedad del sector.

2.3 CONSIDERACIONES DE DISEÑO

2.3.1 TOPOGRAFÍA

La topografía es un factor importante y determinante al momento de realizar un diseño vial, pues nos da una representación del área determinada gráficamente de la superficie, con una posición relativa, absoluta y características físicas, para de esta manera lograr que la vía tenga el mejor diseño posible y se acomode al terreno generando un impacto económico y ambiental bajo dentro de los parámetros de la normativa.

Para el presente estudio se empleó una metodología tradicional que consiste en:

- Colocar y georreferenciar cada estación topográfica.
- Realizar el levantamiento topográfico recogiendo datos referentes a terrenos, construcciones existentes, alcantarillas, tuberías, etc.

2.3.2 CRITERIOS DE DISEÑO

Para lograr vías o carreteras con un flujo constante, se debe comenzar con la seguridad, ya que esta es la más importante al momento de realizar el diseño, pues los usuarios deben estar exentos de cualquier tipo de sorpresas, al mismo tiempo que no genere dudas a los conductores respecto a la uniformidad de la vía. Cuanto más se tenga visibilidad de parada, adelantamiento y señalización existirá más comodidad y se podrá brindar un mejor servicio para el usuario.

La creación de una línea flexible al momento del diseño horizontal, se va a acomodar al contorno natural para poder reducir los movimientos de tierra generados por la construcción, pues el diseño de curvas pronunciadas con poca visibilidad, generan un diseño no deseable y poco factible para los usuarios.

En las pendientes empinadas, es preferible combinar tramos con pendientes máximas seguidos por tramos cortos de pendientes menores, de tal manera que los vehículos grandes y pesados puedan aumentar su velocidad, la cual estará basada por las condiciones más desfavorables del terreno.

2.3.3 VELOCIDAD

Uno de los principales objetivos de todo tipo de obra de ingeniería, es el satisfacer de manera segura, cómoda y económica la demanda por el servicio, por lo tanto, la velocidad es un factor importante dentro del transporte, ya que un conductor obtiene una cierta velocidad dependiendo de las características de la vía, condiciones climáticas favorables, limitaciones de velocidad y presencia de otros vehículos en circulación, entonces, lo óptimo será establecer una velocidad uniforme que permita al usuario conducir con comodidad, facilidad y seguridad.

Para poder obtener una velocidad de diseño adecuada al terreno en particular, se debe considerar lo siguiente:

- Tipo de zona: Rural o Urbana.
- Condiciones del terreno: Plano, Ondulado, Montañoso.
- Volumen de circulación de tránsito.
- Consideraciones ambientales.

- La velocidad de diseño

Esta velocidad sirve de guía para poder definir en el diseño geométrico las especificaciones mínimas, pues esta velocidad se puede mantener a lo largo de todo el trayecto que recorre el vehículo; tomando como base las características desfavorables del terreno y el conteo del tránsito obtenido en la vía, se obtiene mediante la tabla 3:

Clase de carretera	TPDA Esperado	Velocidad de diseño Km/h		
		Llano	Ondulado	Montañoso
IV.1 y IV.2	>8000	95	95	80
V.1	3000 - 8000	90	90	60
V.2	1000 - 3000	85	80	50
V.3	300 - 1000	80	60	40
V.4	100 - 300	60	35	25
V.5	<100	50	35	25

Tabla 3: Velocidad de diseño en función del TPDA proyectado
Fuente: MTOP 2003

Para el caso en estudio, se ha procedido a seleccionar como velocidad de diseño 30 km/h.

- La velocidad de circulación u operación

Es la que un vehículo alcanza en una sección específica de carretera, obteniendo al dividir la distancia recorrida sobre el tiempo que le toma al vehículo recorrer dicha distancia. Esta es la velocidad que mide la calidad del servicio que la vía o camino proporciona al usuario, es

decir, que para determinar la velocidad de circulación se obtiene según su TPDA de la siguiente manera:

$$V_c = 0.80 + V_d + 6.5 \rightarrow \text{TPDA} < 1000 \quad \text{Ec. 1: Velocidad de circulación}$$

$$V_c = 1,32 \cdot 1,32 V_d^{0.89} \rightarrow \text{TPDA } 1000 - 3000 \quad \text{Ec. 2: Velocidad de circulación}$$

2.3.3.1 CLASIFICACIÓN DE LA VÍA

Para la clasificación de la vía, se ha tomado en consideración el resultado del TPDA presentado más adelante en la tabla 44 y de donde se obtiene una clasificación tipo C3 según la tabla 4.

Clasificación Funcional de las Vías en base al TPDA_d			
Descripción	Clasificación Funcional	Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Limite Inferior	Limite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovia o Carretera Multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Tabla 4: Clasificación vial en base al TPDA.
Fuente: NEVI 12, 2013.

2.3.4 CONSIDERACIONES HIDROLÓGICAS E HIDRÁULICAS

“En el sector existen varios depósitos aluviales, mismos que han ido transportando y depositando en los valles, ríos y llanuras, material compuesto por gravas, arenas limosas, bloques de diferente tamaño y composición, en ocasiones existen permeabilidades altas acompañadas con niveles freáticos poco o medianamente bajos”. (GAD Gualaceo, 2018).

En zonas donde no existe un sistema de drenaje adecuado, se forman drenajes tipo V ocasionados por escorrentías superficiales dando lugar también a erosiones o deslizamientos en varios sectores.

La temperatura del cantón Gualaceo fluctúa entre los 12 °C y 16 °C (figura 4), pero, en la zona de estudio en algunas ocasiones estas temperaturas suelen llegar a hasta los 7 °C, con precipitaciones entre 767 y 800 mm (figura 3).

Cabe mencionar que según los datos del INAMHI, el cantón Gualaceo, anualmente tiene una precipitación de 831 mm, siendo en los meses de abril y octubre donde alcanza los máximos niveles; con meses de sequía en abril, mayo, julio, y agosto, estos meses son los más importantes para el sector de la agricultura, con el propósito de mantener sus tierras y cultivos en buenas condiciones.

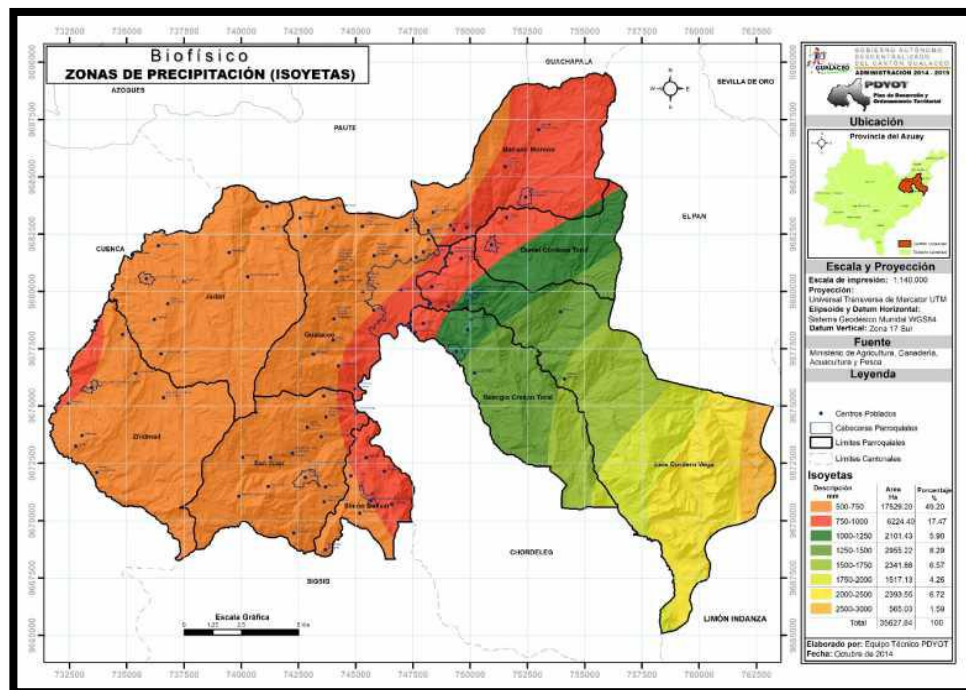


Figura 3: Mapa de isoyetas.
Fuente: Plan ordenamiento territorial GAD Gualaceo.

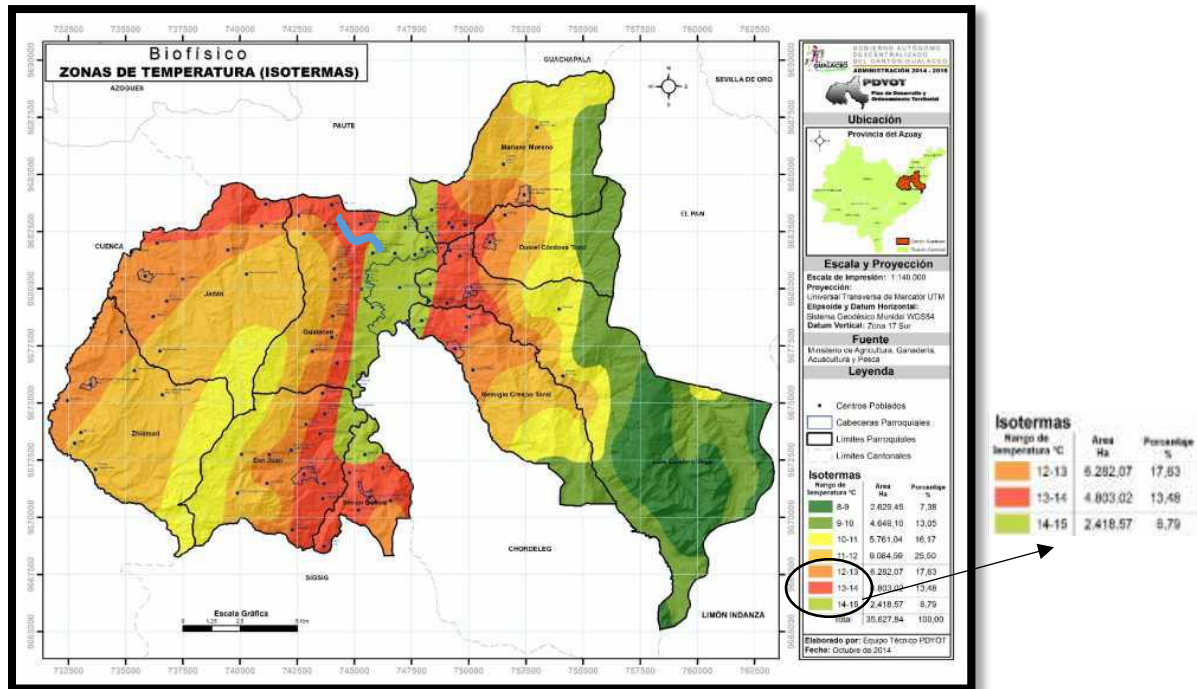


Figura 4: Mapa de isotermas.
Fuente: Plan ordenamiento territorial GAD Gualaceo.

En la figura 5 se puede observar que solamente un 14,6% de todas las viviendas existentes en el área urbana no están conectadas a las redes de alcantarillado, a comparación con la parroquia Zhidmad, que no tiene conexiones a las redes de descarga de aguas residuales.

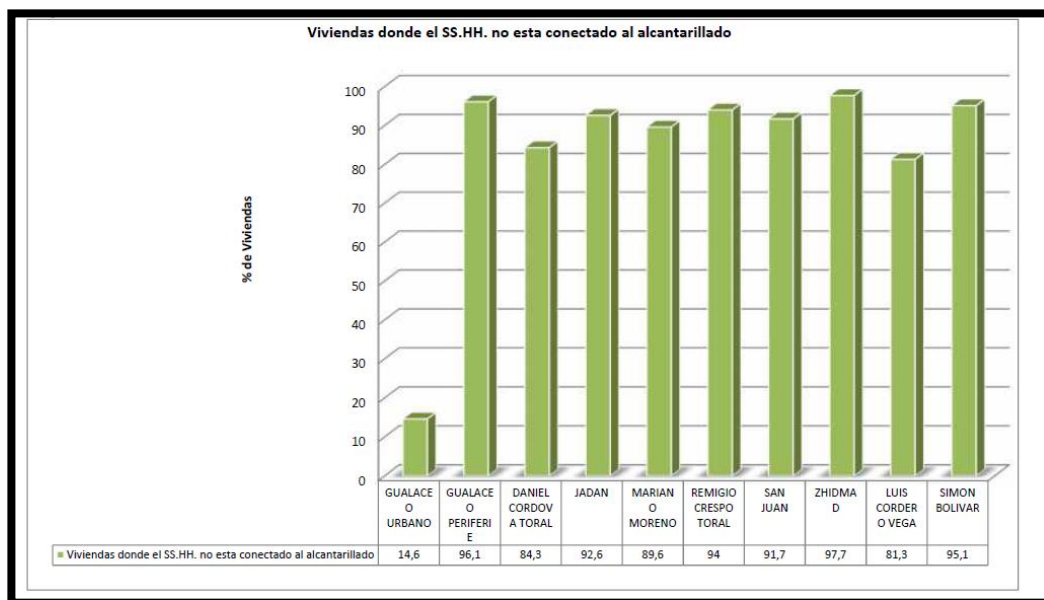


Figura 5: Servicio de alcantarillado no conectado en el Cantón Gualaceo.
Fuente: Plan ordenamiento territorial GAD Gualaceo.

2.3.4.1 CUNETAS

Normalmente llamadas zanjas o canales abiertos; es una de las obras más importantes en una vía, ya que generalmente alargan la vida útil, pues una vía con un buen drenaje permite mantener en buen estado la capa de rodadura, pueden ser de concreto o tierra, cuya función es la de receptor toda el agua que se genera en la vía evacuándolas hacia las alcantarillas más cercanas o drenajes naturales.

Existen varios tipos de cunetas: rectangulares, trapezoidales y triangulares, siendo estas las más comunes en las obras viales.

Para poder determinar las características y dimensiones es necesario realizar cálculos hidrológicos determinando la intensidad de lluvia, pendientes, material, y la forma de la cuneta, pues se tiene que prestar atención al momento de escoger la inclinación o la forma ya que debe facilitar la limpieza y evitar algún daño si un vehículo o transeúnte cae dentro de ella.

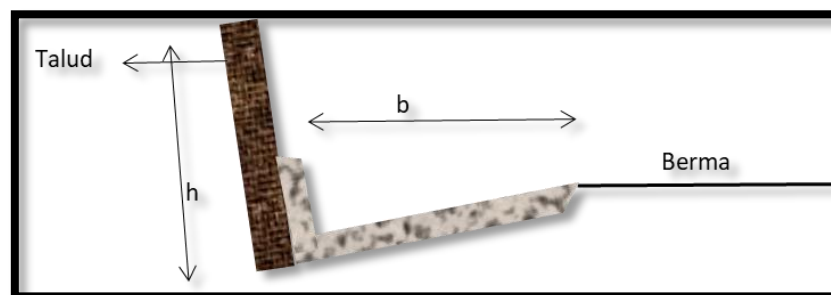


Figura 6: Cuneta tipo

Fuente: Manual práctico de mejoramiento de caminos vecinales y construcción de pequeños puentes. (Trisolini, 2009)

Para el presente proyecto, se tomó como modelo de cálculo la Figura 6, que, según el Ing. Eduardo García Trisoli de Perú en el “Manual Práctico de Mejoramiento de Caminos Vecinales y Construcción de Pequeños Puentes”, permite calcular las dimensiones de la profundidad y el ancho respectivo de cunetas, en base a la zona en la que se encuentra la vía, mostrado en la tabla 5:

DIMENSIONES DE CUNETA TIPO		
REGION	PROFUNDIDAD (m)	ANCHO (m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

Tabla 5: Medidas cuneta tipo

Fuente: Manual práctico de mejoramiento de caminos vecinales y construcción de pequeños puentes. (Trisolini, 2009)

El drenaje es un punto importante en la vida útil de una vía, ya que debe evacuar las aguas generadas por distintos factores para evitar la filtración de las mismas hacia el interior de la capa de rodadura, por lo tanto, según el lugar de estudio actual, se recomienda la construcción de cunetas laterales revestidas para poder evacuar el agua en las alcantarillas, con el fin de reducir la velocidad del agua debido a la topografía existente y por ser una región lluviosa se proponen medidas de poca profundidad con $h = 0.30$ m y un de ancho $a = 0.70$ m (figura 7) respectivamente.

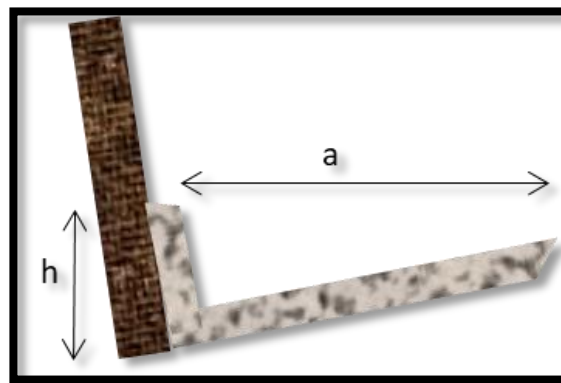


Figura 7: Dimensiones cuneta

Fuente: Manual práctico de mejoramiento de caminos vecinales y construcción de pequeños puentes. (Trisolini, 2009)

2.3.4.2 ALCANTARILLAS

Es una canalización cuya función es la de receptor todas las aguas lluvias o residuales, con el fin de conducir las hacia un cauce natural, canales de riego o hacia el escurrimiento en la propia superficie. Pueden tener varias formas: rectangulares, circulares, tipo cajón o bóveda,

etc., debido a que estas están por debajo de la estructura vial, cumplen varias especificaciones estructurales, pues el MTOP recomienda que como mínimo se usará un diámetro de 1200 mm.

Para el presente proyecto se utilizará en algunos tramos tubería con un diámetro de 600 mm ya que es una vía de tercer orden tipo C3 y la escorrentía no presenta demasiado arrastre de sedimentación.

La construcción de alcantarillas es de vital importancia ya que permite receptor el agua conducida por las cunetas a lo largo de la vía. Es importante tener en cuenta que una alcantarilla no debe ocasionar sedimentación en ningún tramo, es por eso que su análisis se debe generar conjuntamente con la topografía del terreno, para tener pendientes mínimas de 0.5 %, pues así no existirá ningún problema de descarga o ingreso del agua.

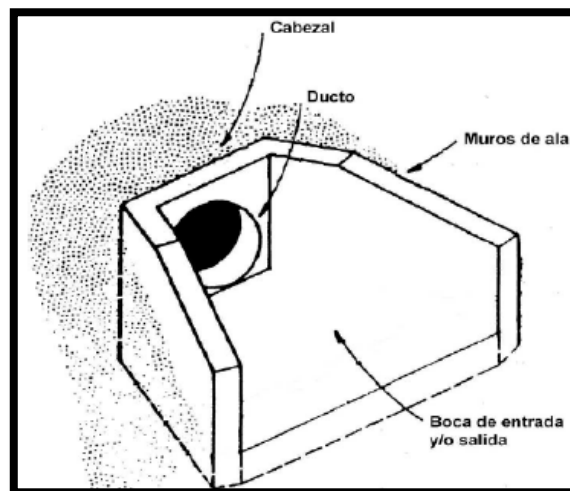


Figura 8: Elementos de alcantarilla

Fuente: Instituto universitario Politécnico Salesiano, Santiago Mariño.

		Diámetro de Tubería (m)							
		1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	2	2.2	2.4
Dimensiones (m)	φ	1.2	1.4	1.5	1.6	1.8	2	2.2	2.4
	A	0.35	0.38	0.38	0.4	0.42	0.45	0.48	0.5
	B	0.75	0.85	0.9	1	1.1	1.2	1.3	1.4
	C	1	1.1	1.15	1.2	1.3	1.4	1.5	1.6
	D	1.15	1.3	1.4	1.5	1.6	1.8	2	2.2
	F	0.25	0.28	0.28	0.3	0.32	0.33	0.35	0.38
	H	1.8	2	2.1	2.2	2.4	2.6	2.8	3
	L	5	5.6	6	6.3	7.1	8	8.6	9.4

Tabla 6: Dimensionamiento alcantarillas

Fuente: MTOP, 2003

Para el presente estudio se escoge un período de retorno de 25 años, con una velocidad de 4.5 m/seg. Según el “Manual Práctico de Mejoramiento de caminos vecinales y construcción de Pequeños Puentes”, recomienda sumideros cada 1 km y alcantarillas cada 250 metros, de acuerdo a la topografía existente se recomienda alcantarillas en cada quebrada o donde exista drenajes de agua con dimensiones de tubería de 1200 mm y no superiores a las siguientes medidas de figura 9:

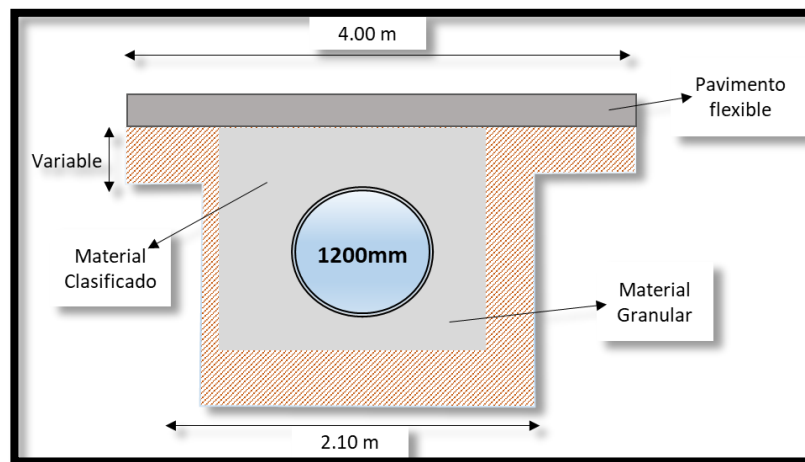


Figura 9: Dimensiones alcantarillas
Fuente: Propios autores.

Existen tres alcantarillas localizadas actualmente en la vía entre las abscisas 0+117 y 0+338, por lo tanto, se ha propuesto colocar alcantarillas en los siguientes tramos:

Ubicación de alcantarillas existentes y propuestas

Tabla de Alcantarillas				
Nº	Abscisa	Ø mm	Material	Observaciones
1	0+117	600	Hormigón	Alcantarilla existente
2	0+173	600	Hormigón	Alcantarilla existente
3	0+338	600	Hormigón	Alcantarilla existente
4	0+583	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta
5	0+920	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
6	1+100	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
7	1+360	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
8	1+620	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
9	1+814	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta
10	1+880	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta
11	1+922	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta
12	2+200	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
13	2+450	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
14	2+740	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
15	2+885	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
16	3+210	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta
17	3+365	600	Armico corrugado	Alcantarilla Propuesta
18	3+482	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta
19	3+639	1200	Armico corrugado	Quebrada existente, tubería propuesta

Tabla 7: Alcantarillas propuestas
Fuente: Propios autores.

2.4 TRABAJOS DE CAMPO

2.4.1 LEVANTAMIENTO DE DETALLES

Se comenzó como punto de partida una estación inicial a la entrada de la vía hacia Yabrún, con coordenadas 9680177.000 N y 745821.000 E y altura 2351 m.

El levantamiento topográfico del proyecto vial se realizó a lo largo de 3,7 km de longitud vial con una franja estimada de 50 metros, incluyendo detalles y elementos existentes a lo largo de la vía.

Se pudo encontrar durante el levantamiento físico, varias zonas críticas como quebradas, causes de agua, tanques de agua potable, tuberías, entre otros, los cuales son tomados en cuenta para el presente diseño.

2.4.2 ALTIMETRÍA

Los datos se obtuvieron mediante nivelación Taquimétrica; estaciones que se encuentran en la tabla 7 con sus coordenadas respectivas.

No.	Descripción	Coordenada Norte	Coordenada Este	Altura
1	EST1	9680177.000	745821.000	2351.000
2	EST2	9680104.541	745699.591	2362.902
3	EST3	9680112.158	745573.427	2380.133
4	EST4	9680062.640	745493.313	2388.152
5	EST5	9680069.015	745393.129	2403.530
6	EST6	9680028.665	745382.119	2403.534
7	EST7	9680009.272	745299.440	2401.657
8	EST8	9679887.381	745280.172	2418.583
9	EST9	9679828.404	745268.638	2423.043
10	EST10	9679782.664	745210.061	2425.674
11	EST11	9679742.251	745160.775	2433.244
12	EST12	9679716.315	745111.290	2438.847
13	EST13	9679656.342	745036.262	2450.806
14	EST14	9679709.350	745012.304	2463.418
15	EST15	9679773.873	745044.174	2462.756
16	EST16	9679818.103	745082.298	2467.157
17	EST17	9679880.729	745106.392	2470.101

18	EST19	9679861.917	745023.078	2483.024
19	EST20	9679818.755	744923.211	2498.892
20	EST21	9679863.869	744902.806	2509.293
21	EST22	9679943.190	744922.209	2516.770
22	EST23	9680035.191	744938.485	2525.627
23	EST18	9680122.993	744941.233	2535.615
24	EST24	9680232.630	744960.066	2539.628
25	EST25	9680341.424	744963.415	2554.261
26	EST26	9680417.830	744984.300	2563.864
27	EST27	9680489.054	744956.256	2577.724
28	EST28	9680422.623	744897.464	2603.185
29	EST29	9680419.688	744858.891	2611.678
30	EST30	9680261.138	744775.814	2651.812
31	EST31	9680234.991	744734.286	2660.022
32	EST32	9680235.938	744702.202	2673.309
33	EST33	9680177.485	744584.931	2685.922
34	EST34	9680169.586	744445.118	2705.494
35	EST35	9680126.915	744303.491	2729.130
36	EST36	9680182.848	744230.104	2742.075
37	EST37	9680113.420	744173.428	2765.089
38	EST38	9680049.518	744118.262	2773.976
39	EST39	9680029.179	744089.517	2777.224
40	EST40	9680001.808	744026.093	2788.918
41	EST41	9679964.077	743953.691	2797.619
42	EST42	9679969.865	743909.123	2800.573
43	EST43	9679909.011	743914.475	2809.141

Tabla 7: Estaciones Topográficas
Fuente: Propios autores.

Los puntos levantados por medio de la estación total se representaron en el programa AUTOCAD CIVIL 3D 2016, para poder realizar el diseño geométrico completo.

Según el levantamiento en la vía actual se puede observar algunas zonas críticas entre las abscisas 0+480 y 0+600 en la que existen taludes y rellenos con unas alturas entre 4.00 y 5.00 metros, con causes de agua pequeños desviados hacia un costado de la vía; en la curva entre la abscisa 1+550 y la 1+600 presenta un talud de corte al lado izquierdo con una altura de 8 metros cubierto por capa vegetal y material suelto; en el último tramo desde la 2+921 hasta los 3+630, existe una gran vegetación compuesta de bosques de eucalipto, y grandes rellenos hacia el lado izquierdo con alturas superiores a los 5.00 metros, y taludes ubicados al lado derecho con alturas que bordean los 2.00 y 3.00 metros compuestos de un material arcilloso.

CAPITULO III

3. DISEÑO GEOMÉTRICO

3.1 PARÁMETROS DE DISEÑO

El diseño geométrico es uno de los puntos más cruciales en proyectos viales, ya que se debe tener en cuenta factores internos y externos que involucran en una vía de tal manera que su trazado final se ajuste a estos factores, satisfaciendo todos los aspectos de seguridad, comodidad, económico, funcional y estético.

El objetivo es tratar de adaptar el nuevo diseño vial al actual permitiendo mejores condiciones, rigiéndonos principalmente en la normativa vigente, considerando un punto importante que es el costo de su construcción. La vía actualmente es de tercer orden pues presenta condiciones críticas en cuanto a su trazado, careciendo de parámetros fundamentales de trazado y construcción.

Tomando en cuenta consideraciones como estas, hemos iniciado con un parámetro ya establecido anteriormente como es la velocidad de diseño de 30 km/h, ya que con este factor determinaremos sus demás componentes para el proyecto, todos estos basados en la norma vigente NEVI 12 VOLUMEN 2A.

La velocidad de diseño o también velocidad de proyecto, es la velocidad máxima por la cual circulan los vehículos en una sección específica de la vía, por lo tanto, con la velocidad de diseño del proyecto de 30 km/h, se procede a obtener como dato el factor de fricción máxima $f = 0.17$, mediante la tabla 8:

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	396	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Tabla 8: Factor de fricción máxima
Fuente: AASHTO, 2001.

El factor de fricción máxima depende principalmente del estado y tipo de superficie de la capa de rodadura, de la velocidad del vehículo, y sobre todo las condiciones en las que se encuentran los neumáticos del mismo.

- Peralte

“El peralte en una vía es sumamente importante y necesario ya que su función principal es la de contrarrestar las fuerzas centrífugas y el efecto adverso de la fricción que se produce entre los neumáticos y el pavimento”. (NEVI 12, 2013).

Según la norma AASHTO, los valores de peralte están en función del tipo de zona en la que se encuentra la vía, como se observa en la tabla 9:

Peralte "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural Plana
6	Suburana
4	Urbana

Tabla 9: Determinación del Peralte.
Fuente: NEVI 12, 2013.

- ✓ El peralte para el presente proyecto en una zona montañosa es del 10%.

- **Radio de curvatura mínimo (m)**

“Los radios mínimos son los valores límites de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relaciona con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño”. (NEVI 12, 2013).

- ✓ Con los datos obtenidos anteriormente de la velocidad de diseño y el factor de fricción máxima, en la tabla 10 obtenemos un Radio recomendado Mínimo de Curvas Horizontales = 25 m.

Velocidad de Diseño (Km/h)	Factor de Fricción Máxima	Peralte máximo 8%			Peralte máximo 10%		
		Radio (m)		Grado de Curva	Radio (m)		Grado de Curva
		Calculado	Recomendado		Calculado	Recomendado	
30	0.17	28.3	30	38° 12'	26.2	25	45° 50'
40	0.17	50.4	50	22° 55'	46.7	45	25° 28'
50	0.16	82.0	80	14° 19'	75.7	75	15° 17'
60	0.15	123.2	120	9° 33'	113.4	115	9° 58'
70	0.14	175.4	175	6° 33'	160.8	160	7° 10'
80	0.14	229.1	230	4° 59'	210.0	210	5° 27'
90	0.13	303.7	305	3° 46'	277.3	275	4° 10'
100	0.12	393.7	396	2° 54'	357.9	360	3° 11'
110	0.11	501.5	500	2° 17'	453.7	455	2° 31'
120	0.09	667.0	665	1° 43'	596.8	595	1° 56'

Tabla 10: Valores Radio mínimo de curvas
Fuente: NEVI 12, 2013

- **Distancia de Visibilidad de Parada (m)**

Es aquella distancia que necesita un conductor para poder detenerse con tiempo cuando detecta algún obstáculo en su camino y poder realizar cualquier tipo de maniobra.

“Para calcular la distancia de visibilidad de parada se involucran dos parámetros: la primera es la velocidad del vehículo y tiempo de reacción que tienen las personas al volante; diversos estudios sobre el comportamiento de los conductores han permitido seleccionar un tiempo de reacción de 2,5 segundos, que se considera apropiado para situaciones complejas; y la segunda llamada distancia de frenado, involucra velocidad inicial en km/h y un coeficiente de fricción que existe entre el neumático y la superficie de rodamiento”. (NEVI 12, 2013).

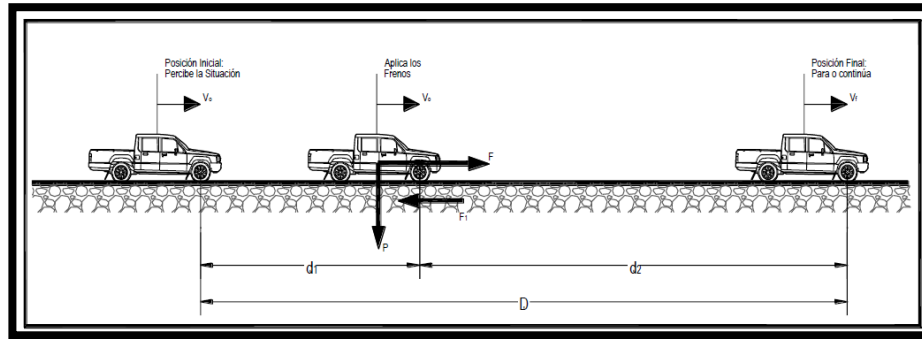


Figura 10: Distancia de visibilidad de Parada
Fuente: NEVI 12, 2013

En la figura 10 se representa la distancia de visibilidad de parada de un vehículo con respecto a otro, calculados mediante las ecuaciones 3,4 y 5:

Cálculo:

$$D = D1 + D2$$

Ec. 3: Distancia de visibilidad de parada

$$D1 = 0,278 * v * t$$

Ec. 4: Distancia de parada 1

$$D2 = \frac{v^2}{254 * f}$$

Ec. 5: Distancia de parada 2

Siendo:

D= Distancia de visibilidad de Parada.

v= velocidad que circula el vehículo. (Velocidad de Diseño).

t= Tiempo de reacción del conductor (2,5 s)

f= Coeficiente de Fricción entre los neumáticos y la superficie de rodadura.

El coeficiente f se determina mediante la velocidad de diseño por la tabla 11:

Velocidad de Diseño	Velocidad de Marcha	Tiempo de Percepción y Reacción		Coeficiente de Fricción
		Tiempo (s)	Distancia (m)	
30	30-30	2.5	20.8-20.8	0.4
40	40-40	2.5	27.8-27.8	0.38
50	47-50	2.5	23.6-34.7	0.35
60	55-60	2.5	38.2-41.7	0.33
70	67-70	2.5	43.8-48.6	0.31
80	70-80	2.5	48.6-55.6	0.30
90	77-90	2.5	53.5-62.4	0.30
100	85-100	2.5	59.0-69.4	0.29
110	91-110	2.5	63.2-76.4	0.28

Tabla 11: Determinación del Coeficiente de fricción
Fuente: NEVI 12, 2013

Por lo tanto, con la velocidad de diseño se ha elegido un coeficiente $f = 0,40$.

Una vez determinado todos los parámetros necesarios, se procede a calcular la distancia de visibilidad de parada.

$$D = D1 + D2$$

$$D = 0,278 * v * t + \frac{v^2}{254 * f}$$

$$D = 29,71 \text{ m} \cong 30 \text{ m}$$

✓ Distancia de Visibilidad de Parada: 30 m.

- 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 velocidad relativa, circula en su mismo carril y dirección, en condiciones cómodas seguras, invadiendo por 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”. (NEVI 12, 2013).

Como parámetro fundamental, la velocidad de diseño de 30 km/h es necesaria para poder determinar la distancia de adelantamiento dada por las siguientes ecuaciones:

$$D_{adel} = D1 + D2 + D3 + D4 \quad \text{Ec. 6: Distancia de adelantamiento}$$

$$D1 = 0.278 * t1 * (v - m + a * \frac{t1}{2}) \quad \text{Ec. 7: Distancia preliminar de demora}$$

$$D2 = 0.278 * v * t2 \quad \text{Ec. 8: Distancia de Adelantamiento}$$

$$D3 = \text{Distancia entre 35 – 90 metros} \quad \text{Ec. 9: Distancia de seguridad}$$

$$D4 = \frac{2}{3} * D2 \quad \text{Ec. 10: Distancia recorrida del vehículo que viene en el carril contrario}$$

En la figura 11 se presentan las distancias de adelantamiento:

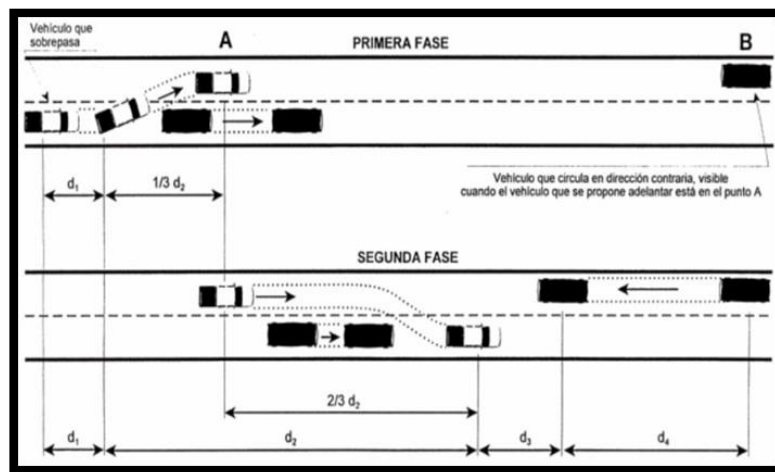


Figura 11: Distancia de visibilidad de Adelantamiento.
Fuente: NEVI 12, 2013.

Una vez detallado el cálculo de las ecuaciones para la distancia de visibilidad de adelantamiento, se presenta a continuación la tabla 12 mediante la cual se escogen valores de velocidades para vías rurales de dos carriles, basados en la velocidad de diseño de 30 km/h.

Velocidad de Diseño	Velocidades Km/h		Distancia mínima de adelantamiento
	Vehículo que es rebasado	Vehículo que rebasa	
30	29	44	220
40	36	51	285
50	44	59	345
60	51	66	410
70	59	74	480
80	65	80	540
90	73	88	605
100	79	94	670
110	85	100	730

Tabla 12: Valores de Distancia de Adelantamiento.
Fuente: NEVI 12, 2013.

- ✓ Distancia de adelantamiento 220 m.

Cabe mencionar que de acuerdo a la vía actual y al diseño propuesto, no se ha logrado cumplir con la visibilidad de adelantamiento ni desarrollar entretangencias más largas debido a la sinuosidad de la vía y el trazado existente, siendo un limitante para el adelantamiento de los vehículos, pues se obtienen valores menores a 220 metros, por lo que se deberá utilizar señalización de doble línea continua a lo largo de todo el trayecto vial; valores que se pueden observar en la tabla 13:

N°	Abscisa		Distancia (m)
	Inicio	Fin	
1	0+000	0+123.71	123.70
2	0+154.85	0+255.22	100.37
3	0+272.62	0+353.82	81.21
4	0+371.55	0+440.2	68.64
5	0+477.11	0+477.26	0.15
6	0+513.39	0+565.29	51.90
7	0+595.85	0+746.83	150.97

8	0+788.08	0+852.72	64.64
9	0+863.48	0+905.93	42.44
10	0+912.7	0+960.98	48.28
11	0+966.57	1+035.29	68.71
12	1+112.21	1+172.75	60.53
13	1+198.02	1+244.48	46.46
14	1+250.86	1+302.16	51.30
15	1+339.72	1+373.36	33.64
16	1+379.82	1+465.36	85.54
17	1+471.61	1+493.81	22.19
18	1+512.13	1+524.16	12.02
19	1+565.64	1+1594.06	28.42
20	1+600.83	1+732.13	131.30
21	1+739.69	1+813.94	74.25
22	1+825.03	1+855.26	30.22
23	1+863.23	1+938.42	75.19
24	2+035.91	2+103.93	68.02
25	2+118.16	2+152.02	33.86
26	2+178.51	2+218.19	39.68
27	2+260.96	2+276.31	15.35
28	2+289.91	2+296.27	6.36
29	2+316.11	2+331.83	15.71
30	2+350.94	2+366.07	15.12
31	2+383.57	2+505.51	121.93
32	2+517.69	2+557.74	40.05
33	2+584.94	2+612.13	27.19
34	2+633.41	2+647.9	14.49
35	2+676.94	2+678.48	1.53
36	2+706.08	2+803.99	97.90
37	2+822.43	2+921.18	98.75
38	2+952.73	3+061.53	108.79
39	3+080.82	3+116.91	36.08
40	3+124.93	3+143.98	19.05
41	3+177.34	3+179.28	1.94
42	3+200.33	3+223.28	22.95
43	3+243.08	3+273.17	30.08
44	3+292.31	3+412.65	120.34
45	3+435.28	3+476.26	40.98
46	3+500.16	3+512.35	12.19
47	3+532.69	3+592.94	60.24
48	3+612.82	3+622.81	9.99
49	3+659.39	3+666.03	6.64
50	3+685.09	3+717.43	32.33

Tabla 13: Longitud de entretangencias
Fuente: Propios autores

- Curvas Verticales Cóncavas y Curvas verticales Convexas

“Para la determinación de las longitudes de las curvas verticales, se determinará un índice de curvatura K. La magnitud de la curva vertical es igual a la multiplicación del valor absoluto de las pendientes por el Índice K”. (NEVI 12, 2013).

Esta expresión está dada de la siguiente manera:

$$L = K * A$$

Ec. 11: Longitud de curvatura

Siendo:

L= Longitud de curvatura.

K= Índice de curvatura.

A= Valor absoluto de las pendientes.

La aplicación de un correcto criterio, evita un cambio súbito de pendientes permitiendo visibilidad al usuario de otros vehículos en sentido contrario, pues no se recomienda adelantamiento en curvas verticales convexas. Según estudios realizados han determinado que la altura de visibilidad de un conductor sobre la calzada es de 1.08 metros, y la altura de un obstáculo es alrededor de 0.60 metros de acuerdo a las diferentes pendientes.

Estos valores se presentan en la tabla 14 para curvas convexas de acuerdo a la velocidad de diseño de 30 km/h.

Velocidad (Km/h)	Longitud Controlada por Visibilidad de Frenado		Longitud Controlada por Visibilidad de Adelantamiento	
	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Indice de Curvatura K	Distancia de visibilidad de adelantamiento (m)	Indice de Curvatura K
20	20	0.6	-	-
30	35	1.9	200	46
40	50	3.8	270	84
50	65	6.4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Tabla 14 Determinación del Índice de Curvatura K, Curvas Verticales Convexas
Fuente: NEVI 12, 2013.

- ✓ Índice K de Curvatura para curvas verticales convexas 1,9 m.

La figura 12 expone los elementos de una curva convexa:

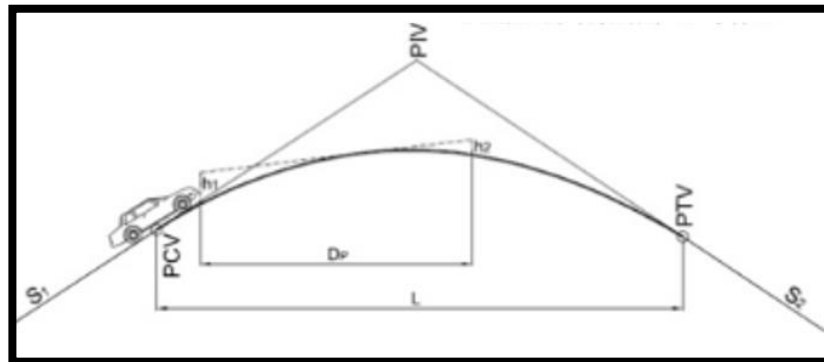


Figura 12: Elementos curva vertical convexa

Fuente: Diseño geométrico de carreteras. James Cárdenas Grisales, (Colombia 2013).

Lmín: Longitud mínima de la curva.

Dp: Distancia de visibilidad

h1: altura ojo del conductor

h2: altura obstáculo

Para las curvas cóncavas se considera importante su visibilidad, aunque depende de las restricciones que existan en la noche como la iluminación o la distancia de visibilidad. Esta distancia se presenta en la tabla 15:

Velocidad	Distancia de visibilidad de frenado (m)	Índice de Curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

El índice de curvatura es la longitud (L) de la curva de las pendientes (A) *K= L/A por el porcentaje de la diferencia algebraica

Tabla 15 Índice de Curvatura K, Curvas Verticales Cóncavas
Fuente: NEVI 12, 2013

- ✓ Índice K de Curvatura para curvas verticales cóncavas 6 m.

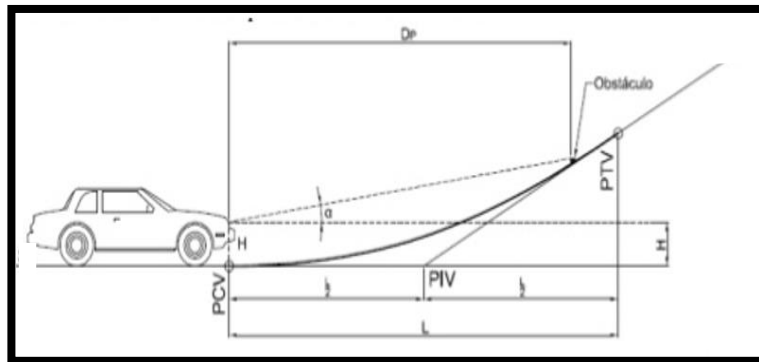


Figura 13: Elementos de una curva vertical cóncava

Fuente: Diseño geométrico de carreteras. James Cárdenas Grisales, (Colombia 2013).

Los elementos de una curva vertical convexa de la figura 13 son los siguientes:

D_p : distancia de visibilidad

H : altura de faros vehículos (60cm)

PCV: punto comienzo curva

PTV: punto final curva

- **Gradiente longitudinal máxima y mínima**

Las pendientes dependerán principalmente del terreno en la que se encuentra la vía, tomando muy en cuenta sobre todo la velocidad de circulación y no complicar de cierta manera el tránsito vehicular.

De acuerdo a la tabla presentada por la normativa NEVI 12 Volumen 2A, con la velocidad de diseño y referenciando al tipo de terreno debemos trabajar con las pendientes al 12%, como podemos observar en la tabla 16 presentada a continuación:

Orografia	Terreno Plano	Terreno Ondulado	Terreno Montañoso	Terreno Escarpado
Velocidad (Km/h)				
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8
70	7	7	7	7
80	7	7	7	7
90	6	6	6	6
100	6	5	5	5
110	5	5	5	5

Tabla 16: Determinación de pendientes máximas
Fuente: NEVI 12, 2013

Como referencia la MTOP 2003 “Manual de Diseño geométrico de Carreteras”, en terrenos montañosos al ser su topografía una condición limitante y que presenta pendientes altas podemos asumir la corrección que indica la norma de un aumento de un 3 a 4% más del valor indicado, por lo tanto, en algunos casos se trabajará con pendientes máximas del 16%.

- ✓ Pendientes Longitudinales máximas: $12\% + (3 \text{ a } 4\%) = 16\%$
- ✓ Pendientes Longitudinales mínimas: 0.5%

Con todo lo expresado anteriormente e indicando cada uno de los parámetros necesarios para el diseño, se presenta la tabla 17 con los parámetros de diseño que se determinaron con una velocidad de diseño de 30 km/h.

Parámetros de Diseño para una Vía Rural Montañosa	
Velocidad de Diseño	V=30 km/h
Radios Mínimos de Curvas Horizontales	25 m
Distancia de Visibilidad de Parada	30 m
Distancia de Adelantamiento	220 m
Peralte	10%
Indice K de Curvas Verticales Convexas	1.9 m
Indice K de Curvas Verticales Cóncavas	6 m
Pendientes Longitudinales Maximas	16%
Pendientes Longitudinales Mínimas	0.5%

Tabla 17: Resumen de los Parámetros de Diseño.
Fuente: NEVI 12, 2013

3.2 ALINEAMIENTO HORIZONTAL

El alineamiento horizontal no es nada más que, la proyección del eje de la vía en el plano horizontal conformado principalmente de tramos rectos denominados tangentes, enlazados por curvas circulares entre sí; la dependencia que tiene un alineamiento son de los factores externos como, la topografía del lugar, las características climatológicas e hidrológicas que hacen que se tome decisiones fundamentales para el diseño definitivo en su trazado.

El objetivo principal que cumple el alineamiento horizontal es aprovechar al máximo las condiciones iniciales en las que se encuentra la vía, tratando de cumplir con los parámetros de diseño que nos rige nuestra norma vigente para lograr un diseño cómodo y seguro para los futuros usuarios que la transitarán.

3.2.1 TANGENTES

“Las tangentes son aquellos segmentos de recta que están sobre un plano horizontal que unen las curvas por las cuales definen el rumbo y longitud de un alineamiento. Las tangentes intermedias son aquellas rectas que se encuentran entre dos curvas, las longitudes que poseen

son limitadas para guardar atención sobre el conductor para que posteriormente no existan accidentes”. (Jurado, 2009).

El cálculo de las tangentes máximas y mínimas se daría de la siguiente forma:

- “La entretangencia no puede ser menor a la distancia recorrida en un tiempo de 5 segundos a la velocidad específica de la entre tangencia horizontal”. (Cárdenas Grisales, 2000).

$$T_{\min} = \left(V_{\text{diseño}} \left[\frac{\text{m}}{\text{segundo}} \right] \right) * (t_{\text{segundos}}) \quad \text{Ec. 12: Tangente mínima}$$

$$T_{\min} = \left(30 * \frac{\text{km}}{\text{h}} * \frac{1000}{3600} \right) \left[\frac{\text{m}}{\text{seg}} \right] * (5_{\text{seg}})$$

$$T_{\min} = 41.67 \text{ m} \cong 42 \text{ m}$$

$$T_{\min} = 42 \text{ m}$$

“Tratar que la longitud máxima de recta no sea superior a 15 veces la velocidad específica de la entre tangencia horizontal, expresada en kilómetros por hora”. (Cárdenas Grisales, 2000).

$$T_{\max} = (V_{\text{diseño}}) * (15) \quad \text{Ec. 13: Tangente máxima}$$

$$T_{\max} = ((30)) * (15)$$

$$T_{\max} = 450 \text{ m}$$

- “La longitud mínima de las tangentes verticales con velocidad específica menor o igual a cuarenta kilómetros por hora, será equivalente a la distancia recorrida en 7 segundos a dicha velocidad, medida como proyección horizontal”. (Cárdenas Grisales, 2000).

$$T_{\text{Vertical}_{\min}} = (V_{\text{diseño}}) * \left[\frac{\text{m}}{\text{segundo}} \right] * (t_{\text{segundos}}) \quad \text{Ec. 14: Tangente vertical mínima}$$

$$T_{\text{Vertical}_{\min}} = \left(30 \frac{\text{Km}}{\text{h}} \right) * \left(\frac{1000}{3600} \right) * (7 \text{ seg})$$

$$T_{\text{Vertical}_{\min}} = 58.33 \cong 60\text{m}$$

$$T_{\text{Vertical}_{\min}} = 60 \text{ m}$$

3.2.2 CURVAS CIRCULARES SIMPLES

3.2.2.1 CURVAS CIRCULARES SIMPLES

Las curvas circulares son aquellos arcos de circunferencia que unen tramos rectos o tangentes, las cuales se cortan en un punto de intersección llamado PI. Estos arcos constan de varios elementos que serán expuestos detalladamente según la figura 14:

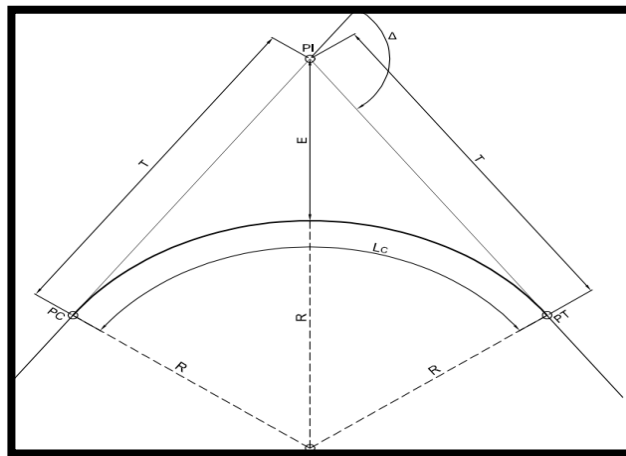


Figura 14: Curva simple

Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras. (Colombia, 2008).

La figura 14 consta de varias partes:

P_C = Principio de la curva.

P_I = Punto de intersección.

P_T = Principio de la tangente.

E= Distancia externa.

R= Longitud del radio de curvatura.

T= Longitud de la tangente.

L_c = Longitud de la curva.

Δ = Angulo de deflexión.

$$L_c = \frac{20 * \Delta}{G_c}$$

Ec. 15: Longitud de curva

$$G_c = \frac{360}{\pi}$$

$$T = R \times \text{tang} \frac{\Delta}{2}$$

Ec. 16: Longitud tangente de curva

$$C = 2R \times \text{Sen} \frac{\Delta}{2}$$

Ec. 17: Longitud de cuerda

$$E = T \times \text{Tang} \frac{\Delta}{4}$$

Ec. 18: Distancia externa

$$M = R \left(1 - \text{Cos} \frac{\Delta}{2} \right)$$

Ec. 19: Distancia de la ordenada media

Según la norma NEVI 12 permite que una vía tenga radios de curvatura mayores a 25 metros con una velocidad de 30 km/h, cabe mencionar que en el proyecto actual existen curvas menores a 25 metros (tabla 18) pues debido a la topografía existente el diseño geométrico horizontal se ajusta al trazado actual de la vía, pues se vuelve imposible mejorar dichas curvas, impidiendo trabajar con radios mayores, las cuales generan entretangencias cortas y longitudes inferiores a las mínimas establecidas en la normativa y calculadas de 42 metros.

Por lo tanto, se procede a realizar la tabla 18 con todas las curvas circulares simples existentes en el presente proyecto.

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULARES SIMPLES								
Nº	DIRECCIÓN	ANGULO Δ	RADIO (m)	TANGENTE T (m)	LONGITUD DE CURVA Lc (m)	LONGITUD CUERDA C (m)	PUNTO INICIO PC (m)	PUNTO FINAL PT (m)
PI 1	S75° 33' 29W"	35°40'44",50.00"	50	16.09	31.14	30.64	0+139.80	0+154.85
PI 2	S76° 46' 50W"	33°14'02",30.00"	30	8.95	17.4	17.16	0+264.17	0+272.62
PI 3	S77° 05' 24W"	33°51'11",30.00"	30	9.13	17.73	17.47	0+362.95	0+371.55
PI 4	S51° 43' 02W"	84°35'55",25.00"	25	22.75	36.91	33.65	0+462.94	0+477.11
PI 5	S43° 54' 56W"	68°59'43",30.00"	30	20.62	36.13	33.98	0+497.88	0+513.39
PI 6	S43° 23' 26W"	70°02'43",25.00"	25	17.52	30.56	28.7	0+582.81	0+595.85
PI 7	S34° 37' 30W"	52°30'52",45.00"	45	22.2	41.24	39.82	0+769.03	0+788.08
PI 8	S53° 10' 22W"	15°25'08",40.00"	40	5.41	10.76	10.73	0+858.13	0+863.48
PI 9	S53° 12' 52W"	15°30'09",25.00"	25	3.4	6.76	6.74	0+909.33	0+912.70
PI 10	S55° 37' 37W"	10°40'39",30.00"	30	2.8	5.59	5.58	0+963.78	0+966.57
PI 11	N51° 00' 45W"	157°23'55",28.00"	28	140.12	76.92	54.91	1+175.41	1+112.21
PI 12	N34° 55' 33E"	14°28'40",100.00"	100	12.7	25.27	25.2	1+185.45	1+198.02
PI 13	N36° 04' 14E"	12°11'17",30.00"	30	3.2	6.38	6.37	1+247.68	1+250.86
PI 14	N41° 44' 57W"	143°27'05",15.00"	15	45.42	37.56	28.49	1+347.58	1+339.72
PI 15	S72° 41' 42W"	12°20'24",30.00"	30	3.24	6.46	6.45	1+376.60	1+379.82
PI 16	S72° 54' 05W"	11°55'40",30.00"	30	3.13	6.25	6.23	1+468.50	1+471.61
PI 17	S49° 26' 11W"	35°00'08",30.00"	30	9.46	18.33	18.04	1+503.27	1+512.13
PI 18	N68° 51' 11W"	158°25'23",15.00"	15	78.72	41.48	29.47	1+602.88	1+565.64
PI 19	N12° 15' 27E"	3°47'55",102.00"	102	3.38	6.76	6.76	1+597.45	1+600.83
PI 20	N6° 56' 18E"	14°26'14",30.00"	30	3.8	7.56	7.54	1+735.93	1+739.69
PI 21	N10° 18' 34E"	21°10'47",30.00"	30	5.61	11.09	11.03	1+819.55	1+825.03
PI 22	N13° 17' 41E"	15°12'33",30.00"	30	4.01	7.96	7.94	1+859.27	1+863.23
PI 23	N2° 52' 09E"	5°38'31",990.00"	990	48.78	97.49	97.45	1+987.21	2+035.91
PI 24	N13° 38' 03E"	27°10'20",30.00"	30	7.25	14.23	14.09	2+111.18	2+118.16
PI 25	N1° 55' 43E"	50°34'59",30.00"	30	14.18	26.49	25.63	2+166.20	2+178.51
PI 26	N72° 21' 58W"	98°00'24",25.00"	25	28.76	42.76	37.74	2+246.96	2+260.96
PI 27	S19° 41' 16W"	77°53'08",10.00"	10	8.08	13.59	12.57	2+284.40	2+289.91
PI 28	S3° 28' 55W"	45°28'27",25.00"	25	10.48	19.84	19.33	2+306.75	2+316.11
PI 29	S80° 59' 18W"	109°32'19",10.00"	10	14.16	19.12	16.34	2+345.98	2+350.94
PI 30	S85° 37' 05W"	100°16'44",10.00"	10	11.98	17.5	15.35	2+378.05	2+383.57
PI 31	S23° 50' 49W"	23°15'46",30.00"	30	6.18	12.18	12.1	2+511.69	2+517.69
PI 32	S38° 11' 03W"	51°56'14",30.00"	30	14.61	27.19	26.27	2+572.36	2+584.94
PI 33	S43° 50' 19W"	40°37'42",30.00"	30	11.11	21.27	20.83	2+623.24	2+633.41
PI 34	N73° 17' 24W"	166°22'15",10.00"	10	83.68	29.04	19.86	2+731.58	2+676.94
PI 35	N56° 00' 59W"	131°49'23",12.00"	12	26.84	27.61	21.91	2+705.32	2+706.08
PI 36	S75° 41' 10W"	35°13'40",30.00"	30	9.52	18.45	18.16	2+813.51	2+822.43
PI 37	S80° 23' 22W"	25°49'15",70.00"	70	16.05	31.55	31.28	2+937.23	2+952.73
PI 38	S85° 54' 23W"	36°51'17",30.00"	30	10	19.3	18.97	3+071.52	3+080.82
PI 39	N83° 19' 16W"	15°18'37",30.00"	30	4.03	8.02	7.99	3+120.94	3+124.93
PI 40	N52° 45' 12W"	76°26'45",25.00"	25	19.69	33.36	30.94	3+163.67	3+177.34
PI 41	N38° 38' 53W"	48°14'08",25.00"	25	11.19	21.05	20.43	3+190.47	3+200.33
PI 42	S60° 31' 12W"	113°25'41",10.00"	10	15.23	19.8	16.72	3+238.51	3+243.08
PI 43	S22° 04' 58W"	36°33'13",30.00"	30	9.91	19.14	18.82	3+283.07	3+292.31
PI 44	S61° 57' 44W"	43°12'18",30.00"	30	11.88	22.62	22.09	3+424.53	3+435.28
PI 45	S56° 10' 46W"	54°46'13",25.00"	25	12.95	23.9	23	3+489.21	3+500.16
PI 46	S48° 13' 07W"	38°50'56",30.00"	30	10.58	20.34	19.95	3+522.93	3+532.69
PI 47	N89° 34' 44W"	45°33'24",25.00"	25	10.5	19.88	19.36	3+603.44	3+612.82
PI 48	S43° 20' 20W"	139°43'17",15.00"	15	40.9	36.58	28.17	3+663.71	3+659.39
PI 49	S8° 19' 09E"	36°24'20",30.00"	30	9.87	19.06	18.74	3+675.90	3+685.09

Tabla 18: Elementos verticales existentes.

Fuente: Propios autores.

3.2.3 BOMBEO

El bombeo es la pendiente transversal que tiene la calzada como función principal de evacuar las aguas lluvias desde el eje de vía hacia los costados donde finaliza la calzada. La Norma Ecuatoriana vigente recomienda que la pendiente transversal que debe tener es del 2%.

En la figura 15 y 16 se muestra la pendiente transversal que tiene la vía:

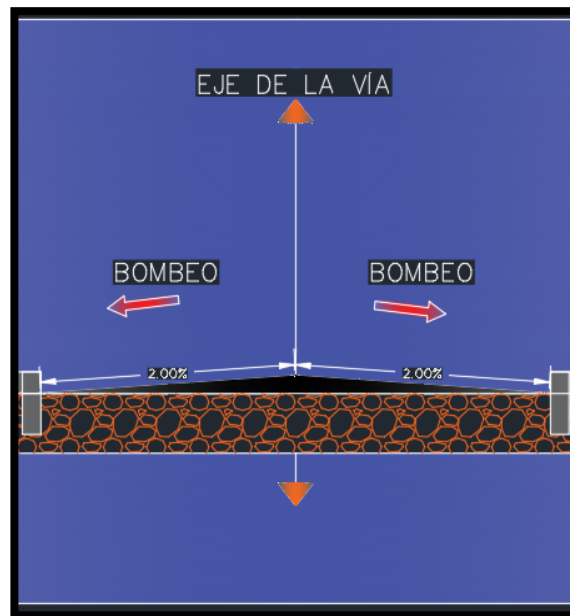


Figura 15: Pendiente Transversal de la Vía.
Fuente: NEVI 12, 2013.

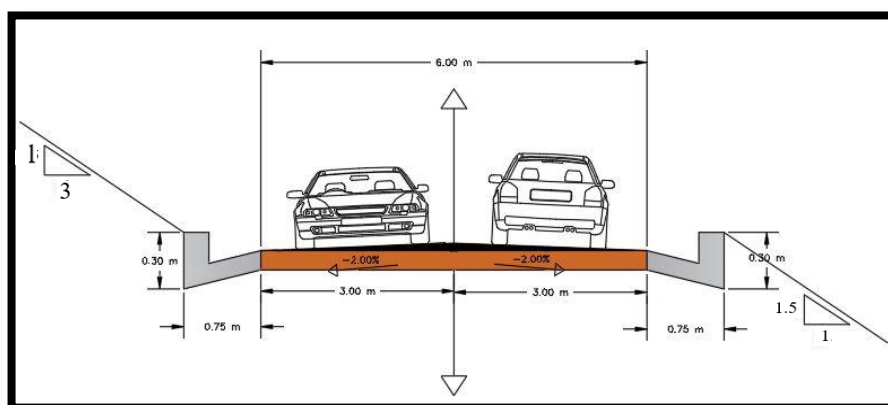


Figura 16: Sección Tipo
Fuente: Propios autores

3.2.4 PERALTE

Sobreelevación o peralte es la pendiente transversal de la calzada que se realizan en las curvas horizontales trabajando simultáneamente con la fricción de la calzada, con la finalidad de compensar el efecto que produce la fuerza centrífuga y así evitar que los vehículos salgan de la vía. Hay que tener en cuenta que el peralte depende principalmente de las condiciones climatológicas, velocidad de los vehículos y las condiciones en las que se encuentre el terreno.

En base a la tabla 19 se determina el peralte:

Peralte "e" en (%)	Tipo de Área
10	Rural montañosa
8	Rural Plana
6	Suburana
4	Urbana

Tabla 19: Determinación del Peralte.
Fuente: NEVI 12, 2013

Para el presente proyecto el peralte está representado gráficamente según la figura 17.

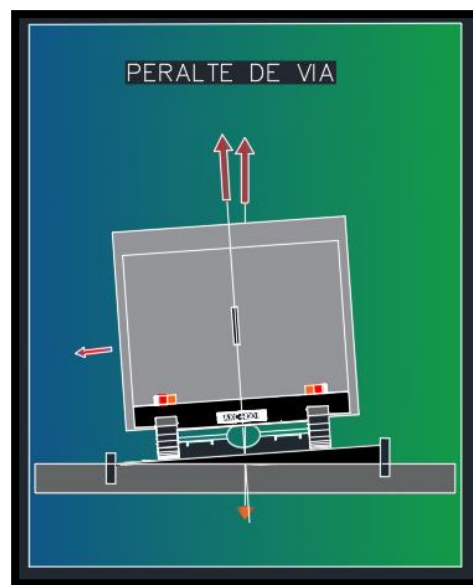


Figura 17: Peralte en la Vía.
Fuente: NEVI 12, 2013.

3.2.4.1 COEFICIENTE DE FRICCIÓN LATERAL

“Este coeficiente se define como la fuerza que impide el movimiento entre el contacto del neumático y calzada, este componente de fuerza esta dado de forma paralela a la superficie de contacto. Para el cálculo del coeficiente esta expresado mediante la ecuación 20”. (NEVI 12, 2013).

Antes del cálculo del factor de fricción lateral, se debe tener en cuenta que por la topografía del lugar y el análisis en los parámetros de diseño (sección 3.1) mediante la tabla expuesta por la norma AASHTO, se dio a conocer el valor del peralte de acuerdo a la zona, e incluso los valores de radios mínimos que deben tener las curvas, ya que estos parámetros se interrelacionan simultáneamente para el cálculo del factor de fricción lateral, es decir, se tienen valores de: peralte $e = 10\%$, radios mínimos de 25 m y velocidad de diseño $v = 30$ km/h.

Con lo mencionado anteriormente, se calcula el valor del factor de fricción lateral mediante la ecuación 20 que indica la NEVI 12.

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

Ec. 20: Peralte

Donde:

e : Tasa de Sobreelevación en Fracción Decimal.

v : Velocidad de Diseño en $\frac{\text{Km}}{\text{h}}$.

R : Radio Mínimo de Curvatura en metros.

f : Factor de Fricción Lateral.

La norma AASHTO hace referencia a la tabla 10 del presente documento, en la que indica los valores del factor de fricción máxima de acuerdo a lo calculado con las distintas velocidades de diseño, por lo tanto, el coeficiente de fricción máxima es de 0.17 con un peralte del 10%.

3.2.4.2 LONGITUD DE TRANSICIÓN

“La longitud de transición es aquella longitud de la carretera donde cambia su sección con pendientes transversales normales que corresponde a una sección en tangente, a una sección con pendiente elevada en un solo sentido y su punto inferior hacia el interior de la curva”. (NEVI 12, 2013).

“Es la distancia en la que se realiza el cambio desde la tangente a la sección de la curva que contiene el peralte, de tal manera que para brindar más seguridad al usuario hay que tener en cuenta que para el cambio de inclinación de estas secciones, se debe realizar de manera progresiva y no generar cambios bruscos”. (NEVI 12, 2013).

El MTOP recomienda lo siguiente:

- Pérdida del bombeo normal de la calzada, mediante el levantamiento del borde exterior del -2% al 0%. La longitud tangencial está en función del ancho de la calzada, del porcentaje de inclinación y de la longitud de transición. (MTOP, 2013).
- Se ejecuta el giro de la calzada exterior desde el 0% al +2%, en una longitud similar a la primera fase. (MTOP, 2013).
- Se opera el cambio de inclinación del 2% al máximo del peralte establecido. La longitud total de transición se divide en 2/3 en tangente externa y 1/3 en curva interna. (MTOP, 2013).

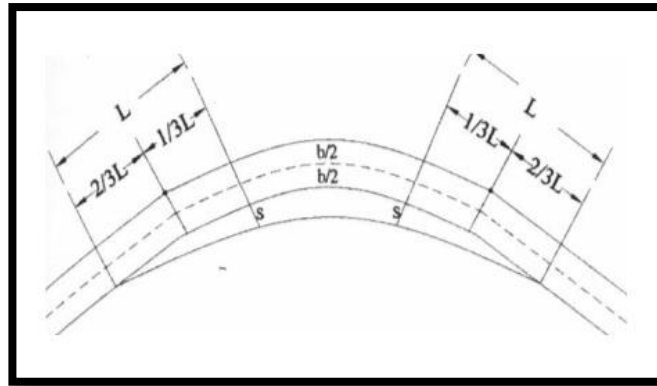


Figura 18: Desarrollo transición en curva
Fuente: James Cárdenas, 2004

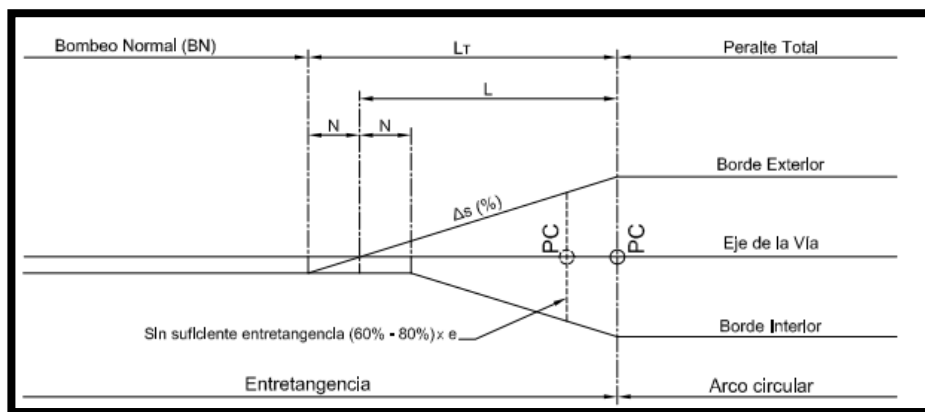


Figura 19: Diagrama de transición de peralte para curvas circulares
Fuente: Manual de diseño geométrico de carreteras. (Colombia, 2008)

En la tabla 20 se describe los valores de diseño ya determinados anteriormente:

VALORES DISEÑO	
Descripcion	Valor
peralte (e)	10%
ancho carril (a)	3 m
Velocidad	30 km/h

Tabla 20: Datos de vía actual
Fuente: Propios autores.

PENDIENTE RELATIVA PARA BORDES		
Velocidad de diseño (km/h)	i (%)	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

Tabla 21: Pendiente relativa para bordes
Fuente: MTOP, 2003.

R (m)	Va=30km/h			Va=40km/h			Va=50km/h			Va=60km/h			Va=70km/h			Va=80km/h			Va=90km/h			Va=100km/h			Va=110km/h		
	L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)			L (m)		
	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4	e (%)	2	4
7000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
5000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0
3000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	56	84	2.1	61	92
2500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	50	75	2.2	56	84	2.5	61	92
2000	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	44	66	2.2	50	75	2.7	56	84	3.1	61	92
1500	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	39	59	2.4	44	66	2.9	50	75	3.5	56	84	4.1	61	92
1400	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.1	39	59	2.6	44	66	3.1	50	75	3.8	56	84	4.3	61	92
1300	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.3	39	59	2.8	44	66	3.3	50	75	4.0	56	84	4.6	61	92
1200	SN	0	0	SN	0	0	SN	0	0	SI	33	50	2.4	39	59	3.0	44	66	3.6	50	75	4.3	56	84	5.0	61	92
1000	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.2	33	50	2.9	39	59	3.5	44	66	4.2	50	75	5.1	56	84	5.9	61	92
900	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.5	33	50	3.2	39	59	3.9	44	66	4.6	50	75	5.6	56	84	6.4	61	92
800	SN	0	0	SN	0	0	SI	28	42	2.7	33	50	3.5	39	59	4.3	44	66	5.1	50	75	6.2	56	84	7.1	61	92
700	SN	0	0	SI	22	33	2.3	28	42	3.1	33	50	4.0	39	59	4.8	44	66	5.8	50	75	6.9	56	84	8.0	69	103
600	SN	0	0	SI	22	33	2.7	28	42	3.6	33	50	4.5	39	59	5.5	44	66	6.5	50	75	7.8	62	94	9.0	77	116
500	SN	0	0	2.3	22	33	3.1	28	42	4.2	33	50	5.3	39	59	6.4	46	69	7.6	57	86	8.9	71	107	9.9	85	127
400	SI	17	26	2.8	22	33	3.8	28	42	5.0	33	50	6.3	41	62	7.5	54	81	8.8	67	100	9.8	78	117	Rmin = 456		
300	2.2	17	26	3.6	22	33	4.8	28	42	6.3	38	57	7.8	51	77	9.0	65	97	99	75	112	Rmin = 360					
250	2.6	17	26	4.2	22	33	5.6	30	45	7.1	43	64	8.7	57	86	9.7	70	105	Rmin = 275								
200	3.1	17	26	5.0	26	39	6.6	36	53	8.2	49	74	9.6	63	94	Rmin = 210											
175	3.5	17	26	5.6	29	43	7.1	38	58	8.8	53	79	9.9	65	97.0												
150	4.0	19	29	6.2	32	48	7.8	42	63	9.4	57	85	Rmin = 180														
140	4.3	21	31	6.4	33	49	8.1	44	66	9.6	58	87															
130	4.5	22	32	6.7	34	52	8.5	46	69	9.8	59	88															
120	4.8	23	34	7.0	36	54	8.8	48	71	10.0	60	90															
110	5.1	24	37	7.4	38	57	9.1	49	74	Rmin = 115																	
100	5.5	26	40	7.7	40	59	9.5	51	77																		
90	5.9	28	42	8.2	42	63	9.8	53	79																		
80	6.4	31	46	8.6	44	66	10.0	54	81																		
70	6.9	33	50	9.1	47	70	Rmin = 75																				
60	7.5	36	54	9.6	49	74																					
50	8.2	39	59	10.0	51	77																					
40	9.1	44	65	Rmin = 45																							
30	9.9	47	71	Rmin = 25																							

$e_{max} = 10.0\%$
R = Radio de curva
V = Velocidad de diseño
e = Tasa de superelevación
L = Longitud mínima de transición
SN = Sección Normal
SI = Sección Invertida, peralte similar a la pendiente normal
C: = Carriles
CIFRAS REDONDEADAS

Fuente: A Policy on Geometric Design of Highways and Streets, 1994, p.170

Tabla 22: Elementos de diseño para curvas horizontales y velocidad de diseño, e máx. = 10 %.
Fuente: NEVI 12, 2013

La norma NEVI 12 recomienda una longitud mínima de transición de 47 metros (tabla 22) para una vía de 2 carriles y radios de 30 metros, pero, para el presente proyecto se ha obtenido mediante la ecuación 21:

$$L_t = \frac{\text{Carril x Peralte}}{\text{Pendiente de borde}}$$

Ec. 21: Longitud de transición

$$L_t = \frac{3.00 \times 10\%}{0.75\%}$$

$$L_t = 40 \text{ metros}$$

3.2.5 SOBREANCHO

Con la finalidad de obtener espacios libres en las curvas horizontales de radios reducidos hay que considerar que, para diseñar esta longitud debemos analizar el tipo de vehículo el cual circula por la calzada y de esta manera facilitar maniobras de forma eficiente, segura y cómoda.

“Los sobreanchos son necesarios para acomodar la mayor curva que describe el eje trasero de un vehículo pesado y para compensar la dificultad que enfrenta el conductor al tratar de ubicarse en el centro de su carril de circulación”. (NEVI 12, 2013).

“En el caso de curvas circulares simples, por razones de apariencia, el sobreancho se debe desarrollar linealmente a lo largo del lado interno de la calzada”. (Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (Colombia 2008).

Por lo tanto, es un ancho adicional en las curvas existentes en la vía para poder dar un mayor espacio al momento de girar los vehículos (figura 20).

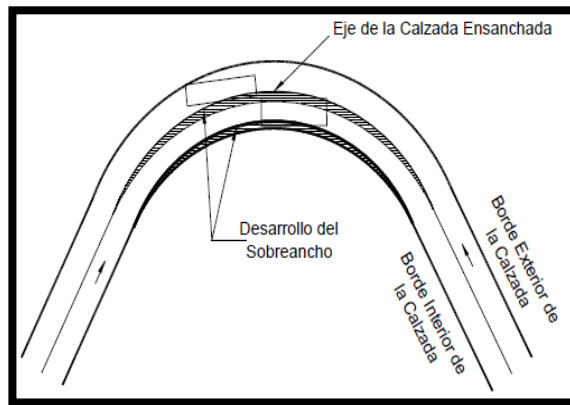


Figura 20: Distribución del sobreebanco en curva circular
Fuente: Manual de carreteras diseño geométrico, (Perú 2013).

TIPO	C1							C2							C3									
	Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)							Velocidad de diseño (Km/h)									
Radio de Curva (m)	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110	50	60	70	80	90	100	110			
1500	0	0	0	0	0	0	0	0.2	0.2	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.3	0.4	0.4	0.4	0.4	0.5	0.6			
1000	0	0	0.1	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6			
750	0	0	0.1	0.1	0.1	0.2	0.3	0.3	0.3	0.3	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.6	0.7	0.7	0.7	0.8	0.8			
500	0.2	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1			
400	0.3	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1	0.9	0.9	1.0	1.0	1.1	1.1
300	0.3	0.4	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.7	0.8	0.8	0.9	1.0	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.0	1.1	1.1	1.2		
250	0.4	0.5	0.5	0.6	0.7	0.8	0.8	0.9	0.9	1.0	1.1	1.0	1.1	1.1	1.2	1.3	1.3	1.4	1.0	1.1	1.1	1.2		
200	0.6	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4					
150	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4						
140	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4						
130	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4						
120	0.7	0.8	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4						
110	0.7	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4					
100	0.8	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4					
90	0.8	1.1	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4					
80	1	1.3	1.3	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4					
70	1.1	1.4	1.4	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.0	1.1	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4	1.3	1.4					

Tabla 23: Sobreebanco de la calzada en curvas circulares, carreteras tipo
Fuente: NEVI 12, 2013

La tabla 23 se basa en la norma NEVI-12, con un sobreebanco de 1.70 metros para radios mínimos de 70, pero, de acuerdo a la vía en estudio es de tercer orden tipo C3, es imposible regirnos a los parámetros recomendados debido a la topografía existente, por lo tanto, se recomienda el uso de sobreebanco entre 0.60 y 0.70 metros en las curvas que tengan radios menores o iguales a 25m.

Por la geometría de la vía, únicamente existen sobreeanchos en las abscisas presentadas en la tabla 24:

CUADRO DE ELEMENTOS DE CURVA CIRCULARES SIMPLES							
Nº	SOBREENCHO RECOMENDADO (m)	RADIO (m)	TANGENTE T (m)	LONGITUD DE CURVA Lc (m)	LONGITUD CUERDA C (m)	PUNTO INICIO PC (m)	PUNTO FINAL PT (m)
PI 4	0.70	25	22.75	36.91	33.65	0+462.94	0+477.11
PI 6	0.70	25	17.52	30.56	28.7	0+582.81	0+595.85
PI 9	0.70	25	3.4	6.76	6.74	0+909.33	0+912.70
PI 14	0.60	15	45.42	37.56	28.49	1+347.58	1+339.72
PI 18	0.60	15	78.72	41.48	29.47	1+602.88	1+565.64
PI 26	0.70	25	28.76	42.76	37.74	2+246.96	2+260.96
PI 27	0.60	10	8.08	13.59	12.57	2+284.40	2+289.91
PI 28	0.70	25	10.48	19.84	19.33	2+306.75	2+316.11
PI 29	0.60	10	14.16	19.12	16.34	2+345.98	2+350.94
PI 30	0.60	10	11.98	17.5	15.35	2+378.05	2+383.57
PI 34	0.60	10	83.68	29.04	19.86	2+731.58	2+676.94
PI 35	0.60	12	26.84	27.61	21.91	2+705.32	2+706.08
PI 40	0.70	25	19.69	33.36	30.94	3+163.67	3+177.34
PI 41	0.70	25	11.19	21.05	20.43	3+190.47	3+200.33
PI 42	0.60	10	15.23	19.8	16.72	3+238.51	3+243.08
PI 45	0.70	25	12.95	23.9	23	3+489.21	3+500.16
PI 47	0.70	25	10.5	19.88	19.36	3+603.44	3+612.82
PI 48	0.60	15	40.9	36.58	28.17	3+663.71	3+659.39

Tabla 24: Sobreeanchos recomendados
Fuente: Propios autores

Por lo tanto, el detalle utilizado para sobreeanchos del proyecto actual se basa en la figura 21:

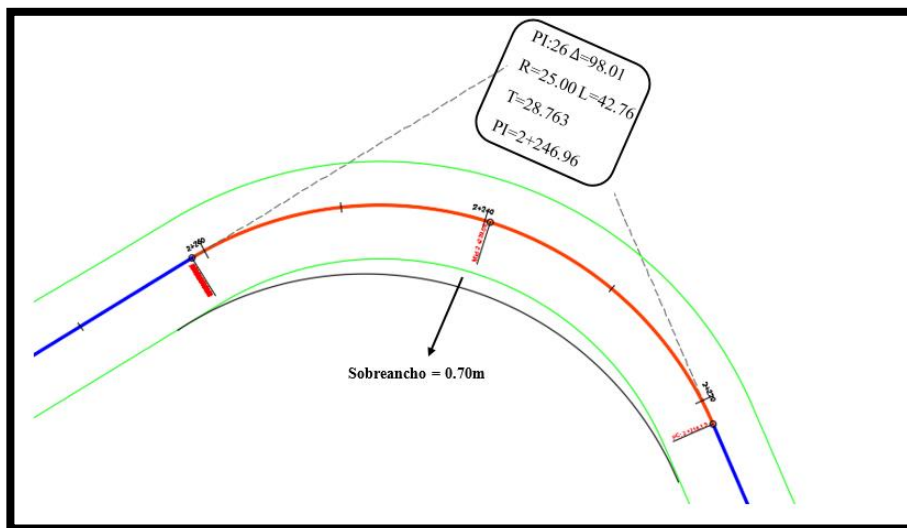


Figura 21: Sobreeancho recomendado
Fuente: Propios autores

3.3 ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical es aquel que se representa por un perfil longitudinal; llamado también rasante, que enlaza simultáneamente arcos verticales parabólicos y rectas tangentes que dan la dirección del trazado, cuyas pendientes están condicionadas conforme a las que nos indica en la norma tratando de que no afecte lo económico si nos referimos a cortes o rellenos considerables que se llegasen a presentar.

3.3.1 TANGENTES VERTICALES

Las tangentes para este alineamiento están condicionadas por su gradiente longitudinal ya que la normativa vigente exige colocar pendientes máximas y mínimas que varían entre el 5 y el 12% de acuerdo a su topografía, clasificación de la vía, etc.

Para el presente proyecto se trabajó con pendientes máximas del 16 %, sin embargo, existen varios tramos críticos en los que fue imposible cumplir con los criterios mencionados anteriormente, obteniendo pendientes entre el 18 y 22 % debido a la topografía irregular y limitada que presenta el terreno, pues al tratar de reducir dichas pendientes genera demasiado movimiento de tierras, lo cual incrementaría el costo de la vía.

En la tabla 25 se detallan las pendientes utilizadas en el diseño del proyecto actual:

ABSCISA		LONGITUD (m)	PENDIENTE %
INICIO	FIN		
0+000	0+030	30	2%
0+030	0+100	70	9%
0+100	0+295	195	13%
0+295	0+380	85	9%
0+380	0+465	85	13%
0+465	0+600	135	0%
0+600	0+735	135	15%
0+735	0+840	105	4%
0+840	1+135	295	12%
1+135	1+305	170	2%
1+305	1+590	285	15%
1+590	1+880	290	7%
1+880	2+205	325	15%
2+205	2+590	385	22%
2+590	2+790	200	15%
2+790	3+050	260	10%
3+050	3+350	300	20%
3+350	3+720	370	11%

Tabla 25: Pendientes y longitud del perfil vertical
Fuente: Propios autores.

La figura 22 representa la pendiente crítica existe en el presente proyecto:

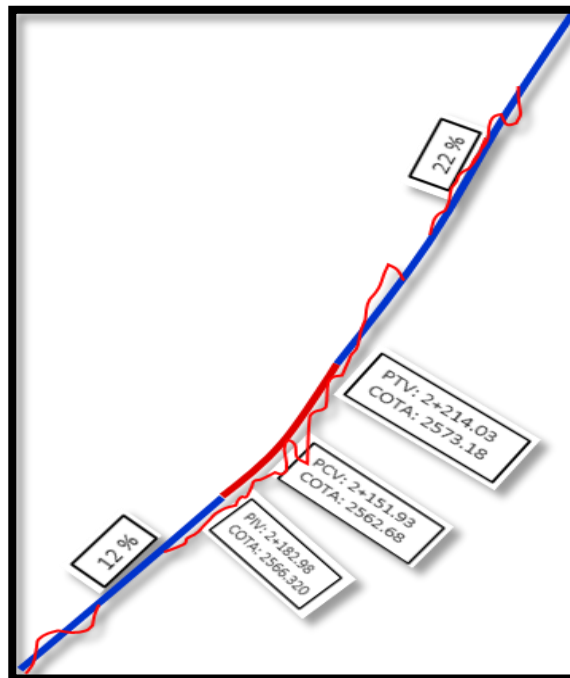


Figura 22: Pendiente crítica
Fuente: Propios autores

3.3.2 CURVAS

Las curvas utilizadas para el proyecto fueron curvas parabólicas simples, ya que, por su configuración geométrica, ayuda en las condiciones de hidrología como un buen drenaje, se ajusta al proyecto de la mejor manera y sobre todo asegura confortabilidad en la vía.

En el alineamiento vertical las curvas son representadas según la figura 23:

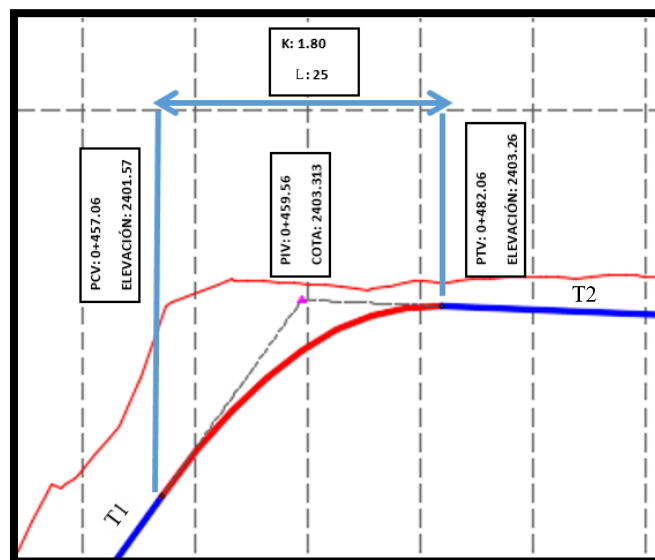


Figura 23: Curvas Verticales.
Fuente: Autores Propios.

Donde:

P_{CV} : Punto de Inicio de la Curva Vertical.

P_{IV} : Punto de Intersección de la Curva Vertical.

P_{TV} : Punto Final de la Curva Vertical.

L: Longitud de la Curva Vertical.

T1: Pendiente de la tangente de Entrada (%).

T2: Pendiente de la tangente de Salida (%).

En este alineamiento se presenta dos tipos de curvatura: curvas cóncavas y convexas. De igual manera, en la identificación de los parámetros de diseño se explicó detalladamente como se sacó los parámetros de curvaturas.

Los índices de curvatura tanto para curvas cóncavas como convexas son:

- ✓ Curvas Cóncavas (Curvas que presentan concavidad hacia abajo): $K= 6$ m.
- ✓ Curvas Convexas (Curvas que presentan concavidad hacia Arriba): $K= 1,9$ m.

A continuación, se presentan las tablas 26 y 27 con las curvas cóncavas y convexas respectivamente existentes en el proyecto:

CURVAS CONCAVAS		
#	Nº CURVA	LONGITUD (m)
1	1	42.00
2	2	24.00
3	4	29.67
4	6	66.11
5	8	64.85
6	10	68.58
7	12	29.87
8	14	95.53
9	15	52.08
10	18	83.86
11	19	216.38
		772.93

Tabla 26: Curvas cóncavas y longitudes
Fuente: Propios autores.

CURVAS CONVEXAS		
#	Nº CURVA	LONGITUD (m)
1	3	7.00
2	5	25.00
3	7	20.00
4	9	98.96
5	11	118.12
6	13	30.08
7	16	35.00
8	17	33.81
10	21	70.00
		437.97

Tabla 27: Curvas convexas y longitudes
Fuente: Propios autores.

3.4 SECCIONES TRANSVERSALES

La sección transversal se genera a partir de un corte vertical al alineamiento horizontal en tangentes cada 20 metros y en curvas cada 10 metros, permitiendo definir las dimensiones de las bermas, calzadas, cunetas, taludes y demás elementos complementarios, los cuales están en función de la clasificación de la vía, tipo de terreno y el respectivo TPDA.

3.4.1 TALUDES

Son aquellas superficies que se encuentran en los laterales de la vía de manera inclinada, la función principal de estas superficies es, crear la mayor estabilidad sobre nuestra estructura de pavimento o nuestra sección típica.

Existen varias consideraciones al momento de generar estabilidad en los taludes, pudiendo realizar recubrimientos de concreto o piedra, construcción de bermas, cuentas de coronación, vegetación, entre otros, pues todo va a depender de la altura que estos presenten y el tipo de suelo, pues en muchos casos es necesario un estudio geotécnico de estabilidad de taludes.

Para la inclinación adecuada de los taludes se sugiere la tabla 28:

Clase de Carretera	Talud	
	Corte	Relleno
R-I o R-II >8000 TPDA	3:1 * **	4:1
I 3000 a 8000 TPDA	3:1	4:1
II 1000 a 3000 TPDA	2:1	3:1
III 300 a 1000 TPDA	2:1	2:1
IV 100 a 300 TPDA	1,8 -1:1	1,5-2:1
V menos de 100 TPDA	1,8 -1:1	1,5-2:1
C= Corte R= Relleno *=Horizontal **=Vertical		

Tabla 28: Determinación de inclinación de taludes
Fuente: NEVI 12, 2013

Según los parámetros del proyecto actual, el MTOP recomienda valores de inclinación en corte y relleno de 2:1 y 2:1 respectivamente pero, debido a la topografía irregular se recomienda

una inclinación de taludes en corte 1:3 y relleno se recomienda una inclinación de 1.5:1, para no generar un mayor movimiento de tierras, lo cual aumentaría el costo de la vía.

En lo que respecta a corte, entre las abscisas 1+560, 2+930 hasta la 2+690, existen cortes de 4,70 y 2,90 – 4,09 metros respectivamente, en los cuales se deberá considerar un estudio geotécnico para la estabilización de los mismos. En lo que respecta a relleno, no presentan alturas mayores a 4 metros, por lo que se podrá trabajar con el material existente en el último tramo que contiene grava arcillosa, tomando en cuenta la colocación de un sistema de drenaje adecuado para evitar el deterioro de la capa de rodadura; pero quedaría a criterio del futuro constructor y los estudios que posteriormente realice el departamento de obras públicas de Gualaceo.

3.4.2 CALZADA

La calzada es una parte de la sección transversal que está destinada para la circulación de todos los vehículos, ya sea de uno o varios sentidos que posea la vía. Cumple funciones como la de evacuar, es decir, todas las aguas lluvias evacua hacia los costados por medio del bombeo, donde se localizarán las cunetas respectivas que conectan con las alcantarillas.

En el presente proyecto el ancho de la calzada recomendado es de 6,00 metros en todo su trayecto, con cunetas laterales en la vía de 0.75 x 0.30 metros.

Debido a que existen construcciones aledañas a la vía y de acuerdo a su TPDA la vía no genera una ampliación más considerable a lo que ya se plantea.

En las figuras 24 y 25 se representa las secciones tipo para los diferentes tramos de la vía:

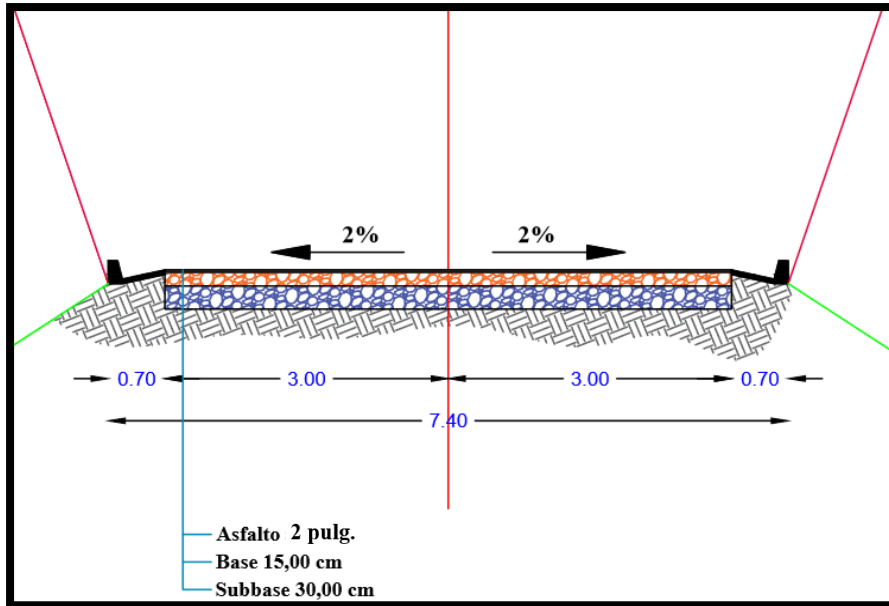


Figura 24: Sección tipo abscisa 0+000 - 1+020

Fuente: Propios autores

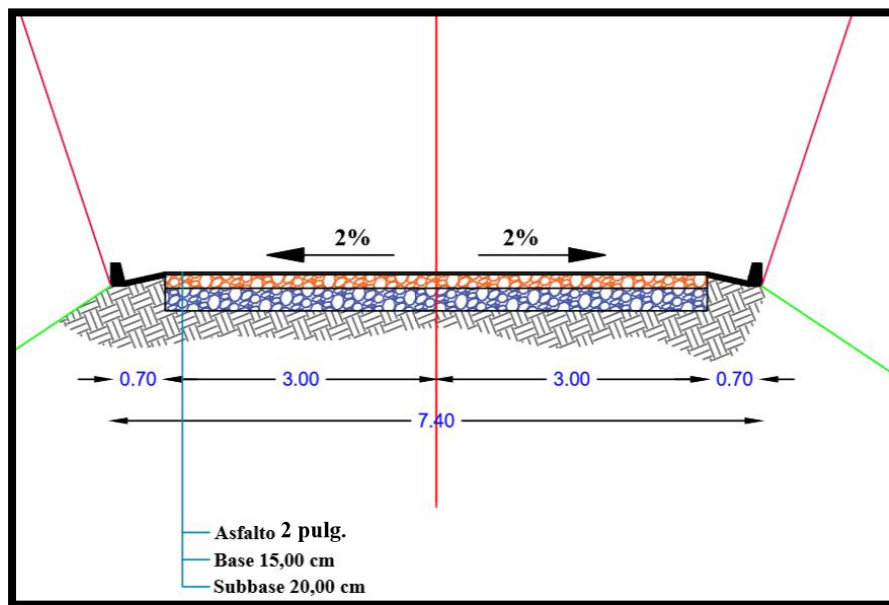


Figura 25: Sección tipo abscisa 1+020 – 3717.43

Fuente: Propios autores

CAPÍTULO IV

4. ESTUDIO DE SUELOS

4.1 ANTECEDENTES

En el diseño geométrico y de pavimento de una vía, con el objetivo de conocer las características que tiene la sub-rasante involucra previamente un análisis de suelos, por lo cual, se realizó un recorrido previo a lo largo de toda su longitud para poder precisar con exactitud las respectivas excavaciones, basándonos en la normativa vigente y determinando las variantes del terreno que se producen en las diferentes abscisas.

4.2 EXTRACCIÓN DE CALICATAS

Para poder definir el número de calicatas extraídas por cada kilómetro, se hace referencia a la normativa peruana, “manual de carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos. (Perú 2014)”. En base a la tabla 29, se puede precisar la cantidad de calicatas por kilómetro que se debe extraer, con relación a la circulación de vehículos previstos en la que se encuentra la vía como parámetro principal.

Tipo de Carretera	Profundidad (m)	Número mínimo de Calicatas	Observación
Autopistas: carreteras de IMDA mayor de 6000 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras Duales o Multicarril: carreteras de IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas separadas, cada una con dos o más carriles	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	<ul style="list-style-type: none"> • Calzada 2 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 3 carriles por sentido: 4 calicatas x km x sentido • Calzada 4 carriles por sentido: 6 calicatas x km x sentido 	
Carreteras de Primera Clase: carreteras con un IMDA entre 4000-2001 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 4 calicatas x km	Las calicatas se ubicarán longitudinalmente y en forma alternada
Carreteras de Segunda Clase: carreteras con un IMDA entre 2000-401 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 3 calicatas x km	
Carreteras de Tercera Clase: carreteras con un IMDA entre 400-201 veh/día, de una calzada de dos carriles.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 2 calicatas x km	
Carreteras de Bajo Volumen de Tránsito: carreteras con un IMDA ≤ 200 veh/día, de una calzada.	1.50 m respecto al nivel de sub rasante del proyecto	• 1 calicata x km	

Tabla 29: Número de calicatas que se deben extraer

Fuente: Manual de Carreteras suelos, geología, geotecnia y pavimentos – sección suelos y pavimentos (Perú 2014).

Según lo expuesto anteriormente, se realizaron 7 extracciones de calicatas a diferentes profundidades para poder determinar la capacidad de carga en todo el trayecto de vía.

La calicata 6 en las abscisas 2+500 – 3+000, no fue extraída debido a que se presentó un material de roca maciza a una profundidad de 1.40 metros, conformada en la parte superior por una capa vegetal de 20 cm de espesor, por lo tanto, se recomienda que la subbase se asiente a una profundidad de 1 metro desde la superficie de terreno, estratos que se pueden observar en la figura 26.



Figura 26: Estrato calicata No. 6
Fuente: Propios autores

Existieron dos estratos diferentes en la calicata N° 3 y N° 4, para lo cual se obtuvieron 2 muestras, para poder realizar la respectiva clasificación del suelo; las profundidades varían desde 1.40 y 3.00 metros debido a la estructura granular que poseen dichos suelos.

Las profundidades extraídas en cada pozo se presentan en la tabla 30, seguido de la localización respectiva en la figura 27:

TABLA EXTRACCION DE CALICATAS				
N° de Calicata	Abscisa (Inicio-Final)	Coordenadas WGS 84 / UTM 17S	Profundidad (m)	Estratos
N° 1	0+000 - 0+500	9680173.19 N ; 745810.45 E	2.10 m	
N° 2	0+500 - 1+000	9680048.87 N ; 745389.14 E	2.86 m	
N° 3	1+000 - 1+500	96879737.17 N ; 745027.00 E	3.00 m	

N° 4	1+500 - 2+000	9680030.07 N ; 744938.33 E	1.60 m	
N° 5	2+000 - 2+500	9680374.81 N ; 744836.23 E	1.50 m	
N° 6	2+500 - 3+000	9680140.79 N ; 744390.05 E	1.40 m	
N° 7	3+000 - 3+500	9679896.70 N ; 743919.14 E	1.50 m	

Tabla 30: Cuadro de Calicatas
Fuente: Propios autores.

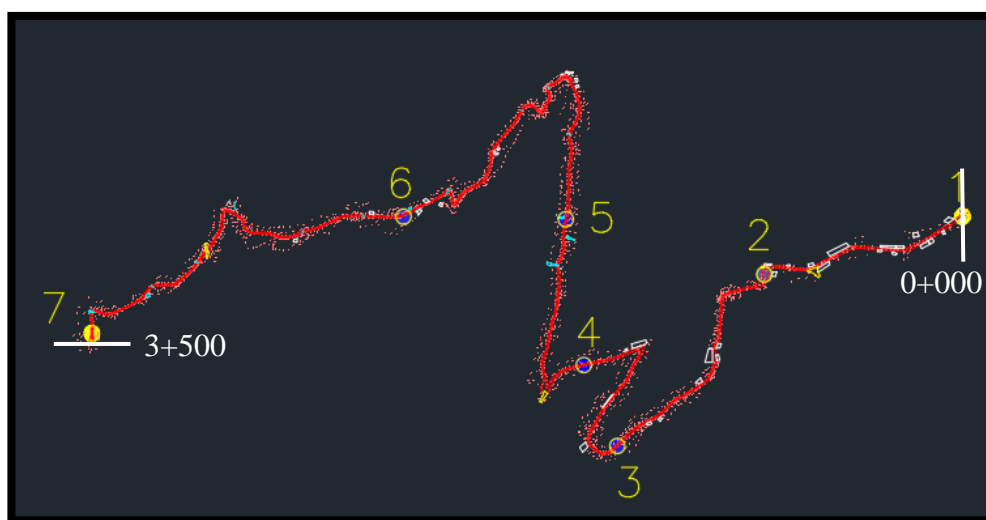


Figura 27: Localización de calicatas
Fuente: Propios autores.

4.3 ANÁLISIS DE SUELOS

Todo estudio de suelos se complementa con la determinación de las características físico-mecánicas que tiene un suelo, para poder conseguir resultados que permitan partir hacia un diseño adecuado del pavimento ya sea flexible o rígido.

Los ensayos se realizaron en el laboratorio de suelos de la Unidad Académica de Ingeniería, Industria y Construcción de la Universidad Católica de Cuenca, para poder determinar las características que posee cada uno de los pozos extraídos mediante los siguientes ensayos:

- Granulometría de suelos ASTM D422 / AASHTO T88.
- Límites de Atterberg ASTM D4318 / AASHTO T 89.
- Proctor Modificado ASTM D1557/ AASHTO T180.
- CBR (laboratorio) ASTM D1883 / AASHTO T193.
- Humedad Natural
- Clasificación del suelo

4.3.1 GRANULOMETRÍA (ASTM D422-63)

“Para poder efectuar dicho ensayo, se utiliza tamices de diferentes diámetros compuestos por un marco rígido al que se encuentra sujeta una malla caracterizada por un espaciamiento uniforme entre hilos denominado abertura o luz de malla, a través del cual se hace pasar la muestra de suelo a analizar”. (Luis Bañón Blázquez, 2000).

Este ensayo de laboratorio se realizó con la finalidad de determinar la distribución del tamaño de los agregados que posee cada una de las extracciones del suelo.

4.3.2 HUMEDAD NATURAL

“La humedad natural de los suelos esta expresada como la cantidad de agua presente en cada una de las muestras extraídas, su valor esta expresada en porcentaje y por la relación de peso húmedo de la muestra sobre peso seco de la muestra”. (Braja M. Das, 2015).

$$W(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100$$

Ec. 22: Humedad natural

Siendo:

W_w : Peso del Agua.

W_s : Peso Seco.

W (%): Porcentaje de Humedad de la muestra.

4.3.3 LÍMITE LÍQUIDO

"Como teoría la plasticidad mediante los límites de Atterberg en suelos de grano fino existe 4 estados de consistencia de acuerdo al contenido de humedad: solido, semisólido, plástico y líquido, por lo tanto, estos cambios de humedad en cada transición de uno a otro son los límites de Atterberg”. (Braja M. Das, 2015).

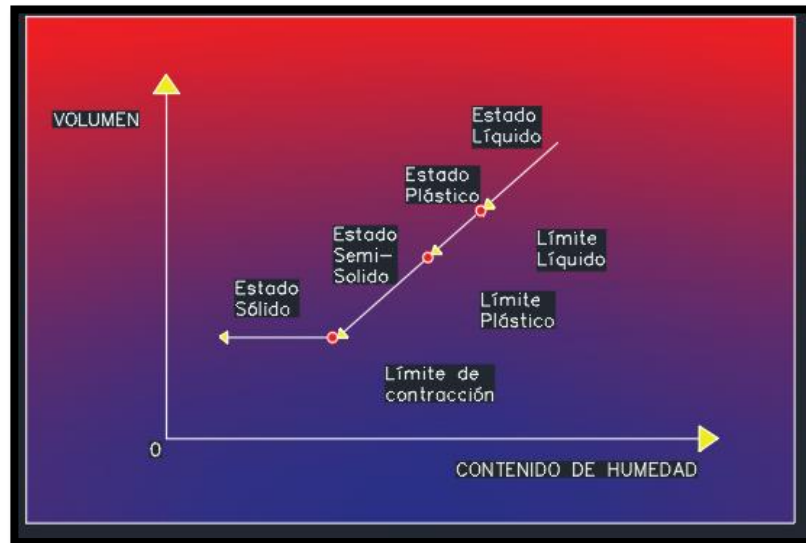


Figura 28: Límites de Atterberg

Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M.Das., Cuarta

Al observar la figura 28, se deduce que “al aumentar la humedad en la muestra esta va incrementando su volumen, por lo tanto, el Limite liquido (ASTM 423-66) se comporta como una sustancia viscosa y fluye en su propio peso, es decir la capacidad de soporte del suelo se anula y todo su estrato que compone el suelo falla”. (Braja M. Das, 2015).

4.3.4 LÍMITE PLÁSTICO

“Cuando existe la mezcla de una muestra de suelo con el agua comienza un estado plástico, y al aplicar cualquier tipo de carga o fuerza sobre dicho suelo, esta se deforma sin presentar su estado inicial, es decir, regresa a su estado normal antes de la acción de la carga, pues hay que tener en cuenta que, mientras incrementa el contenido de humedad, la capacidad de soporte del suelo decrece simultáneamente”. (Braja M. Das, 2015).

4.3.5 PROCTOR MODIFICADO (AASHTO T180-70)

“Cabe mencionar que este ensayo es uno de los más importantes, ya que al realizarlo se puede determinar la máxima densidad seca del suelo, con una directa relación de la cantidad de humedad que llega a tener en su punto máximo la densidad; para poder obtener estos valores se aplica una determinada energía de compactación hacia la muestra”. (Braja M. Das, 2015).

4.3.6 CBR (ASTM D18883-73)

“CBR (California Bearing Ratio: Ensayo de Relación de Soporte de California), y es uno de los ensayos más importantes de la mecánica de suelos, mide completamente la resistencia al esfuerzo cortante del suelo y de igual forma la calidad de la subrasante, base y sub base en pavimentos; es decir partiendo de la humedad y su densidad respectiva vamos generando los valores de CBR en porcentaje de una carga unitaria con la que fue anteriormente comparada. Mientras los valores de CBR sean más significativos, se podrá obtener una estructura de pavimento óptima y económica”. (Braja M. Das, 2015).

4.3.7 CLASIFICACIÓN DE SUELOS SEGÚN LA AASHTO Y SUCS

Con los resultados obtenidos, se procede a realizar la respectiva clasificación del suelo mediante los siguientes métodos:

4.3.7.1 MÉTODO SUCS

“El Sistema Unificado de Clasificación de Suelos (SUCS), este es uno de los métodos que fue elaborado en el país de Estados Unidos en el tiempo de la segunda guerra mundial, ya que

en esta época fue en la que siempre se necesitaba construcciones para sus transportes ya sean terrestres o aéreas”. (Braja M. Das, 2015).

Su clasificación fue realizada de acuerdo a las tablas 31 y 32:

TIPO DE SUELO	PREFIJO	SUBGRUPO	SUFIJO
Grava	G	Bien graduado	W
Arena	S	Pobrememente graduado	P
Limo	M	Limoso	M
Arcilla	C	Arcilloso	C
Orgánico	O	Límite líquido alto (>50)	L
Turba	Pt	Límite líquido bajo (<50)	H

Tabla 31: Simbología del Grupo SUCS

Fuente: Manual de Carreteras (Luis Bañón Blázquez), Volumen II S.28.

SÍMBOLO	Características generales		
GW	GRAVAS (>50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
GP			Pobrememente graduadas
GM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
GC			Componente arcilloso
SW	ARENAS (<50% en tamiz #4 ASTM)	Limpias (Finos<5%)	Bien graduadas
SP			Pobrememente graduadas
SM		Con finos (Finos>12%)	Componente limoso
SC			Componente arcilloso
ML	LIMOS	Baja plasticidad (LL<50)	
MH		Alta plasticidad (LL>50)	
CL	ARCILLAS	Baja plasticidad (LL<50)	
CH		Alta plasticidad (LL>50)	
OL	SUELOS ORGÁNICOS	Baja plasticidad (LL<50)	
OH		Alta plasticidad (LL>50)	
Pt	TURBA	Suelos altamente orgánicos	

Tabla 32: Tipología de Suelos según SUCS

Fuente: Manual de Carreteras (Luis Bañón Blázquez), Volumen II S.29.

En la figura 29, se presenta la carta de Casagrande o carta de plasticidad, con la que clasifica los suelos finos y orgánicos, en base a los valores de límite líquido y el índice de plasticidad.

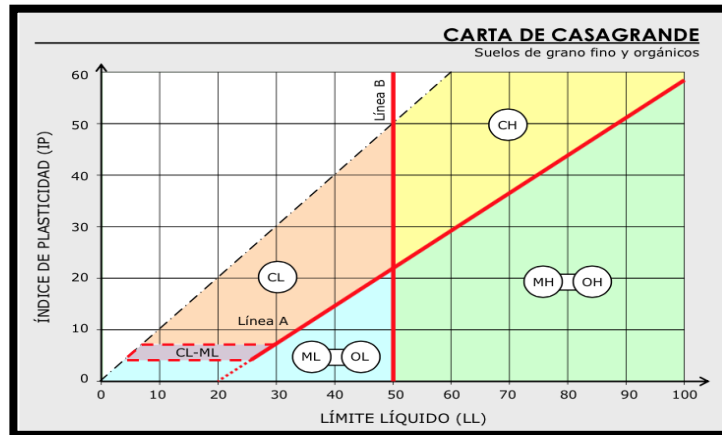


Figura 29: Carta de Casagrande
Fuente: Internet.

Determinado el tipo de suelo según el método SUCS, se puede llegar a saber las características que tienen cada uno de ellos como su comportamiento mecánico, capacidad de drenaje, CBR, etc.

SUCS presenta las características de los diferentes tipos suelos en base a la tabla 33:

DIVISIONES PRINCIPALES	SÍMBOLO	COMPORTAMIENTO MECÁNICO	CAPACIDAD DE DRENAJE	Densidad óptima P.M.	CBR In situ	
SUELOS DE GRANO GRUESO	Gravas	GW	Excelente	Excelente	2.00 - 2.24	60 - 80
		GP	Bueno a excelente	Excelente	1.76 - 2.08	25 - 60
		GM _d	Bueno a excelente	Aceptable a mala	2.08 - 2.32	40 - 80
		GM _u	Bueno	Mala a impermeable	1.92 - 2.24	20 - 40
	Arenas	GC	Bueno	Mala a impermeable	1.92 - 2.24	20 - 40
		SW	Bueno	Excelente	1.76 - 2.08	20 - 40
		SP	Aceptable a bueno	Excelente	1.60 - 1.92	10 - 25
		SM _d	SM _d	Aceptable a bueno	Aceptable a mala	1.92 - 2.16
SM _u	Aceptable		Mala a impermeable	1.68 - 2.08	10 - 20	
SUELOS DE GRANO FINO	Limos y arcillas (LL < 50)	SC	Malo a aceptable	Mala a impermeable	1.68 - 2.08	10 - 20
		ML	Malo a aceptable	Aceptable a mala	1.60 - 2.00	5 - 15
		CL	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.60 - 2.00	5 - 15
	Limos y arcillas (LL > 50)	OL	Malo	Mala	1.44 - 1.70	4 - 8
		MH	Malo	Aceptable a mala	1.28 - 1.60	4 - 8
		CH	Malo a aceptable	Casi impermeable	1.44 - 1.76	3 - 5
SUELOS ORGÁNICOS	OH	OH	Malo a muy malo	Casi impermeable	1.28 - 1.68	3 - 5
		Pt	Inaceptable	Aceptable a mala	-	-

Tabla 33: Características de los suelos según el método SUCS.
Fuente: Manual de Carreteras (Luis Bañón Blázquez), Volumen II T.47.

La figura 30, permite clasificar los suelos en base a los resultados obtenidos en laboratorio:

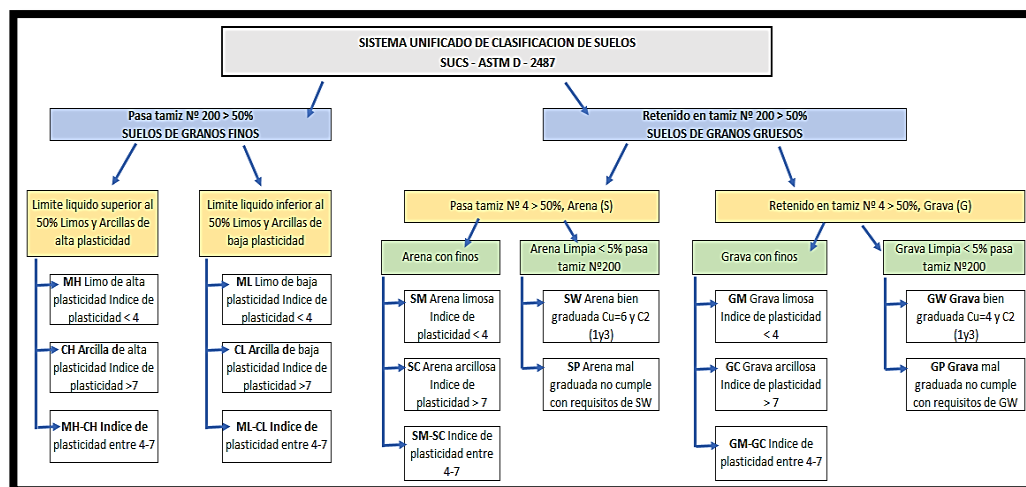


Figura 30: Clasificación SUCS

Fuente: Clasificación de los Suelos por el método de la AASHTO. Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M.Das., Cuarta edición. Manual de Carreteras (Luis Bañón Blázquez), Volumen II T.47.

4.3.7.2 CLASIFICACIÓN POR EL MÉTODO AASHTO

“El requerimiento de parámetros de diseño correspondientes a las características del suelo, determina que la clasificación de suelos se realice por el Método de AASHTO (M 145), principalmente con el fin de obtener el Índice de Grupo”. (Braja M. Das, 2015).

“Este método clasifica a los suelos de acuerdo a su composición granulométrica, su límite líquido y su índice de plasticidad, en siete grupos de A-1 a A-7. Los suelos cuyas partículas pasan el tamiz No. 200 (0,075 mm) en un porcentaje menor al 35 %, forman los Grupos A1, A2, A3 y los subgrupos que corresponden, en cambio, los suelos finos limo-arcillosos que contienen más del 35 % de material fino que pasa el Tamiz No. 200, constituyen los Grupos A-4, A-5, A-6, A-7 y los correspondientes subgrupos”. (Braja M. Das, 2015).

“La ventaja de este método radica en la posibilidad de evaluar la calidad del suelo a través del “Índice de Grupo”. Los suelos que tienen similar comportamiento se encuentran en el mismo grupo y están representados por un determinado Índice”. (Braja M. Das, 2015).

“Los índices de grupo de los materiales granulares están comprendidos entre 0 y 4, los correspondientes a suelos limosos entre 8 y 12, y los correspondientes a suelos arcillosos entre 11 y 20 o un número mayor”. (Braja M. Das, 2015).

El índice de grupo se encuentra entre paréntesis, y su valor se determina mediante la ecuación 23:

$$IG = (F - 3[0,2 + 0,005 (LL - 40)] + 0,01 (F - 15)(IP - 10) \quad \text{Ec. 23: Índice de grupo}$$

Donde:

F = Porcentaje que pasa el tamiz No. 200

LL= Límite Líquido

IP = Índice de Plasticidad

El término $(F - 3[0,2 + 0,005 (LL - 40)])$ de la ecuación anterior, resulta al determinar el límite líquido. El otro término $0,01 (F - 15)(IP - 10)$, se calcula a partir del índice de plasticidad, para lo cual se debe cumplir las siguientes reglas:

1. Si de la ecuación del índice de grupo, resultare un valor negativo se lo tomaría como 0.
2. El resultado del índice de grupo siempre se redondeará a su inmediato superior o inferior de ser el caso. (IG = 2.4 \rightarrow 2; IG = 2.5 \rightarrow 3).
3. Sera siempre 0 si el índice de grupo pertenece a los siguientes grupos: A-1-a, A-1-b, A-2-4, A-2-5, A3.
4. Se utilizará la ecuación 24 para los grupos A-2-6 y A-2-7 :

$$IG = 0.01 (F - 15)(IP - 10) \quad \text{Ec. 24: Índice de grupo parcial IP}$$

Para poder determinar la clasificación de suelos por el Método AASHTO se realiza según las tablas 34, 35 y 36:

Clasificación general	Material Granular (35% o menos del total pasa No.200)						
	A -1		A - 3	A - 2			
	A - 1 - a	A - 1 - b		A - 2 - 4	A - 2 - 5	A - 2 - 6	A - 2 - 7
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)							
No. 10	50 max.						
No. 40	30 max.	50 máx.	51 min.				
No. 200	15 max.	25 max.	10 max.	35 max.	35 max.	35 max.	35 max.
Características de la fracción que pasa No.40							
Limite liquido				40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	6 max.		NP	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Fragmentos pétreos, grava, y arena		Arena fina	Limos o gravas arcillosas y arena			
Valoración general del subgrupo	Excelente a bueno						

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998

Tabla 34: Clasificación de suelos Método AASHTO, (Material Granular)
Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998.

Clasificación general	Material limo- arcilloso (más del 35% del total pasa No.200)			
	A-4	A-5	A-6	A-7
Grupo de clasificación				A-7-5 (a) A-7-6 (b)
Análisis de tamices (porcentaje que pasa)				
No. 10				
No. 40				
No. 200	36 min.	36 min.	36 min.	36 min.
Características de la fracción que pasa No. 40				
Limite liquido	40 max.	41 min.	40 max.	41 min.
Indice de plasticidad	10 max.	10 max.	11 min.	11 min.
Tipos usuales de materiales que consta	Suelos limosos		Suelos arcillosos	
Valoración general del subgrupo	Regular a pobre			
(a) Para A-7-5, IP < LL - 30				
(b) Para A-7-6, IP > LL - 30				

Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998

Tabla 35: Clasificación de suelos método AASHTO, material limo arcilloso.
Fuente: Principles of Geotechnical Engineering, Braja M. Das, 1998.

Tabla 4.1 Clasificación de materiales de carreteras subrasantes

Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
	A-1			A-2			
Grupo de clasificación	A-1-a	A-1-b	A-3	A-2-4	A-2-5	A-2-6	A-2-7
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10	50 máx.						
Núm. 40	30 máx.	50 máx.	51 mín.				
Núm. 200	15 máx.	25 máx.	10 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.	35 máx.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido				40 máx.	41 mín.	40 máx.	41 mín.
Índice de plasticidad	6 máx.		NP	10 máx.	10 máx.	11 mín.	11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes	Fragmentos de roca, grava y arena		Arena fina	Limo o grava arcillosa y arena			
Clasificación general de la subrasante	Excelente a bueno						
Clasificación general	Materiales granulares (35% o menos del total de la muestra pasada por el núm. 200)						
Grupo de clasificación		A-4	A-5	A-6	A-7 A-7-5* A-7-6†		
Análisis de tamiz (porcentaje de paso)							
Núm. 10							
Núm. 40							
Núm. 200		36 mín.	36 mín.	36 mín.			36 mín.
Características de la fracción de paso núm. 40							
Límite líquido		40 máx.	41 mín.	40 máx.			41 mín.
Índice de plasticidad		10 máx.	10 máx.	11 mín.			11 mín.
Tipos comunes de materiales significativos constituyentes		Suelos limosos			Suelos arcillosos		
Clasificación general de la subrasante	Regular a malo						
*Para A-7-5, $PI \leq LL - 30$							
†Para A-7-6, $PI > LL - 30$							

Tabla 36: Clasificación de los Suelos por el método de la AASHTO
Fuente: Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Braja M.Das., Cuarta edición.

4.4 RESULTADOS DE ENSAYOS

En la tabla 38 se muestran los resultados obtenidos de las diferentes muestras de suelo:

CARACTERISTICAS DEL SUELO														
CALICATA N°	ABSCISA	GRANULOMETRIA % PASA			% LIMITE LIQUIDO (LL)	% LIMITE PLASTICO (LP)	% INDICE DE PLASTICIDA D (IP)	% HUMEDAD NATURAL	% HUMEDAD OPTIMA	CBR	CLASIFICA CION SUCS	CLASIFICA CION AASHTO	% GRAVA	% ARENA
		No. 4	No. 40	No. 200										
01	0+000 - 0+500	96.14%	88.43%	77.82%	40.20%	20.58%	19.62%	20.52%	17.50%	1.79%	CL	A-7-6 (15)	3.86%	73.96%
02	0+500 - 1+000	96.90%	92.64%	85.41%	69.00%	28.74%	40.26%	29.08%	19.00%	0.80%	CH	A-7-6 (20)	3.10%	82.31%
03	1+000 - 1+500	86.18%	78.29%	66.23%	51.00%	18.54%	32.46%	16.12%	15.80%	4.98%	CH	A-7-6 (19)	13.82%	54.41%
03 Clasif.	1+000 - 1+500	93.75%	88.10%	83.19%	64.00%	27.51%	36.49%	25.05%	-	-	CH	A-7-6 (20)	6.25%	76.94%
04	1+500 - 2+000	74.01%	50.36%	33.39%	35.80%	27.25%	8.55%	10.80%	13.30%	11.36%	SC	A-2-4 (0)	25.99%	7.40%
04 Clasif.	1+500 - 2+000	84.85%	61.48%	48.85%	37.10%	30.39%	6.71%	11.73%	-	-	SC	A4 (2)	15.15%	33.70%
05	2+000 - 2+500	62.00%	37.57%	30.51%	36.00%	23.88%	12.12%	9.26%	12.50%	17.86%	SC	A-2-6 (0)	38.00%	7.49%
07	2+500 - 3+700	33.15%	17.80%	13.26%	74.00%	19.82%	27.38%	12.81%	14.00%	10.75%	GC	A-2-7 (0)	66.85%	53.59%

Tabla 37: Características del suelo

Fuente: Propios autores.

Una vez realizado los ensayos y la clasificación de los diferentes tipos de materiales existentes a lo largo de la vía, se puede observar los resultados en la tabla 37, pues en los primeros 500 metros se obtienen valores de límite líquido = 40.20%, límite plástico = 20.58% obteniendo como resultado un índice de plasticidad = 19.62%, con un CBR = 0.90%, clasificándolo como un suelo CL de granos finos, compuesto de material arcilloso con baja plasticidad y una subrasante mala, con una capacidad de drenaje casi impermeable, cuya humedad óptima es 17.50% para poder adquirir la máxima densidad de compactación.

Por otro lado, entre la abscisa 0+500 y la 1+500, se pudo observar límites líquidos superiores a 50 % y límites plásticos mayores al 27%, obteniendo índices de plasticidad entre 30 y 40%. SUCS los clasifica como un suelo CH, es decir, un suelo inorgánico de granos finos compuesto de material arcilloso de alta plasticidad, aunque es un material compactable su CBR no es mayor al 3.5% teniendo una subrasante mala a regular.

Las calicatas desde las abscisas 1+500 hasta la 2+500, se clasifican como un suelo SC, compuesto de material limoso y arenas arcillosas impermeables, con una subrasante relativamente buena, ya que poseen límites líquidos superiores a 35% y límites plásticos entre 20 y 30%, obteniendo índices de plasticidad menores al 8% siendo un material no plástico, por lo tanto, se tiene un CBR de 10% compuesto de una subrasante relativamente buena pero una capacidad de drenaje mala con un comportamiento mecánico aceptable.

En el tramo final desde la abscisa 2+500 hasta la 3+700 presenta un suelo de granos finos GC, compuesto de materiales granulares, es decir gravas arcillosas con límite líquido = 74%, límite plástico = 19.82%, resultado un índice de plasticidad = 27.38%; con una humedad óptima del 14% con la que se podrá obtener su máxima densidad de compactación y una subrasante media buena; su CBR del 7% permite un comportamiento mecánico bueno, pero una capacidad de drenaje mala.

Según el porcentaje de humedad natural y el límite plástico, las muestras 01 y 02 se encuentran en un estado plástico, es decir, al momento que se genere una carga existirán deformaciones, pero no regresará a su estado inicial, por lo tanto, no se recomienda el uso de este suelo para ningún tipo de estructura que soporte cargas de tránsito vehicular.

Por otro lado, desde la muestra 03 – 07, el porcentaje de humedad es menor que el límite plástico, por lo tanto, son materiales sólidos que soportan cargas y deformaciones regresando a su estado original, pues es importante que este tipo de suelos tengan un correcto drenaje para evitar que se comporten como un líquido, es decir pierda su capacidad portante.

CAPÍTULO V

5. DISEÑO DE PAVIMENTO

De acuerdo a las condiciones actuales de la vía y su TPDA, es necesario la colocación de una estructura de pavimento compuesta de base, subbase y mejoramiento, para evitar los esfuerzos de deformaciones causadas por el tránsito vehicular sobre el pavimento flexible.

5.1 PERÍODO DE DISEÑO

Corresponde al periodo para el cual se diseña la estructura de pavimento, mismo que debe soportar las cargas y deformaciones generadas por el tránsito vehicular en circulación, brindando un servicio de seguridad para los usuarios.

Las recomendaciones de los manuales de diseño de estructuras de pavimentos recomiendan periodos entre 15 y 25 años; para el presente caso se ha optado por diseñar para un periodo de 20 años, con el propósito de otorgar a los usuarios un buen servicio durante los años posteriores.

5.2 AFORO VEHICULAR

El aforo vehicular es una muestra del volumen de vehículos que pasan por una vía en un periodo determinado, siendo este el punto de partida que nos permitirá conocer y establecer el comportamiento y la capacidad de la vía. El mismo permite determinar el tipo de vía que se va a diseñar conjuntamente con la estructura adecuada para el diseño de pavimento.

Existen varios métodos para realizar el aforo vehicular entre ellos está: método manual, según el número de ejes, sensores en la calzada, mangueras contadoras, etc., sabiendo que cada una de estas tiene diferentes tipos de aplicación según las condiciones del tipo de tránsito o la presión que se requiera.

Para determinar punto de conteo y el método a utilizar, se tiene que tomar en cuenta los siguientes criterios básicos:

- Las condiciones actuales de la vía.

- El tipo de vía.
- La tipología vehicular.
- Velocidades de los vehículos.

El presente aforo fue realizado mediante el método manual sin contador, ya que este método permite obtener datos importantes a comparación de los otros métodos, como por ejemplo el clasificar los vehículos por su tipo o vehículos que pasan varias veces por el mismo sector; la primera estación de conteo fue al inicio de la vía Parculoma-Yabrún y la segunda en la abscisa 0+360, en un horario de 07:00 a 19:00 desde el día lunes 02 marzo del 2018 hasta el día 08 marzo del 2018, es decir los 07 días de la semana. Se han obtenido los resultados de la tabla 38 que consta el número de vehículos que circularon por cada hora y el tipo de vehículo.

COMPOSICION DEL TRAFICO									
Tipo vehículo/ Día fecha	LUNES 02-03-18	MARTES 03-03-18	MIÉRCOLES 04-03-18	JUEVES 05-03-18	VIERNES 06-03-18	SÁBADO 07-03-18	DOMINGO 08-03-18	TOTAL	PROMEDIO
Livianos	32	28	38	35	42	39	29	243	35
Buses	2	2	1	2	2	0	0	9	1
Camión 2 ejes	2	3	0	1	1	1	3	11	2
Motos	1	1	2	2	2	1	1	10	1
Total	37	34	41	40	47	41	33	273	39

Tabla 38: Resultados de aforo vehicular
Fuente: Propios autores.

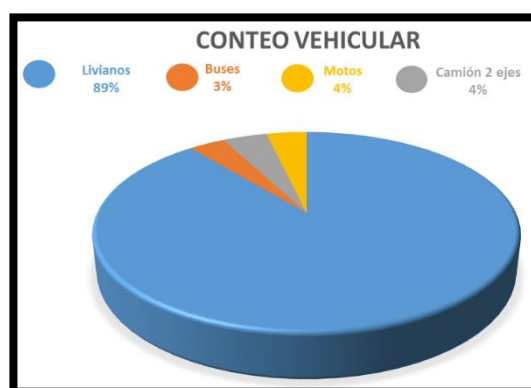


Figura 31: Gráfico aforo vehicular
Fuente: Propios autores.

5.3 DETERMINACIÓN DEL TPDA

El TPDA es uno de los factores más importantes, permitiendo identificar el servicio para el cual la vía va a ser diseñada, pues es un dato importante en el diseño geométrico, ya que se podrá establecer anchos de vía, pendientes, alineamientos, diseño de la estructura vial, volumen de tráfico en circulación, etc., en el cual se incluye datos necesarios como la incidencia de vehículos en las diferentes horas de acuerdo a su tipología.

En efecto para el cálculo, se procede a encontrar los valores mediante el método de los factores:

$$TPDA = F_h \times F_d \times F_s \times F_m$$

Ec. 25: Tráfico Promedio Diario Anual

Siendo:

F_h = factor horario

F_d = factor diario

F_s = factor semanal

F_m = factor mensual

5.3.1 TPDA

El tráfico es el volumen de vehículos que pasan por un determinado punto de la vía, este normalmente se lo define por el TPDA, pues el mismo nos ayuda a justificar la inversión económica para la rehabilitación de la vía. Normalmente en los próximos años de habilitada la vía es donde existe el tráfico generado real.

La caracterización y clasificación para la determinación del conteo vehicular se realizó según las tablas 39,40 y la figura 32:

CLASIFICACION	
CATEGORIA	CLASE
LIVIANO	Automóvil
	Camioneta 4x4 y 4x2
BUS	2 ejes
	3 ejes
CAMION	2 ejes
	3 ejes
	4-5 ejes
	> 6 ejes

Tabla 39: Clasificación vehicular
Fuente: Plan maestro movilidad

CLASIFICACION VEHICULAR	
CLASE	DESCRIPCION
Automóvil	Vehículo motorizado de 4 ruedas, transporta hasta 9 pasajeros sin incluir conductor
Camioneta	Vehículo motorizado de 4 ruedas para transportar carga hasta 1750 kg con o sin carrete de arrastre. Incluye: pick-up, doble cabina, SUV, furgoneta, ambulancia.
Bus	Vehículo motorizado destinado para el transporte de pasajeros, equipaje, paquetería y carga menor; con capacidad superior a 9 personas excluyendo tripulación. Sub-categorías: microbuses y buses de 2 ejes o más, buses de 2 pisos y articulados. Sean urbanos o interurbanos.
Camión 2 ejes	Camión liviano destinado al transporte de carga superior a 1750 kg.
Camión 3 ejes o más	Camión pesado destinado al transporte de carga no clasificable dentro de la categoría camión liviano 2 ejes, considerandose un vehiculo de más de dos ejes.

Tabla 40: Clasificación vehicular
Fuente: NEVI 12, 2013

CUADRO DEMOSTRATIVOS DE TIPO DE VEHICULOS MOTORIZADOS REMOLQUES Y SEMIREMOLQUES						
TIPO	DISTRIBUCIÓN MÁXIMA DE CARGA POR EJE	DESCRIPCIÓN	PESO MÁXIMO PERMITIDO (Ton.)	LONGITUDES MÁXIMAS PERMITIDAS (metros)		
				largo	Ancho	Alto
2 D			7	5,00	2,60	3,00
2DA			10	7,50	2,60	3,50
2DB			18	12,20	2,60	4,10
3-A			27	12,20	2,60	4,10
4-C			31	12,20	2,60	4,10
4-0			32	12,20	2,60	4,10
V2DB			18	12,20	2,60	4,10
V3A			27	12,20	2,60	4,10

Figura 32: Tipo de vehículos

Fuente: NEVI 12, 2013

5.3.1.1 TRÁFICO ACTUAL O EXISTENTE:

$$T_A = \frac{\text{Total de vehículos}}{\text{tiempo}}$$

Ec. 26: Tráfico Actual

$$T_A = \frac{273}{7} = 39 \text{ vehículos / día}$$

Se procede a calcular el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), sabiendo que el tráfico normalmente se ve afectado por cambios semanales, diarios y mensuales.

Para poder continuar es necesario conocer algunas de las definiciones de los factores mencionados anteriormente:

- **Factor horario(Fh)**

Este factor permite encontrar el volumen de un día completo, ya que normalmente el conteo manual se lo realiza durante el día por 12h, pero se necesita 24h; se puede hacer mediante un conteo automático o estimar un porcentaje de incremento.

Se recomienda un factor horario de:

$$F_h = 1.10$$

Ec. 27: Factor horario

- **Factor diario (Fd)**

Este factor permite realizar un muestreo del volumen de tráfico diario a un tráfico semanal medio diario. Distinguiendo para el presente caso el día de mayor demanda vehicular, es el viernes con 42 vehículos livianos, por lo tanto, su factor diario es:

$$F_d = 1.00$$

Ec. 28: Factor horario

- **Factor semanal (Fs)**

Es la relación entre el Promedio del tráfico semanal y el tráfico de la semana que coincide con la toma de datos de tráfico observado. El presente estudio se realizó en el mes de marzo 2018, por lo tanto, se tiene:

$$F_s = \frac{\text{número semanas mes conteo}}{4}$$

Ec. 29: Factor semanal

$$F_s = \frac{4.4}{4}$$

$$F_s = 1.107$$

Valor que se puede comprobar mediante los cálculos realizados en la tabla 41 de la siguiente manera:

FACTOR SEMANAL			
MES	No. DIAS	No. SEMANAS	F _s
Enero	31	4.4	1.107
Febrero	28	4.0	1.000
Marzo	31	4.4	1.107
Abril	30	4.3	1.071
Mayo	31	4.4	1.107
Junio	30	4.3	1.071
Julio	31	4.4	1.107
Agosto	31	4.4	1.107
Septiembre	30	4.3	1.071
Octubre	31	4.4	1.107
Noviembre	30	4.3	1.071
Diciembre	31	4.4	1.107

Tabla 41: Factor semanal
Fuente: Propios autores.

- **Factor mensual (F_m)**

De igual manera se procede a realizar la relación entre el consumo promedio total mensual de combustible del año más cercano de la provincia a la que pertenece el estudio y el consumo del mes perteneciente al conteo realizado.

Para el presente estudio, se realizó en el mes de marzo 2018, y el consumo de combustible próximo a la fecha de conteo en el Azuay pertenece al año 2016, según datos recopilados.

$$F_m = \frac{\text{Consumo promedio mensual}}{\text{valor consumo mes perteneciente}}$$

Ec. 30: Factor mensual

$$F_m = 1.00$$

La tabla 42 presenta el consumo de combustible del año 2016 para la provincia del Azuay.

CONSUMO COMBUSTIBLE AZUAY 2016				
MES	DIESEL	SUPER	EXTRA	TOTAL
Enero	2763943	455488	3899531	7118962
Febrero	2603380	485574	3844055	6933009
Marzo	2856353	484258	4097211	7437822
Abril	2845265	471083	4088773	7405121
Mayo	2765474	480860	4177356	7423690
Junio	2851856	438006	4108120	7397982
Julio	2814806	486050	4097211	7398067
Agosto	3121460	488903	4087734	7698097
Septiembre	3054734	474142	4146236	7675112
Octubre	3030569	453441	4197071	7681081
Noviembre	2914933	476563	4137304	7528800
Diciembre	3051757	491593	4514094	8057444
TOTAL				89755187
PROMEDIO MENSUAL				7479599

Tabla 42: Consumo combustible Azuay 2016
Fuente: EP PETROECUADOR

Para el caso en estudio, se ha procedido a identificar la demanda generada por el tráfico en la vía por medio del TPDA con su respectiva clasificación; una vez identificados y calculados cada uno de los factores, se realiza el cálculo del TPDA con los factores de la tabla 43:

FACTORES TPDA				
FACTOR	Fh	Fd	Fs	Fm
	1.10	1.00	1.107	1.00

Tabla 43: Factores TPDA
Fuente: Propios autores.

En tabla 44 se muestra el TPDA calculado con los factores expuestos anteriormente y los resultados de cada vehículo mediante porcentajes mostrados en la figura 33.

TPDA 2018									
Tipo vehículo/ Día fecha	LUNES	MARTES	MIÉRCOLES	JUEVES	VIERNES	SÁBADO	DOMINGO	TOTAL	TPDA
Livianos	39	34	46	42	51	47	35	294	42
Buses	2	2	1	2	2	0	0	9	1
Camión 2 ejes	2	4	0	1	1	1	4	13	2
Motos	2	1	2	2	2	1	1	11	2
Total	44	41	50	48	57	50	40	330	47

Tabla 44: Tráfico promedio diario anual 2018
Fuente: Propios autores.

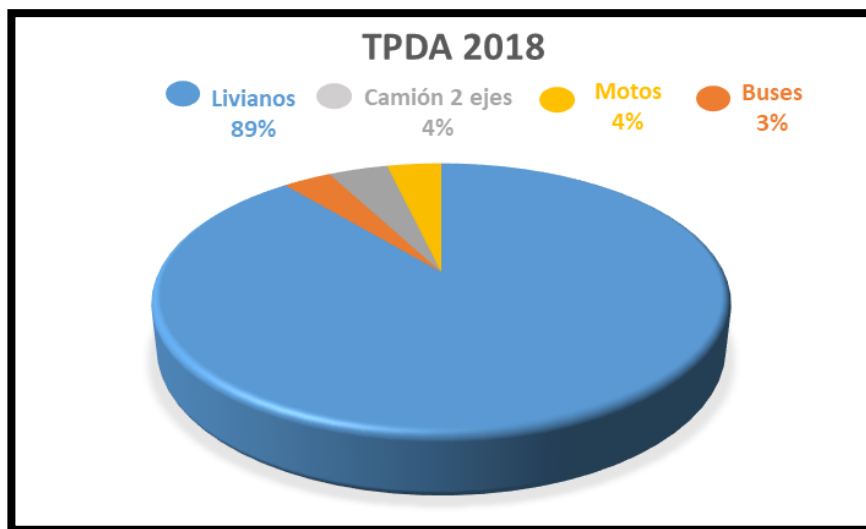


Figura 33: Porcentaje TPDA 2018
Fuente: Propios autores.

5.4 TPDA FUTURO

Dado la importancia que genera la proyección de un tráfico a futuro, pues al mejorar la vía se genera un volumen de vehículos que serán parte del proyecto desarrollado, al mismo tiempo el aumento poblacional, conjuntamente con la economía del sector.

Uno de los factores importantes en el diseño vial son los espesores de la estructura de pavimento, pues el tráfico proyectado nos permitirá escoger las dimensiones adecuadas para la misma, sin que se provoque daños en la misma por cambios o el aumento de tránsito vehicular en la vía.

Para el caso en estudio de la vía Parculoma – Yabrún en el cantón Gualaceo, se estima un volumen de tráfico con una proyección de 20 años.

$$TPDA_f = TPDA(1 + r)^n$$

Ec. 31: Tráfico Promedio diario
Anual Futuro

Donde:

TPDA: Tráfico promedio diario anual actual

r: índice crecimiento

n: Número de años proyección

5.4.1 *ÍNDICE DE CRECIMIENTO*

El índice de crecimiento permite estimar el incremento de vehículos, poblaciones, usuarios, etc.; para este caso hemos tomado los datos del periodo 2015 - 2040 expuestos en la tabla 45 para poder determinar la proyección del tráfico vehicular.

Índice crecimiento vehicular			
Periodo	Livianos	Bus	Camion
2015-2020	5.98	2.27	4.45
2020-2025	5.16	1.96	4.07
2025-2030	4.51	1.72	3.67
2030-2035	3.99	1.51	3.33
2035-2040	3.47	1.30	2.99

Tabla 45: Tasa vehicular
Fuente: MTOP, 2016

Para los cálculos se ha tomado los valores del índice de crecimiento (r) de livianos, buses y camiones respectivamente para cada valor, obteniendo los resultados expuestos en la tabla 46:

TPDA FUTURO				Tasa crecimiento 20 años	
INDICE DE CRECIMIENTO (r)	0.0347	0.013	0.0299	0.0347	
CLASE AÑO	LIVIANOS	BUSES	CAMION 2 EJES	MOTOS	TOTAL
2018	42	1	2	2	47
2023	50	2	2	2	55
2028	59	2	3	2	66
2033	70	2	3	3	78
2038	83	3	4	3	92

Tabla 46: TPDA futuro
Fuente: Propios autores.

5.5 NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES

El tránsito está compuesto de varios tipos de vehículos, mismos que generan cargas transmitidas a la estructura del pavimento de diferentes maneras como su peso, composición y número de ejes. Una vez calculado la cantidad de tránsito que pasará por la vía durante el periodo de diseño vial y la vida útil del presente estudio, se procede a calcular el número de ejes equivalentes.

TIPOLOGIA DE EJES VEHICULARES	
EJE SIMPLE DE 5.5 Ton	
EJE SIMPLE DOBLE RUEDA 8.16 Ton	
EJE DOBLE RUEDA 15.20 Ton	
TANDEM DOBLE RUEDA 3 EJES	
EJE TRIDEM 3 RUEDAS 22 Ton	

Figura 34: Tipología ejes equivalentes
Fuente: NEVI 12, 2013

Para el presente estudio se tomará un camión eje simple doble rueda de 8.16 Ton, según la figura 34 y su respectiva distribución de carga por eje de tipo 2DA en base a la figura 36, tomando en cuenta los esfuerzos de tensión sobre el pavimento mostrados en la figura 35.

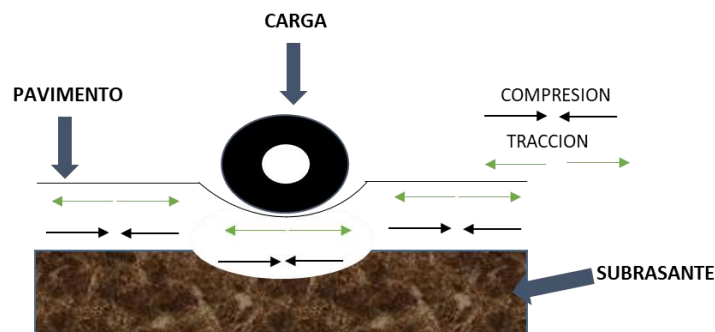


Figura 35: Esfuerzos de tensión sobre la capa de superficie
Fuente: Ingeniería de tránsito, Master Sergio J. Navarro H., 2017

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

Figura 36: Tipología vehicular y pesos
Fuente: NEVI 12, 2013

La deformación que genera una determinada carga sobre el pavimento se la conoce como factor de equivalencia, la cual se calcula mediante la ecuación 32 de la siguiente manera:

$$F_{eq} = \left(\frac{P}{P_0} \right)^{4.3}$$

Ec. 32: Factor de equivalencia

Siendo:

P = Carga por eje

P₀ = Eje equivalente según tipo de eje

Por lo tanto, procedemos a calcular el factor equivalente aplicando la ecuación 32 de la siguiente manera:

$$F_{eq} = \left(\frac{3}{8.16} \right)^{4.3}$$

$$F_{eq} = 0.01$$

$$F_{eq} = \left(\frac{7}{8.16} \right)^{4.3}$$

$$F_{eq} = 0.52$$

$$F_{eq} = 0.53 \rightarrow 2DA$$

Obteniendo los resultados en la tabla 47 para cada uno de los vehículos respectivamente.

VALORES DE FACTOR EQUIVALENCIA					
TIPO	VEHICULO	Eje delantero	Eje trasero	Eje equivalente (Ton)	Factor equivalente
2D	CAMION 2 EJES PEQUEÑO	3	4	5.5	0.25
2DA	CAMION 2 EJES MEDIANO	3	7	8.16	0.53
2DB	CAMION 2 EJES GRANDE	7	11	8.16	4.13
2A	CAMION 3 EJES	7	20	15.2	3.29

Tabla 47: Cálculo factores equivalentes

Fuente: Propios autores.

De tal manera es necesario transformar estas cargas a una sola carga equivalente, ya que en las vías existe una variedad de vehículos con diferente tipología; tomando en cuenta que para este caso se ha procedido a realizar un conteo manual, conociendo las características y tipología del tránsito vehicular actual.

- Cálculo de K1 Porcentaje de vehículos pesados

$$K1 = \frac{(\text{TPDAo camion} + \text{volq} + \text{semiremolque})}{\text{TPDA total}} \times 100$$

Ec. 33: Porcentaje estimado de pesados

$$K1 = \frac{13 + 9}{294 + 9 + 13 + 10} \times 100$$

$$K1 = 6.61\%$$

Aplicando la ecuación 34 se procede a calcular el número de ejes equivalente para cada tipo de vehículo:

$$Nt = 365 \times Fe \times \text{TPDA}_o \times \left(\frac{K1}{100}\right) \times \left(\frac{k2}{100}\right) \times \frac{(1+r)^t - 1}{\text{Ln}(1+r)}$$

Ec. 34: Número de ejes equivalentes

Siendo:

Fe: Factor equivalencia

TPDA_o: Tráfico promedio diario anual observado

r : tasa de crecimiento

t : periodo de diseño

K1: % vehículos pesado

K2: % vehículos carril de diseño.

Para el K2 se tomará el un valor del 100% en base a la tabla 48, pues se tiene una via de 2 carriles:

NÚMERO DE CARRILES DE CADA DIRECCIÓN	PORCENTAJE DE EJES EQUIVALENTES DE 8.2 Ton EN EL CARRIL DE DISEÑO
1	100
2	80-100
3	60-80
4	50-75

Tabla 48: Factor de distribución por carril

Fuente: Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras, Volumen II, Carlos Hernando Higuera Sandoval. (Colombia 2011).

La tabla 49 presenta los resultados del cálculo de ejes equivalentes:

CALCULO Nt							
Tipo vehiculo	Fe	TPDA	K1	K2	r	t	Nt
2D	0.06	1	6.61%	100%	0.0347	20	53.5
2DA	0.53	2	6.61%	100%	0.0130	20	534.5
Livianos	-	42	-	-	-	20	15330.0
motos	-	2	-	-	-	20	573.6
Total Nt							16491.6

Tabla 49: Cálculo número de ejes equivalentes

Fuente: Propios autores.

✓ Por lo tanto, el valor de Nt = 16491,6.

5.6 CONFIABILIDAD

Este es uno de los puntos importantes en la norma AASHTO, pues enfatiza que, para el diseño respectivo del pavimento, se debe asegurar un comportamiento satisfactorio cuando el tránsito aumenta existiendo el riesgo de no alcanzar las expectativas para el cual fue destinado según su periodo de diseño. El hecho de escoger un valor alto de confiabilidad si bien es cierto afecta en temas de costos de la propia estructura, pero a la vez reduce un gasto generado por el manteniendo repentino durante los primeros años de uso, por lo tanto, no implica valores iniciales altos en manteamientos cumpliendo la función prevista a lo largo de su vida útil.

Los valores para el índice de confianza que sugiere la normativa AASHTO se clasifican según su funcionalidad de la vía mediante la tabla 50:

TIPO DE CAMINO	ZONA URBANA	ZONA RURAL
Autopistas	85 - 99.9	80 - 99.9
Carreteras de primer orden, arterias principales	80 - 99	75 - 95
Carreteras secundarias, colectoras	80 - 95	75 - 95
Caminos vecinales, locales	50 - 80	50 - 80

Tabla 50: Clasificación niveles de confiabilidad
Fuente: AASHTO, 1993

Según los criterios y la clasificación de la vía en estudio, se ha optado por escoger un valor de 60% ya que la vía es de tercer orden siendo un camino local en una zona rural.

5.6.1 DESVIACIÓN ESTÁNDAR

Se basa en el nivel de confiabilidad, según la generación de tráfico que exista en la vía, por lo que se selecciona el valor respectivo según la AASHTO en la tabla 51.

Para el presente estudio se recomienda una confiabilidad del 75%, y su respectivo valor de desviación estándar: -0,674.

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

Tabla 51: Desviación estándar normal
Fuente: AASHTO, 1993

Con los datos obtenidos se procede a escoger el valor respectivo de la desviación estándar (So) o error nominal combinado, el mismo que representa los errores ya sea en el diseño o en los propios materiales que se van a usar, mediante la siguiente tabla 52:

Tipo Pavimento	Valores So
Rigido	0.30 - 0.40
Flexible	0.40 - 0.50

Tabla 52: Desviación Estándar (So)
Fuente: AASHTO, 1993

Con un pavimento flexible destinado para la construcción del presente estudio se obtiene un valor $So = 0,45$.

5.7 ÍNDICE DE SERVICIO

El índice de servicio (Psi) permite definir la capacidad que tiene el pavimento para soportar todo el tránsito a circular por la vía, es decir, si se obtiene un pavimento en buen estado este tendrá un índice alto de servicio, pues dichos valores se consideran entre 0-5 siendo este el valor más alto considerando una vía en perfectas condiciones brindado a los usuarios total comodidad y seguridad en toda la trayectoria vial. Los índices de servicio se presentan en la tabla 53 y 54 respectivamente:

$$Psi = pi - pt$$

Ec. 35: Índice de
serviciabilidad

Siendo:

pi = índice inicial de servicio

pt = índice final de servicio

TIPO PAVIMENTO	pi
Flexible	4.5
Rigido	4.2

Tabla 53: índice inicial de servicio
Fuente: AASHTO, 1993

TIPO VIA	pt
Autopistas	2.5 - 3.0
Carreteras	2.0 - 2.5
Zona urbana principal	1.5 - 2.0
Zona urbana secundaria	1.5 - 2.0

Tabla 54: índice final de servicio
Fuente: AASHTO, 1993

Para el caso de estudio, un pavimento flexible, se toma los siguientes valores:

$$Po = 4.2 \quad Pt = 2.2$$

$$Psi = 4.2 - 2.2$$

$$Psi = 2.0$$

5.8 MÓDULO RESILIENTE DE LA SUBRASANTE

El módulo resiliente (M_r) en la normativa AASHTO, se refiere al módulo de elasticidad de los materiales y a la vez cuantifica la resistencia del pavimento flexible, el cual se calcula en base al valor de la capacidad de soporte (CBR) obtenido en los ensayos de laboratorio según el tipo de material que existe en la vía; Permite realizar el diseño de los espesores de cada uno de las diferentes capas que conforman la estructura vial.

Según los resultados de los ensayos de laboratorio, la vía cuenta con distintos valores de CBR que se encuentran en los anexos, resumiendo dichos valores obtenemos los siguientes resultados que fueron calculados en dos tramos, mediante el CBR percentil presentado en la tabla 55, de acuerdo al libro diseño de pavimentos Alfonso Montejo Fonseca:

EJE EQUIVALENTE (Nt)	% DISEÑO
$< 10^4$	60%
$10^4 - 10^6$	75%
$> 10^6$	87.50%

Tabla 55: Determinación CBR percentil

Fuente: Ingeniería de pavimentos para carreteras, Alfonso Montejo Fonseca. (Colombia, 2002)

Desde la abscisa 0+000 hasta la abscisa 1+020, obtenemos los valores de CBR percentil en la tabla 56 con su respectiva representación gráfica expuesta en la figura 37:

No. Muestra	ABSISA	VALOR C.B.R %	#	% CBR PERCENTIL
2	0+510	0.80	3	100.00
1	0+000	1.79	2	66.67
3	1+020	4.98	1	33.33

Tabla 56: CBR percentil

Fuente: Propios autores.

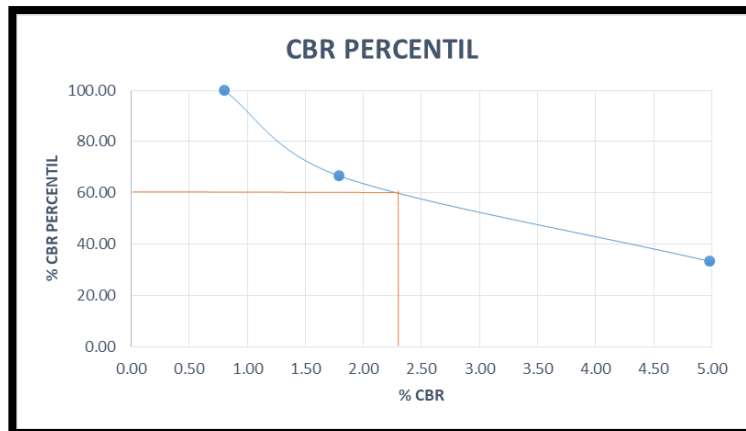


Figura 37: Valores C.B.R.
Fuente: Propios autores.

✓ Con lo que se obteniendo un resultado cuyo valor de CBR = 2,4 %.

Por otro lado, desde la abscisa 1+020 hasta la 3+717.43, obtenemos los valores de CBR percentil en la tabla 57 con su respectiva representación gráfica expuesta en la figura 38:

No. Muestra	ABSISA	% VALOR C.B.R	#	CBR PERCENTIL
7	3+700	10.75	3	100.00
4	1+490	11.36	2	66.67
5	1+940	17.86	1	33.33

Tabla 57: CBR percentil
Fuente: Propios autores

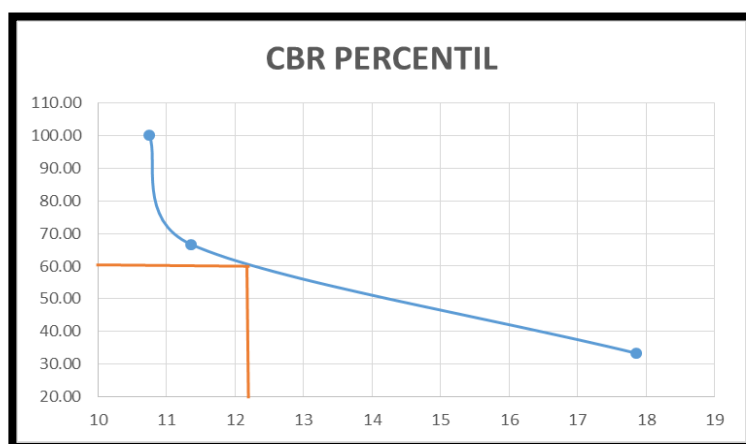


Figura 38: Valores C.B.R.
Fuente: Propios autores.

✓ Cuyo valor de CBR = 12,20 %.

Por la dificultad que existe para encontrar el valor del módulo resiliente (M_r) para los diferentes tipos de suelos debido a que no se cuenta con los equipos necesarios, es de suma importancia el uso de tablas que relacionen el módulo resiliente y el valor de CBR; Heukelom y Klom, han generado un método para relacionar M_r y el CBR con la misma densidad, de la siguiente manera:

- Para un $CBR < 10\%$ suelos finos:

$$M_r = 1500 \times CBR \quad \text{Ec. 36}$$

- Para $10\% > CBR < 20\%$:

$$M_r = 3000 \times CBR^{0.65} \quad \text{Ec. 37}$$

- Para suelos granulares:

$$M_r = 4326 \times \text{Log}(CBR) + 241 \quad \text{Ec. 38}$$

CBR %	CLASIFICACION GENERAL	USOS
0-3	Muy pobre	Subrasante
3-7	Pobre a regular	Subrasante
7-20	Regular	Subbase
20-50	Bueno	Subbase y base
> 50	Excelente	Base

Tabla 58: Clasificación del suelo de acuerdo al CBR

Fuente: Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras, Volumen I, Carlos Hernando Higuera Sandoval. (Colombia 2010)

Puesto que se obtienen diferentes valores de CBR a lo largo de la vía en estudio, mediante la tabla 58 se procede a clasificar el suelo con el primer valor del $CBR = 2.4\%$ ubicándose en un suelo muy pobre, lo cual significa que es un suelo malo y se tiene que mejorar la desde subrasante; el segundo valor de $CBR = 12.20\%$ es un suelo regular, por lo que se recomienda según la clasificación el uso únicamente de subbase. Cada uno de los materiales que conforman

la estructura del pavimento debe cumplir con las Especificaciones Generales para la construcción de Caminos y Puentes.

“Para la evaluación de la calidad relativa de los suelos de la subrasante, se aplican algunos materiales de sub-bases y bases granulares, que contengan una pequeña cantidad de material que pasa por el tamiz de 50 mm, y que es retenido en el tamiz de 20 mm. Se recomienda que la fracción no exceda el 20%”. (Ingeniería de tránsito, Master Sergio J. Navarro H., 2017).

Al realizar el cálculo respectivo, se determinan los valores de Mr aplicando la ecuación 36 según las condiciones anteriores para cada tramo con el porcentaje de CBR respectivo:

$$Mr = 1500 \times CBR$$

$$1) Mr = 1500 \times 2.4$$

$$Mr = 3600$$

$$2) Mr = 1500 * 12.20$$

$$Mr = 18300$$

Con los valores de Mr = 3600 y Mr = 18300, se podrá calcular la estructura del pavimento para cada tramo con su número estructural respectivo.

5.9 NÚMERO ESTRUCTURAL DEL PAVIMENTO

El valor del número estructural (SN), permite determinar la resistencia total del pavimento flexible de la vía; se lo determina mediante la ecuación 39, para el diseño básico de pavimento flexible regido por la norma ASSHTO:

La tabla 59 presenta los parámetros necesarios para determinar el número estructural correspondiente a los tramos en estudio:

Datos para calcular SN	
R	75%
So	0.45
Nt	16491.6
Mr1	3600
Mr2	18300
ΔPsi	2.7
Zr	-0.674

Tabla 59: Datos para SN
Fuente: Propios autores.

$$\text{Log}(Nt) = Zr \times So + 9.36 \times \text{Log}(SN + 1) - 0.20 + \left[\frac{\text{Log}\left(\frac{\Delta IPS}{4.2 - 1.5}\right)}{0.4 + \left(\frac{1094}{(SN + 1)^{5.19}}\right)} \right] + 2.32 \times \text{Log}(Mr) - 8.07$$

Ec. 39: Número estructural

- ✓ Una vez realizado la respectiva iteración de la ecuación 39, se obtienen valores de número estructural para cada tramo de:

$$SN = 2.04 \text{ y } SN = 1.03 \text{ respectivamente.}$$

5.10 CÁLCULO DE LA ESTRUCTURA DE PAVIMENTO

Sobre el pavimento se distribuyen todas las cargas que generan los vehículos al transitar por la vía, pues el hecho de escoger un adecuado dimensionamiento de pavimento permite alcanzar los niveles de serviciabilidad tratando de optimizar recursos en reparaciones a corto plazo.

El presente cálculo se basa en el valor del número estructural calculado anteriormente, además de los datos ya calculados, para lo cual se determina los espesores que conforman la estructura del pavimento flexible.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 + \dots + a_n D_n m_n$$

Ec. 40: Número estructural

SN : numero estructural

D_1, D_2, D_n : espesores de cada capa (pavimento, base, subbase, mejoramiento)

m_1, m_n : coef. recomendado base y subbase

n : numero de capas

A continuación, en la tabla 60 se muestra los espesores mínimos para la carpeta asfáltica y la base respectivamente en función del TPDA:

TRÁNSITO DE DISEÑO	CONCRETO ASFÁLTICO (pulg)	BASE GRANULAR (pulg)
< 50.000	1 o tratamiento superficial	4
50.001 - 150.000	2	4
150.001 - 500.00	2.5	4
500.001 - 2'000.000	3	6
2'000.001 - 7'000.00	3.5	6
> 7'000.000	4	6

Tabla 60: Espesores mínimos de capas
Fuente: ASSHTO, 93.

5.10.1 COEFICIENTE DE DRENAJE

El drenaje es un factor indispensable e importante en la vida útil del pavimento, pues evita que se genere acumulación de agua en ciertas partes de la vía.

La AASHTO recomienda factores para diferentes condiciones de drenaje expresados en la tabla 61 y la calidad de drenaje en la tabla 62:

CALIDAD DE DRENAJE	50 % SATURACION	85 % SATURACION
Excelente	2 horas	2 horas
Bueno	1 dia	2 - 5 horas
Regular	1 semana	5 - 10 horas
Pobre	1 mes	10 - 15 horas
Muy pobre	el agua no drena	> 15 horas

Tabla 61: Calidad de drenaje según saturación
Fuente: AASHTO, 93.

CALIDAD DE DRENAJE	% del tiempo en el que el pavimento se encuentra expuesto a niveles cerca de la saturacion			
	< 1 %	1 - 5 %	5 - 25 %	> 25 %
Excelente	1.40 - 1.35	1.-35 - 1.30	1.30 - 1.20	1.20
Bueno	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
Muy pobre	1.05 - 0.95	0.95 - 0.75	0.60 - 0.40	0.40

Tabla 62: Coeficientes de Drenaje pavimento flexible
Fuente: AASHTO, 93.

Se recomienda para el presente proyecto, una calidad de drenaje bueno, y un porcentaje de exposición del pavimento a humedades entre 5 - 25%, con un coeficiente de drenaje $m_i = 1.00$ para las capas de la estructura del pavimento flexible.

5.10.2 DISEÑO PAVIMENTO FLEXIBLE

En la tabla 63 se procede a escoger los valores de cada uno de los coeficientes para las capas que conforman la estructura de pavimento; resultados expuestos en la tabla 64 de acuerdo a los criterios de diseño anteriormente descritos.

La composición de la estructura de pavimento está representada por la figura 39.

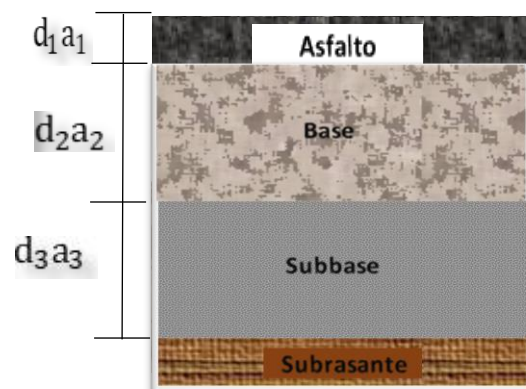


Figura 39: Modelo estructural de pavimento
Fuente: AASHTO, 93

CLASE DE MATERIAL	NORMAS	a i (cm⁻¹).
CAPA DE SUPERFICIE.		
Concreto Asfáltico.	Estabilidad de Marshal 1000 – 1800lbs	0.134 – 0.173
Arena Asfáltica.	Estabilidad de Marshal 500 – 800lbs	0.079 – 0.118
Carpeta bituminosa mezclada en el camino.	Estabilidad de Marshal 300 – 600lbs	0.059 – 0.098
CAPA DE BASE.		
Agregados triturados, graduados uniformemente.	PI: 0 – 4 CBR > 100%	0.047 – 0.055
Grava graduada uniformemente.	PI: 0 – 4 CBR (30 - 80%)	0.028 – 0.051
Concreto Asfáltico.	Estabilidad de Marshal 1000 – 1600lbs	0.098 – 0.138
Arena Asfáltica.	Estabilidad de Marshal 500 – 800lbs	0.059 – 0.098
Agregado grueso estabilizado con cemento.	Resistencia a la compr. 28 - 46 Kg./cm ² .	0.079 – 0.138
Agregado grueso estabilizado con cal.	Resistencia a la compr. 7 Kg./cm ² .	0.059 – 0.118
Suelo – Cemento.	Resistencia a la compr. 18 - 32 Kg./cm ² .	0.047 – 0.079
CAPA DE SUB-BASE.		
Arena – Grava graduada uniformemente.	PI: 0 – 6 CBR > 30%	0.035 – 0.043
Suelo – Cemento.	Resistencia a la compr. 18 - 32 Kg/cm ²	0.059 – 0.071
Suelo – Cal	Resistencia a la compr. 5 Kg./cm ²	0.059 – 0.071
MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE.		
Arena o suelo seleccionado.	PI: 0 – 10	0.020 – 0.035
Suelo con cal.	3% mínimo de cal en peso de los suelos.	0.028 – 0.039
TRATAMIENTO SUPERFICIAL BITUMINOSO.		
Triple Riego.	* = usar estos valores para los diferentes tipos de tratamientos bituminosos, sin calcular espesores.	* 0.40
Doble Riego.		* 0.25
Simple Riego.		* 0.15

Tabla 63: Coeficientes para capas
Fuente: MTOP, método AASHTO

Los resultados de los coeficientes para cada capa que conforman la estructura del pavimento se exponen en la tabla 64:

CAPA	valor a	#
concreto asfaltico	0.155	a1
base	0.040	a2
subbase	0.041	a3

Tabla 64: Tabla resultados coeficientes
Fuente: Propios autores.

Por lo tanto, al aplicar la ecuación 40 se obtienen dos valores de número estructural:

- Abscisa 0+000 hasta 1+020:

$$SN = 0,155 \times 5,00 + 0,040 \times 15,00 \times 0,90 + 0,041 \times 30,00 \times 0,9$$

$$SN = 2.42 \approx 2.04$$

- Abscisa 1+020 hasta 3+717.43:

$$SN = 0,155 \times 5,00 + 0,040 \times 15,00 \times 0,90 + 0,041 \times 20,00 \times 0,9$$

$$SN = 2.05 \approx 1.03$$

Como se explicó anteriormente, para el presente proyecto la estructura de pavimento se diseña para dos tramos, por lo tanto, se determina una estructura de pavimento presentado en la figura 40 y 41 respectivamente.

- Desde 0+000 hasta 1+020:

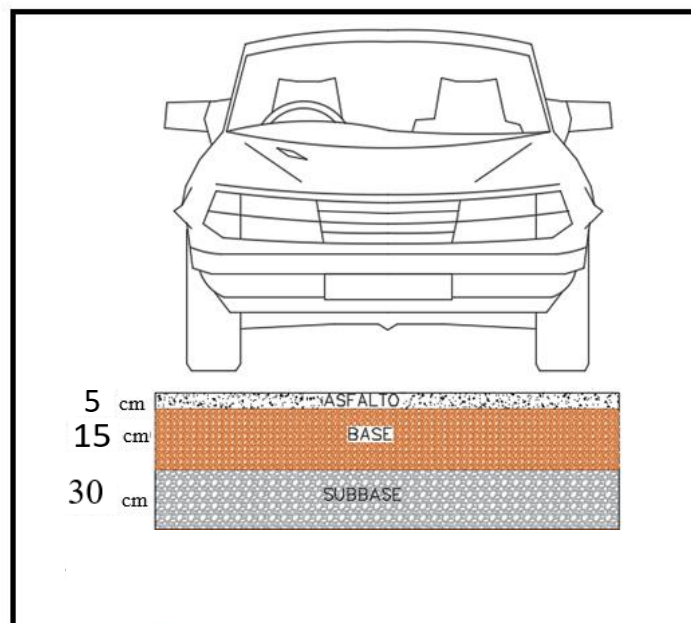


Figura 40: Estructura de pavimento 1er tramo
Fuente: Propios autores.

Para este tramo se recomienda utilizar subbase clase III, la cual servirá como material de mejoramiento. La cantidad de material para el presente tramo se expone en la tabla 65.

VOLUMENES DE MATERIALES				
Tramo: 0+000 hasta 1+020				
MATERIAL	ESPESOR (m)	ANCHO VIA (m)	LONGITUD VIA (m)	VOLUMEN TOTAL (m3)
ASFALTO	0.05	6	1020	306
BASE CLASE III	0.15	6	1020	918
SUBBASE	0.3	6	1020	1836
				3060

Tabla 65: Cantidad de material para la estructura de pavimento tramo 1
Fuente: Propios autores.

Desde 1+020 hasta 3+717.43:

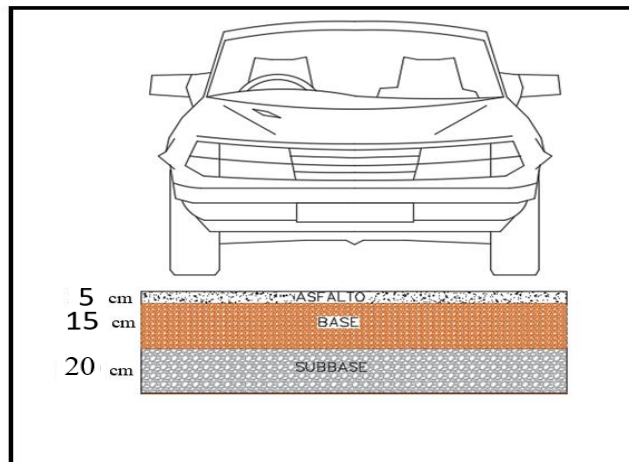


Figura 41: Estructura de pavimento 2do tramo
Fuente: Propios autores.

La cantidad de material para el presente tramo se expone en la tabla 66.

VOLUMENES DE MATERIALES				
Tramo: 1+021 hasta 3+717.44				
MATERIAL	ESPESOR (m)	ANCHO VIA (m)	LONGITUD VIA (m)	VOLUMEN TOTAL (m3)
ASFALTO	0.05	6.00	2697.43	809
BASE	0.15	6.00	2697.43	2428
SUBBASE	0.20	6.00	2697.43	3237
				6474

Tabla 66 Cantidad de material para la estructura de pavimento tramo 2
Fuente: Propios autores.

CAPITULO VI

6. MOVIMIENTO DE TIERRAS

6.1 GENERALIDADES

Los resultados generados por el movimiento de tierras tanto en corte como relleno se obtuvieron mediante el programa AUTOCAD CIVIL3D 2016. Previo al inicio del movimiento de tierras, se deberá realizar el respectivo replanteo a lo largo de la vía antes de comenzar con la construcción para el mejoramiento de la vía actual y verificar el acceso para la maquinaria pesada a los distintos puntos de la vía, ya que estas son necesarias para realizar diferentes tipos de operaciones como la excavación, carga, descarga de material, compactación, tendido de material, entre otros.

Con respecto al material de relleno, se deberá buscar una mina ubicada cerca de la vía en estudio, que proporcione el material necesario, ya que así se podrá optimizar recursos económicos en lo que respecta al transporte de material.

6.2 CALCULO DE VOLÚMENES

Para poder calcular el volumen generado, se emplea la Ec. 41 tomando como referencia la figura 42:

$$\text{Vol} = \frac{L(A1 + A2)}{2}$$

Ec. 41: Volumen prismoide

Donde:

V: Vol. Del prismoide (m³)

A1 y A2: área de la sección transversal inicial y final respectivamente (m²)

L: Distancia entre secciones (m)

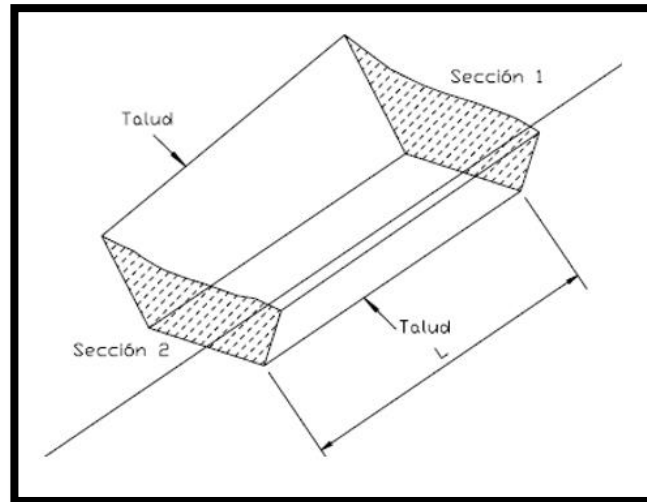


Figura 42: Prismoide

Fuente: Diseño geométrico de carreteras. (Cárdenas Grisales, 2000)

Los valores obtenidos en el cálculo de volúmenes se encuentran en la tabla 67 con su respectiva curva de masas representada en la figura 43 siguiente:

VOLUMENES			
AREA TOTAL DE CORTE (m²)	VOLUMEN TOTAL DE CORTE (m³)	AREA TOTAL DE RELLENO (m²)	VOLUMEN TOTAL DE RELLENO (m³)
2175.7	33353	2641.03	36428.07

Tabla 67: Volúmenes corte y relleno

Fuente: Propios autores.

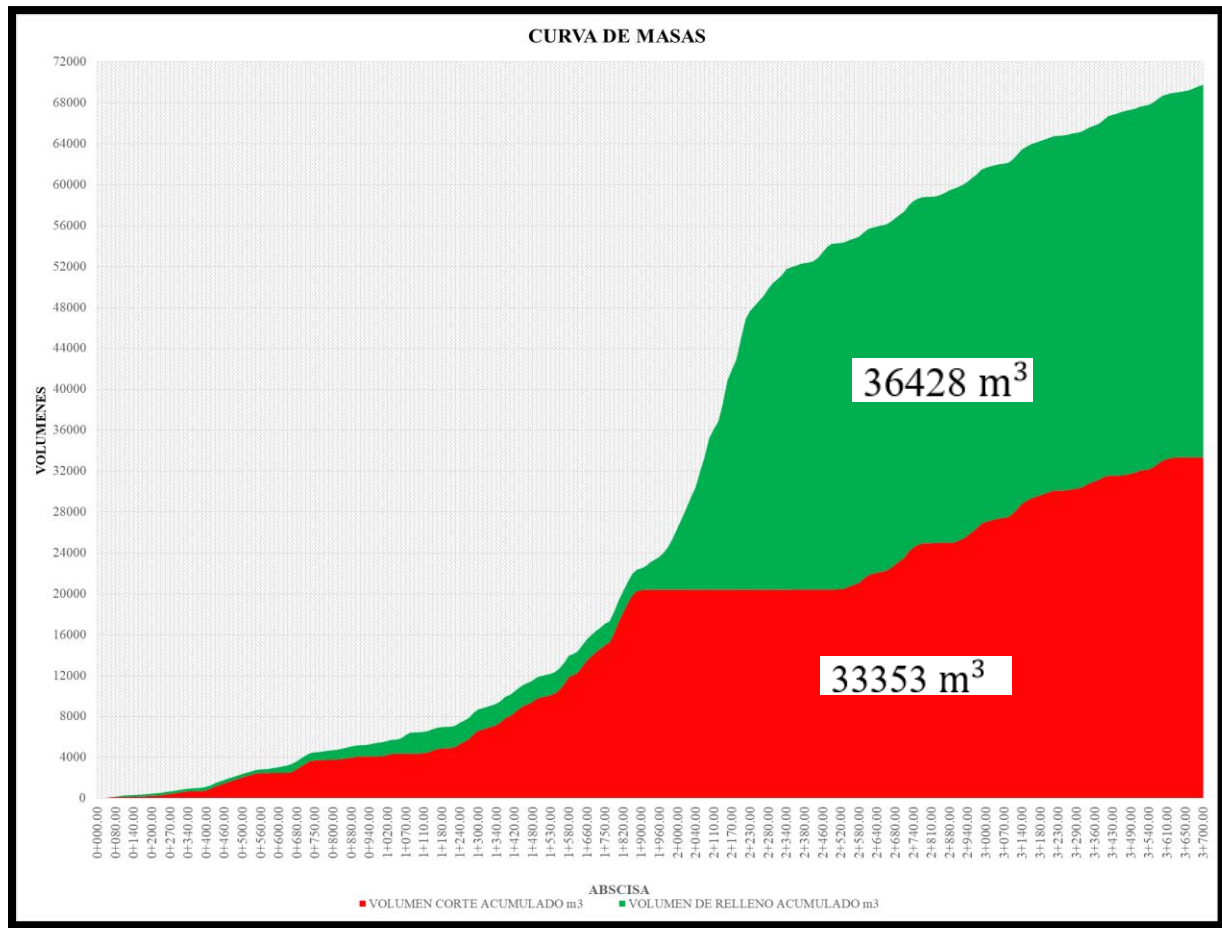


Figura 43: Curva de masas
Fuente: Propios autores

Para observar mejor la figura 43 curva de masas se presenta en el anexo 2 respectivo al presente proyecto.

6.3 COEFICIENTE DE ESPONJAMIENTO

Este coeficiente es el resultado del cambio de volumen y forma del suelo, mismo que genera un aumento de espacios vacíos y la pérdida de cohesión, lo cual cambia su forma original generado por el movimiento de tierras, por lo general, este incremento de volumen se produce en la mayoría de los terrenos debido a la construcción a realizarse; normalmente el material extraído de un hueco ocupa más volumen fuera, que del mismo de donde fue obtenido ya que este material con el pasar del tiempo ha sufrido un proceso de consolidación natural.

Cuando se deja el material estoqueado en obra para ser utilizado posteriormente, hay que tener presente el esponjamiento del mismo, ya que con el tiempo nos podría faltar material o posiblemente un exceso del mismo, lo cual incrementaría los costos de la obra y del transporte.

Este factor es muy importante en cuanto al tema del transporte, ya que de este depende la cantidad exacta de material que va a ser removido y transportado; la cantidad de volumen de excavación, se debe considerar antes de comenzar a excavar, no el momento que ya va a ser transportado el material.

Es importante tener presente que se consideran valores tentativos de esponjamiento de acuerdo al tipo de material, como se observa en la tabla 68:

TIPO DE TERRENO	ESPONJAMIENTO (C)
Terrenos suelos sin cohesion (Vegetal)	10%
Terrenos flojos	20%
Terrens compactos o de transito	30%
Terrenos rocosos	40%
Escombros	Entre 40% y 80%

Tabla 68: Coeficientes de esponjamiento según tipo terreno

Fuente: Nivelación de terrenos por Regresión Tridimensional, Franquet Bemis, Querol Antonio.

Para los estudios realizados y según las características de la vía existente, se utiliza un de esponjamiento del 30% para todo el material suelto existente a lo largo de toda la vía.

CAPITULO VII

7. OBRAS COMPLEMENTARIAS

7.1 MUROS

Los muros de gaviones son estructuras que se construyen en forma manual in situ, por medio de unas cajas de malla con alambre de alta resistencia, lo cual permite flexibilidad, pues esta caja está compuesta de material rocoso o triturado, de ser el caso un material similar en el que sus dimensiones deben ser por lo menos una o dos veces mayor que el espesor de la malla con lo cual se evitará la pérdida de material y a la vez se generará resistencia y estabilidad en el mismo.

La norma NEVI-12- MTOP, especifica las siguientes condiciones para la construcción de este tipo de muros:

- El alambre con el que se va a armar las cajas deberá ser de acero galvanizado y tener un diámetro mínimo de 2 mm en lo que respecta a su tejido, y en cuanto a los bordes del mismo, serán por lo menos 1.25 veces mayor al diámetro del alambre de tejido.
- La abertura de cada malla tiene que ser menor a 150 cm^2 para un alambre con diámetro de 2.50 mm; para un diámetro de 2mm no deberá exceder los 35 cm^2 .
- La piedra a usarse en el interior de las cajas tendrá una forma semi-redonda, su tamaño deberá ser mayor a la abertura de cada caja, y una calidad superior media buena, es decir, que con el contacto del agua o en condiciones exteriores esta no se desintegre.

Normalmente estos muros son de fácil construcción y a comparación con otros tipos de muros presentan costos bajos por sus dimensiones y materiales, estos no suelen generar demoras en el proceso de la obra, a su vez que se adaptan al entorno en el cual se encuentran ubicados, permitiendo desarrollar un paisajismo amigable con el medio ambiente.

Largo (m)	Ancho (m)	Alto (m)	Diámetro alambre malla (mm)	Abertura (a x b) (mm)
1.00	1.00	1.00	2.41	80 x 100
2.00	1.00	0.50	2.41	80 x 100
2.00	1.00	1.00	2.41	80 x 100
3.00	1.00	0.50	2.41	80 x 100
3.00	1.00	1.00	2.41	80 x 100
4.00	1.00	1.00	2.41	80 x 100

Tabla 69: Dimensiones de cajas para muro de gaviones
Fuente: Catálogo de IdealAlambrec Bekaert y Andec.

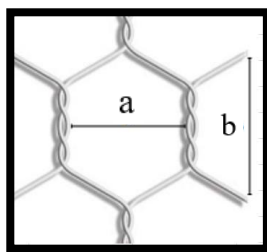


Figura 44: Abertura de alambre, Muros de Gaviones
Fuente: Catalogo Andec

La altura recomendada para muros de gaviones suele ser de 4 metros, con dimensiones de cada caja de 1 x 1 x 1 metro (tabla 69), y la malla es tejida en forma hexagonal (figura 44), con aberturas entre mallas de 8 x 10 cm.

En lo que respecta a la realización de taludes de corte o relleno, siempre se deberá tener presente que la generación de vegetación en la superficie del talud permitirá una estabilización considerable, por lo que se deberá permitir el arraigo de vegetación además de permitir la interacción con el contorno natural.

Con lo expuesto anteriormente, ante la topografía y diseño vial existente, se desarrollaron taludes de corte que no superan los 4 metros cuya inclinación será de 1:3, pero se recomienda la realización de estudios geotécnicos como se menciona en la sección 3.4.1.

En relleno se recomienda la construcción de muros de gaviones para alturas que superan los 1,50 metros, por lo que se recomienda usar muros con medidas según la figura 45:

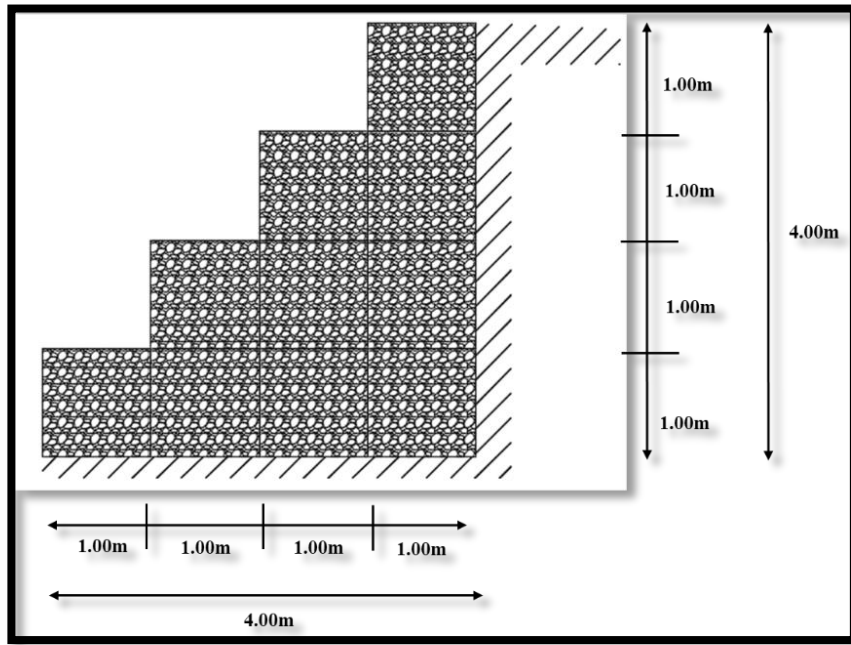


Figura 45: Sección tipo muro gaviones
Fuente: Propios autores

A continuación, en la tabla 70 se muestra la ubicación recomendada para la implementación de muros de gaviones, en la cual la calzada no cuenta con suficiente espacio y se tiene que rellenar:

ABSCISA	ALTURA RELLENO (m)	LONGITUD (m)
1+070	1.92	10.00
1+880	2.83	10.00
2+460	1.68	10.00
2+470	1.93	10.00
2+480	2.01	10.00
2+490	1.66	10.00
2+650	1.68	10.00
3+000	1.75	10.00
3+010	1.85	10.00

3+020	1.83	10.00
3+030	2.43	10.00
3+040	2.87	10.00
3+050	3.23	10.00
3+060	3.29	10.00
3+070	2.82	10.00
3+080	2.02	10.00
3+220	1.56	10.00
3+230	1.67	10.00
3+240	1.47	10.00
3+410	1.98	10.00
3+420	2.33	10.00
3+430	2.44	10.00
3+660	1.79	10.00
3+670	2.10	10.00
3+680	1.56	10.00

Tabla 70: Ubicación muro gaviones
Fuente: Propios autores

CAPITULO VIII

8. SEÑALIZACIÓN

8.1 GENERALIDADES

La circulación tanto peatonal como vehicular, es uno de los puntos altos a tomar en cuenta en un estudio vial, puesto que esta debe ser orientada desde su inicio hasta su fin, brindando seguridad, de una manera ordenada y sobre todo que la comodidad de los usuarios sea la mejor, y así llegando a un tránsito fluido, evitando en su totalidad accidentes de tránsito.

El enfoque principal que tiene la señalización es el cumplimiento con la seguridad del usuario, ya que ayuda a tomar decisiones y precauciones, durante todo el trayecto que se las llegara a presentar. La señalización en la vía debe contemplar condiciones muy importantes al momento de su implantación como:

- Buena ubicación.
- Ser llamativas.
- Fácil entendimiento para el usuario.
- Ser fidedignas.

Una vez creado un marco general de todas las consideraciones que se debe tomar en este capítulo; procedemos a detallar los dos tipos de señalización: horizontal y vertical.

8.2 SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL

Estas señalizaciones están fundadas sobre la calzada de la vía, deben ser ubicadas de manera visible para los conductores, ser creíbles y que no causen ninguna confusión sobre su circulación.

La norma “RTE INEN 004-2:2011 reglamento técnico ecuatoriano señalización vial. Parte 2”, esta señalización clasifica de tres maneras:

- Líneas longitudinales.
- Líneas transversales.
- Símbolos y leyendas.

8.2.1 LÍNEAS LONGITUDINALES

Se representa en la figura 46, son las líneas entre cortadas que se colocan para la separación de los carriles de la calzada, indican si existen ampliaciones de carril y de igual forma los límites entre ellos.

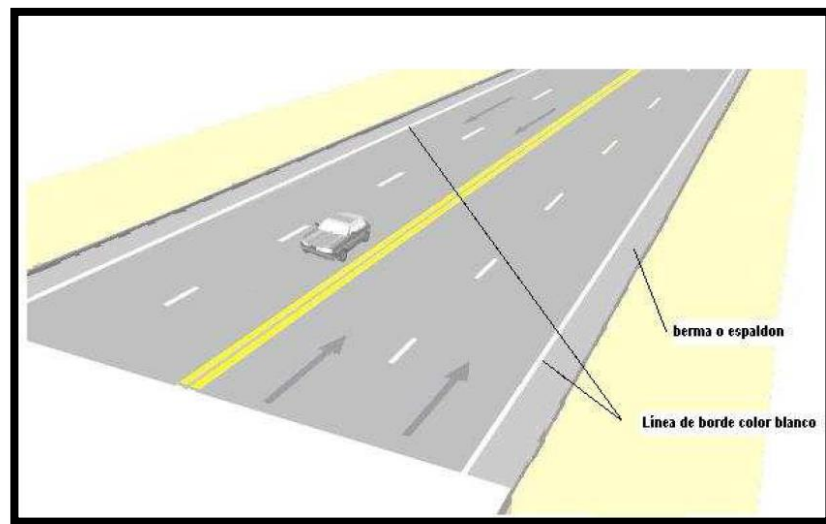


Figura 46: Líneas longitudinales.

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

8.2.2 LÍNEAS TRANSVERSALES

Son aquellas líneas que se utilizan en los cruces de las vías con su principal objetivo de anunciar una detención del vehículo para el paso peatonal. En las cuales involucran de igual forma anuncios de pares, ceda el paso, cruce, y detención, representadas en la figura 47:

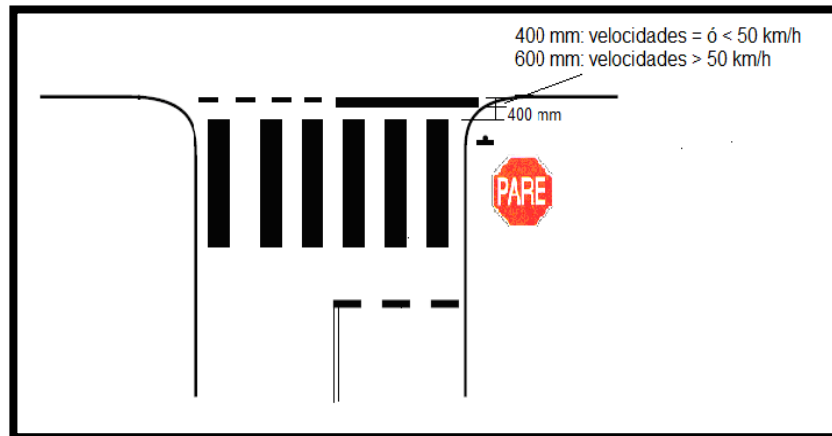


Figura 47: Líneas transversales.

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

8.2.3 SÍMBOLOS Y LEYENDAS

Estos símbolos o señales son las que involucran: pare, taxi y solo buses, como se observa en la figura 48.

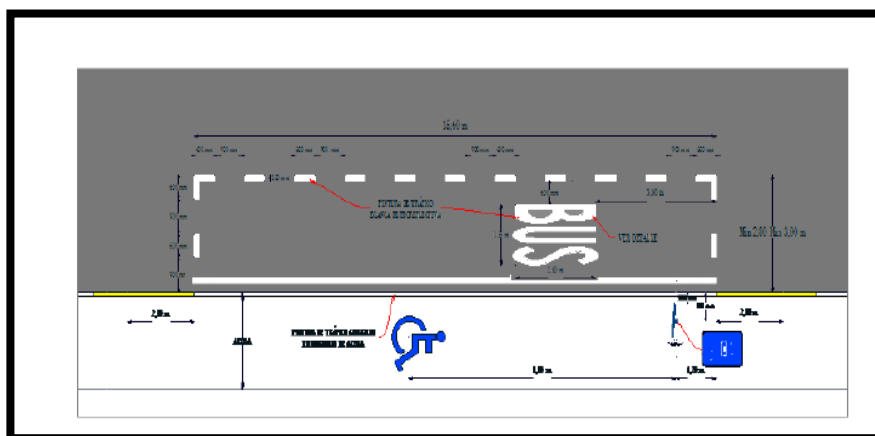


Figura 48: Símbolos y leyendas

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

8.3 SEÑALIZACIÓN VERTICAL

Son todas las señales que se encuentran implementadas en postes o estructuras metálicas que se encuentran empotradas sobre la vía y las que cuelgan sobre una estructura metálica en pórtico, generando señales al conductor como: preventivas, informativas, y de precaución; mientras sigue en su curso de circulación.

De igual manera que la señal horizontal, esta también posee la siguiente su clasificación:

- Preventivas.
- Reglamentarias.
- Informativas.
- Especiales delineadoras.

8.3.1 PREVENTIVAS

“Son aquellas vías que indican condiciones peligrosas que se encuentra en la vía y sus alrededores, llamadas también código P”. (Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal). Se muestra en la figura 49.

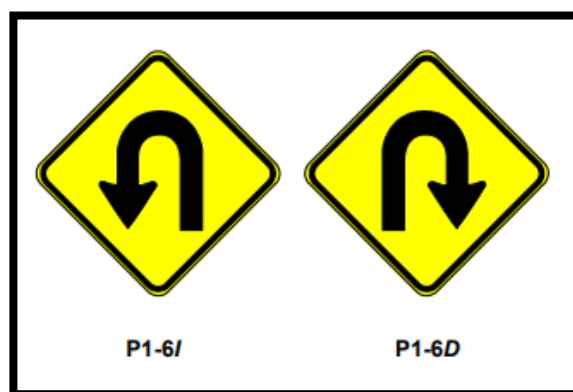


Figura 49: Señalización preventiva

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

8.3.2 *REGLAMENTARIAS*

“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, llamadas también código R”. (Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal). Representada en la figura 50.



Figura 50: Señalización reglamentaria.

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

8.3.3 *INFORMATIVAS*

“Son aquellas señales de tránsito que indican a los conductores sobre información acerca de lugares, estadía, distancias, servicios y puntos de interés turístico”. (Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal). Mostrada en la figura 51.

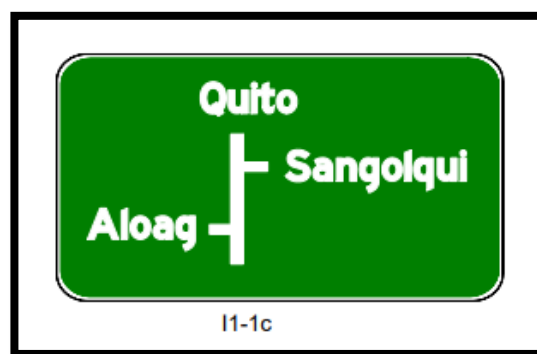


Figura 51: Señalización informativa.

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

8.3.4 ESPECIALES DELINEADORAS

“Delinean al tránsito que se aproxima a un lugar con cambio brusco (ancho, altura y dirección) de la vía, o la presencia de una obstrucción en la misma”. (Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal). Se muestra en la figura 52.



Figura 52: Señalización especial.

Fuente: Norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

La señalización vertical (figura 53 y 54), se debe ubicar al ser una vía de tercer orden y no poseer una acera, se recomienda colocar a los extremos de la vía, específicamente junto a la cuneta. Además de la ubicación, la norma “RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal”, recomienda que en sectores rurales éstas deberán estar colocadas lejos de la vegetación y que sean claramente vistas por el conductor, la altura será superior a 1,50 metros desde la base hasta el borde inferior de la misma. Para señales direccionales o informativas la altura libre debe ser de 2,00 metros. De igual forma se presenta las dimensiones de cada tipo de señales.

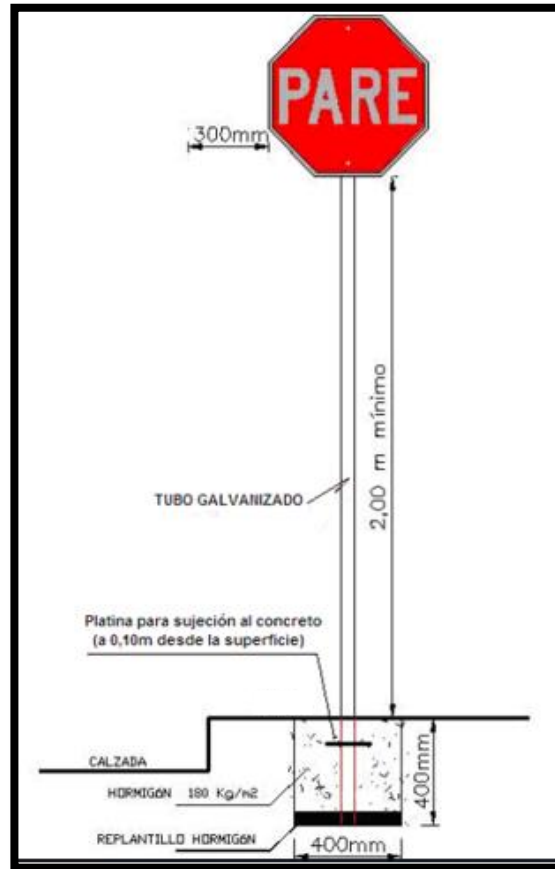


Figura 53: Señalización vertical

Fuente: norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

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	

R1 - 1

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	180 En	140 Da

R1-2

Código No.	Dimensiones (mm)	Dimensiones (mm) y serie de letras
R2 - 1A (f o D)	900 x 300	100 Cm
R2 - 1B (f o D)	1350 x 450	140 Cm

R2-1 I R2-1 D

Código	Dimensiones (mm)
P1-1A (f o D)	600 x 600
P1-1B (f o D)	750 x 750
P1-1C (f o D)	900 x 900

P1-1/ P1-1D

Figura 54: Dimensión para señalización vertical

Fuente: norma RTE INEN 004-1: 2011 señalización vial. Parte 2. Señalización horizontal.

Se propone la señalización vertical de la tabla 71, en la que se especifica la abscisa y el tipo de señal. La señalización a lo largo de la vía es importante debido a su geometría; se recomienda que no existan zonas de rebasamiento, ni lugares de parqueo en la parte lateral de la misma.

SEÑALIZACION VERTICAL					
SEÑAL	DIMENSIONES (mm)	ABSCISAS 0+000 - 3+717.43	ABSCISAS 3+717.43 - 0+000	TIPO	FIGURA
LIMITE MAXIMO DE VELOCIDAD	600x600	0+010 ; 0+620 ; 1+150	3+690 ; 1+280 ; 0+700	REGLAMENTARIA	
PROHIBIDO ADELANTAR	600x600	0+020 ; 0+600 ; 1+170 ; 1+360 ; 1+590 ; 1+920 ; 2+330 ; 3+300	3+705 ; 3+400 ; 2+480 ; 2+080 ; 1+720 ; 1+470 ; 1+290 ; 0+680	REGLAMENTARIA	
CURVA PRONUNCIADA HACIA LA IZQUIERDA	600x600	0+240 ; 1+480 ; 2+140 ; 2+600 ; 2+910	3+620 ; 3+440 ; 3+300 ; 3+110 ; 2+840 ; 2+590 ; 2+320 ; 2+130 ; 0+800 ; 0+390 ; 0+160	PREVENTIVA	
CURVA PRONUNCIADA HACIA LA DERECHA	600x600	0+110 ; 0+340 ; 0+720 ; 2+090 ; 2+290 ; 2+540 ; 2+790 ; 3+040 ; 3+270 ; 3+400 ; 3+660	2+960 ; 2+640 ; 2+200 ; 1+520 ; 0+280	PREVENTIVA	
CURVA PELIGROSA HACIA LA IZQUIERDA	600x600	0+550 ; 2+210 ; 2+270 ; 3+210		PREVENTIVA	
CURVA PELIGROSA HACIA LA DERECHA	600x600		3+270 ; 2+290 ; 2+260 ; 0+600	PREVENTIVA	
CURVA Y CONTRA CURVA PELIGROSA DERECHA - IZQUIERDA	600x600	1+800 ; 2+320 ; 2+630 ; 3+580	2+720 ; 2+390	PREVENTIVA	
CURVA Y CONTRA CURVA PELIGROSA IZQUIERDA - DERECHA	600x600		3+670	PREVENTIVA	
CURVA SUCESIVA PRIMERA IZQUIERDA	600x600	0+430 ; 0+830 ; 3+460	3+550 ; 1+890 ; 0+530	PREVENTIVA	
CURVA SUCESIVA PRIMERA DERECHA	600x600	3+140	3+210 ; 0+980	PREVENTIVA	
DESCENSO PELIGROSO	600x600		0+715 1+555 2+575 2+685 3+310	PREVENTIVA	
CIRCULACION EN DOS SENTIDOS	600x600	0+010	3+714	PREVENTIVA	
ZONA ESCOLAR	600x600	0+425	0+470	PREVENTIVA	
CRUCE PEATONAL	600x600	0+420 0+450	3+700 ; 0+475	PREVENTIVA	
CURVA EN U A LA DERECHA	600x601	1+020 ; 1+510	1+350	PREVENTIVA	
CURVA EN U A LA IZQUIERDA	600x602	0+420 ; 0+452 ; 1+290	1+580 ; 1+120	PREVENTIVA	

Tabla 71: Ubicación señalización vertical
Fuente: Propios autores

CAPITULO IX

9. PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Oferente: S/N
 Ubicación: GUALACEO
 Fecha: 23/agosto/2018

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				371,964.49
1,001	502003	Desbroce y limpieza del terreno	m2	15,648.23	0.98	15,335.27
1,002	501001	Replanteo y nivelación de vías	m	3,717.44	3.49	12,973.87
1,003	504002	Excavación manual material sin clasificar	m3	400.00	10.73	4,292.00
1,004	504001	Excavación a máquina con excavadora	m3	43,358.90	2.23	96,690.35
1,005	506004	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye escomb	m3	45,685.00	3.11	142,080.35
1,006	506002	Cargado de material con cargadora	m3	43,358.90	1.28	55,499.39
1,007	506013	Sobreacarreo de materiales para desalojo, lugar dete	m3-km	173,435.60	0.26	45,093.26
2		DRENAJE Y MUROS				337,223.10
2,001	517026	Sum, e inst de Tubería metálica corrugada para alcan	m	77.00	325.78	25,085.06
2,002	517027	Sum, e inst de Tubería metálica corrugada para alcan	m	99.00	195.46	19,350.54
2,003	507002	Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2	m3	190.00	139.45	26,495.50
2,004	505007	Material filtrante para drenes, suministro y colocación	m3	640.00	25.80	16,512.00
2,005	515013	Tubería PVC perforada para dren, d= 200 mm, incluye	ml	400.00	18.88	7,552.00
2,006	533001	Geotextil NT 1600, suministro e instalación	m2	1,440.00	2.50	3,600.00
2,007	527059	Muro de gaviones (Incluye Piedra y Malla)	m3	2,600.00	91.78	238,628.00
3		ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y CUNETAS				938,476.41
3,001	505001	Subrasante conformación y compactación con equipo	m2	27,508.98	1.39	38,237.48
3,002	505004	Sub base conformación y compactación con equipo p	m3	5,898.00	27.97	164,967.06
3,003	505005	Base Clase II conformación y compactación con equip	m3	2,950.96	31.94	94,253.66
3,004	527074	Cuneta 75X30 cm, f'c=210 kg/cm2, incluye encofrado	m3	892.00	281.70	251,276.40
3,005	527075	Bordillo hormigon simple f'c=210kg/cm2 doble encofra	m	80.00	19.87	1,589.60
3,006	529011	Carpeta Asfáltica (e=2")	m2	22,304.58	12.25	273,231.11
3,007	504004	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material si	m3	836.43	3.55	2,969.33
3,008	529001	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	22,304.58	1.01	22,527.63
3,009	527024	Corte y sellado de juntas con emulsión asfáltica	ml	2,590.00	3.19	8,262.10
3,010	512050	Encofrado de para Cabezales	m2	432.00	10.14	4,380.48
3,011	527010	Replantillo de piedra e = 15 cm	m2	88.00	7.12	626.56
3,012	513003	Acero de refuerzo, fy=4200Kg/cm2	kg	9,500.00	2.12	20,140.00
3,013	505017	Relleno compactado con material de sitio	m3	8,500.00	6.59	56,015.00
4		SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				35,401.20
4,001	532037	Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m	u	5.00	313.39	1,566.95
4,002	531001	Señalización vertical	u	91.00	118.90	10,819.90
4,003	531036	Pintura para señalización de tráfico con franjadora, a	ml	11,152.29	0.94	10,483.15
4,004	532078	Letrero de Información del Proyecto 4x2m, suministro	U	2.00	384.00	768.00
4,005	532023	Conos para tráfico, suministro e instalación, 20 usos	u	30.00	1.85	55.50
4,006	532004	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	100.00	2.72	272.00
4,007	532081	Malla de seguridad, suministro e instalación, 5 usos	ml	800.00	1.07	856.00
4,008	532043	Suministro Cinta Peligro h= 7.5 cm Negro/Amarillo	m	2,500.00	0.22	550.00
4,009	532066	Suministro e instalación de tacha relectiva unidireccio	u	1,860.00	3.52	6,547.20
4,010	532005	Pasos peatonales de tabla	u	350.00	9.95	3,482.50
5		CONTROL AMBIENTAL				27,073.50
5,001	500036	Agua para control de polvo	lt	11,500.00	0.16	1,840.00
5,002	500037	Siembra de arboles	u	80.00	24.68	1,974.40
5,003	500038	Tendito de escombrera a maquina	m3	19,574.00	1.16	22,705.84
5,004	500039	Charla de socializacion del proyecto	Gbl	1.00	553.26	553.26
SUBTOTAL						1,710,138.70
IVA						12% 205,216.64
TOTAL						1,915,355.34

Son: UNO MILLONES NOVECIENTOS QUINCE MIL TRECIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON 34/100 DÓLARES

CAPITULO X

10. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

10.1 CONCLUSIONES

- La realización del diseño geométrico horizontal, vertical y transversal está basado en la normativa MTOP 2003 y la NEVI 12.
- La presente vía es de tercer orden tipo C3, situada en una zona rural montañosa con una topografía es irregular todo su trayecto, cuenta con pendientes longitudinales máximas del 22% en dos tramos cortos de la vía, aunque no se cumplen con los parámetros mínimos para el diseño, se garantiza una circulación segura y adecuada para los usuarios ya que la máxima velocidad de circulación es 30 km/h.
- Debido a la poca afluencia vehicular en la zona, se ha recomendado la utilización de un pavimento con carpeta asfáltica de 2 pulgadas, ancho de calzada de 6 metros, cunetas de 0.70 metros a ambos lados de la vía; sobreechornos de 0.70 metros en las curvas con radios de 25 metros, y 0.60 metros en radios menores a 25 metros.
- Se obtuvieron dos CBR de diseño, en el primer tramo 0+000 hasta 1+020 de 2.4% en el que se requiere el de mejoramiento de la subrasante, y desde 1+020 hasta 3+717.43 de 12,20%.
- Según los datos tomados en el aforo vehicular, se puede observar que predominan los vehículos livianos con un 89%, mientras que los camiones de 2 ejes medianos tipo 2DA tan solo un 4% de concurrencia en la vía; se espera que con la mejora de la vía incremente el número de vehículos en el sector.
- Se estima un plazo de 12 meses para la rehabilitación total de la vía.
- Las diferentes estructuras de pavimento, la topografía y la sección de vía, restringe el ingreso de vehículos pesados como camiones de 3 ejes tipo 3-A, 4 ejes tipo 4-C,

plataformas entre otros vehículos pesados, con el fin de garantizar la seguridad tanto de pobladores y usuarios del sector.

- La realización del presente proyecto beneficia considerablemente a los habitantes de la zona, ya que reduce tiempos de traslado y transporte de sus productos, mejora la calidad de vida, la economía aumenta y generará turismo una vez que se construya el mirador en Yabrún.
- Los valores obtenidos de CBR en los diferentes tramos de la vía fueron considerados al 100% de la densidad seca de cada muestra, pero queda a consideración de fiscalización y del futuro constructor si tienen un criterio diferente para tomar el valor al 95% de la densidad.

10.2 RECOMENDACIONES

- Se deberá sociabilizar el proyecto previo a la ejecución de las obras.
- Es necesario realizar un estudio de impactos ambientales, ya que en el sector existe abundante diversidad de vegetación, con el fin de tener un completo plan de manejo ambiental.
- Previo a la iniciación de los trabajos, es importante evaluar el funcionamiento de las redes de alcantarillado existentes al inicio de la vía, pues se deberá implementar un sistema de alcantarillado para todos los habitantes del sector.
- Realizar la sustitución de todo material que tenga un CBR menor al 10%, el cual se encuentra en entre los tramos 0+000 hasta 1+020, con material de suelo granular, material rocoso o mixto, tomando en cuenta que no tenga materia orgánica ni escombros o a su vez utilizar material de subbase clase III, el cual deberá regirse a las especificaciones de la norma AASHTO y previa aprobación del departamento de fiscalización.

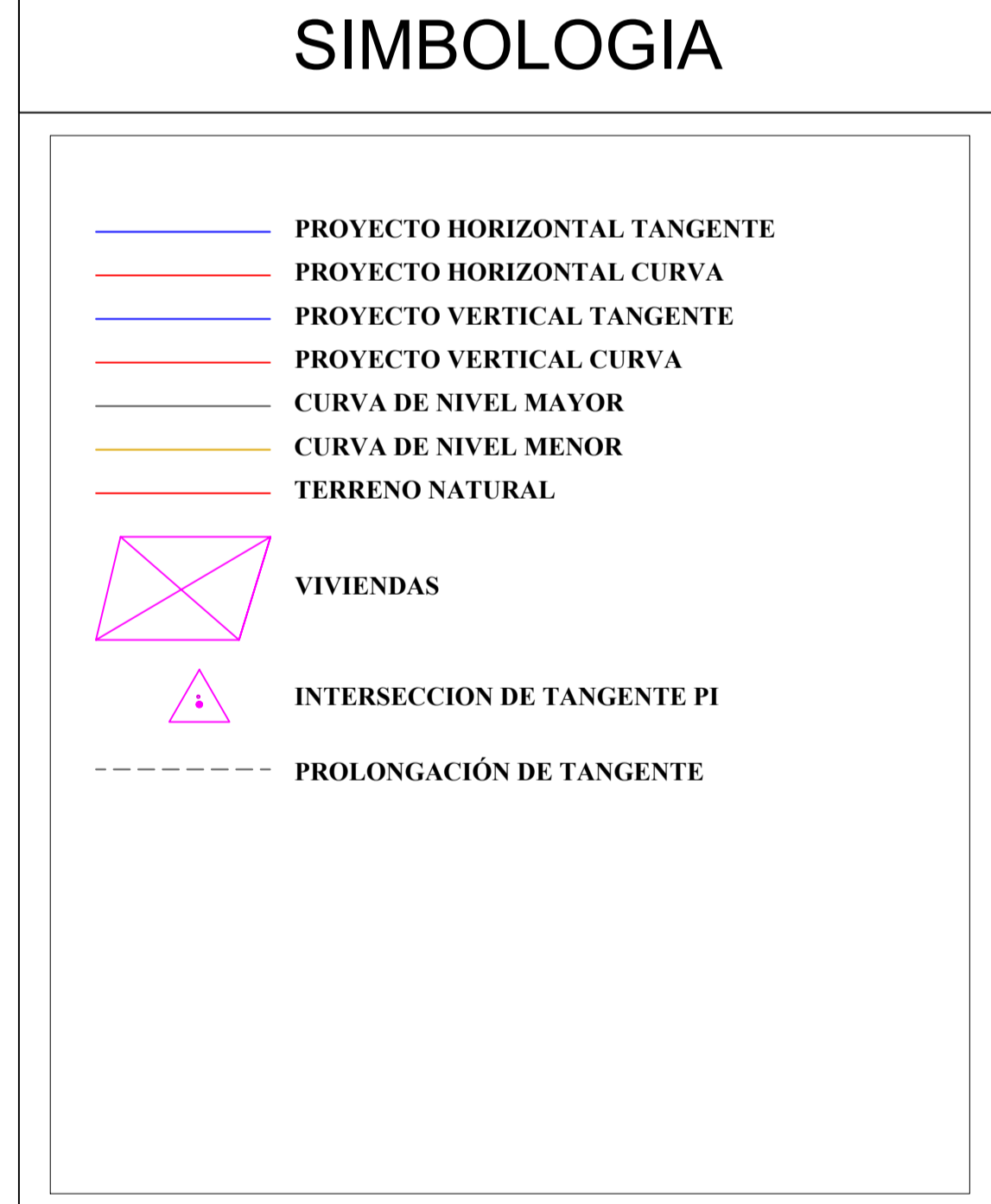
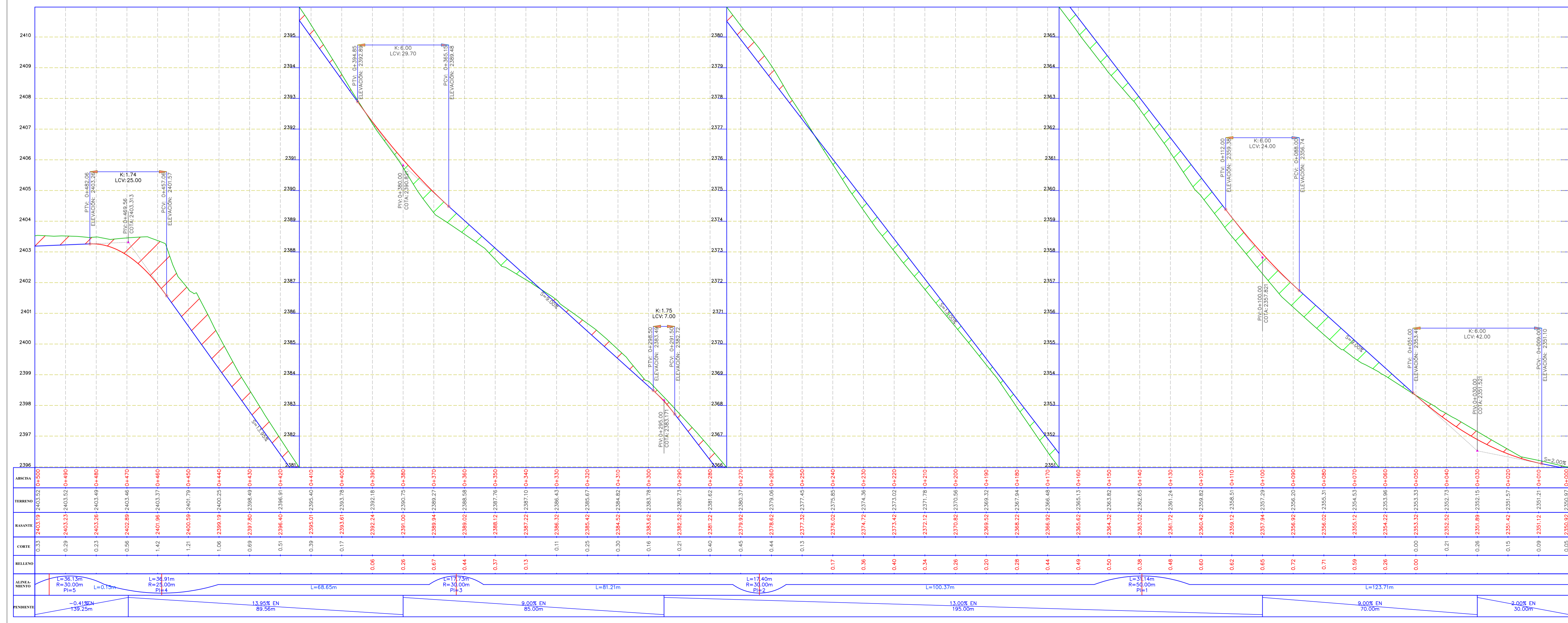
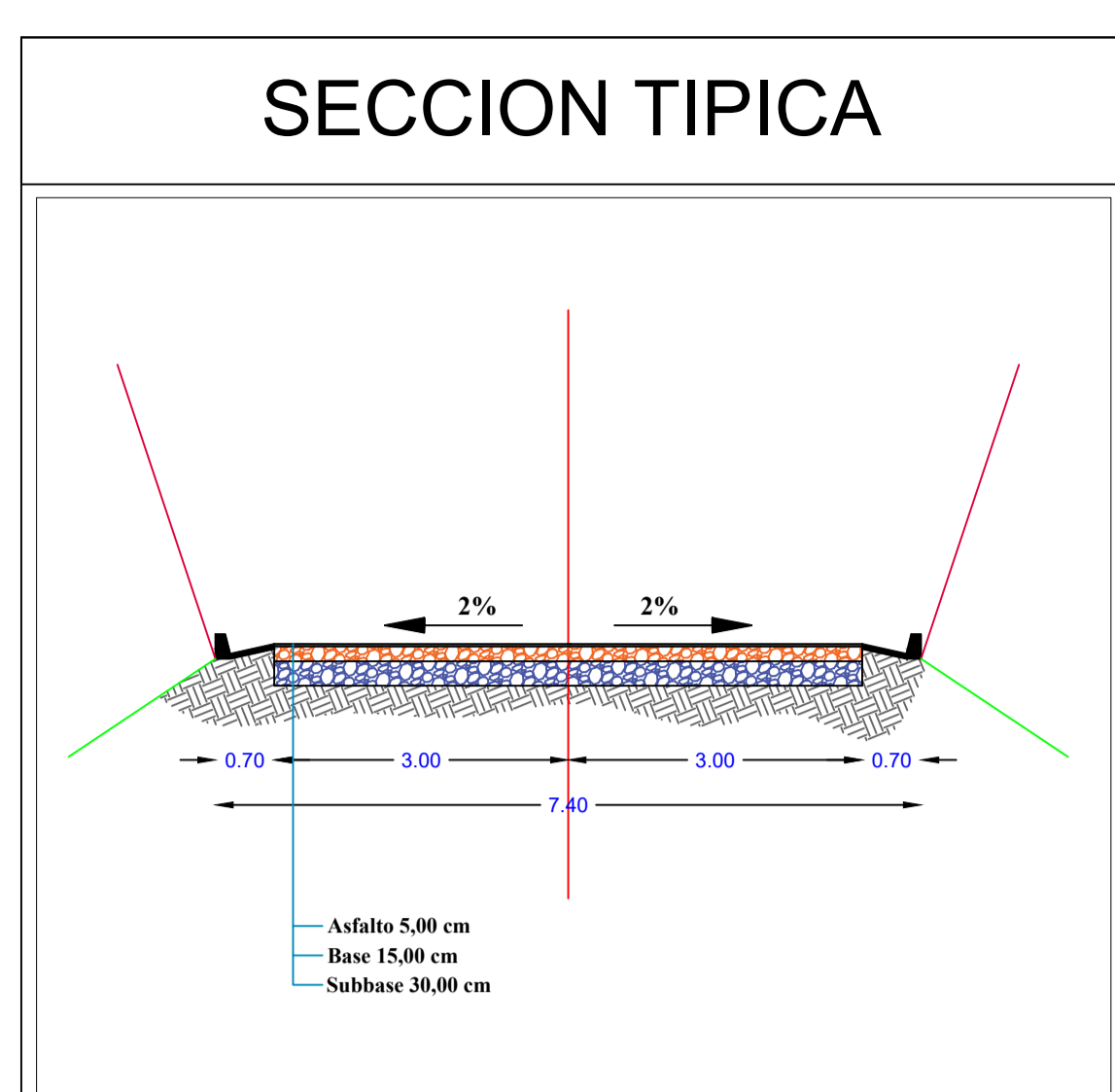
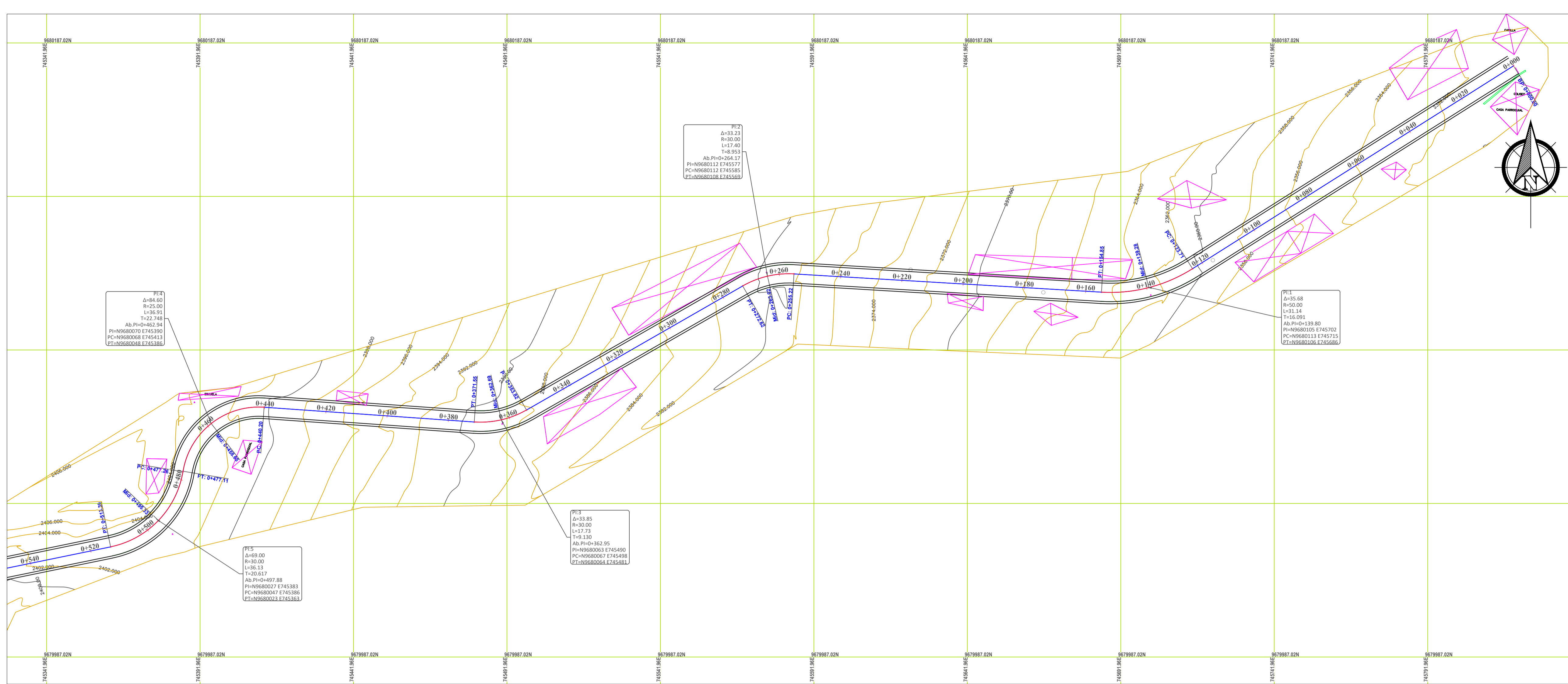
- Realizar los estudios respectivos de estabilización de taludes para los tramos 1+560 y desde la 2+930 hasta la 2+690.
- La base será colocada y tendida una vez que el material de mejoramiento se encuentre compactado y aprobado por fiscalización, misma que deberá cumplir las especificaciones de granulometría para base según el MTOP 2003; se deberá compactar uniformemente con rodillos vibratorios de 8 a 12 toneladas y prohibir el tránsito vehicular sobre la misma con el fin de evitar daños en la conformación de los materiales de la estructura del pavimento.
- Realizar la señalización tanto horizontal como vertical a lo largo de toda la vía sin crear interrupciones y alejadas de la vegetación, con el fin de evitar accidentes.
- Realizar sub-drenes en tramos que existan ojos o vertientes de agua.

BIBLIOGRAFÍA

- Ministerio de Transporte y Obras Publicas del Ecuador. (2013). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI – 12 – MTOP*. Volumen 2 – LIBRO A.
- Cárdenas, J. (2013). *Diseño Geométrico de carreteras*. Bogotá, Colombia.
- Manual de carreteras, *Diseño geométrico*. DG 2013, Lima, Perú.
- Braja, M. D. (1999). *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica, Cuarta edición*.
- Higuera, C. H. *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras, Principios fundamentales, el tránsito, factores climáticos y geotecnia vial, Volumen I*.
- Higuera, C. H. *Nociones sobre métodos de diseño de estructuras de pavimentos para carreteras, Teoría, métodos de diseño y ejemplos de aplicación, Volumen II*.
- Navarro, S. H. (2017), *Ingeniería de Tránsito*.
- Ing. García E. T. (2009). *Manual práctico de mejoramiento de caminos vecinales y construcción de pequeños puentes*.
- ASSHTO. (1993). *Diseño de estructuras de pavimento*.
- Montejo, A. F. (2002). *Ingeniería de pavimentos para carreteras*. Colombia.
- Rojas, C. (2004). *Diseño geométrico de vías, Escuela de Ingeniería*. Bogotá.
- Suarez, J. (1998). *Técnicas de Remediación, Capítulo 8*. Bucaramaga, Colombia.

ANEXOS

ANEXO 1: PLANOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROBADO POR: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES

DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES

ESCALA: 1:750

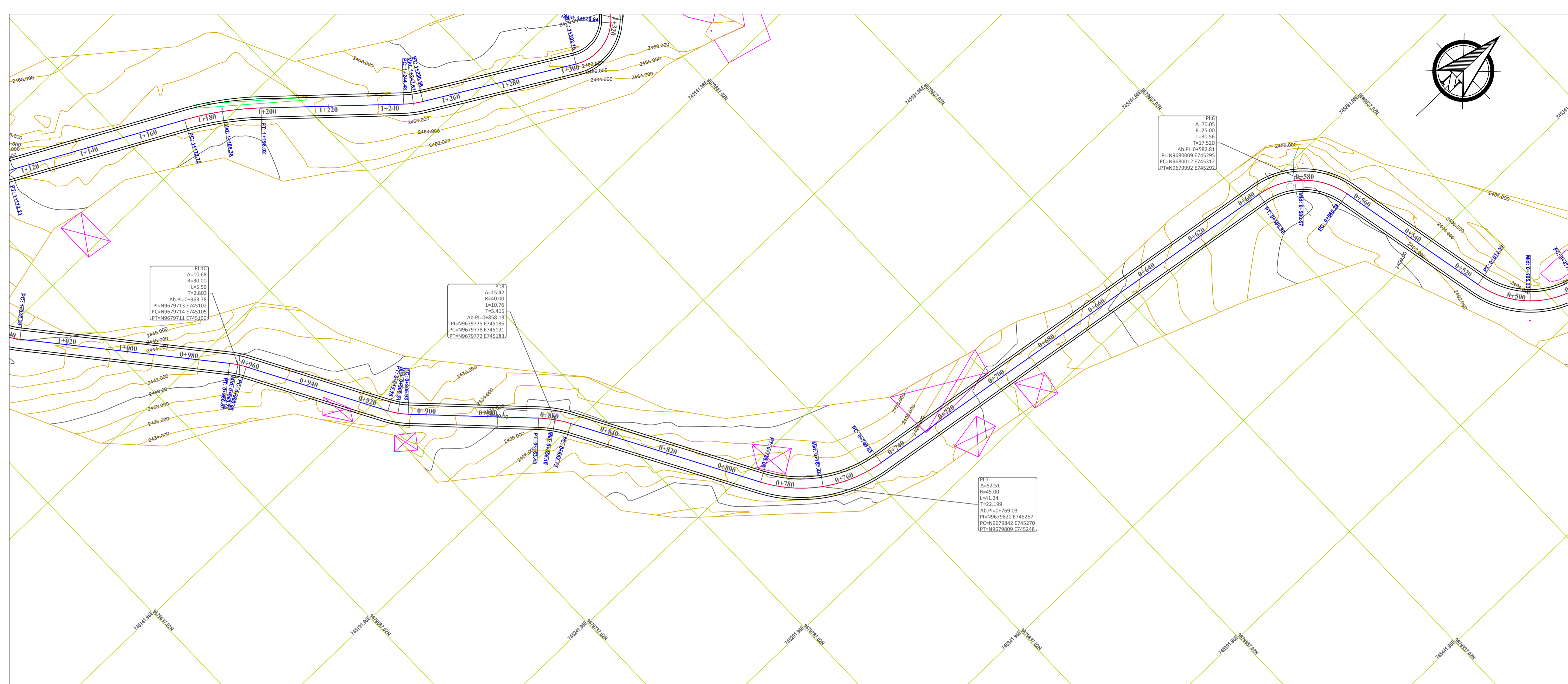
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.

ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N. DIRECTOR DE TESIS

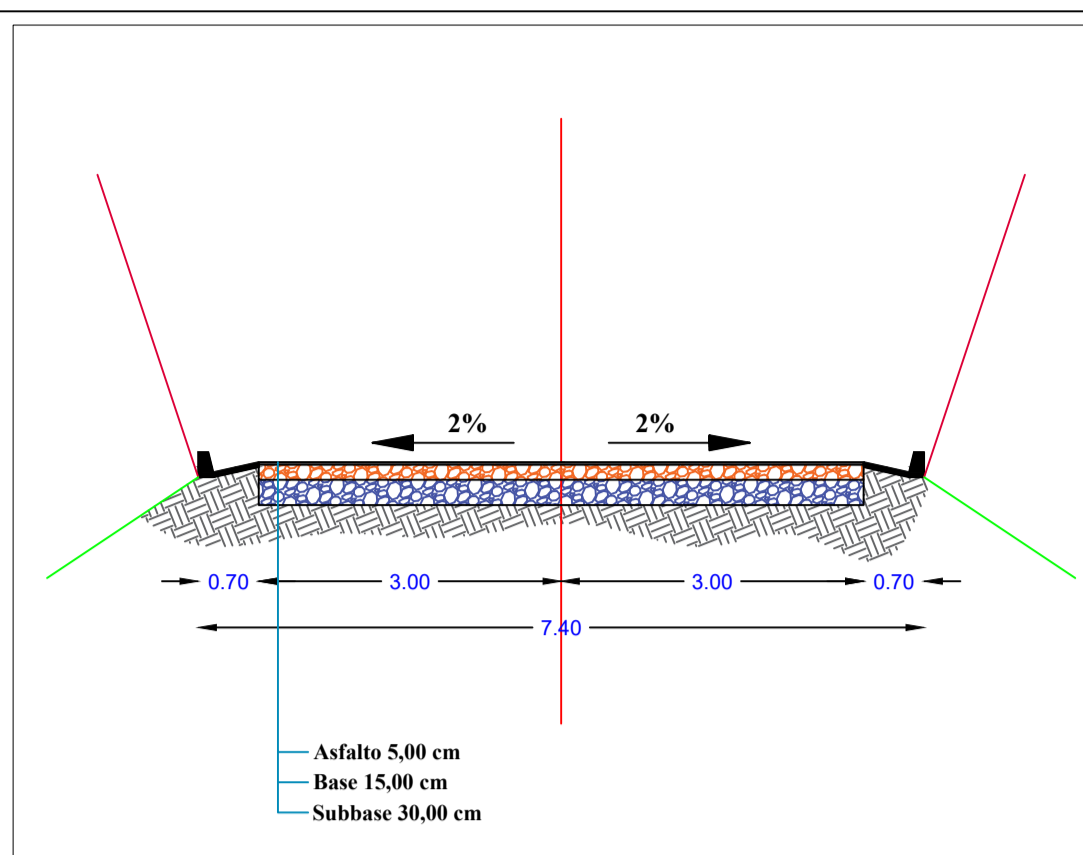
CONTIENE: PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARULOMA - YABRUN

FECHA: JULIO 2018

Lamina: 1 / 10



SECCION TIPICA

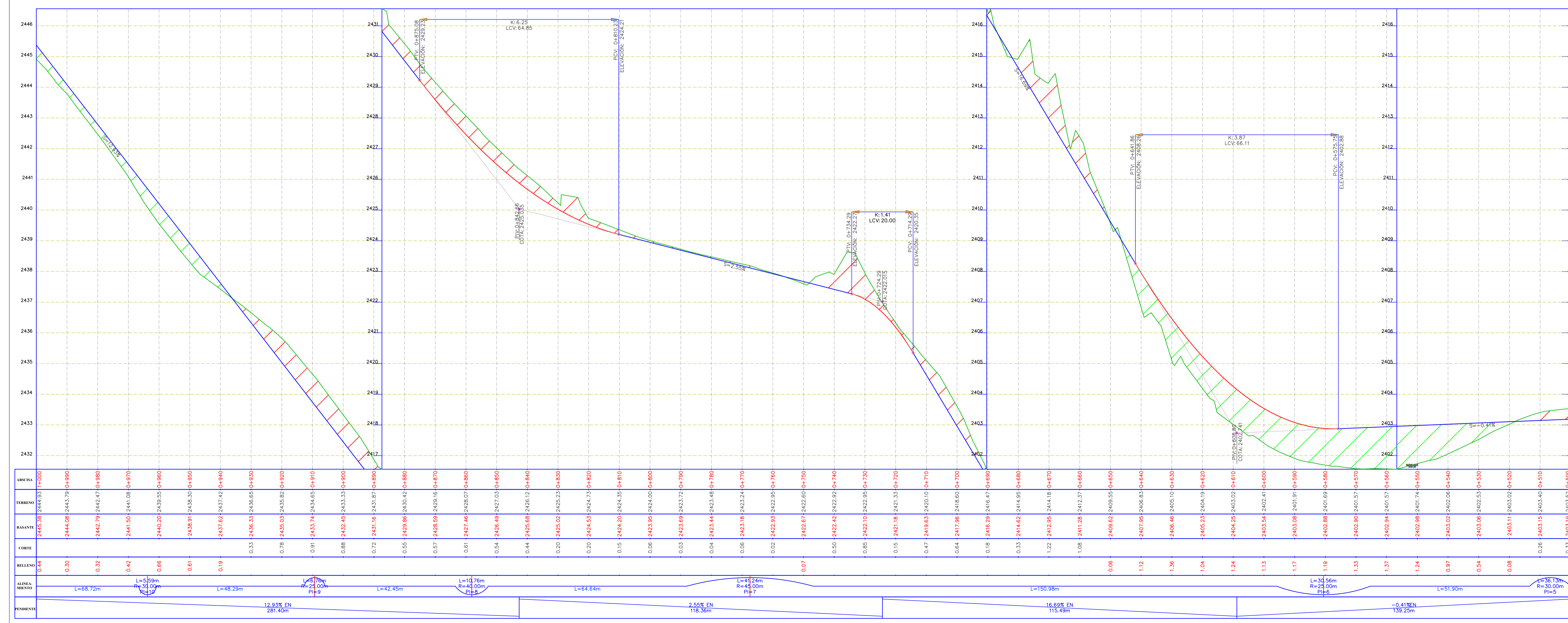


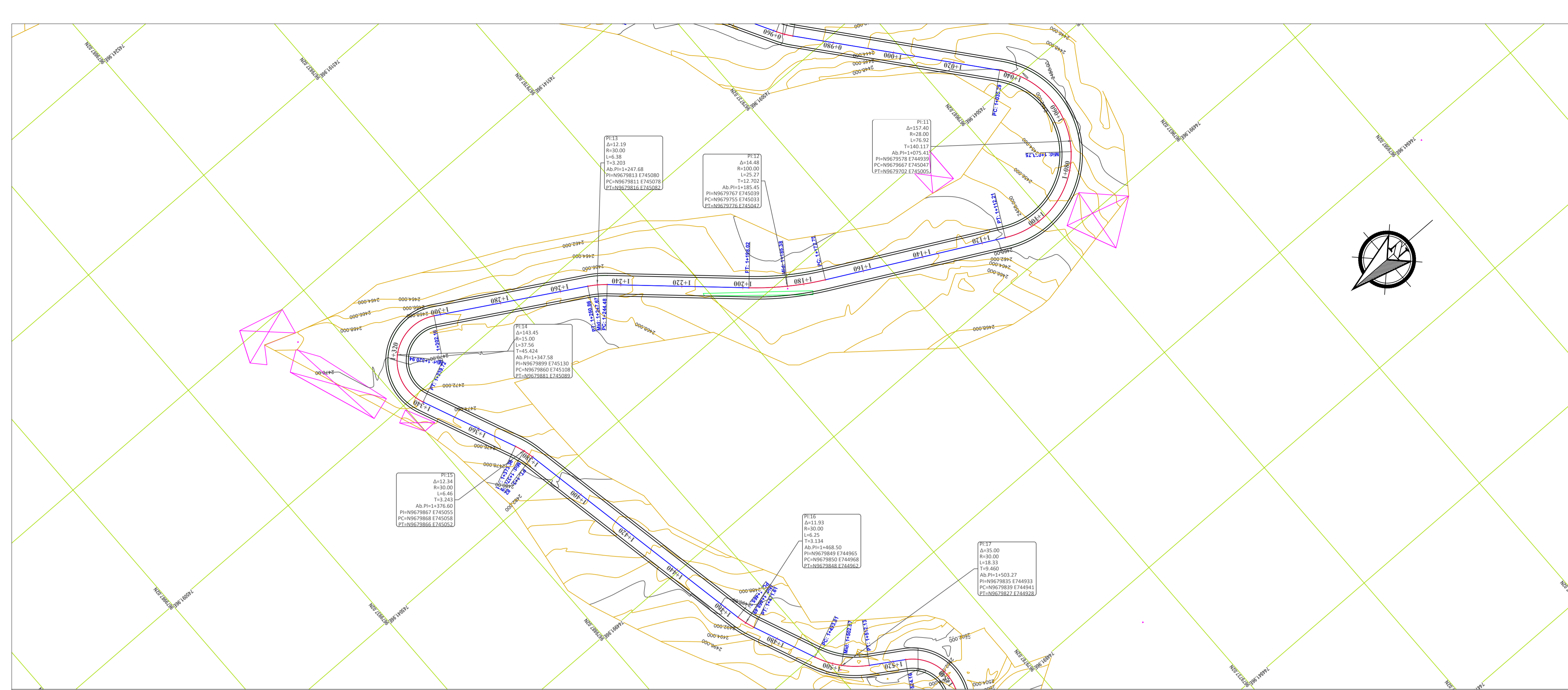
UBICACION



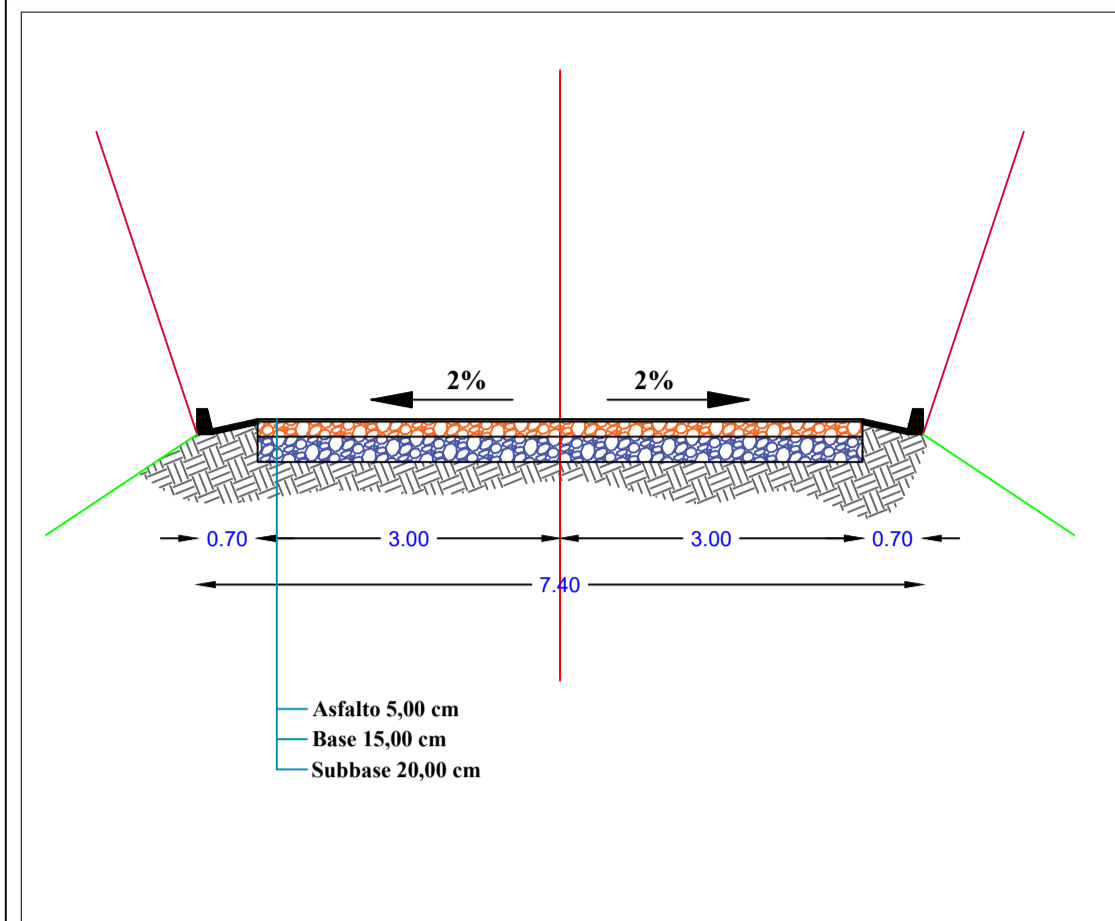
SIMBOLOGIA

- PROYECTO HORIZONTAL TANGENTE
- PROYECTO HORIZONTAL CURVA
- PROYECTO VERTICAL TANGENTE
- PROYECTO VERTICAL CURVA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- CURVA DE NIVEL MENOR
- TERRENO NATURAL
- ⊠ VIVIENDAS
- ⊠ INTERSECCION DE TANGENTE PI
- - - PROLONGACION DE TANGENTE





SECCION TIPICA

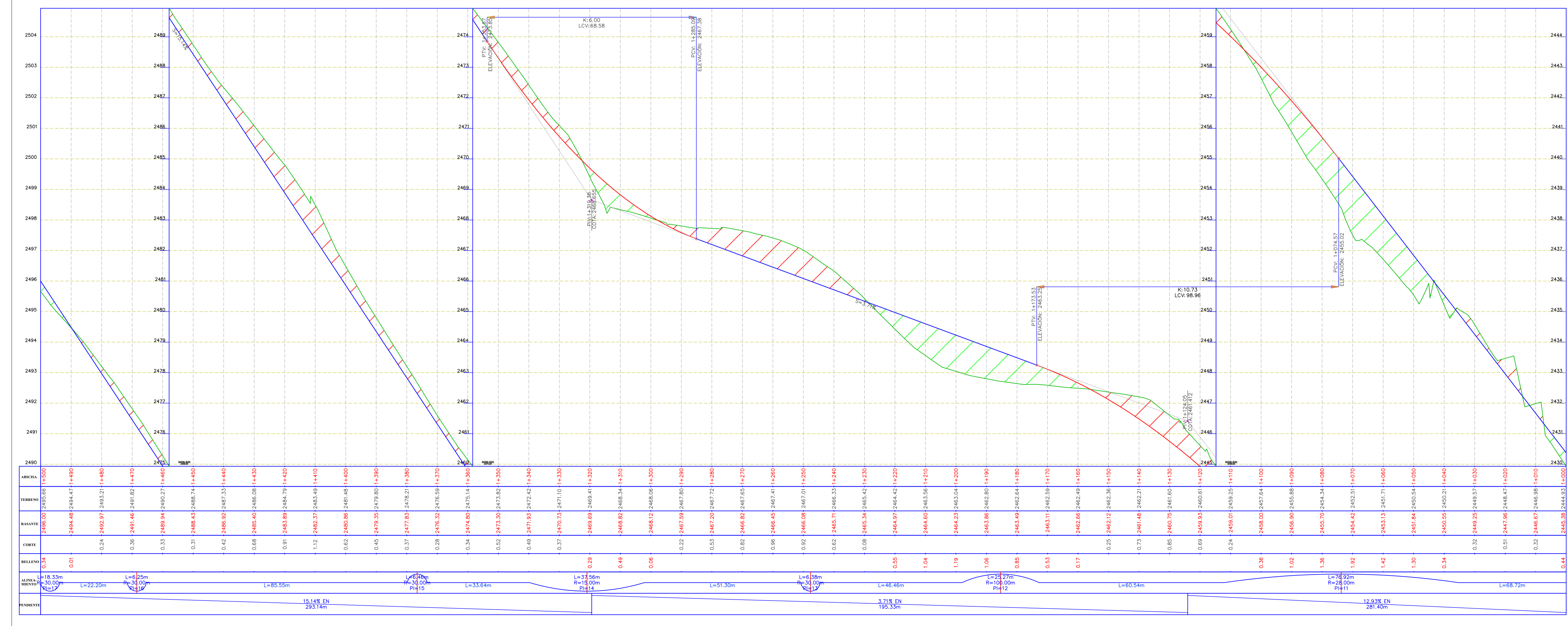


UBICACION



SIMBOLOGIA

- PROYECTO HORIZONTAL TANGENTE
- PROYECTO HORIZONTAL CURVA
- PROYECTO VERTICAL TANGENTE
- PROYECTO VERTICAL CURVA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- CURVA DE NIVEL MENOR
- TERRENO NATURAL
- VIVIENDAS
- INTERSECCION DE TANGENTE PI
- - - PROLONGACION DE TANGENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
 UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
 CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROBADO POR: **ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N.**
 DIRECTOR DE TESIS

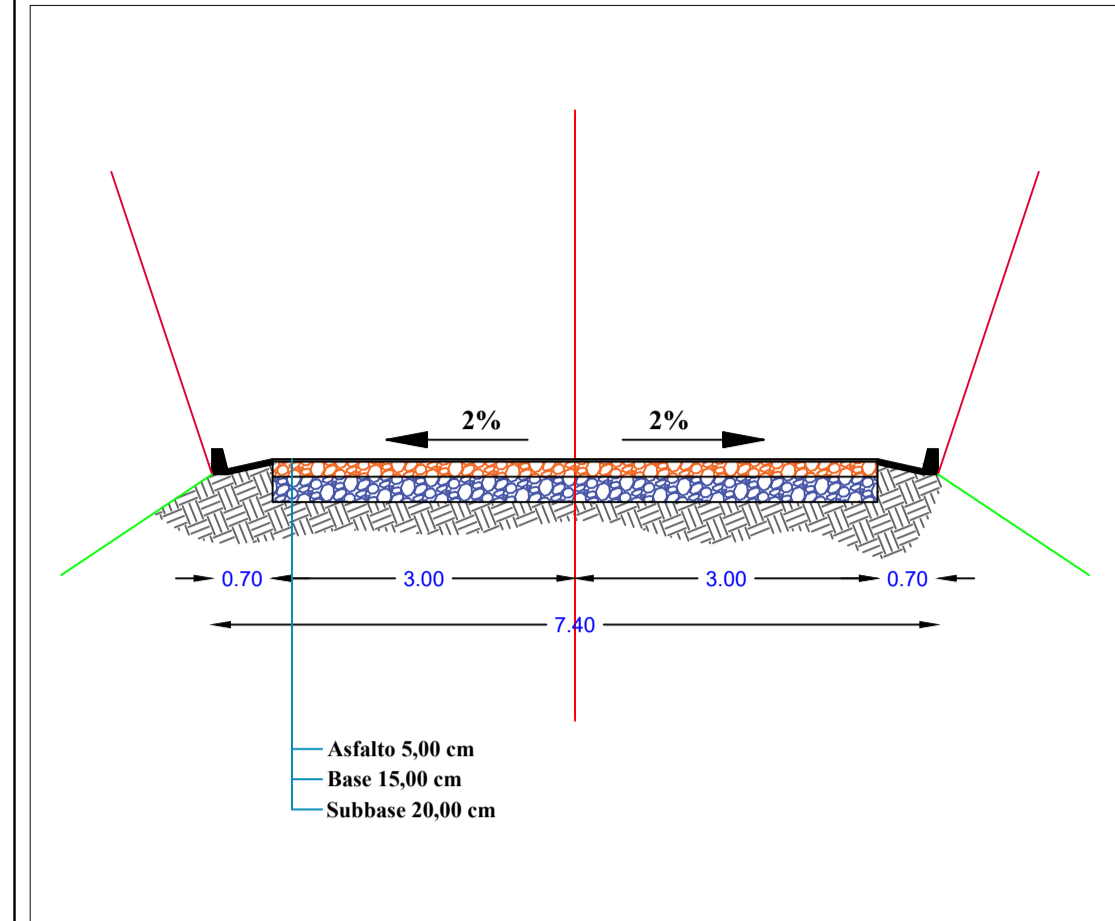
DIBUJO: **CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES**
 DISEÑO: **CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES**
 ESCALA: 1: 750

PROYECTO: **DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.**

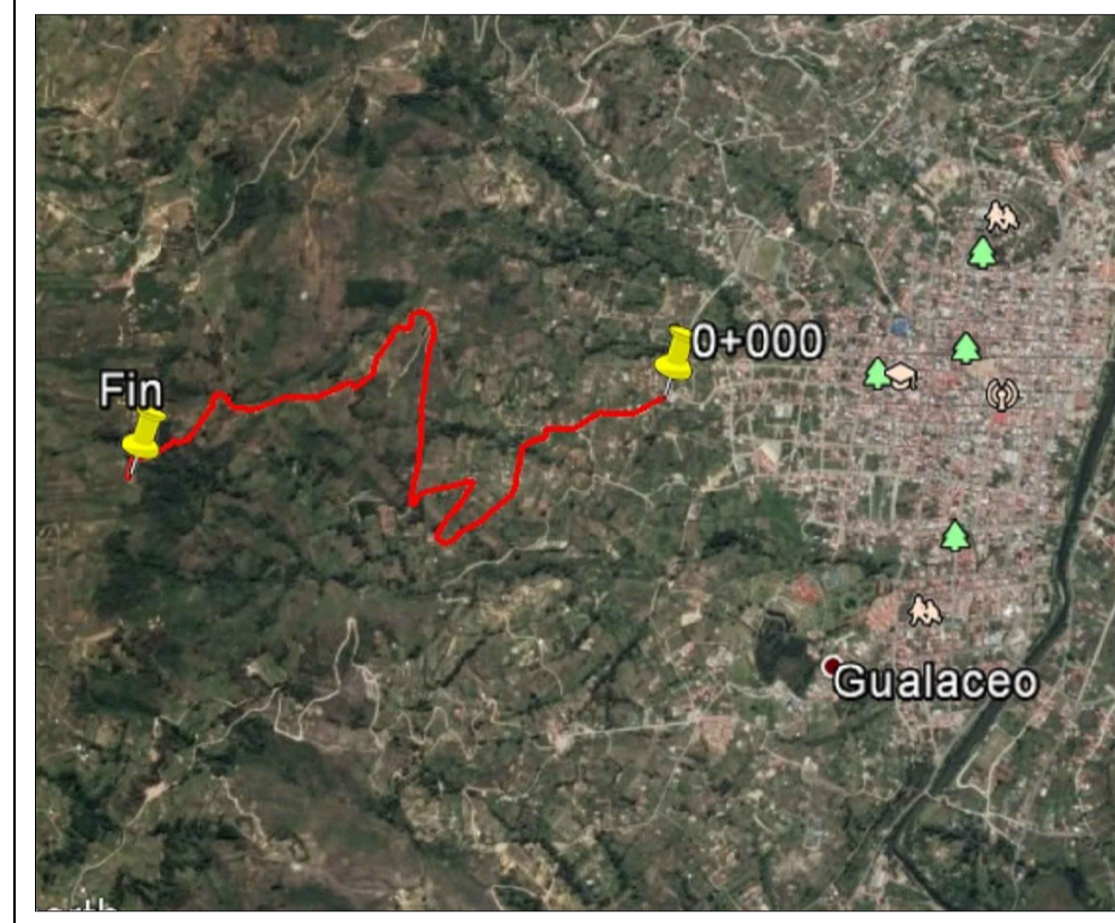
CONTIENE: **PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARULOMA - YABRUN**

FECHA: **JULIO 2018**
 Lamina: **3 / 10**

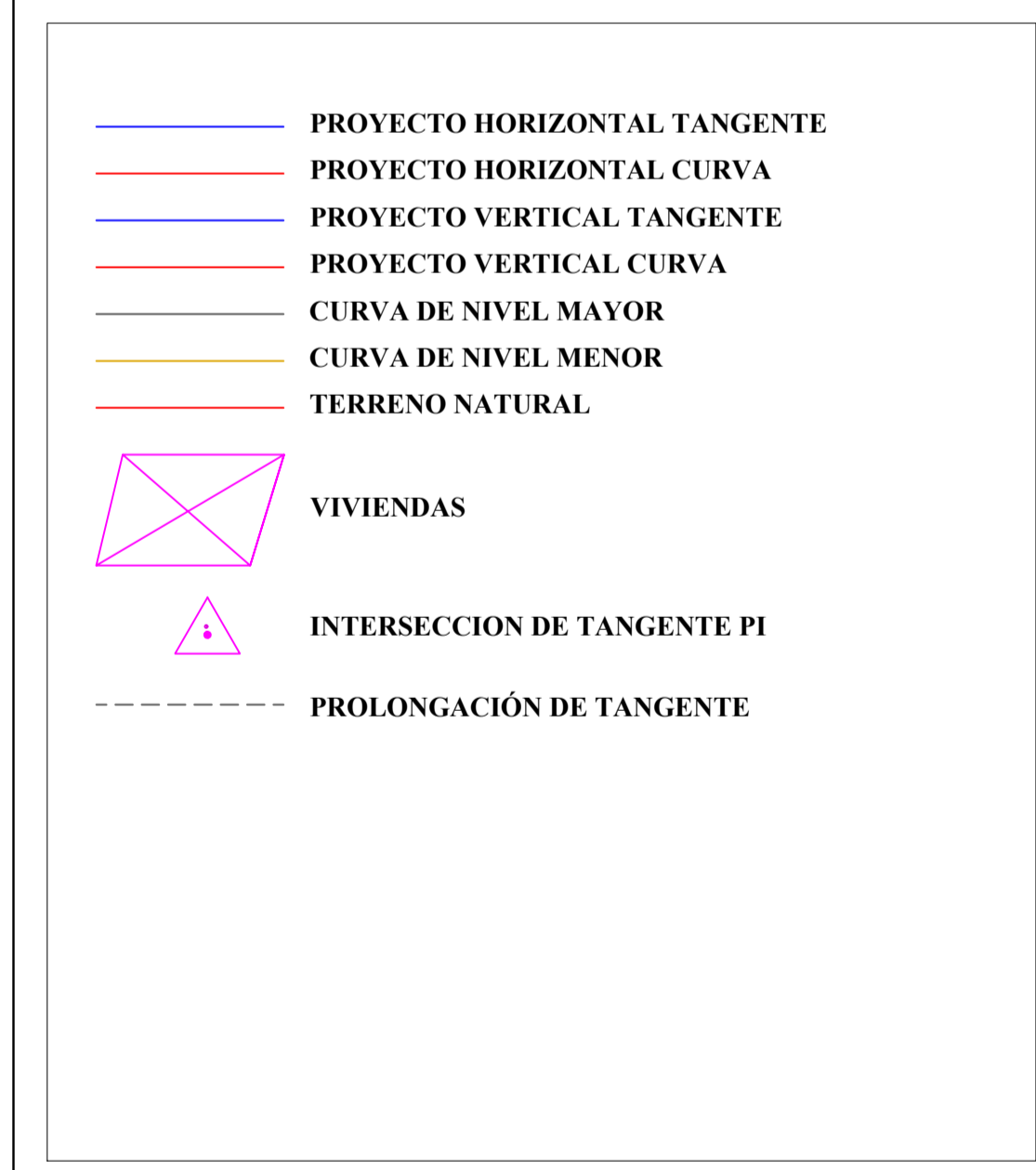
SECCION TIPICA



UBICACION



SIMBOLOGIA

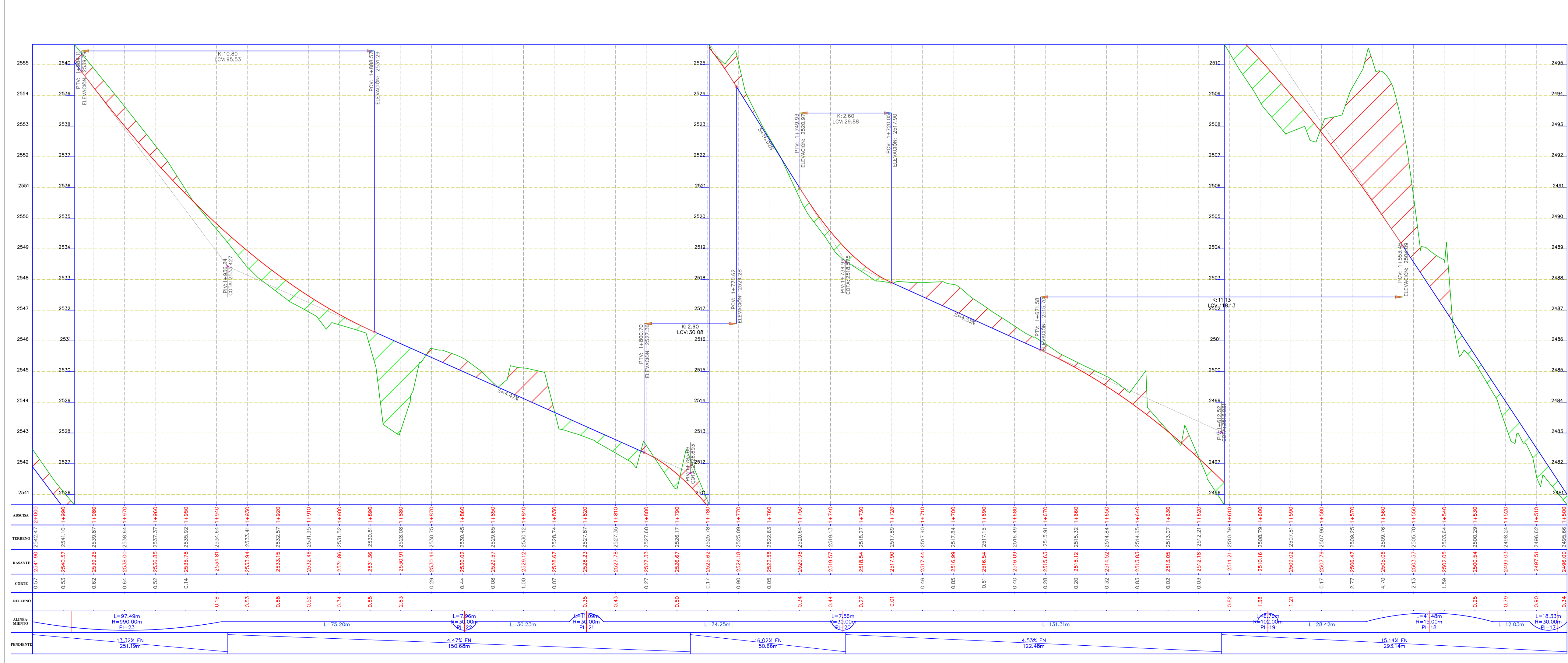
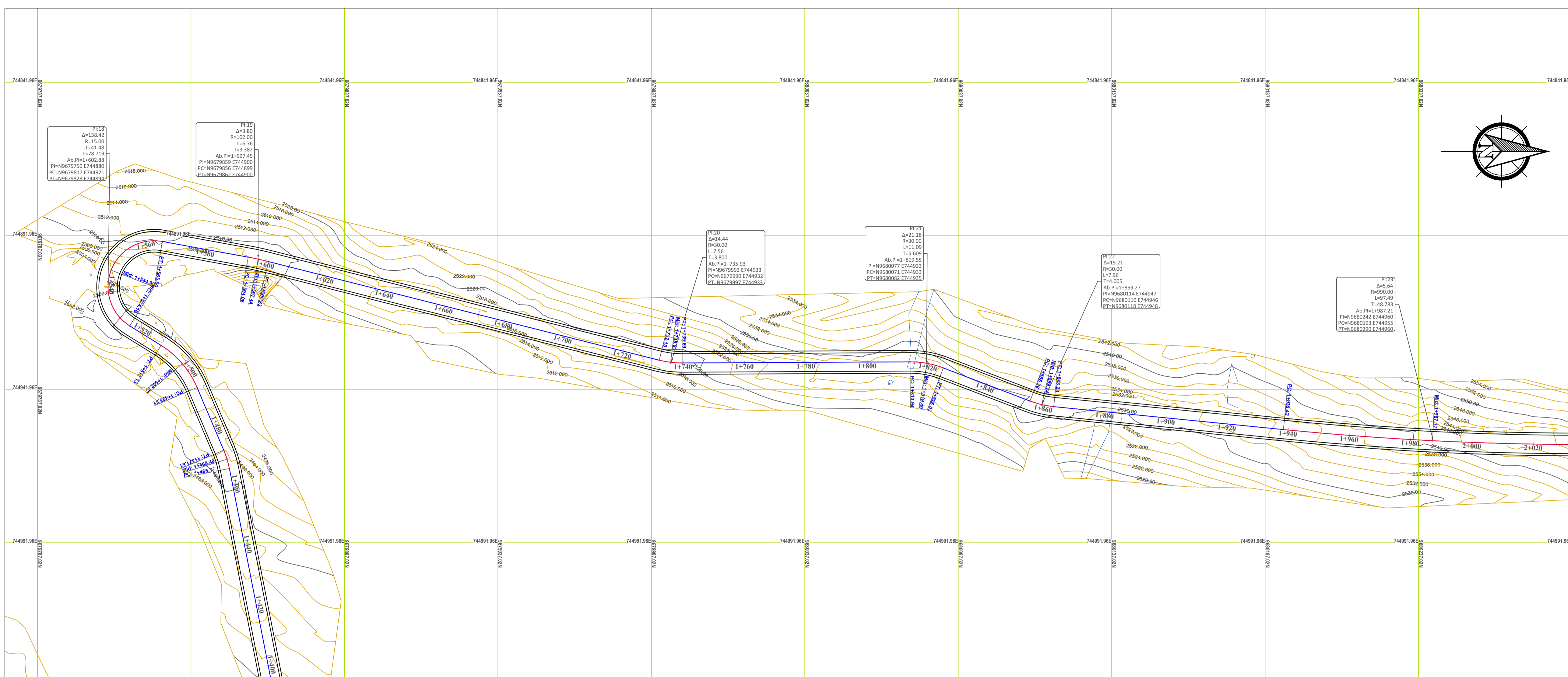


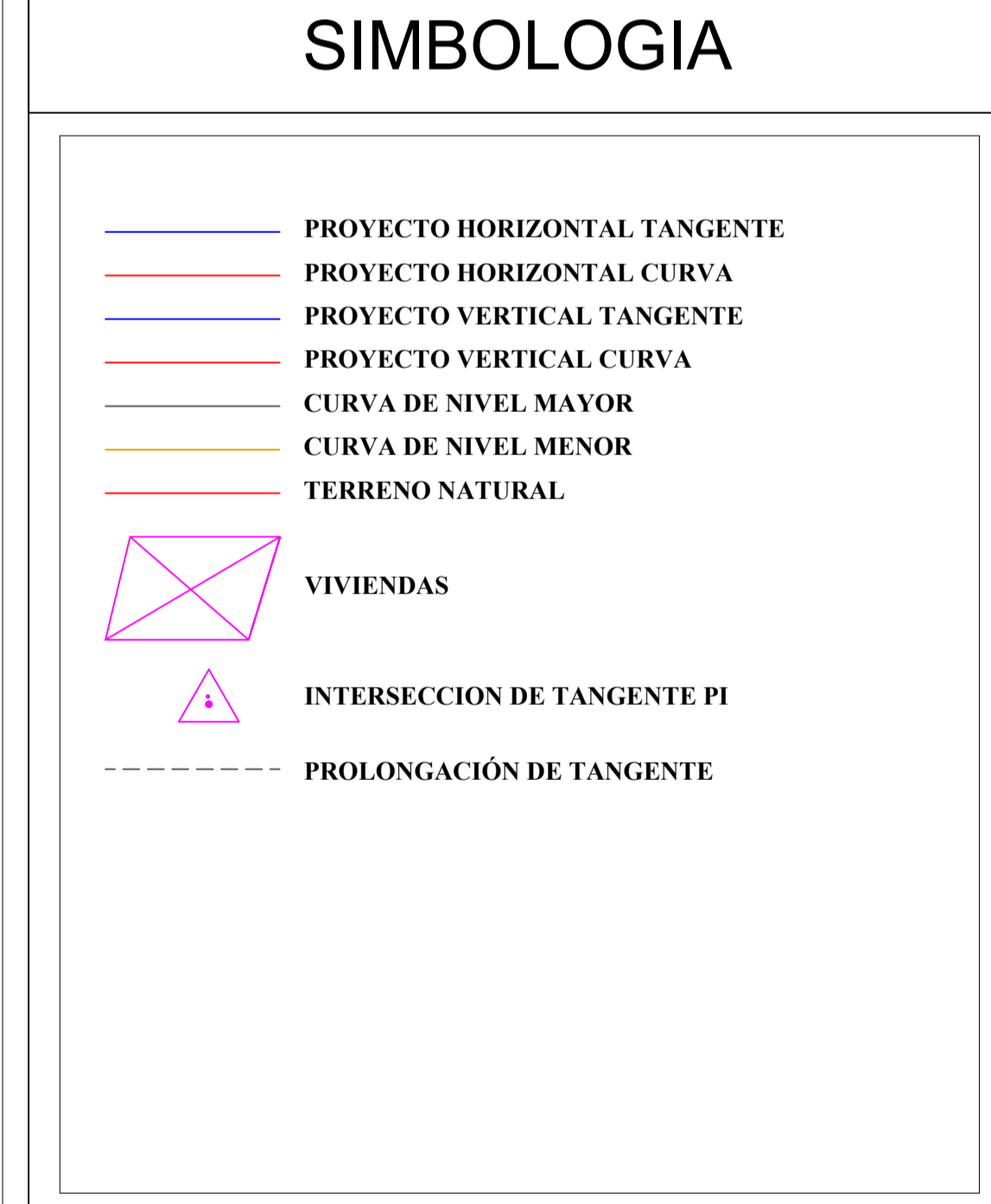
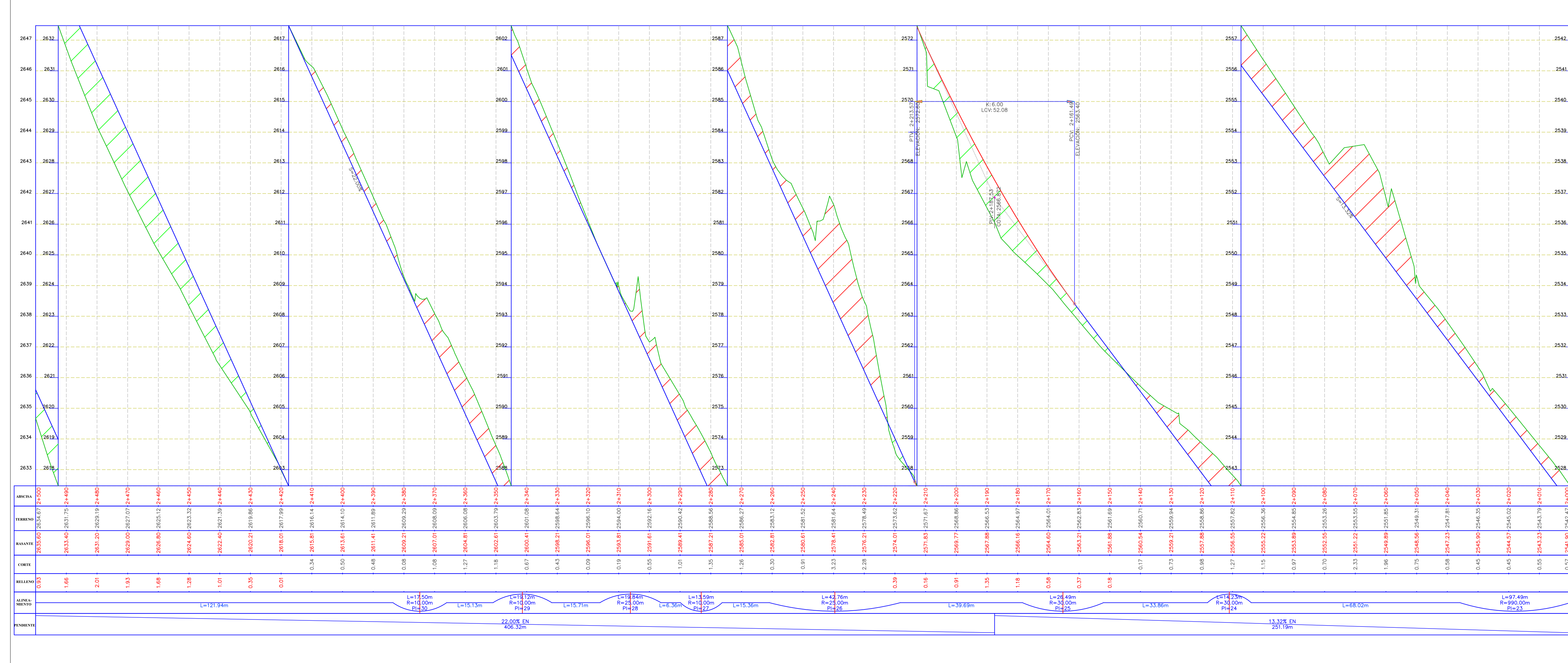
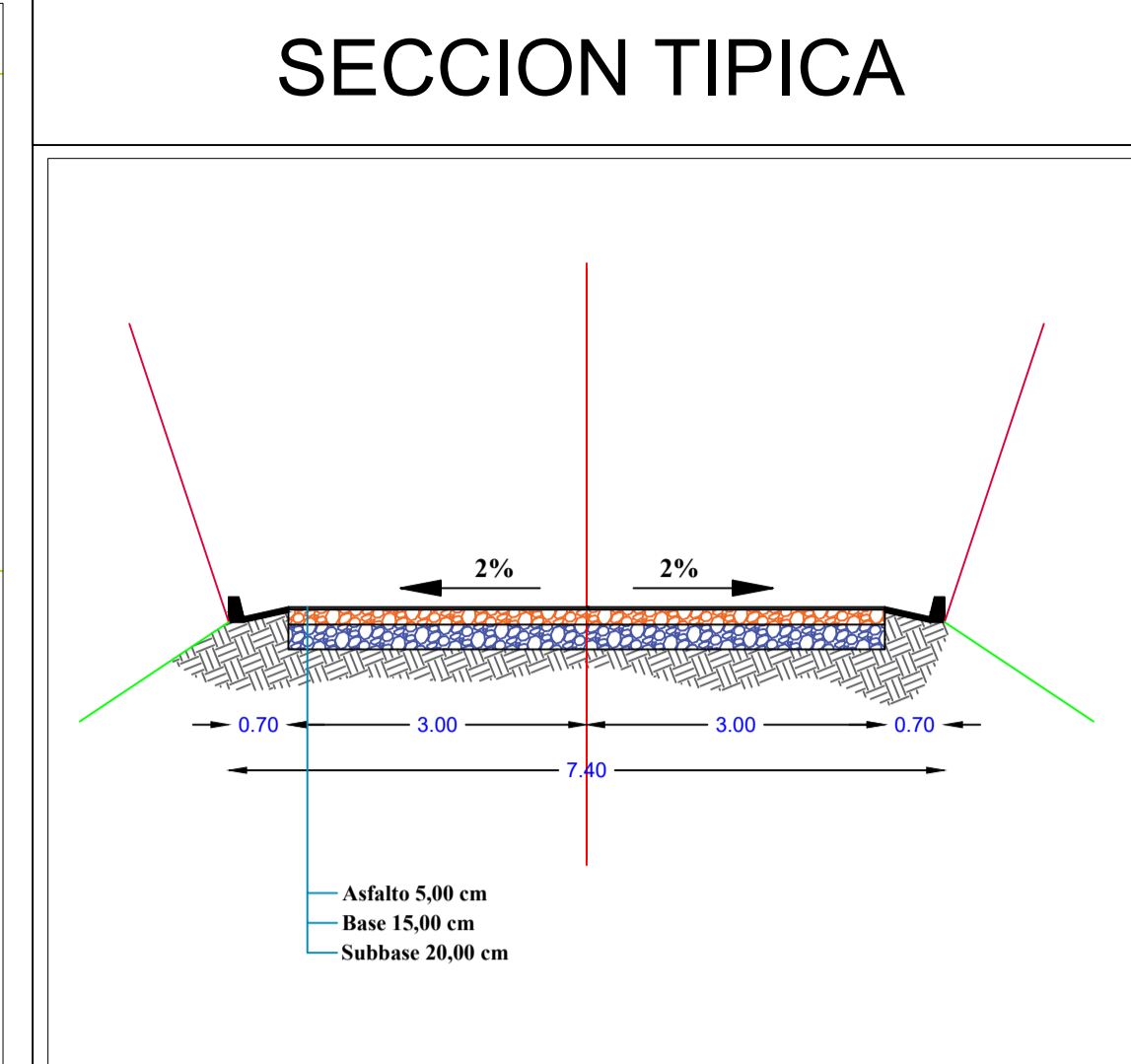
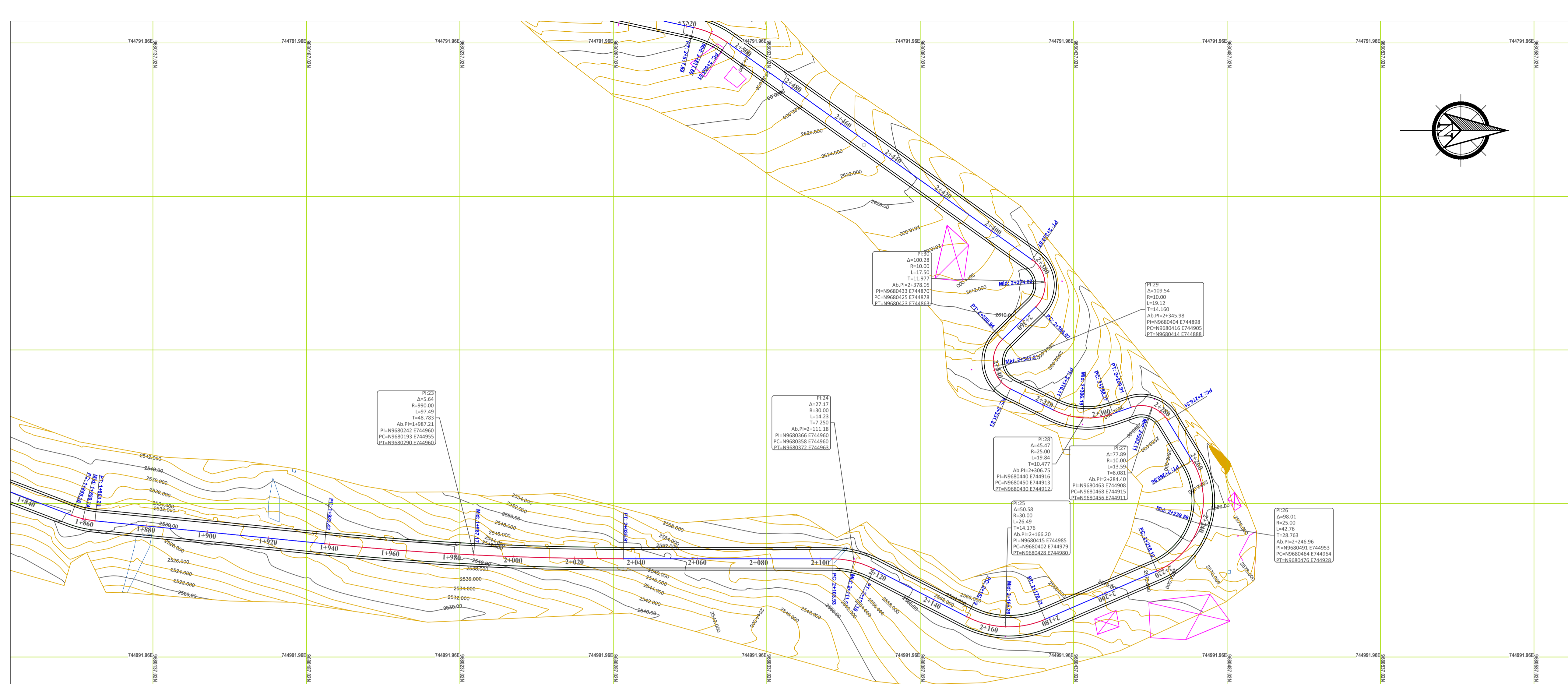
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROBADO POR:	DIBUJO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES	ESCALA: 1: 750
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.	
ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N. DIRECTOR DE TESIS	

CONTIENE: **PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARULOMA - YABRUN**

FECHA: JULIO 2018
Lamina: **4 / 10**





UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROBADO POR:

DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
ESCALA: 1:750

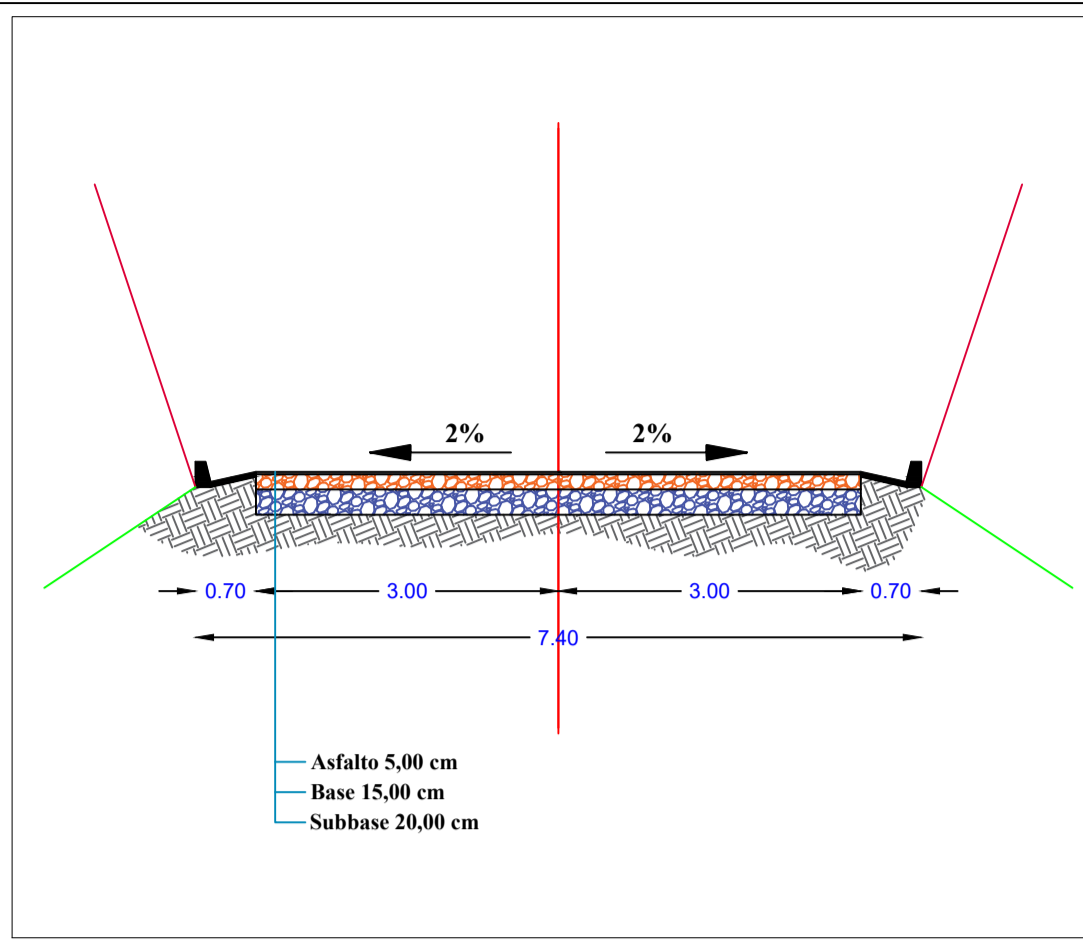
PROYECTO: DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARULOMA - YABRUN, CANTÓN GUALACEO.

ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N. DIRECTOR DE TESIS

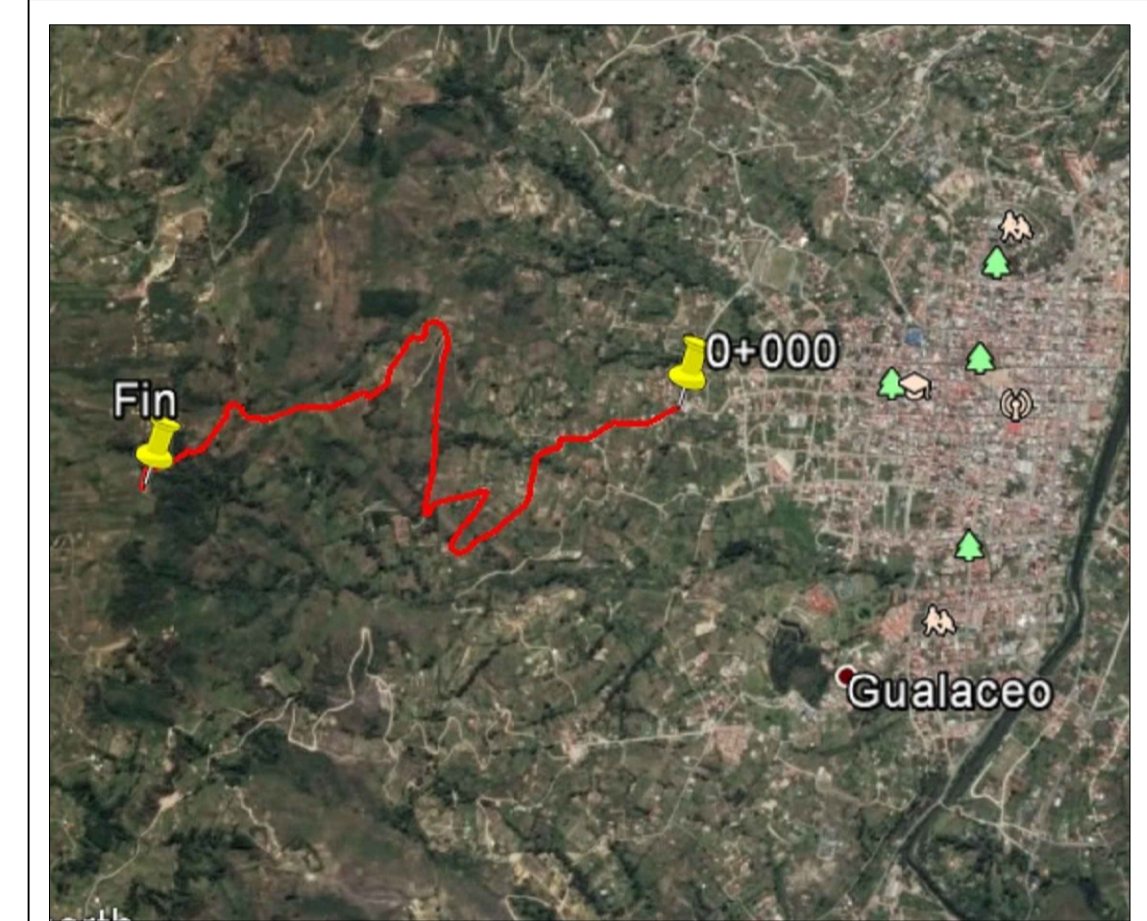
CONTIENE: PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARULOMA - YABRUN

FECHA: JULIO 2018
Lamina: 5 / 10

SECCION TIPICA



UBICACION



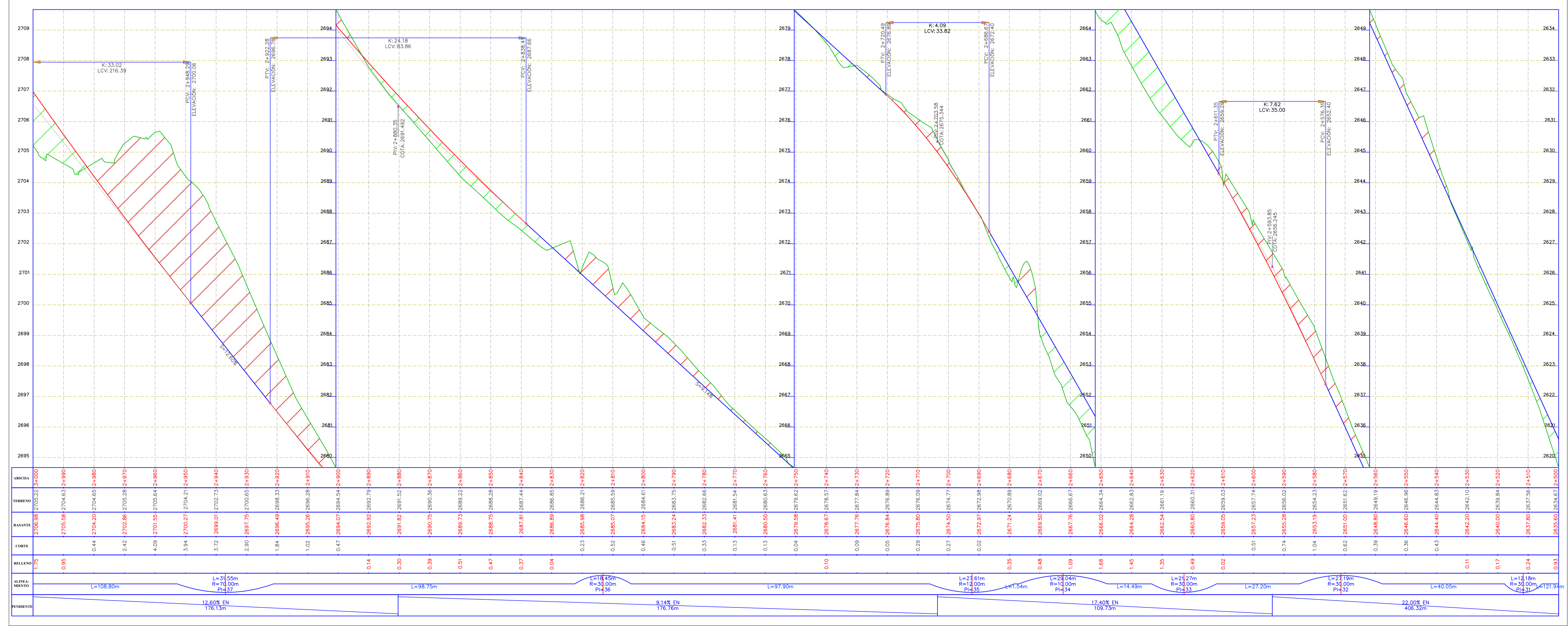
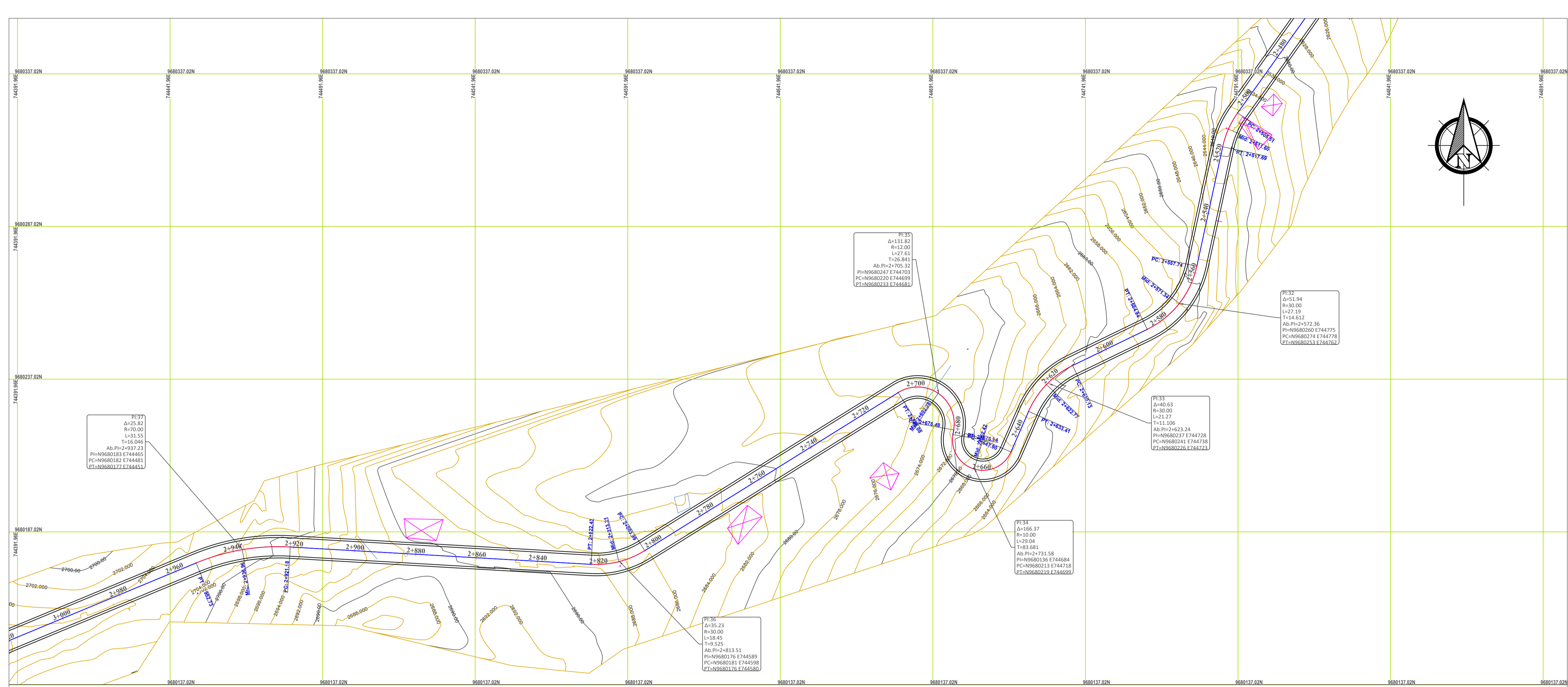
SIMBOLOGIA

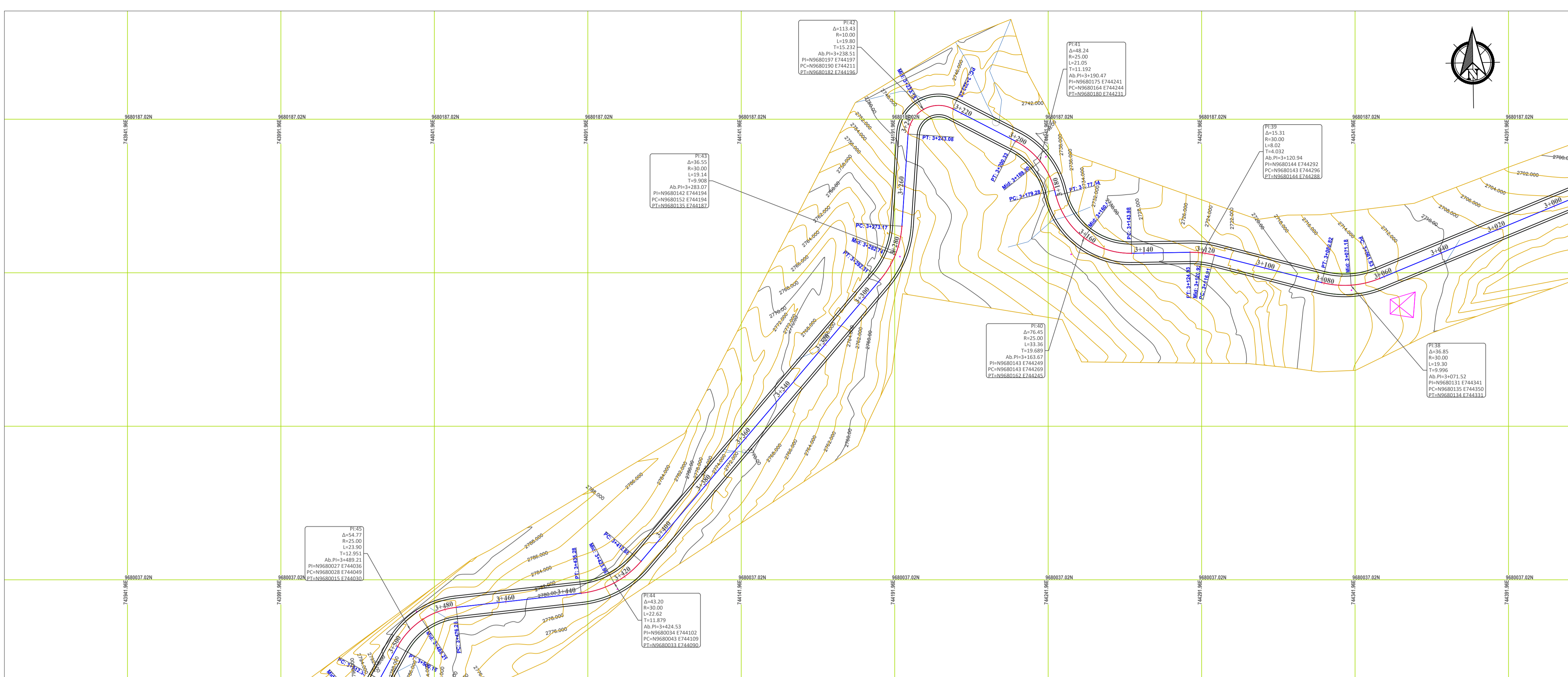
- PROYECTO HORIZONTAL TANGENTE
- PROYECTO HORIZONTAL CURVA
- PROYECTO VERTICAL TANGENTE
- PROYECTO VERTICAL CURVA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- CURVA DE NIVEL MENOR
- TERRENO NATURAL
- VIVIENDAS
- INTERSECCION DE TANGENTE PI
- - - PROLONGACION DE TANGENTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

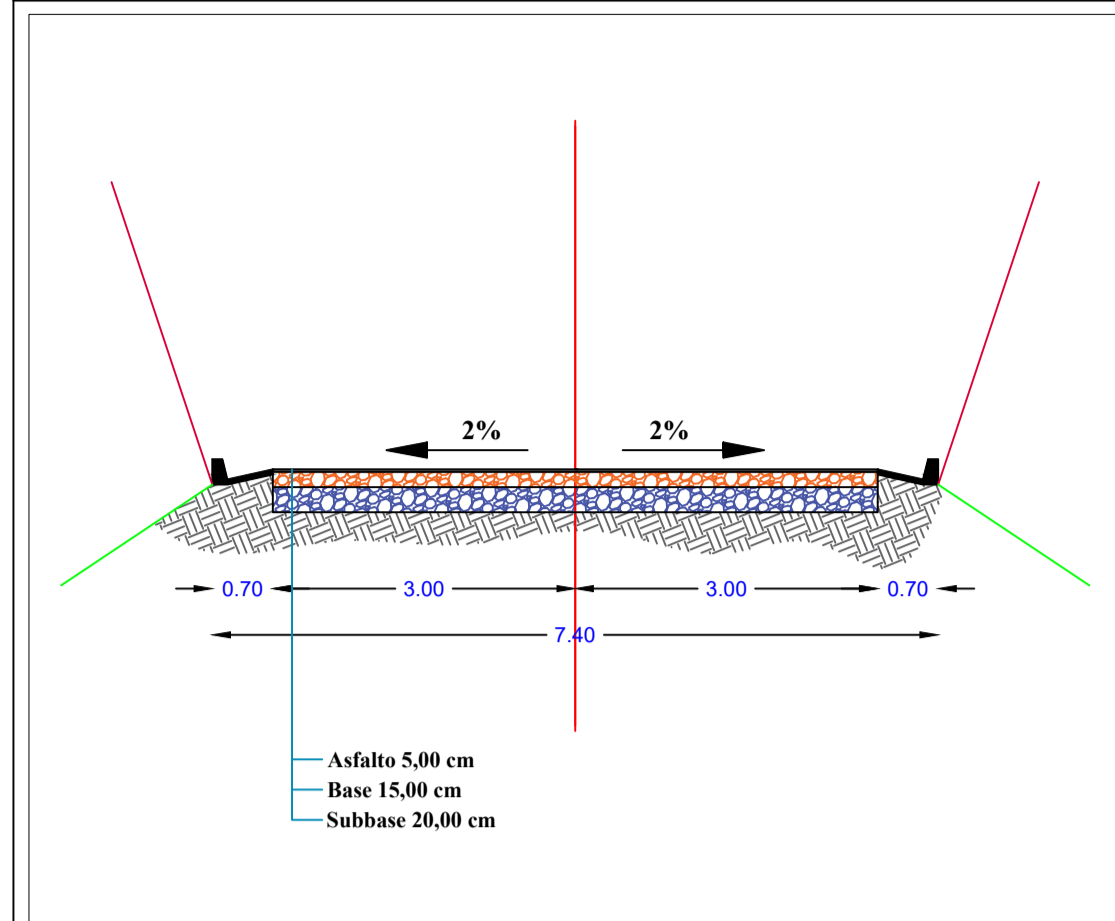
APROBADO POR:	DIBUJO: CARLOS IDROVO DISEÑO: CARLOS IDROVO ESCALA: 1: 750
PROYECTO:	DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.
ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N. DIRECTOR DE TESIS	

CONTIENE: PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN
FECHA: JULIO 2018
Lamina: 6 / 10

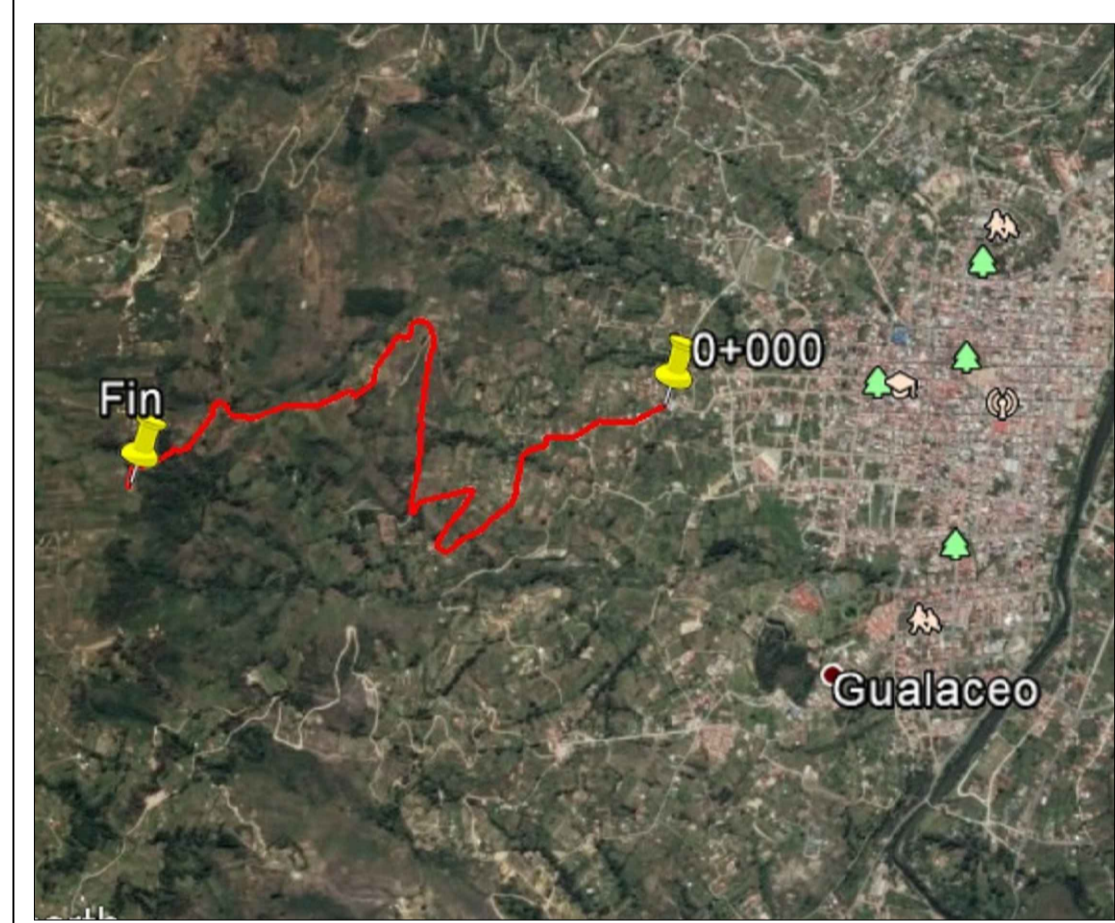




SECCION TIPICA

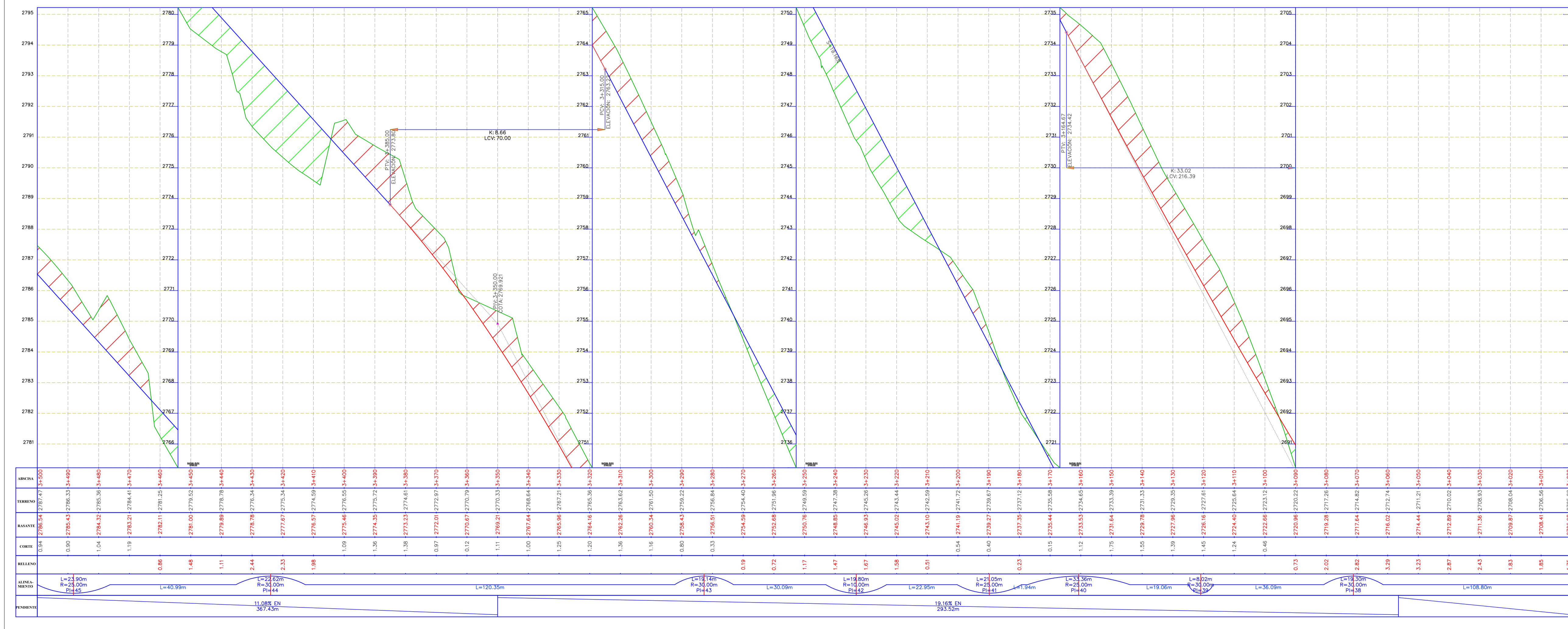


UBICACION



SIMBOLOGIA

- PROYECTO HORIZONTAL TANGENTE
- PROYECTO HORIZONTAL CURVA
- PROYECTO VERTICAL TANGENTE
- PROYECTO VERTICAL CURVA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- CURVA DE NIVEL MENOR
- ▨ TERRENO NATURAL
- X VIVIENDAS
- △ INTERSECCION DE TANGENTE PI
- PROLONGACIÓN DE TANGENTE



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROBADO POR: **ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N.**
DIRECTOR DE TESIS

DIBUJO: **CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES**
DISEÑO: **CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES**
ESCALA: 1: 750

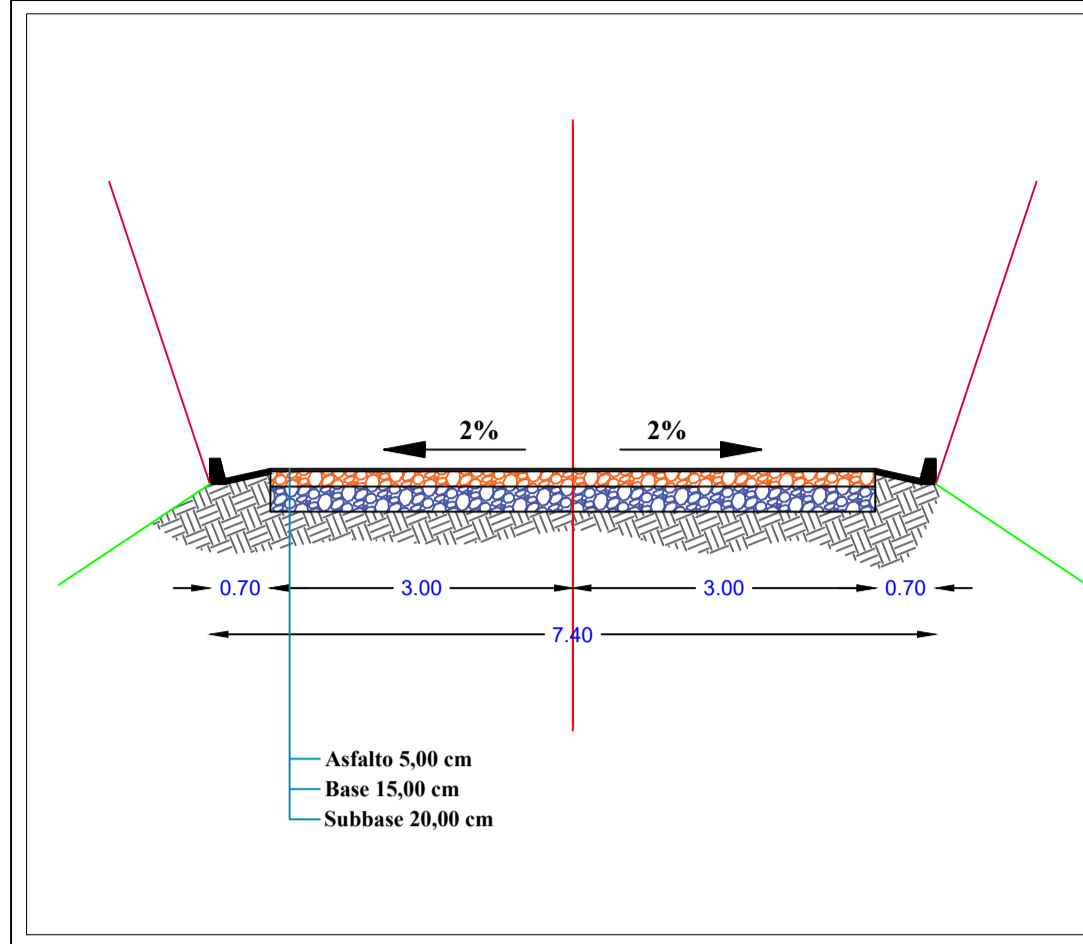
PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.

CONTIENE: **PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARULOMA - YABRUN**

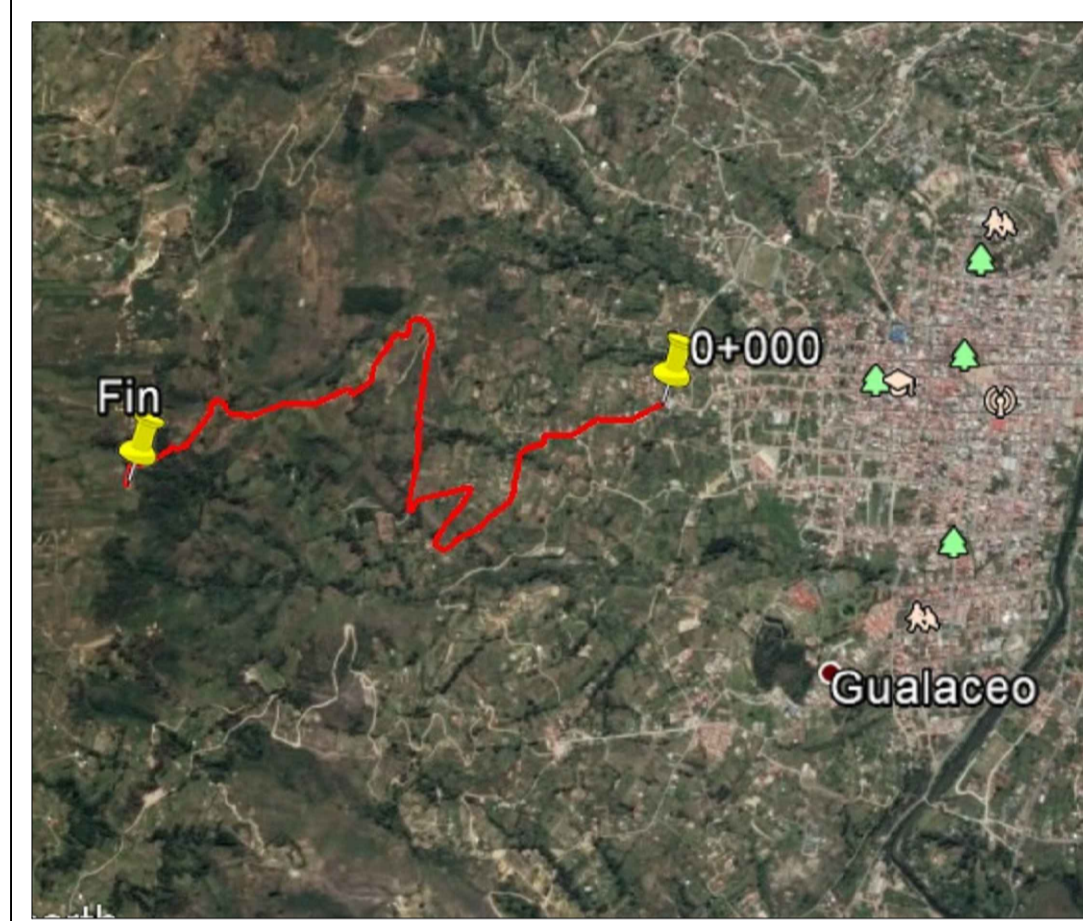
FECHA: **JULIO 2018**

Lamina: **7 / 10**

SECCION TIPICA



UBICACION



SIMBOLOGIA

- PROYECTO HORIZONTAL TANGENTE
- PROYECTO HORIZONTAL CURVA
- PROYECTO VERTICAL TANGENTE
- PROYECTO VERTICAL CURVA
- CURVA DE NIVEL MAYOR
- CURVA DE NIVEL MENOR
- TERRENO NATURAL
- VIVIENDAS
- INTERSECCION DE TANGENTE PI
- - - PROLONGACIÓN DE TANGENTE

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL



APROBADO POR:

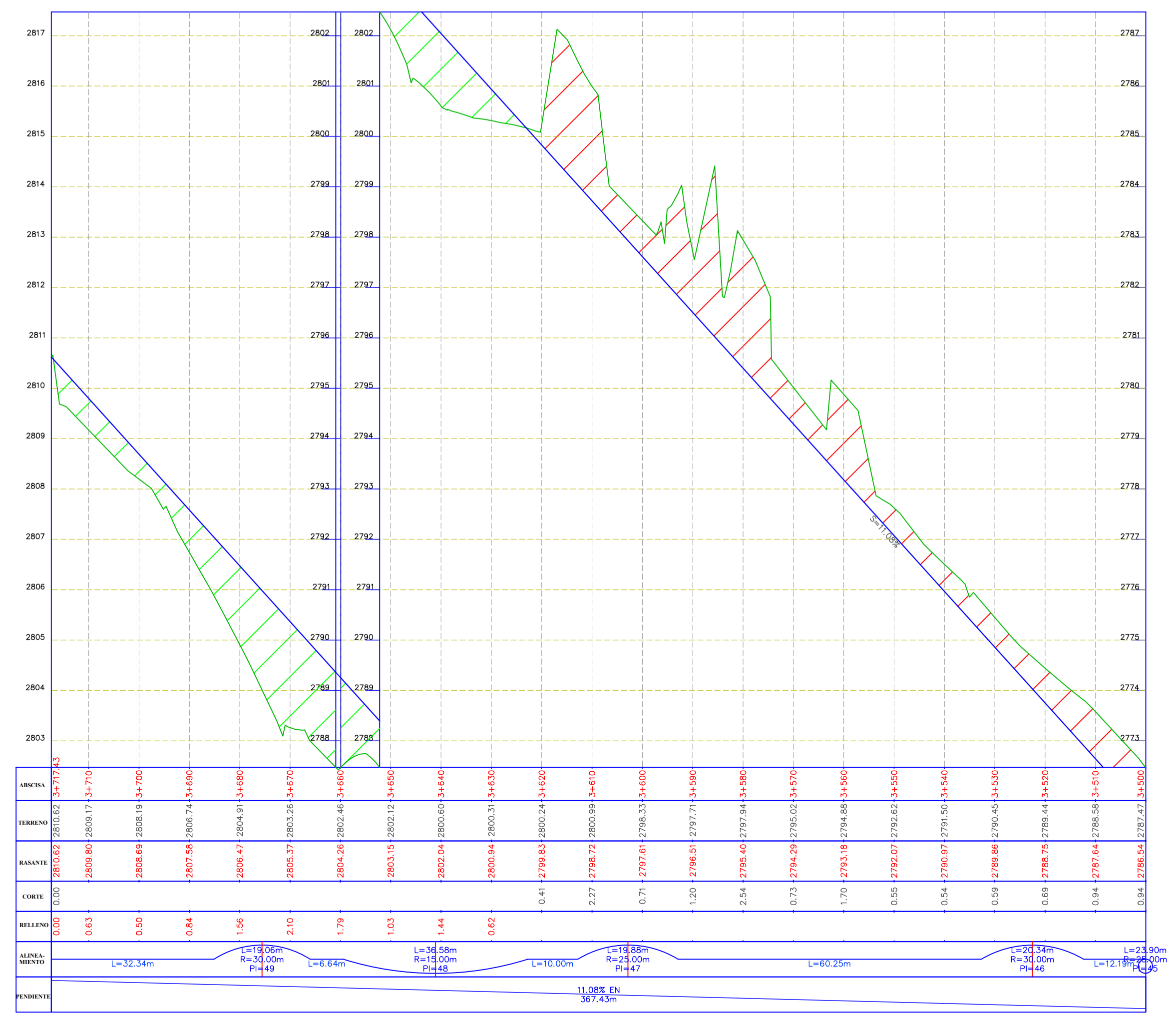
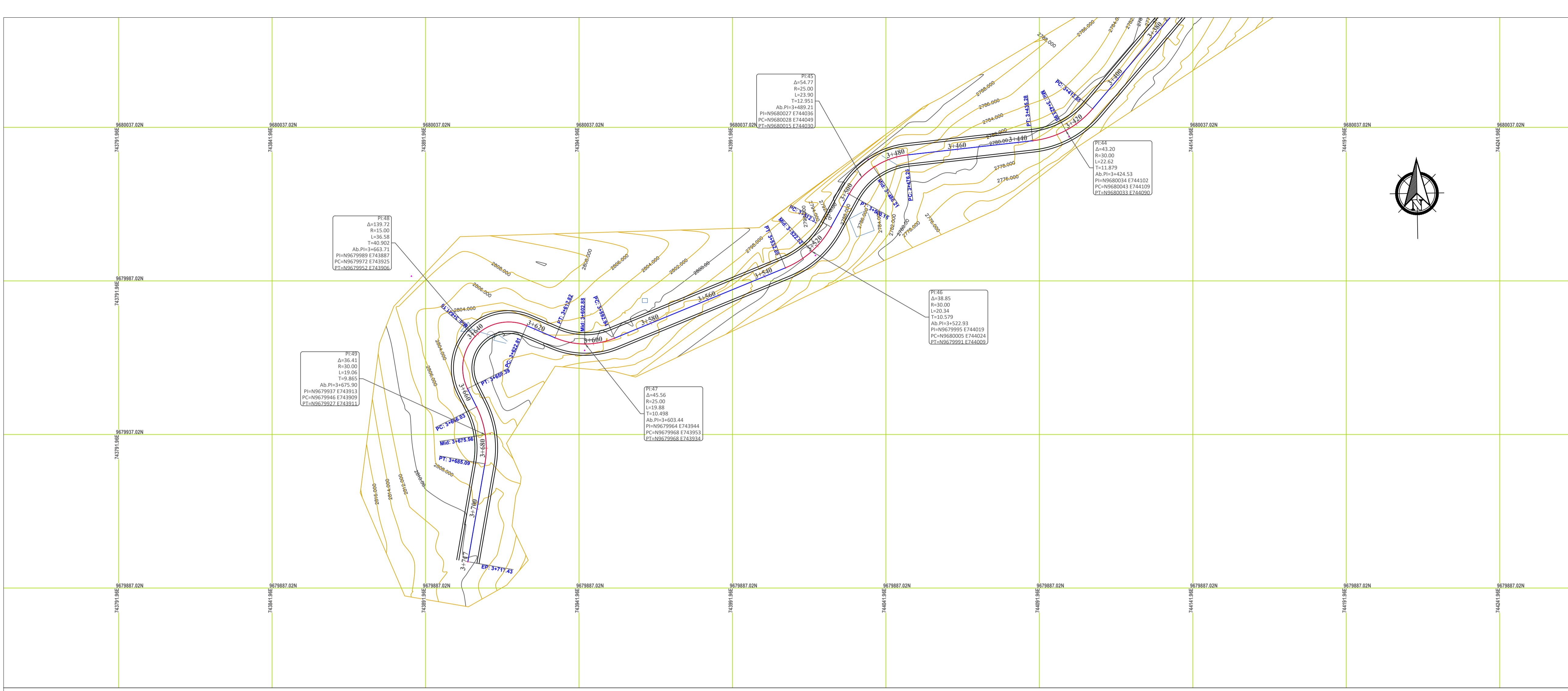
ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N.
DIRECTOR DE TESIS

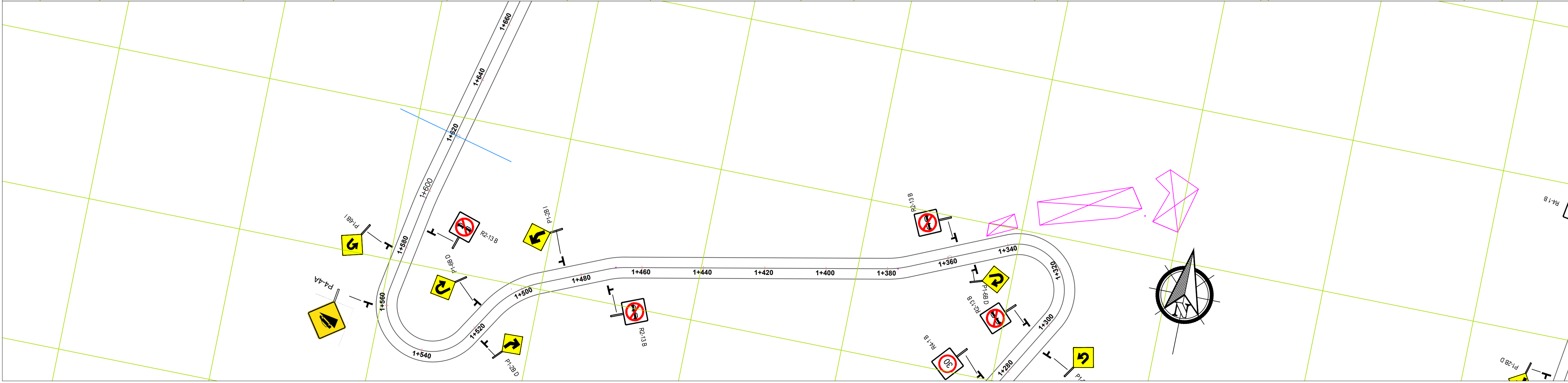
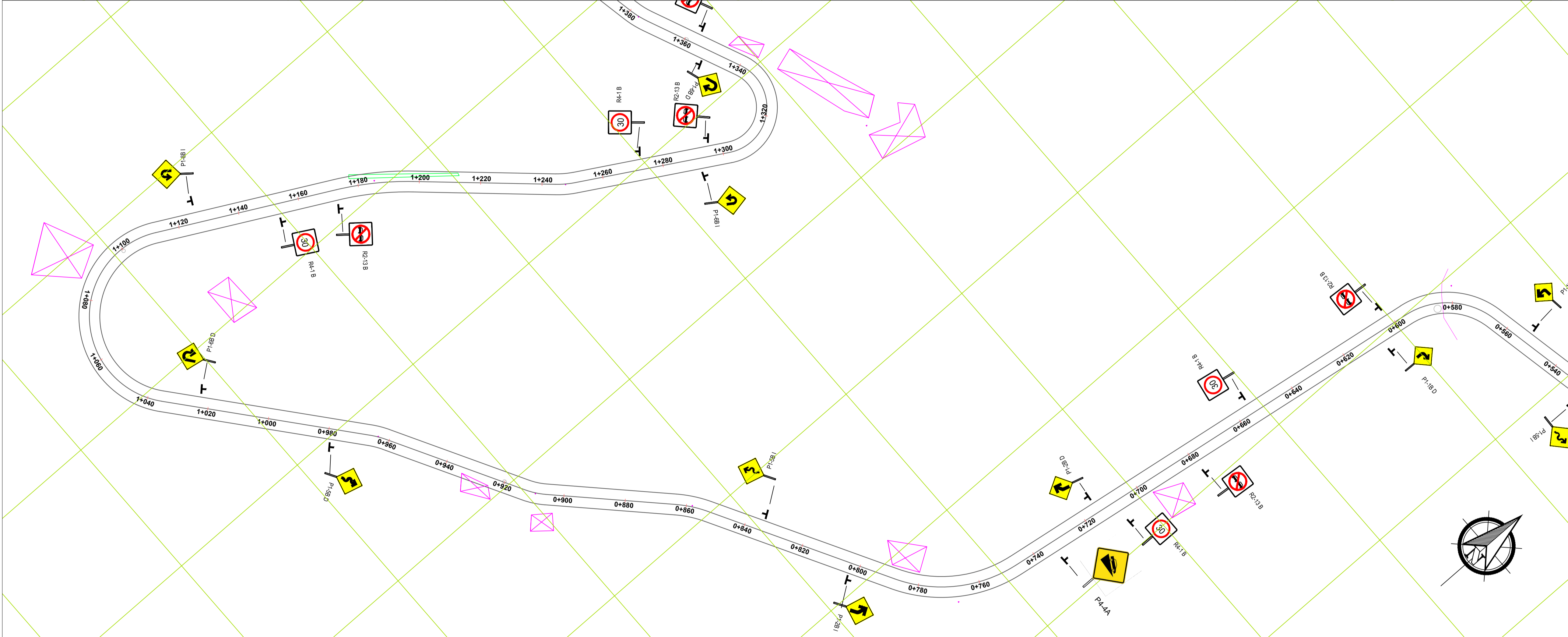
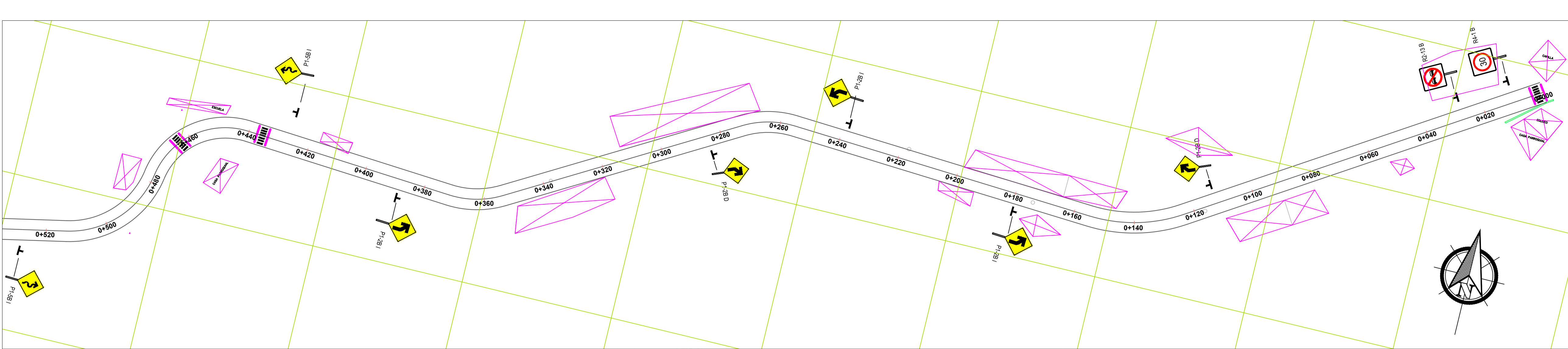
DIBUJO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
ESCALA: 1:750

PROYECTO:
DESIÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.

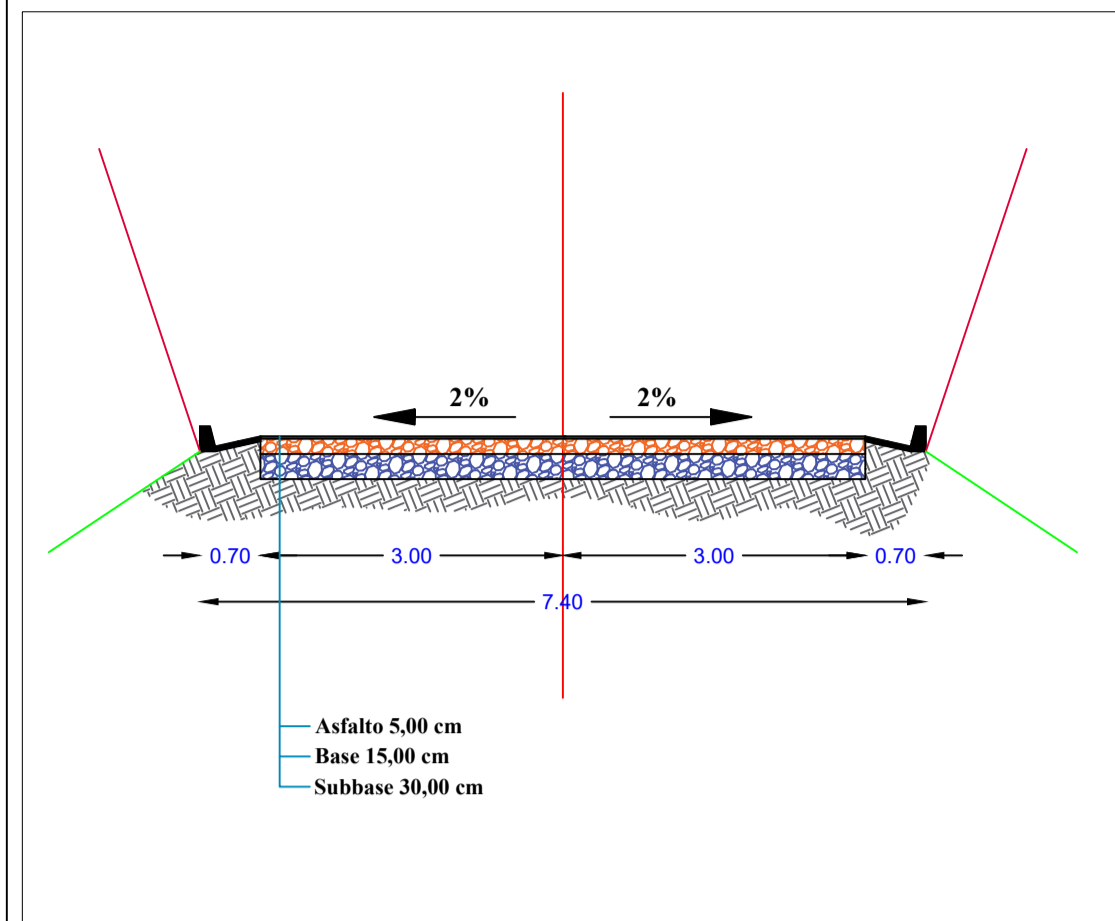
CONTIENE:
PROYECTO HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN

FECHA:
JULIO 2018
Lamina:
8 / 10

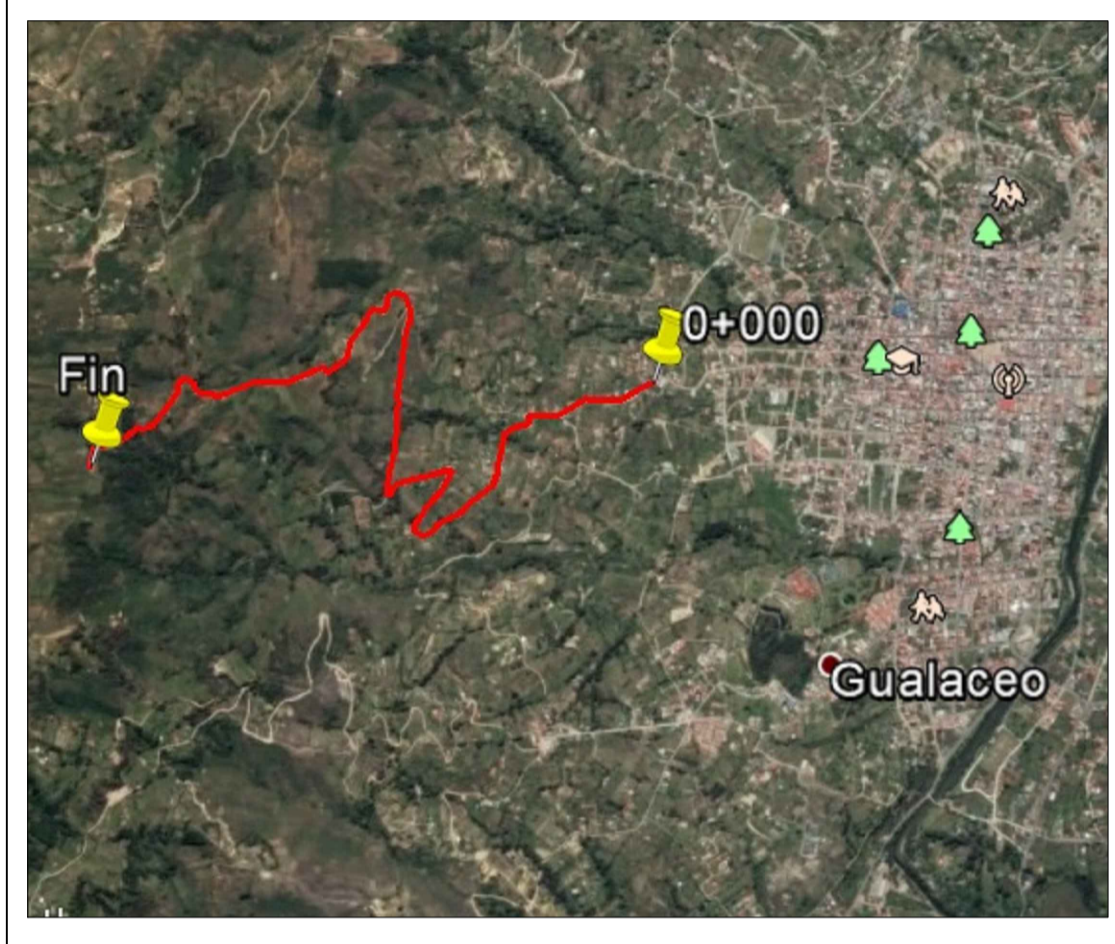




SECCION TIPICA



UBICACION



SIMBOLOGIA

	R4-1B	LIMITE MÁXIMO DE VELOCIDAD
	R2-1B	NO REBASAR
	P1-2B	CURVA ABIERTA IZQUIERDA
	P1-2D	CURVA ABIERTA DERECHA
	P1-3B	CURVA CERRADA DERECHA
	P1-3D	CURVA CERRADA IZQUIERDA
	P1-4B	CURVA TIPO U DERECHA
	P1-4D	CURVA TIPO U IZQUIERDA
	P1-6B	VIA SINUOSA PRIMERA DERECHA
	P1-6D	VIA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA
	P1-8B	CURVA Y CONTRA CURVA CERRADAS DERECHA - IZQUIERDA
	P4-4A	DESCENSO PRONUNCIADO

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERÍA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

APROBADO POR:

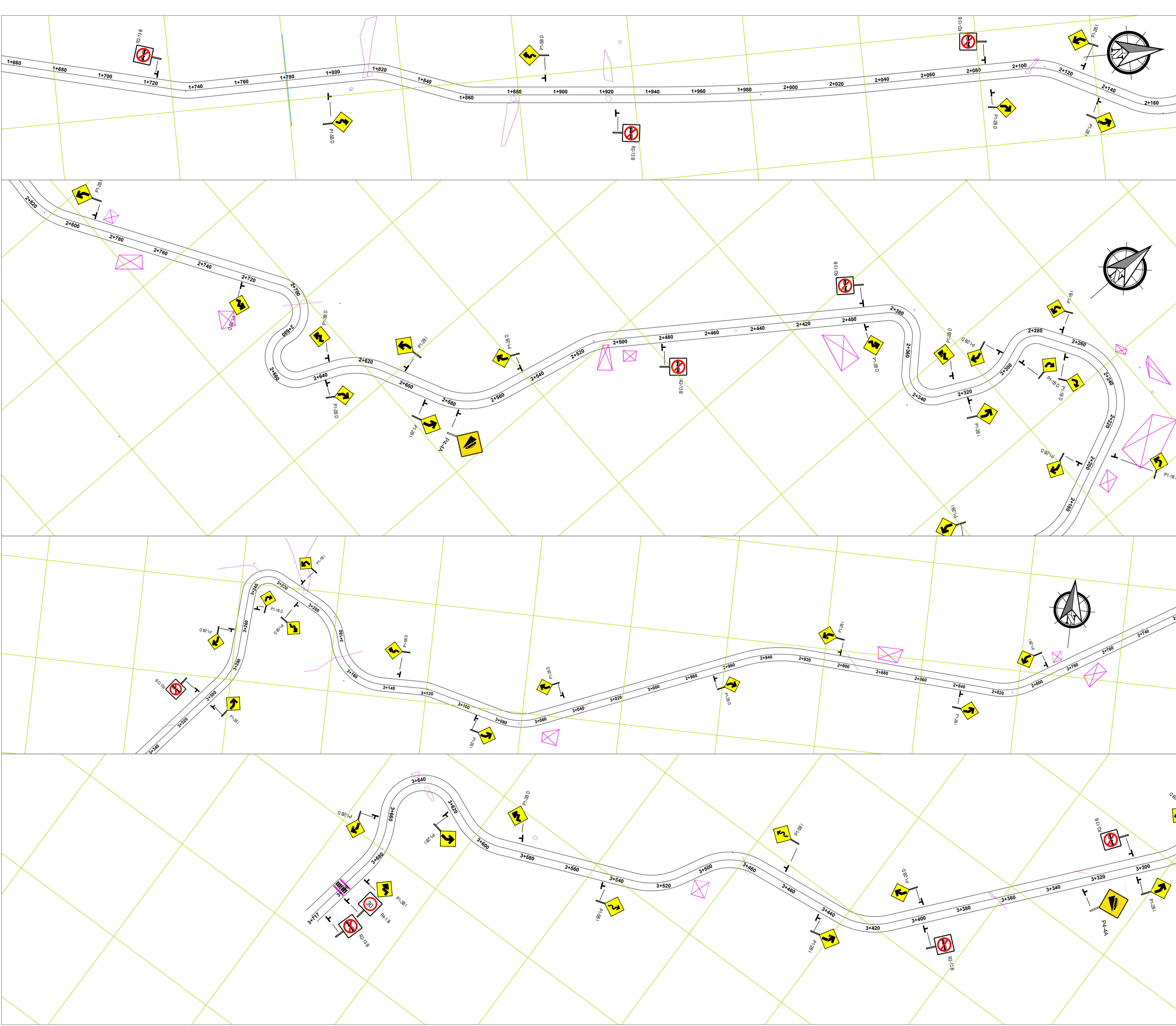
ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N.
DIRECTOR DE TESIS

DIBUJO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES
ESCALA: 1: 750
PROYECTO:
DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.

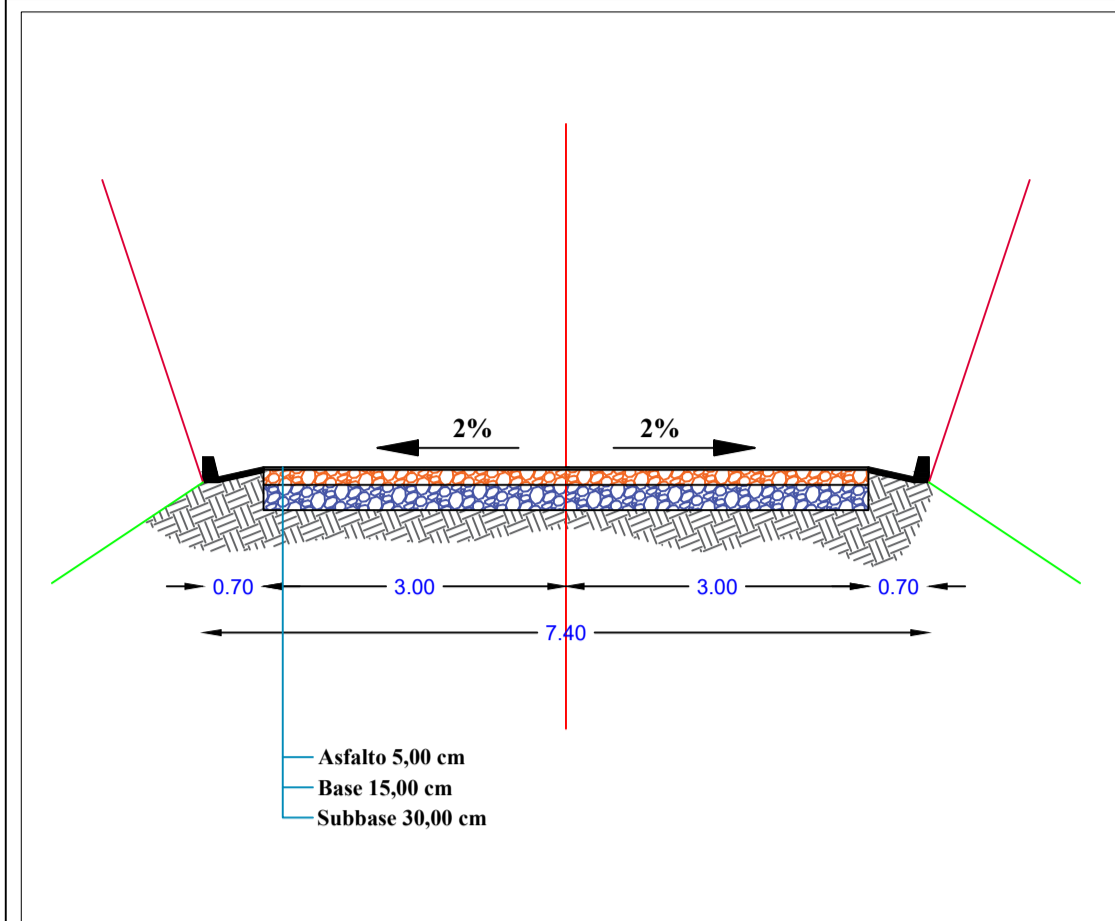


CONTIENE:
SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL-VERTICAL DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN

FECHA:
JULIO 2018
Lamina:
9 / 10



SECCION TIPICA



UBICACION



SIMBOLOGIA

	R1-1B	LIMITE MAXIMO DE VELOCIDAD
	R2-13B	NO REBASAR
	P1-2B1	CURVA ABIERTA IZQUIERDA
	P1-3B	CURVA ABIERTA DERECHA
	P1-5B	CURVA CERRADA DERECHA
	P1-6B	CURVA CERRADA IZQUIERDA
	P1-6B D	CURVA TIPO U DERECHA
	P1-6B I	CURVA TIPO U IZQUIERDA
	P1-18 D	VIA SINUOSA PRIMERA DERECHA
	P1-18 I	VIA SINUOSA PRIMERA IZQUIERDA
	P1-18 D I	CURVA Y CONTRA CURVA CERRADAS DERECHA - IZQUIERDA
	P4-4A	DESCENSO PRONUNCIADO

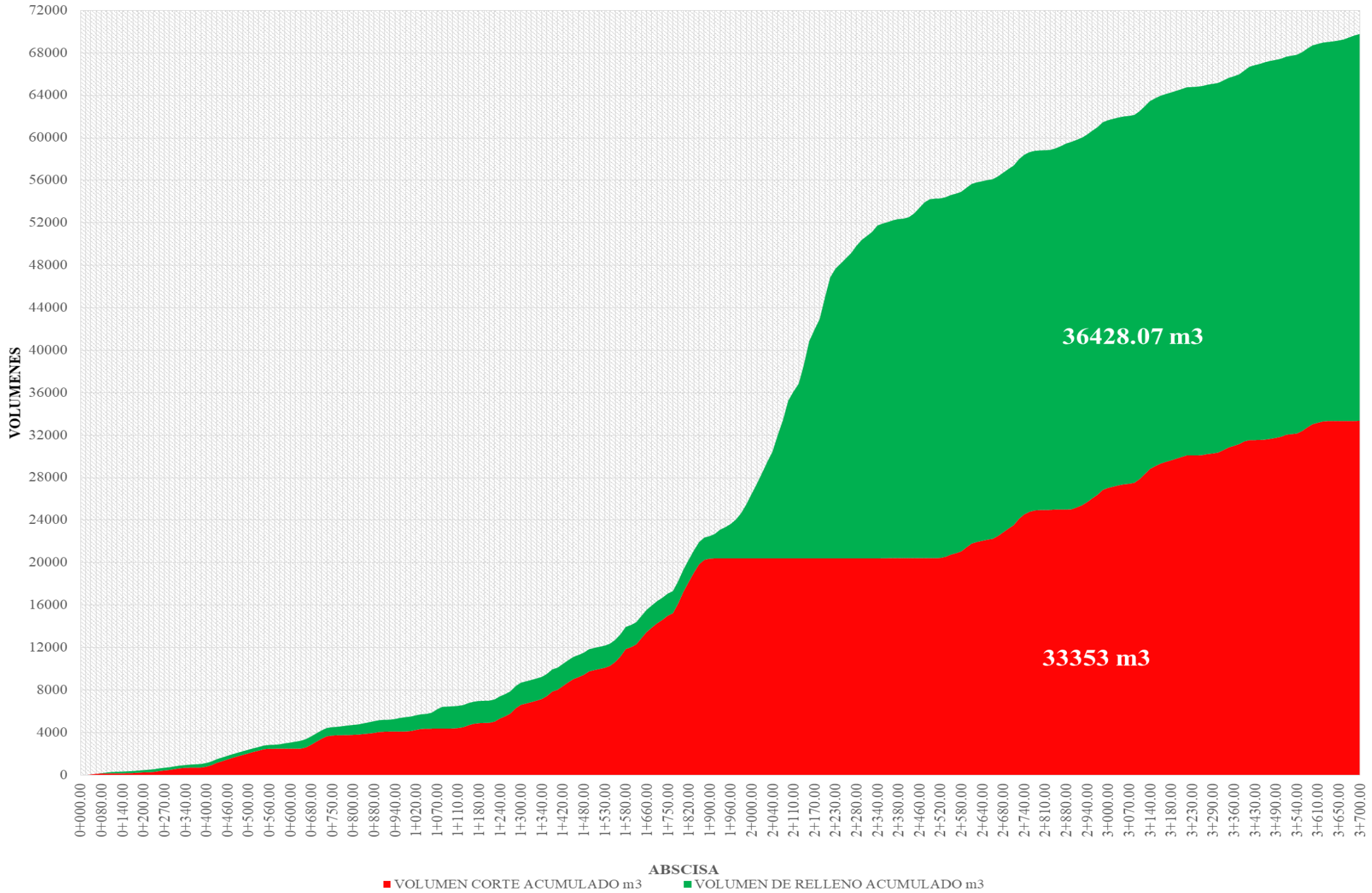
UNIVERSIDAD CATOLICA DE CUENCA

UNIDAD ACADÉMICA DE INGENIERIA, INDUSTRIA Y CONSTRUCCIÓN
CARRERA DE INGENIERIA CIVIL

APROBADO POR: ING. MSC. CESAR HUMBERTO MALDONADO N. DIRECTOR DE TESIS	DIBUJO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES DISEÑO: CARLOS IDROVO CHRISTIAN URGILES ESCALA: 1: 750	
PROYECTO: DISEÑO GEOMETRICO Y DE PAVIMENTOS DE LA VIA PARCULOMA - YABRUN, CANTON GUALACEO.		

ANEXO 2: CURVA DE MASAS

CURVA DE MASAS



ANEXO 3: RESULTADOS DE LABORATORIO

MUESTRA DE SUELO 1

UNIVERSIDAD CATOLICA DDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



SECTOR	GUALACEO	MATERIAL	_____
CALLE	PARCULOMA	FECHA	_____
MUESTRA Nº	1	TIPO DE MUESTRA	_____
PROFUNDIDAD	2.10m	CLASIFICACIÓN	_____
YACIMIENTO		SOBRECARGA	_____

ENSAYO DE C.B.R.

MOLDE Nº	C1		C2		C3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	10372	10611	10115	10586	10256	10879
PESO DEL MOLDE	5733	5733	5734	5734	6388	6388
PESO MUESTRA HUMEDA	4639	4878	4381	4852	3868	4491
VOLUMEN DEL MOLDE	2323	2476	2323	2557	2323	2548
DENSIDAD HUMEDA	1997	1970	1886	1898	1665	1762
DENSIDAD SECA	1700	1676	1609	1603	1427	1495

CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO Nº	2V	21	1V	11	17	3V
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	82.73	80.22	87.4	108.11	90.44	99.82
PESO MUESTRA SECA + TARRO	74.74	72.58	78.81	95.81	81.65	89.09
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	29.07	28.94	28.93	29	29.07	29.13
PESO MUESTRA SECA	45.67	43.64	49.88	66.81	52.58	59.96
CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.50	17.51	17.22	18.41	16.72	17.90
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	17.50		17.82		17.31	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO Nº	K7	A1	35	A22	A29	04
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	76.35	81	72.52	95.53	97.4	99.64
PESO MUESTRA SECA + TARRO	72.1	75.9	67.9	89.2	90.1	91
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.89	28.64	29.04	28.87	29.06	28.97
PESO MUESTRA SECA	43.21	47.26	38.86	60.33	61.04	62.03
CONTENIDO DE HUMEDAD %	9.84	10.79	11.89	10.49	11.96	13.93
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	10.31		11.19		12.94	

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DEL LABORATORIO

SR. ATANASIO JARA
LABORATORISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ENSAYO	<u>1</u>	PESO DEL MARTILLO	_____
MOLDE Nº	<u>67</u>	ALTURA DE CAÍDA	_____
VOLUMEN DEL MOLDE	<u>3115.57</u> cm ³	NÚMERO DE CAPAS	<u>5</u>
PESO DEL MOLDE	<u>5777.5</u> gr	GOLPES POR CAPA	<u>56</u>

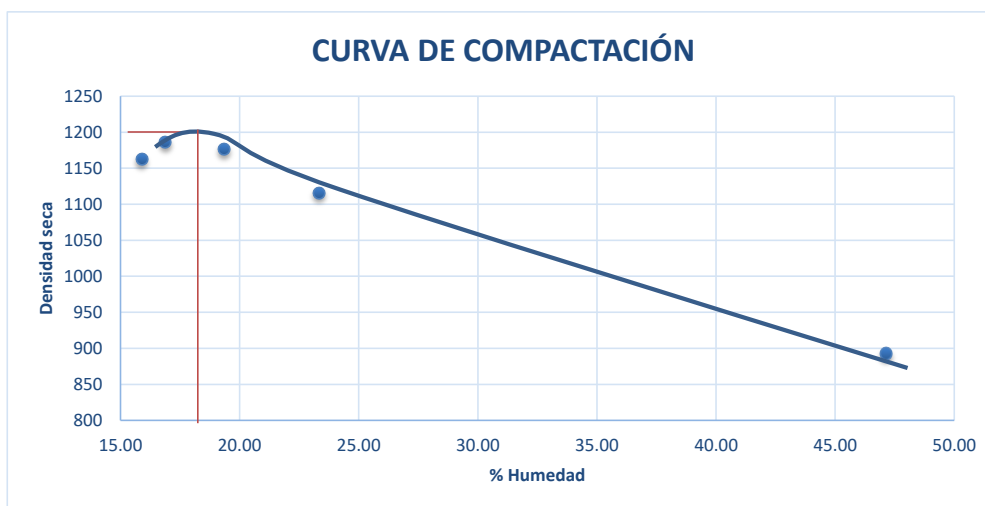
DATOS DE LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO	-	-	-	-	-
HUMEDAD AÑADIDA EN %	17.34	14.34	11.34	8.34	20.34
AGUA AUMENTADA EN C.C.	640	480	320	160	800
NÚMERO DEL MOLDE	67	67	67	67	67
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO P1	10065	10150	10098	9976	9868
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN P2	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2 = P3	4287.5	4372.5	4320.5	4198.5	4090.5
VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARÍN	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57
DENSIDAD HÚMEDA D1= P3/V. KG./M3	1376.15	1403.43	1386.74	1347.59	1312.92

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	18	13	14	20	8	33V	22	26	25	19
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	68.80	65.70	68.20	65.40	84.10	91.20	83.90	89.30	73.70	55.20
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	58.8	61.4	62	59.3	76.1	82.2	76.2	81.2	56.4	48.9
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	29	28.6	28.9	28.7	29	28.5	29	28.8	28.9	28.8
PESO DEL SUELO SECO	29.8	32.8	33.1	30.6	47.1	53.7	47.2	52.4	27.5	20.1
CONTENIDO DE AGUA EN %	33.56	13.11	18.73	19.93	16.99	16.76	16.31	15.46	62.91	31.34
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	23.33	19.33	16.87	15.89	47.13					
DENSIDAD SECA KG./M3	1116	1176	1187	1163	892					

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA:	
1196	KG/M3

HUMEDAD OPTIMA:	
17.5	%

JEFE DEL LABORATORIO
 ING. LUIS MARIO ALMACHE

LABORATORISTA
 ATANASIO JARA P.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

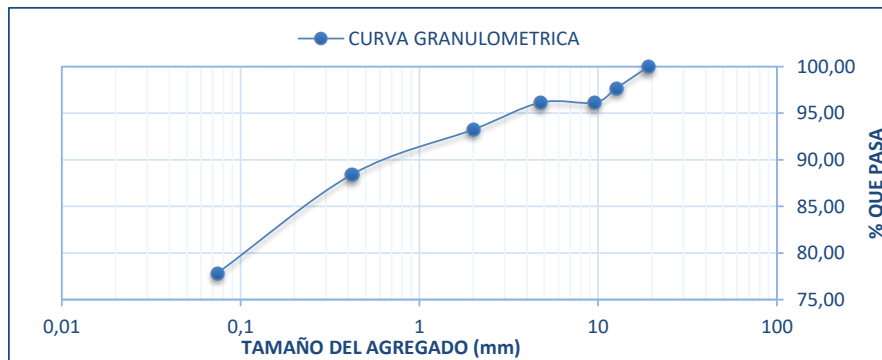
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 1
 SOLICITADO POR : TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 17/5/2018

	ABERTURA	PESO RET.	RET. ACUM.	%	%	%
TAMIZ Nº	MM.	GM.	GM.	RETENIDO	PASA	ESPECIF.
3/4"	19,1	0	0	0,00	100,00	
1/2"	12,7	9,5	9,5	2,29	97,71	
3/8"	9,52	6,5	16	3,86	96,14	
Nº4	4,76	0	16	3,86	96,14	
10	2	12	28	6,75	93,25	
40	0,42	20	48	11,57	88,43	
200	0,074	44	92	22,18	77,82	
FONDO		0,65	0,65			
TOTAL			92,65			

PESO ANTES DEL ENSAYO _____ PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO = _____ 500,00
 PESO DESPUES DEL ENSAYO _____ PESO SECO ANTES DEL LAVADO = _____ 414,87
 % DE HUMEDAD 20,52 PESO SECO DESPUES DEL LAVADO = _____ 91,00



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	3,86
FINO	77,82
ARENA	18,32

CLASIFICACIÓN	
SUCS	CL
AASHTO	A-7-6(15)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
REGULAR A POBRE
SUELO ARCILLOSO

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
 Laboratorista

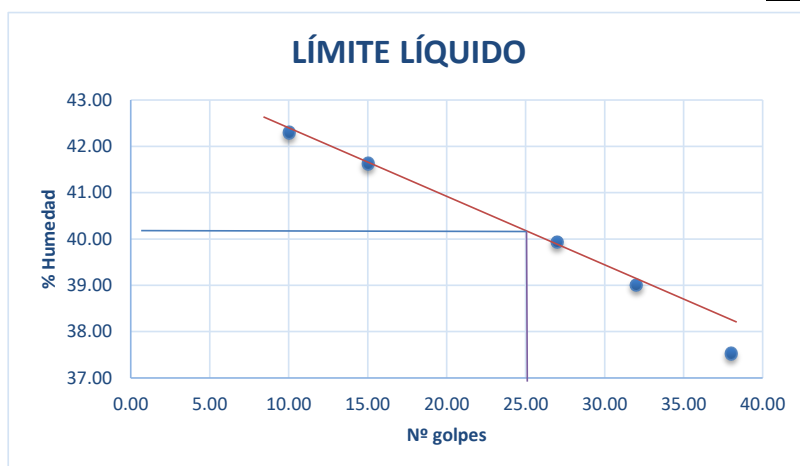
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 1
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 22-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	07	9	7	13	A1	2	02	11A	207	T4	8
N. DE GOLPES	38.00	32.00	15.00	27.00	10.00						
M. HUMEDA + TARRO	41.84	43.15	42.66	39.01	42.83	22.83	14.46	14.21	13.80	150.20	142.80
M. SECA + TARRO	33.74	37.17	37.44	34.07	36.57	22.58	14.12	13.89	13.39	135.90	127.00
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	12.16	22.10	24.90	21.70	21.70	12.32	12.40	12.33	11.48	63.70	52.60
PESO MUESTRA SECA	21.58	15.07	12.54	12.37	14.87	10.26	1.72	1.56	1.91	72.20	74.40
% DE HUMEDAD	37.53	39.00	41.63	39.94	42.30	2.44	19.77	20.51	21.47	19.81	21.24
	20.52%										



LIM.LIQUIDO	LL:	40.20
LIM.PLÁSTICO	LP:	20.58
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	19.62

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

SECTOR GUALACEO
 CALLE PARCULOMA-YABRUN
 MUESTRA Nº 1
 PROFUNDIDAD 2.10m
 YACIMIENTO _____
 MATERIAL _____
 FECHA _____

ALTURA DEL MOLDE 5 "
 AREA DEL PISTÓN 3.1 "2

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
		0	0					0	0							0	0			
		1						1							1					
		2						2						2						
		3						3						3						
		4						4						4						
04-06-18		5	330	5.330	0.33	6.6		5	503	5.503	0.503	10.06		5	485	5.485	0.485	9.70		

PENETRACIÓN

ANILLO Nº _____
 CONSTANTE DEL ANILLO _____

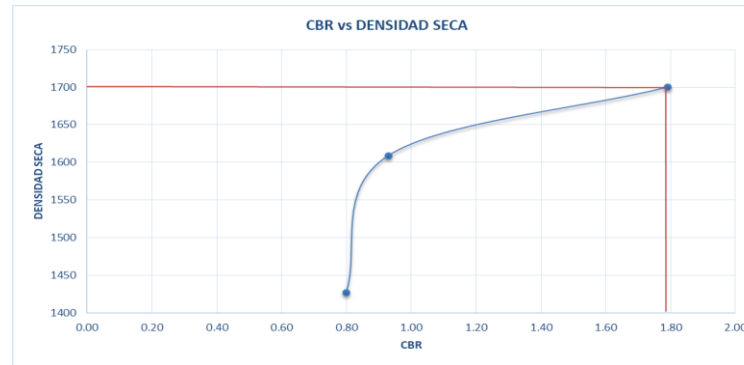
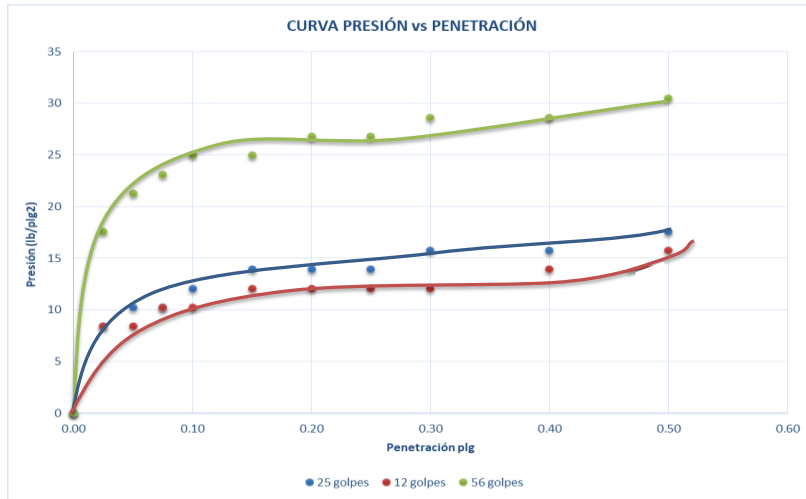
TIEMPO SEG. MIN.	PENETRACIÓN PULG.	MOLDE Nº 56						MOLDE Nº 25					MOLDE Nº 12						
		LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES		VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES		VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES		VALORES CBR			
				CORREGIDAS	ESTÁNDAR				CORREGIDAS	ESTÁNDAR				CORREGIDAS	ESTÁNDAR				
	0	0	20.3	0.00			0	20.3	0			0	20.3	0					
	25	6	54.5	17.59			1	26.0	8.39			1	26.0	8.39					
	50	8	65.9	21.27			2	31.7	10.23			1	26.0	8.39					
	75	9	71.7	23.11			2	31.7	10.23			2	31.7	10.23					
	100	10	77.4	24.95	24.95	1000	2.50	3	37.4	12.07	12.07	1000	1.21	2	31.7	10.23	10.23	1000	1.02
	150	10	77.4	24.95				4	43.1	13.91			3	37.4	12.07				
	200	11	83.1	26.80	26.80	1500	1.79	4	43.1	13.91	13.91	1500	0.93	3	37.4	12.07	12.07	1500	0.80
	250	11	83.1	26.80				4	43.1	13.91			3	37.4	12.07				
	300	12	88.8	28.64				5	48.8	15.75			3	37.4	12.07				
	400	12	88.8	28.64				5	48.8	15.75			4	43.1	13.91				
	500	13	94.5	30.48				6	54.5	17.59			5	48.8	15.75				

Ecuacion del Ring

Carga ← $Y = 5.7069X + 20.29$
 ↓
 Lectura dial

DENSIDAD SECA	CBR
1700	1.79
1609	0.93
1427	0.80

DENSIDAD SECA 56 GOLPES
1700



CBR DE DISEÑO
1.79

MUESTRA DE SUELO 2

UNIVERSIDAD CATOLICA DDE CUENCAFACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

SECTOR	<u>GUALACEO</u>	MATERIAL	
CALLE	<u>PARCULOMA</u>	FECHA	<u>16-may-18</u>
MUESTRA Nº	<u>2</u>	TIPO DE MUESTRA	
PROFUNDIDAD	<u>2.86m</u>	CLASIFICACIÓN	
YACIMIENTO		SOBRECARGA	

ENSAYO DE C.B.R.

MOLDE Nº	C1		C2		C3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	10093	10480	9784	10539	9872	10614
PESO DEL MOLDE	5756	5756	5719	5719	6388	6388
PESO MUESTRA HUMEDA	4337	4724	4065	4820	3484	4226
VOLUMEN DEL MOLDE	2323	2577	2323	2648	2323	2510
DENSIDAD HUMEDA	1867	1833	1750	1820	1500	1684
DENSIDAD SECA	1608	1574	1481	1556	1278	1442

CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO Nº	8	29	Uo	4	A10	G12
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	38.07	39.54	54.38	49.59	111.28	115.85
PESO MUESTRA SECA + TARRO	35.7	36.9	49.4	45.4	104.7	108.5
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	21	20.88	21.94	20.72	66.77	64.67
PESO MUESTRA SECA	14.7	16.02	27.46	24.68	37.93	43.83
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.12	16.48	18.14	16.98	17.35	16.77
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.30		17.56		17.06	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO Nº	1V	13	17	26	2V	11
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	56	51.28	51.33	51.11	80.61	81.8
PESO MUESTRA SECA + TARRO	50.88	47.65	45.18	44.92	65.97	66.93
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.89	28.64	29.04	28.87	29.06	28.97
PESO MUESTRA SECA	21.99	19.01	16.14	16.05	36.91	37.96
CONTENIDO DE HUMEDAD %	23.28	19.10	38.10	38.57	39.66	39.17
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	21.19		38.34		39.42	

 ING. LUIS MARIO ALMACHE
 JEFE DEL LABORATORIO

 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ENSAYO	<u>2</u>	PESO DEL MARTILLO	_____
MOLDE Nº	<u>67</u>	ALTURA DE CAÍDA	_____
VOLUMEN DEL MOLDE	<u>3115.57</u> cm ³	NÚMERO DE CAPAS	<u>5</u>
PESO DEL MOLDE	<u>5777.5</u> gr	GOLPES POR CAPA	<u>56</u>

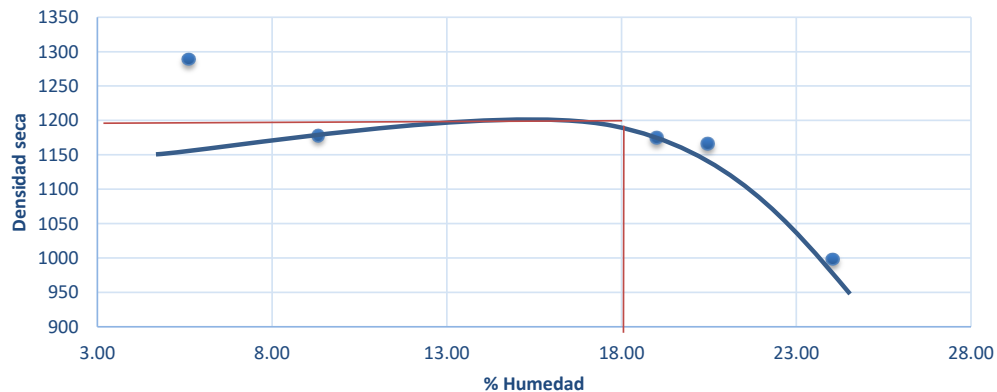
DATOS DE LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO	-	-	-	-	-
HUMEDAD TOTAL EN %	24	21	18	15	0
AGUA AUMENTADA EN C.C.	435	290	145	0	0
NÚMERO DEL MOLDE	67	67	67	67	67
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO P1	10020	10135	10156	9791	9636
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN P2	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2 = P3	4242.5	4357.5	4378.5	4013.5	3858.5
VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARÍN	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57
DENSIDAD HÚMEDA D1= P3/V. KG./M3	1361.71	1398.62	1405.36	1288.21	1238.46

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	20	25	22	13	19	33V	18	26	8	14
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	68.90	72.60	72.30	71.90	87.40	90.30	114.60	121.30	94.30	98.60
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	58.2	87.20	66.15	64.25	78.68	78.56	107.25	113.47	77.24	90.74
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.7	28.9	29	28.6	28.8	28.5	29	28.8	29	28.9
PESO DEL SUELO SECO	29.5	58.3	37.15	35.65	49.88	50.06	78.25	84.67	48.24	61.84
CONTENIDO DE AGUA EN %	36.27	-25.04	16.55	21.46	17.48	23.45	9.39	9.25	35.36	12.71
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	5.61		19.01		20.47		9.32		24.04	
DENSIDAD SECA KG./M3	1289		1175		1167		1178		998	

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA:

1190 KG/M3

HUMEDAD OPTIMA:

19 %

JEFE DEL LABORATORIO
 ING. LUIS MARIO ALMACHE

LABORATORISTA
 ATANASIO JARA P.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

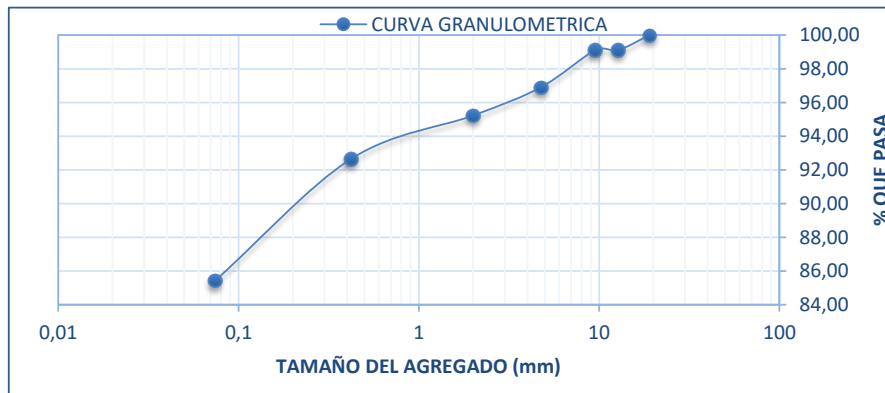
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO	VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
MUESTRA	2
OLICITADO POR :	TESIS URGILES, IDROVO
FECHA	17/5/2018

TAMIZ Nº	ABERTURA MM.	PESO RET. GM.	RET. ACUM. GM.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3/4"	19,1	0	0	0,00	100,00	
1/2"	12,7	3,5	3,5	0,90	99,10	
3/8"	9,52	0	3,5	0,90	99,10	
Nº4	4,76	8,5	12	3,10	96,90	
10	2	6,5	18,5	4,78	95,22	
40	0,42	10	28,5	7,36	92,64	
200	0,074	28	56,5	14,59	85,41	
FONDO		0,65	0,65			
TOTAL			57,15			

PESO ANTES DEL ENSAYO	_____	PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO	=	_____	500,00
PESO DESPUES DEL ENSAYO	_____	PESO SECO ANTES DEL LAVADO	=	_____	387,36
% DE HUMEDAD	_____	29,08	PESO SECO DESPUES DEL LAVADO	=	56,50



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	3,10
FINO	85,41
ARENA	11,49

CLASIFICACIÓN	
SUCS	CH
AASHTO	A-7-6(20)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
REGULAR A POBRE
SUELO ARCILLOSO

Ing. Luis Mario Almache
Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
Laboratorista

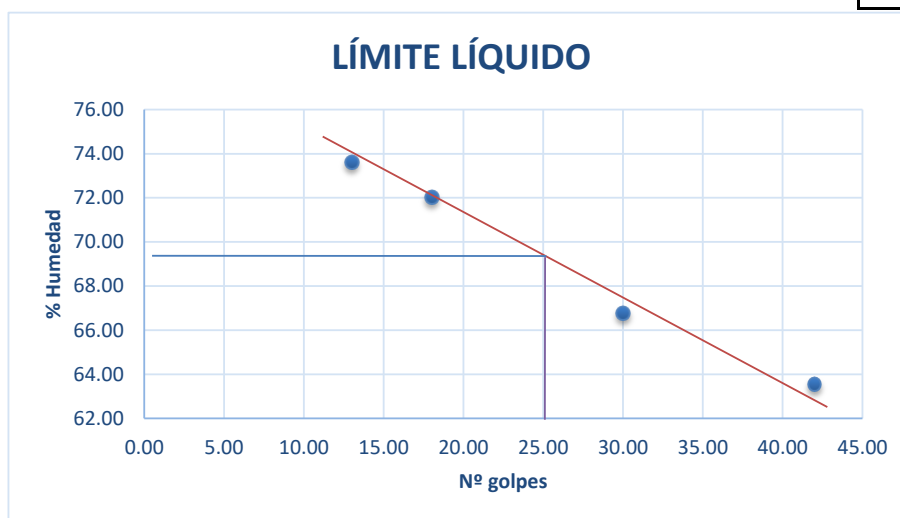
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 2
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 22-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	1	8	24	52	11	20	23	29	17	T7	F3
N. DE GOLPES	42.00	30.00	18.00	13.00	10.00						
M. HUMEDA + TARRO	42.67	47.65	42.26	47.42	43.67	24.85	24.10	22.45	24.68	141.40	116.30
M. SECA + TARRO	34.25	36.98	33.40	36.47	34.22	24.23	23.58	22.11	23.88	121.40	99.90
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	21.00	21.00	21.10	21.60	20.68	22.00	21.80	20.90	21.20	53.00	43.20
PESO MUESTRA SECA	13.25	15.98	12.30	14.87	13.54	2.23	1.78	1.21	2.68	68.40	56.70
% DE HUMEDAD	63.55	66.77	72.03	73.64	69.79	27.80	29.21	28.10	29.85	29.24	28.92
										29.08%	



LIM.LIQUIDO	LL:	69.00
LIM.PLÁSTICO	LP:	28.74
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	40.26

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ALTURA DEL MOLDE 5 "
 AREA DEL PISTÓN 3.1 "²

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO

SECTOR GUALACEO
 CALLE PARCULOMA-YABRUN
 MUESTRA Nº 2
 PROFUNDIDAD 2.86m
 YACIMIENTO _____
 MATERIAL _____
 FECHA _____

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
		0	0					0	0					0	0					
		1						1						1						
		2						2						2						
		3						3						3						
		4						4						4						
04-06-18		5	547	5.547	0.547	10.94		5	700	5.700	0.7	14.00		5	403	5.403	0.403	8.06		

PENETRACIÓN

ANILLO Nº _____
 CONSTANTE DEL ANILLO _____

TIEMPO		PENETRACIÓN PULG.	MOLDE Nº 56						MOLDE Nº 25					MOLDE Nº 12						
SEG.	MIN.		LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR			
					CORREGIDAS	ESTÁNDAR				CORREGIDAS	ESTÁNDAR				CORREGIDAS	ESTÁNDAR		CORREGIDAS	ESTÁNDAR	
		0	0	20.29	0.00			0	20.29	0			0	20.29	0					
		25	1	25.9969	8.39			1	25.9969	8.39			1	25.997	8.39					
		50	1	25.9969	8.39			1	25.9969	8.39			1	25.997	8.39					
		75	2	31.7038	10.23			1	25.9969	8.39			1	25.997	8.39					
		100	2	31.7038	10.23	10.23	1000	1.02	1	25.9969	8.39	8.39	1000	0.84	1	25.997	8.39	8.39	1000	0.84
		150	2	31.7038	10.23				2	31.7038	10.23				2	31.704	10.23			
		200	3	37.4107	12.07	12.07	1500	0.80	2	31.7038	10.23	10.23	1500	0.68	2	31.704	10.23	10.23	1500	0.68
		250	3	37.4107	12.07				2	31.7038	10.23				2	31.704	10.23			
		300	3	37.4107	12.07				2	31.7038	10.23				2	31.704	10.23			
		400	4	43.1176	13.91				3	37.4107	12.07				3	37.411	12.07			
		500	4	43.1176	13.91				3	37.4107	12.07				3	37.411	12.07			

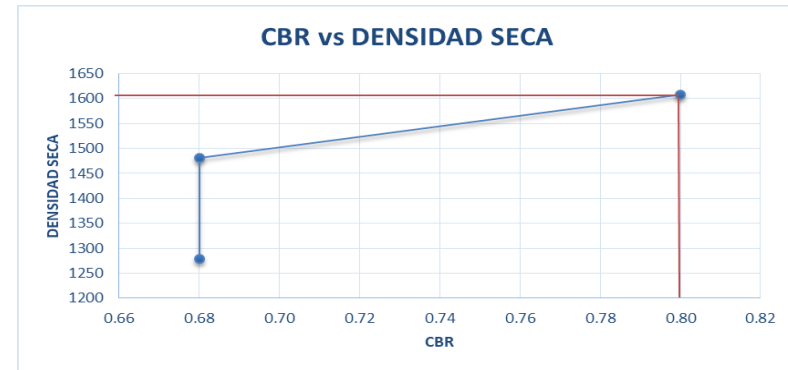
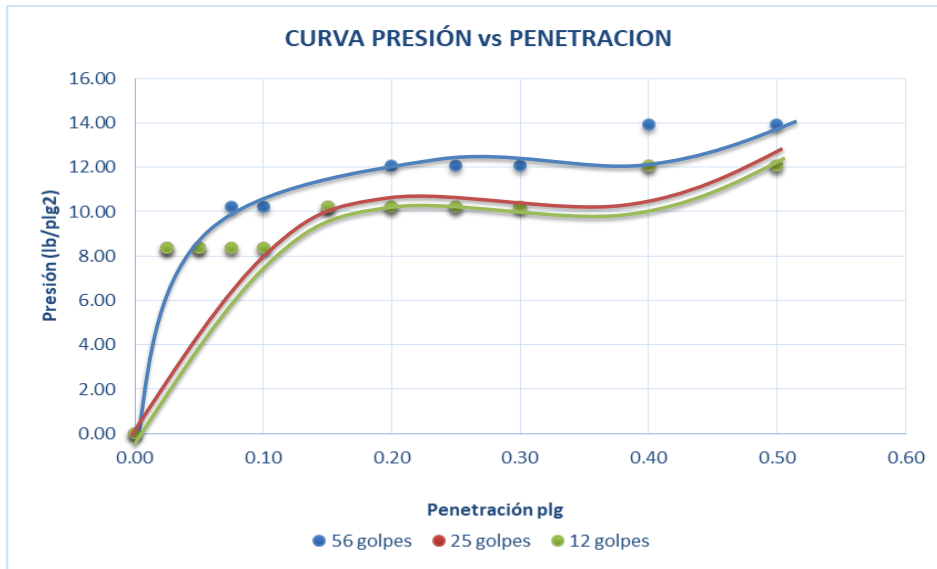
Ecuacion del Ring

$Y = 5.7069X + 20.29$

Carga ← ↓
 Lectura dial

DENSIDAD SECA	CBR
1608	0.80
1481	0.68
1278	0.68

DENSIDAD SECA 56 GOLPES
1608



CBR DE DISEÑO
0.80

Ing. Luis Mario Almache
Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
Laboratorista

MUESTRA DE SUELO 3

UNIVERSIDAD CATOLICA DDE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES



SECTOR	GUALACEO	MATERIAL	
CALLE	PARCULOMA	FECHA	16-may-18
MUESTRA Nº	3	TIPO DE MUESTRA	
PROFUNDIDAD	3.00m	CLASIFICACIÓN	
YACIMIENTO		SOBRECARGA	

ENSAYO DE C.B.R.

MOLDE Nº	C1		C2		C3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	10930	11052	10987	11008	10702	10849
PESO DEL MOLDE	5999	5999	6253	6253	6023	6023
PESO MUESTRA HUMEDA	4931	5053	4734	4755	4679	4826
VOLUMEN DEL MOLDE	2367	2404	2367	2400	2367	2406
DENSIDAD HUMEDA	2083	2102	2000	1982	1977	2006
DENSIDAD SECA	1759	1769	1684	1754	1648	1684

CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO Nº	3	10	G12	35	A10	T7
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	176.86	207.46	131.14	92.34	142.02	131.19
PESO MUESTRA SECA + TARRO	157.68	185.45	120.63	87.74	129.51	118.66
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	53.68	68.23	64.65	52.32	66.78	53.03
PESO MUESTRA SECA	104	117.22	55.98	35.42	62.73	65.63
CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.44	18.78	18.77	12.99	19.94	19.09
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	18.61		15.88		19.52	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO Nº	7	2V	14	8	16	24
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	75.32	70.4	50.32	46.25	59.4	59.6
PESO MUESTRA SECA + TARRO	66.7	62.7	46.5	43.2	54.1	54.4
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	29.06	29.01	28.91	28.9	29.18	29
PESO MUESTRA SECA	37.64	33.69	17.59	14.3	24.92	25.4
CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.90	22.86	21.72	21.33	21.27	20.47
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	22.88		21.52		20.87	

ING. LUIS MARIO ALMACHE
JEFE DEL LABORATORIO

SR. ATANASIO JARA
LABORATORISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ENSAYO	<u>3</u>	PESO DEL MARTILLO	_____
MOLDE Nº	<u>67</u>	ALTURA DE CAÍDA	_____
VOLUMEN DEL MOLDE	<u>3115.57</u> cm ³	NÚMERO DE CAPAS	<u>5</u>
PESO DEL MOLDE	<u>5777.5</u> gr	GOLPES POR CAPA	<u>56</u>

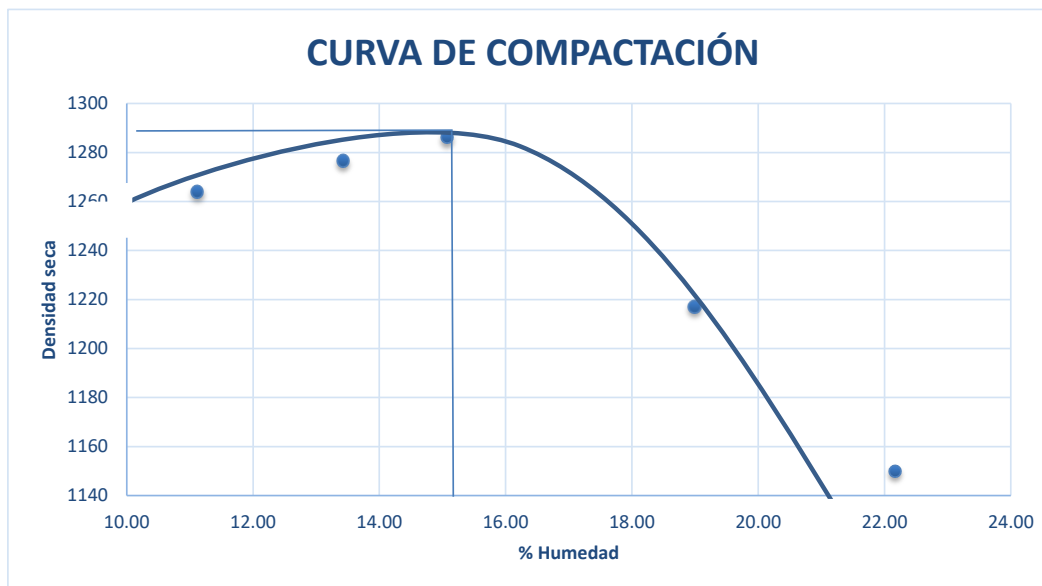
DATOS DE LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO	-	-	-	-	-
HUMEDAD TOTAL EN %	23.98	20.98	17.98	14.98	0
AGUA AUMENTADA EN C.C.	435	290	145	0	0
NÚMERO DEL MOLDE	67	67	67	67	67
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO P1	10155	10290	10389	10289	10154
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN P2	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2 = P3	4377.5	4512.5	4611.5	4511.5	4376.5
VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARÍN	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57
DENSIDAD HÚMEDA D1= P3/V. KG./M3	1405.04	1448.37	1480.15	1448.05	1404.72

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	8	06	07	41	5A	K7	K20	5	88	02
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	98.80	78.80	152.70	139.40	121.67	123.00	114.80	114.57	132.20	117.50
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	89.9	72.90	136.8	124.1	112.6	113.8	106.2	107.3	123.4	111
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	52.6	44.1	52.8	43.8	52.2	53	43	52.4	44	52.7
PESO DEL SUELO SECO	37.3	28.8	84	80.3	60.4	60.8	63.2	54.9	79.4	58.3
CONTENIDO DE AGUA EN %	23.86	20.49	18.93	19.05	15.02	15.13	13.61	13.24	11.08	11.15
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	22.17		18.99		15.07		13.42		11.12	
DENSIDAD SECA KG./M3	1150		1217		1286		1277		1264	

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA:

1283 KG/M3

HUMEDAD OPTIMA:

15.8 %

JEFE DEL LABORATORIO
 ING. LUIS MARIO ALMACHE

LABORATORISTA
 ATANASIO JARA P.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

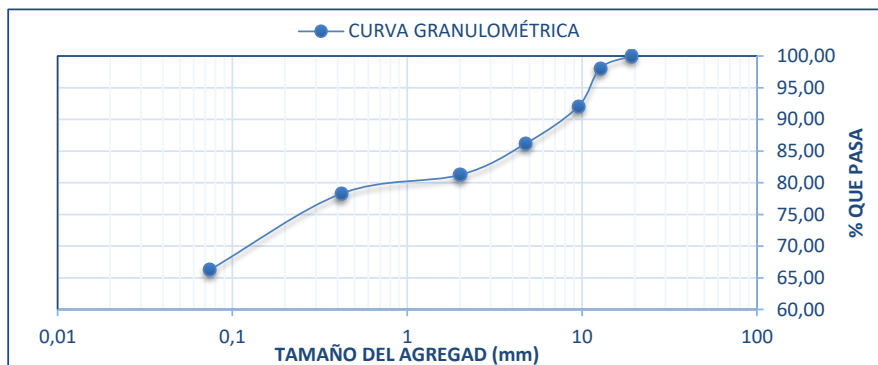
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 3
 SOLICITADO POR : TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 17/5/2018

	ABERTURA	PESO RET.	RET. ACUM.	%	%	%
TAMIZ Nº	MM.	GM.	GM.	RETENIDO	PASA	ESPECIF.
3/4"	19,1	0	0	0,00	100,00	
1/2"	12,7	8,3	8,3	1,93	98,07	
3/8"	9,52	25,9	34,2	7,94	92,06	
Nº4	4,76	25,3	59,5	13,82	86,18	
10	2	21,3	80,8	18,76	81,24	
40	0,42	12,7	93,5	21,71	78,29	
200	0,074	51,9	145,4	33,77	66,23	
FONDO		0,8	0,80			
TOTAL			146,2			

PESO ANTES DEL ENSAYO _____ PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO = _____ 500,00
 PESO DESPUES DEL ENSAYO _____ PESO SECO ANTES DEL LAVADO = _____ 430,59
 % DE HUMEDAD _____ **16,12** PESO SECO DESPUES DEL LAVADO = _____ **148,50**



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	13,82
FINO	66,23
ARENA	19,95

CLASIFICACIÓN	
SUCS	CH
AASHTO	A-7-6(19)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
REGULAR A POBRE
SUELO ARCILLOSO

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
 Laboratorista

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

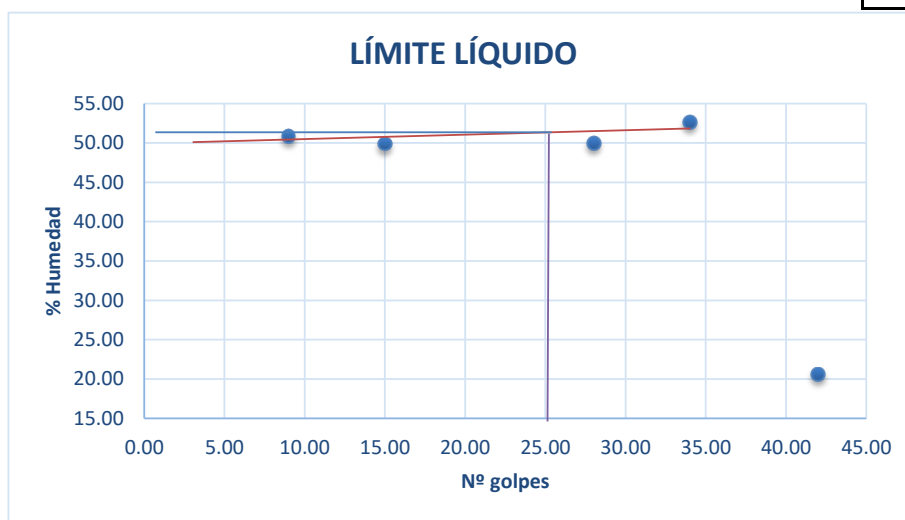
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 3
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 21-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	25	2	A1	13	20	52	9	7	11	A5	T5
N. DE GOLPES	42.00	34.00	28.00	15.00	9.00						
M. HUMEDA + TARRO	57.20	41.00	40.80	48.85	53.20	24.35	25.69	27.49	24.85	159.00	180.70
M. SECA + TARRO	50.96	34.34	34.40	39.91	39.41	23.90	24.89	27.09	24.42	146.40	165.10
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	20.68	21.70	21.60	22.00	12.32	21.58	22.04	24.87	22.06	66.80	70.00
PESO MUESTRA SECA	30.28	12.64	12.80	17.91	27.09	2.32	2.85	2.22	2.36	79.60	95.10
% DE HUMEDAD	20.61	52.69	50.00	49.92	50.90	19.40	28.07	18.02	18.22	15.83	16.40
										16.12%	



LIM.LIQUIDO	LL:	51.00
LIM.PLÁSTICO	LP:	18.54
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	32.46

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ALTURA DEL MOLDE 5 "
 AREA DEL PISTÓN 3.1 "²

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

SECTOR GUALACEO
 CALLE PARCULOMA-YABRUN
 MUESTRA Nº 3
 PROFUNDIDAD 3.00m
 YACIMIENTO _____
 MATERIAL _____
 FECHA _____

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
		0	0					0	0					0	0					
		1						1						1						
		2						2						2						
		3						3						3						
		4						4						4						
07-06-18		5	79	5.079	0.079	1.58		5	69	5.069	0.069	1.38		5	82	5.082	0.082	1.64		

PENETRACIÓN

ANILLO Nº _____
 CONSTANTE DEL ANILLO _____

TIEMPO		PENETRACIÓN PULG.	MOLDE Nº 56					MOLDE Nº 25					MOLDE Nº 12							
SEG.	MIN.		LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR		
					lbs/pulg2	CORREGIDAS	ESTÁNDAR			VALORES CBR	lbs/pulg2	CORREGIDAS			ESTÁNDAR	VALORES CBR	lbs/pulg2		CORREGIDA	ESTÁNDAR
		0	0	20.29	0.00			0	20.29	0.00			0	20.29	0.00					
		25	8	65.95	21.27			8	65.95	21.27			8	65.95	21.27					
		50	15	105.89	34.16			13	94.48	30.48			13	94.48	30.48					
		75	20	134.43	43.36			17	117.31	37.84			16	111.60	36.00					
		100	24	157.26	50.73	50.73	1000	5.07	19	128.72	41.52	41.52	1000	4.15	17	117.31	37.84	37.84	1000	3.78
		150	31	197.20	63.61			24	157.26	50.73			21	140.13	45.20					
		200	37	231.45	74.66	74.66	1500	4.98	27	174.38	56.25	56.25	1500	3.75	23	151.55	48.89	48.89	1500	3.26
		250	41	254.27	82.02			29	185.79	59.93			26	168.67	54.41					
		300	45	277.10	89.39			31	197.20	63.61			27	174.38	56.25					
		400	51	311.34	100.43			35	220.03	70.98			31	197.20	63.61					
		500	57	345.58	111.48			38	237.15	76.50			35	220.03	70.98					

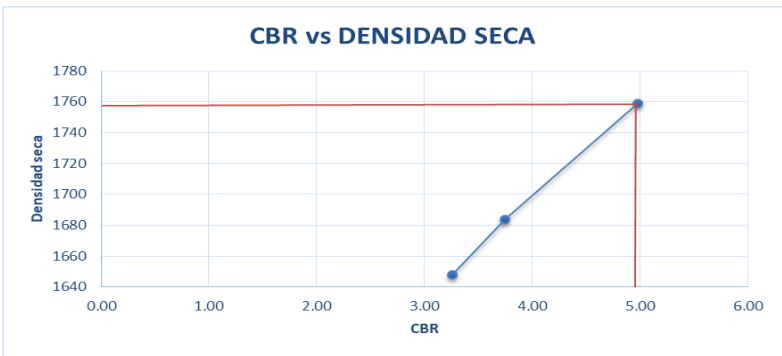
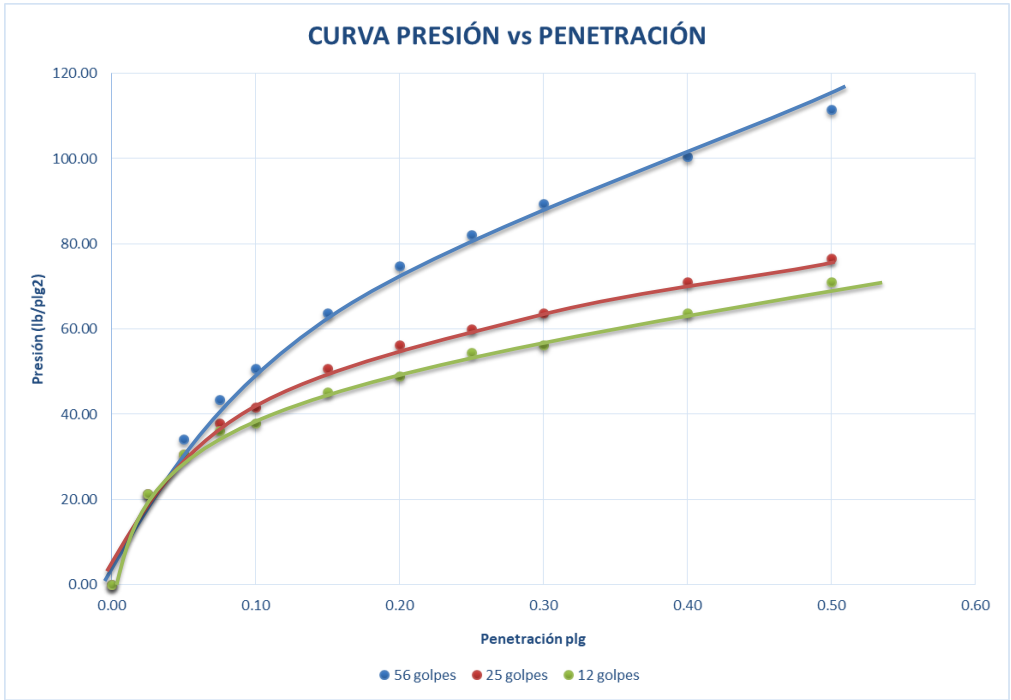
Ecuacion del Ring

$Y = 5.7069X + 20.29$

Carga ← ↓
 Lectura dial

DENSIDAD SECA	CBR
1759	4.98
1684	3.75
1648	3.26

DENSIDAD SECA 56 GOLPES
1759



CBR DE DISEÑO

4.98

MUESTRA DE SUELO 4

UNIVERSIDAD CATOLICA DDE CUENCAFACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

SECTOR	GUALACEO	MATERIAL	
CALLE	PARCULOMA	FECHA	16-may-18
MUESTRA Nº	4	TIPO DE MUESTRA	
PROFUNDIDAD	1.60m	CLASIFICACIÓN	
YACIMIENTO		SOBRECARGA	

ENSAYO DE C.B.R.

MOLDE Nº	C1		C2		C3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	10816	11085	10734	11070	10195	10624
PESO DEL MOLDE	5999	5999	6258	6258	6024	6024
PESO MUESTRA HUMEDA	4817	5086	4476	4812	4171	4600
VOLUMEN DEL MOLDE	2367	2418	2367	2422	2367	2409
DENSIDAD HUMEDA	2035	2104	1891	1987	1762	1910
DENSIDAD SECA	1823	1887	1686	1778	1576	1710

CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO Nº	22	17	10	26	25	1V
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	68.96	74.47	87.42	83.67	61.55	57.6
PESO MUESTRA SECA + TARRO	64.8	69.8	81.1	77.9	58.1	54.6
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.97	29.06	29.19	28.88	28.95	28.9
PESO MUESTRA SECA	35.83	40.74	51.91	49.02	29.15	25.7
CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.61	11.46	12.17	11.77	11.84	11.67
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	11.54		11.97		11.75	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO Nº	12	24	16	9	14	8
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	57.58	52.13	62.06	82.62	59.04	56.57
PESO MUESTRA SECA + TARRO	53.52	48.87	57.1	74.02	54.01	51.91
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	29.2	29	29.18	29.08	28.91	28.91
PESO MUESTRA SECA	24.32	19.87	27.92	44.94	25.1	23
CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.69	16.41	17.77	19.14	20.04	20.26
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	16.55		18.45		20.15	

 ING. LUIS MARIO ALMACHE
 JEFE DEL LABORATORIO

 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ENSAYO	<u>4</u>	PESO DEL MARTILLO	_____
MOLDE Nº	<u>67</u>	ALTURA DE CAÍDA	_____
VOLUMEN DEL MOLDE	<u>3115.57</u> cm ³	NÚMERO DE CAPAS	<u>5</u>
PESO DEL MOLDE	<u>5777.5</u> gr	GOLPES POR CAPA	<u>56</u>

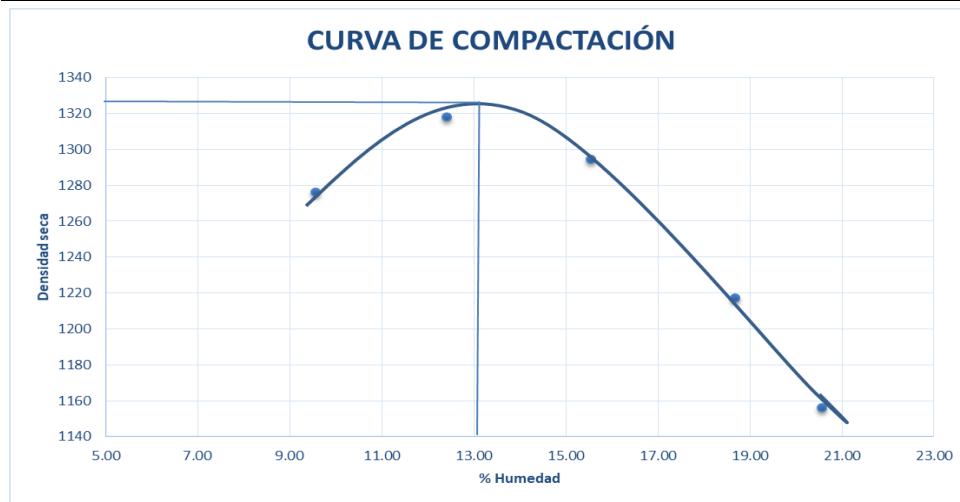
DATOS DE LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO	-	-	-	-	-
HUMEDAD AÑADIDA EN %	19.92	16.92	13.92	10.92	7.92
AGUA AUMENTADA EN C.C.	600	450	300	150	0
NÚMERO DEL MOLDE	67	67	67	67	67
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO P1	10120	10279	10438	10394	10133
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN P2	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2 = P3	4342.5	4501.5	4660.5	4616.5	4355.5
VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARÍN	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57
DENSIDAD HÚMEDA D1= P3/V. KG./M3	1393.81	1444.84	1495.87	1481.75	1397.98

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	T4	T10	5	A5	K3	04	A8	9	T5	A16
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	112.45	135.42	154.25	122.36	100.06	136.90	111.79	158.80	165.27	156.44
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	104.2	123.5	140.2	113.6	93.7	127.3	105.2	148.7	157	148.4
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	63.76	66.01	64.79	66.84	52.94	65.33	52.91	66.01	70.05	64.75
PESO DEL SUELO SECO	40.44	57.49	75.41	46.76	40.76	61.97	52.29	82.69	86.95	83.65
CONTENIDO DE AGUA EN %	20.40	20.73	18.63	18.73	15.60	15.49	12.60	12.21	9.51	9.61
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	20.57		18.68		15.55		12.41		9.56	
DENSIDAD SECA KG./M3	1156		1217		1295		1318		1276	

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA:	
1325	KG/M3

HUMEDAD OPTIMA:	
13.3	%

JEFE DEL LABORATORIO
 ING. LUIS MARIO ALMACHE

LABORATORISTA
 ATANASIO JARA P.



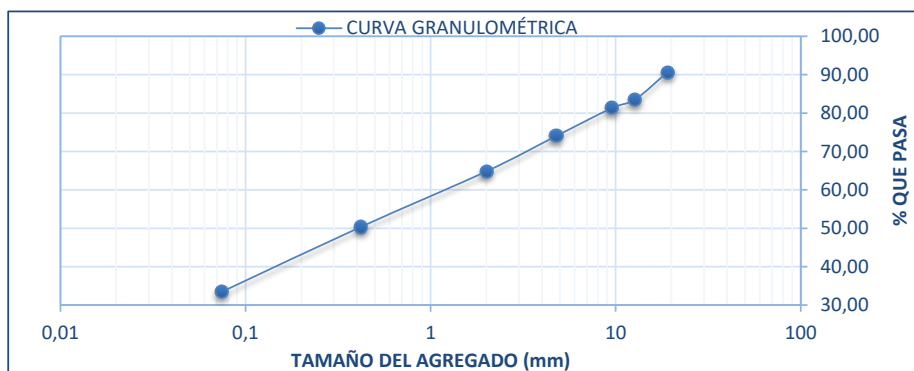
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 4
 SOLICITADO POR : TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 17/5/2018

	ABERTURA	PESO RET.	RET. ACUM.	%	%	%
TAMIZ Nº	MM.	GM.	GM.	RETENIDO	PASA	ESPECIF.
3/4"	19,1	41,9	41,9	9,29	90,71	
1/2"	12,7	32,6	74,5	16,51	83,49	
3/8"	9,52	9,9	84,4	18,70	81,30	
Nº4	4,76	32,9	117,3	25,99	74,01	
10	2	41,5	158,8	35,19	64,81	
40	0,42	65,2	224	49,64	50,36	
200	0,074	76,6	300,6	66,61	33,39	
FONDO		10,8	10,80			
TOTAL			311,4			

PESO ANTES DEL ENSAYO _____ PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO = _____ 500,00
 PESO DESPUES DEL ENSAYO _____ PESO SECO ANTES DEL LAVADO = _____ 451,26
 % DE HUMEDAD 10,8 PESO SECO DESPUES DEL LAVADO = _____ 312,50



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	25,99
FINO	33,39
ARENA	40,62

CLASIFICACIÓN	
SUCS	SC
AASHTO	A-2-4(0)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
EXCELENTE-BUENO
ARENA ARCILLOSA

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
 Laboratorista

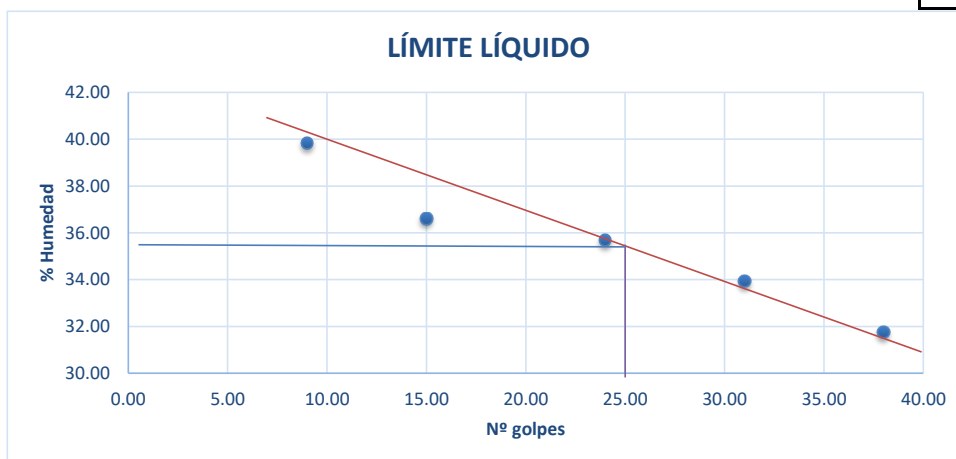
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 4
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 23-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	UO	4	23	17	29	20V	2	11A	05	5A	15
N. DE GOLPES	38.00	31.00	24.00	15.00	9.00						
M. HUMEDA + TARRO	46.17	45.77	48.45	49.41	47.26	18.92	17.46	15.96	18.29	132.40	165.40
M. SECA + TARRO	40.32	39.42	41.70	41.85	39.75	17.50	16.30	15.20	17.00	124.40	154.70
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	21.90	20.70	21.80	21.20	20.90	12.14	12.32	12.33	12.20	52.20	53.00
PESO MUESTRA SECA	18.42	18.72	19.90	20.65	18.85	5.36	3.98	2.87	4.80	72.20	101.70
% DE HUMEDAD	31.76	33.92	35.70	36.61	39.84	26.49	29.15	26.48	26.88	11.08	10.52
											10.80%



LIM.LIQUIDO	LL:	35.80
LIM.PLÁSTICO	LP:	27.25
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	8.55

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ALTURA DEL MOLDE 5 "
 AREA DEL PISTÓN 3.1 "

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO

SECTOR GUALACEO
 CALLE PARCULOMA-YABRUN
 MUESTRA Nº 4
 PROFUNDIDAD 3.00m
 YACIMIENTO _____
 MATERIAL _____
 FECHA _____

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE Nº 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE Nº 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DÍAS	MOLDE Nº 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
		0	0					0	0					0	0					
		1						1						1						
		2						2						2						
		3						3						3						
		4						4						4						
07-06-18		5	107	5.107	0.107	2.14		5	116	5.116	0.116	2.32		5	88	5.088	0.088	1.76		

PENETRACIÓN

ANILLO Nº _____
 CONSTANTE DEL ANILLO _____

TIEMPO		PENETRACIÓN PULG.	MOLDE Nº 56						MOLDE Nº 25						MOLDE Nº 12					
SEG.	MIN.		LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	LECTUR A DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR
					lbs/pulg2	CORREGIDAS	ESTÁNDAR				lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs/pulg2				lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs/pulg2	
		0	0	20.29	0.00				0	20.29	0				0	20.29	0			
		25	14	100.187	32.32				8	65.9452	21.27				5	48.8245	15.75			
		50	28	180.083	58.09				15	105.894	34.16				7	60.2383	19.43			
		75	42	259.98	83.86				25	162.963	52.57				10	77.359	24.95			
		100	55	334.17	107.80	107.80	1000	10.78	30	191.497	61.77	61.77	1000	6.18	13	94.4797	30.48	30.48	1000	3.05
		150	75	448.308	144.62				42	259.98	83.86				18	123.014	39.68			
		200	89	528.204	170.39	170.39	1500	11.36	52	317.049	102.27	102.27	1500	6.82	22	145.842	47.05	47.05	1500	3.14
		250	104	613.808	198.00				59	356.997	115.16				25	162.963	52.57			
		300	114	670.877	216.41				65	391.239	126.21				29	185.79	59.93			
		400	135	790.722	255.07				75	448.308	144.62				35	220.032	70.98			
		500	155	904.86	291.89				85	505.377	163.02				41	254.273	82.02			

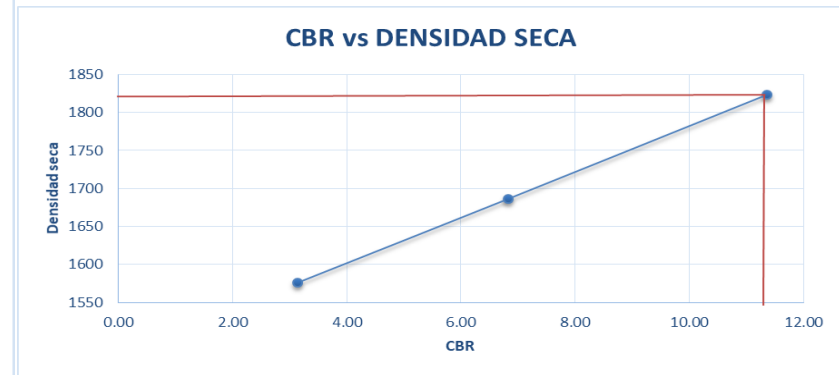
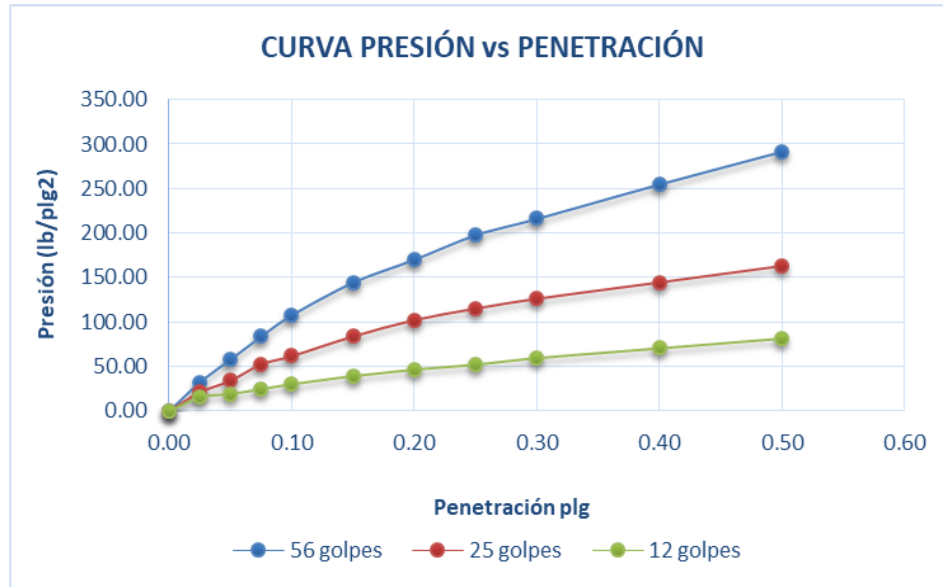
Ecuacion del Ring

$$Y = 5.7069X + 20.29$$

Carga ← ↓
 Lectura dial

DENSIDAD SECA	CBR
1823	10.78
1686	6.18
1576	3.05

DENSIDAD SECA 56 GOLPES
1823



CBR DE DISEÑO

11.36

MUESTRA DE SUELO 5

UNIVERSIDAD CATOLICA DDE CUENCAFACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

SECTOR	GUALACEO	MATERIAL	
CALLE	PARCULOMA	FECHA	16-may-18
MUESTRA Nº	5	TIPO DE MUESTRA	
PROFUNDIDAD	1.50m	CLASIFICACIÓN	
YACIMIENTO		SOBRECARGA	

ENSAYO DE C.B.R.

MOLDE Nº	C1		C2		C3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	10718	10794	11854	11925	10735	10897
PESO DEL MOLDE	5649	5649	6921	6921	6024	6024
PESO MUESTRA HUMEDA	5069	5145	4933	5004	4711	4873
VOLUMEN DEL MOLDE	2334	2354	2334	2361	2334	2348
DENSIDAD HUMEDA	2172	2186	2114	2119	2018	2075
DENSIDAD SECA	1931	1931	1872	1883	1758	1803

CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO Nº	10	16	7	12	9	24
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	97.29	79.15	80.99	77.73	94.53	104.6
PESO MUESTRA SECA + TARRO	89.75	73.33	75.06	72.3	86.08	94.7
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	29.23	29.21	29.11	29.11	29.06	29.05
PESO MUESTRA SECA	60.52	44.12	45.95	43.19	57.02	65.65
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.46	13.19	12.91	12.57	14.82	15.08
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.82		12.74		14.95	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO Nº	21	20	19	18	3V	33V
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	57.18	61.51	58.18	61.41	55.55	70.59
PESO MUESTRA SECA + TARRO	53.7	57.5	54.4	57.2	51.7	64.2
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.29	28.67	28.83	29	29.09	28.45
PESO MUESTRA SECA	25.41	28.83	25.57	28.2	22.61	35.75
CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.70	13.91	14.78	14.93	17.03	17.87
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	13.80		14.86		17.45	

 ING. LUIS MARIO ALMACHE
 JEFE DEL LABORATORIO

 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

ENSAYO	<u>5</u>	PESO DEL MARTILLO	_____
MOLDE Nº	<u>77</u>	ALTURA DE CAÍDA	_____
VOLUMEN DEL MOLDE	<u>3150.81</u> cm ³	NÚMERO DE CAPAS	<u>5</u>
PESO DEL MOLDE	<u>5940.5</u> gr	GOLPES POR CAPA	<u>56</u>

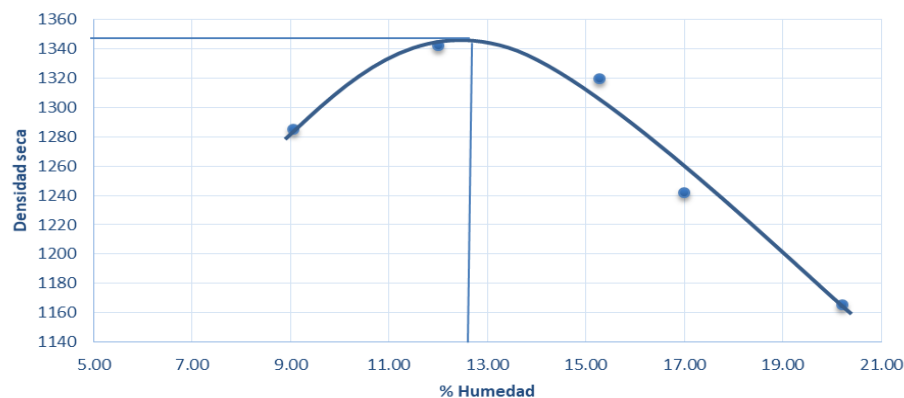
DATOS DE LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO	-	-	-	-	-
HUMEDAD AÑADIDA EN %	17.77	14.49	11.49	8.49	20.49
AGUA AUMENTADA EN C.C.	640	480	320	160	800
NÚMERO DEL MOLDE	77	77	77	77	77
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO P1	10519	10734	10678	10357	10354
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN P2	5940.5	5940.5	5940.5	5940.5	5940.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2 = P3	4578.5	4793.5	4737.5	4416.5	4413.5
VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARÍN	3150.81	3150.81	3150.81	3150.81	3150.81
DENSIDAD HÚMEDA D1= P3/V. KG./M3	1453.12	1521.36	1503.58	1401.7	1400.75

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	F3	09	102	T7	5	019	A11	1	3	02
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	109.10	89.20	112.00	113.00	122.90	125.30	163.40	111.60	129.00	122.10
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	99.5	82.6	103.1	105	115.4	117.5	155.2	106.2	116.4	108.8
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	43.2	43.6	44.4	53	52.8	52.6	68.1	44.2	53.7	43.3
PESO DEL SUELO SECO	56.3	39	58.7	52	62.6	64.9	87.1	62	62.7	65.5
CONTENIDO DE AGUA EN %	17.05	16.92	15.16	15.38	11.98	12.02	9.41	8.71	20.10	20.31
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	16.99		15.27		12.00		9.06		20.20	
DENSIDAD SECA KG./M3	1242		1320		1342		1285		1165	

CURVA DE COMPACTACIÓN



DENSIDAD SECA:

1345 KG/M3

HUMEDAD OPTIMA:

12.5 %

JEFE DEL LABORATORIO
 ING. LUIS MARIO ALMACHE

LABORATORISTA
 ATANASIO JARA P.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

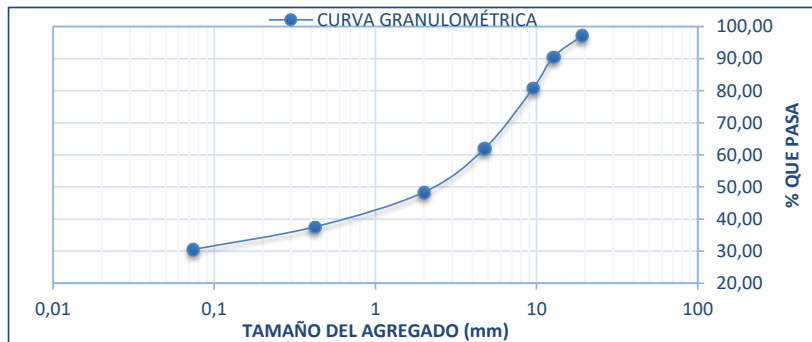
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANÁLISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 5
 SOLICITADO POR : TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 17/5/2018

TAMIZ Nº	ABERTURA MM.	PESO RET. GM.	RET. ACUM. GM.	% RETENIDO	% PASA	% ESPECIF.
3/4"	19,1	13,4	13,4	2,93	97,07	
1/2"	12,7	30,2	43,6	9,53	90,47	
3/8"	9,52	44,4	88	19,23	80,77	
Nº4	4,76	85,9	173,9	38,00	62,00	
10	2	62,4	236,3	51,64	48,36	
40	0,42	49,4	285,7	62,43	37,57	
200	0,074	32,3	318	69,49	30,51	
FONDO		0,32	0,32			
TOTAL			318,32			

PESO ANTES DEL ENSAYO _____ PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO = _____ 500,00
 PESO DESPUES DEL ENSAYO _____ PESO SECO ANTES DEL LAVADO = _____ 457,62
 % DE HUMEDAD _____ **9,26** PESO SECO DESPUES DEL LAVADO = _____ **317,80**



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	38,00
FINO	30,51
ARENA	31,49

CLASIFICACIÓN	
SUCS	SC
AASHTO	A-2-6(0)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
EXCELENTE-BUENO
ARENA ARCILLOSA

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
 Laboratorista

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

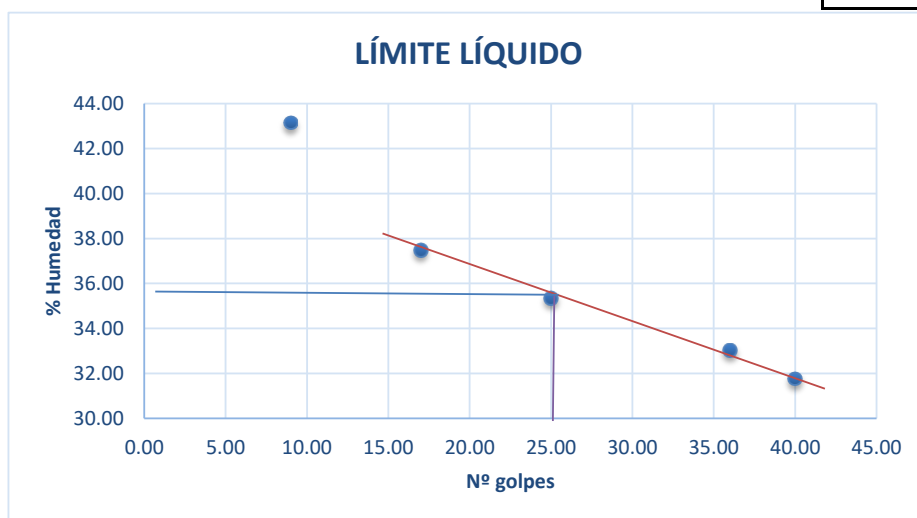
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 5
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 22-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	119	08	203	205	202	035	22	14	13	9	F1
N. DE GOLPES	40.00	36.00	25.00	17.00	9.00						
M. HUMEDA + TARRO	46.30	38.90	35.30	35.70	37.90	8.81	31.62	32.04	30.88	213.33	142.10
M. SECA + TARRO	38.65	32.30	29.06	29.13	29.96	7.86	31.16	31.40	30.45	203.30	134.40
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	14.57	12.31	11.41	11.60	11.56	4.08	28.96	28.90	21.70	66.03	65.67
PESO MUESTRA SECA	24.08	19.99	17.65	17.53	18.40	3.78	2.20	2.50	8.75	137.27	68.73
% DE HUMEDAD	31.77	33.02	35.35	37.48	43.15	25.13	20.91	25.60	4.91	7.31	11.20
										9.26%	



LIM.LIQUIDO	LL:	36.00
LIM.PLÁSTICO	LP:	23.88
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	12.12

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ALTURA DEL MOLDE 5 "
 AREA DEL PISTÓN 3.1 "

ENSAYO C.B.R.

DATOS DE ESPONJAMIENTO

SECTOR GUALACEO
 CALLE PARCULOMA-YABRUN
 MUESTRA Nº 5
 PROFUNDIDAD 1.50m
 YACIMIENTO _____
 MATERIAL _____
 FECHA _____

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 12			
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO	
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%
		0	0					0	0							0				
		1						1								1				
		2						2								2				
		3						3								3				
		4						4								4				
07-06-18		5	42	5.042	0.042	0.84		5	58	5.058	0.058	1.16			5	31	5.031	0.031	0.62	

PENETRACIÓN

ANILLO Nº _____
 CONSTANTE DEL ANILLO _____

MIN.	PENETRACIÓN PULG.	MOLDE Nº 56						MOLDE Nº 25						MOLDE Nº 12					
		LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES			VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES			VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES			VALORES CBR
				lbs/pulg2	CORREGIDAS	ESTÁNDAR				lbs/pulg2	CORREGIDAS	ESTÁNDAR				lbs/pulg2	CORREGIDAS	ESTÁNDAR	
	0	0	20.29	0.00				0	20.29	0				0	20.29	0			
	25	22	145.842	47.05				13	94.4797	30.48				12	88.773	28.64			
	50	46	282.807	91.23				28	180.083	58.09				19	128.72	41.52			
	75	71	425.48	137.25				45	277.101	89.39				25	162.96	52.57			
	100	88	522.497	168.55	168.55	1000	16.85	60	362.704	117.00	117.00	1000	11.70	31	197.2	63.61	63.61	1000	6.36
	150	115	676.584	218.25				80	476.842	153.82				41	254.27	82.02			
	200	142	830.67	267.96	267.96	1500	17.86	94	556.739	179.59	179.59	1500	11.97	50	305.64	98.59	98.59	1500	6.57
	250	166	967.635	312.14				5	48.8245	15.75				57	345.58	111.48			
	300	188	1093.19	352.64				115	676.584	218.25				64	385.53	124.37			
	400	225	1304.34	420.76				134	785.015	253.23				76	454.01	146.46			
	500	257	1486.96	479.67				151	882.032	284.53				86	511.08	164.87			

Ecuacion del Ring

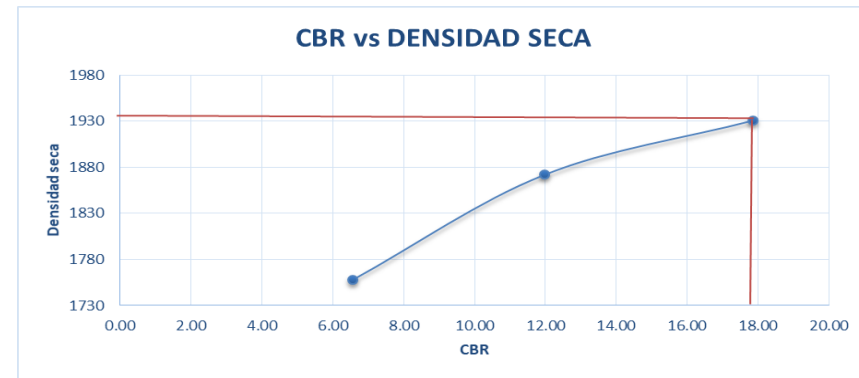
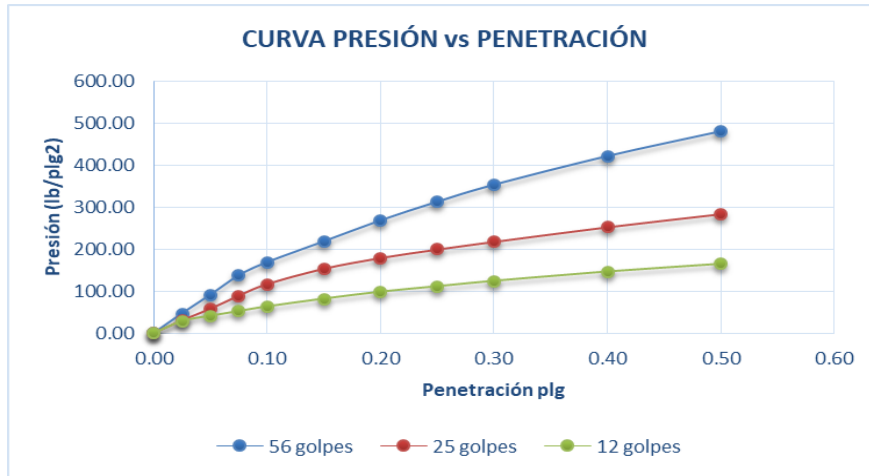
$$Y = 5.7069X + 20.29$$

← Carga

↓ Lectura dial

DENSIDAD SECA	CBR
1931	17.86
1872	11.97
1758	6.57

DENSIDAD SECA 56 GOLPES
1931



CBR DE DISEÑO
17.86

MUESTRA DE SUELO 7

UNIVERSIDAD CATOLICA DDE CUENCAFACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

SECTOR	GUALACEO	MATERIAL	
CALLE	PARCULOMA	FECHA	16-may-18
MUESTRA Nº	7	TIPO DE MUESTRA	
PROFUNDIDAD	1.60m	CLASIFICACIÓN	
YACIMIENTO		SOBRECARGA	

ENSAYO DE C.B.R.

MOLDE Nº	C1		C2		C3	
NÚMERO DE CAPAS	5		5		5	
NÚMERO DE GOLPES POR CAPA	56		25		12	
	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO	ANTES DEL REMOJO	DESPUES DEL REMOJO
PESO MUESTRA HUMEDA + MOLDE	10428	10688	11245	11605	10310	10704
PESO DEL MOLDE	5649	5649	6922	6922	6025	6025
PESO MUESTRA HUMEDA	4779	5039	4323	4683	4285	4679
VOLUMEN DEL MOLDE	2334	2404	2334	2365	2334	2385
DENSIDAD HUMEDA	2048	2096	1852	1980	1836	1962
DENSIDAD SECA	1823	1871	1674	1791	1634	1742

CONTENIDO DE AGUA (antes del remojo)

TARRO Nº	13	9	A9	A8	11	12
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	77.78	94.74	128.61	102.9	88.32	92.96
PESO MUESTRA SECA + TARRO	72.4	87.7	122.8	97.2	81.8	85.8
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.63	29.03	68.17	43.22	28.97	29.2
PESO MUESTRA SECA	43.77	58.67	54.63	53.98	52.83	56.6
CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.29	12.00	10.64	10.56	12.34	12.65
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	12.15		10.60		12.50	

CONTENIDO DE AGUA (después del remojo)

TARRO Nº	25	22	10	20	33V	21
PESO MUESTRA HUMEDA +TARRO	67.73	53.89	64.18	53.7	67.98	76.74
PESO MUESTRA SECA + TARRO	62.7	50.37	58.61	49.71	61.05	68.3
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	28.94	28.96	29.1	28.68	28.45	28.88
PESO MUESTRA SECA	33.76	21.41	29.51	21.03	32.6	39.42
CONTENIDO DE HUMEDAD %	14.90	16.44	18.87	18.97	21.26	21.41
PROM. CONTENIDO DE HUMEDAD %	15.67		18.92		21.33	

 ING. LUIS MARIO ALMACHE
 JEFE DEL LABORATORIO

 SR. ATANASIO JARA
 LABORATORISTA

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN



ENSAYO DE COMPACTACIÓN

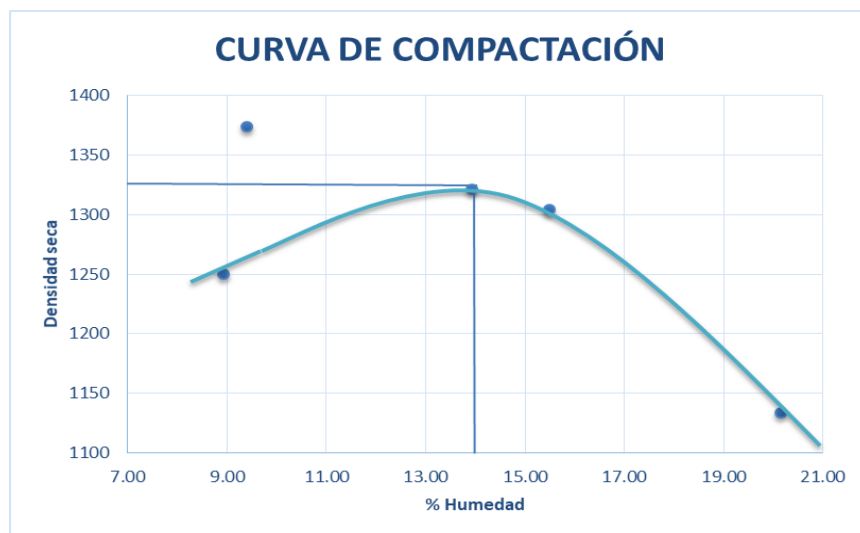
ENSAYO	<u>7</u>	PESO DEL MARTILLO	_____
MOLDE Nº	<u>67</u>	ALTURA DE CAÍDA	_____
VOLUMEN DEL MOLDE	<u>3115.57</u> cm ³	NÚMERO DE CAPAS	<u>5</u>
PESO DEL MOLDE	<u>5777.5</u> gr	GOLPES POR CAPA	<u>56</u>

DATOS DE LA CURVA

MUESTRA	1	2	3	4	5
PESO SECO DESEADO PARA EL ENSAYO	-	-	-	-	-
HUMEDAD AÑADIDA EN %	17.77	14.77	11.77	9.77	6.77
AGUA AUMENTADA EN C.C.	620	465	310	155	0
NÚMERO DEL MOLDE	67	67	67	67	67
PESO MOLDE CILÍNDRICO + SUELO HÚMEDO P1	10021	10470	10467	10458	10248
PESO MOLDE CILÍNDRICO SIN COLLARÍN P2	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5	5777.5
PESO SUELO HÚMEDO P1-P2 = P3	4243.5	4692.5	4689.5	4680.5	4470.5
VOLUMEN DEL MOLDE SIN EL COLLARÍN	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57	3115.57
DENSIDAD HÚMEDA D1= P3/V. KG./M3	1362.03	1506.14	1505.18	1502.29	1434.89

CONTENIDO DE HUMEDAD

MUESTRAS PARA PROMEDIAR	1		2		3		4		5	
NÚMERO DEL TARRO	A12	A1	A10	G12	F1	034	10	20	A1	035
PESO DEL TARRO MAS SUELO HÚMEDO	140.70	133.50	147.00	152.80	153.10	101.80	160.90	177.40	138.90	121.50
PESO DEL TARRO MAS SUELO SECO	129.2	121.2	136	141.2	142.3	94.8	152.9	167.9	132.9	115.8
PESO DEL AGUA	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
PESO DEL TARRO	69.7	62.6	66.5	64.6	65.7	43.9	68.2	66.4	65.4	52.3
PESO DEL SUELO SECO	59.5	58.6	69.5	76.6	76.6	50.9	84.7	101.5	67.5	63.5
CONTENIDO DE AGUA EN %	19.33	20.99	15.83	15.14	14.10	13.75	9.45	9.36	8.89	8.98
CONTENIDO PROMEDIO DE AGUA EN %	20.16		15.49		13.93		9.40		8.93	
DENSIDAD SECA KG./M3	1134		1304		1321		1373		1250	



DENSIDAD SECA:	
1325	KG/M3

HUMEDAD OPTIMA:	
14	%

JEFE DEL LABORATORIO
 ING. LUIS MARIO ALMACHE

LABORATORISTA
 ATANASIO JARA P.



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

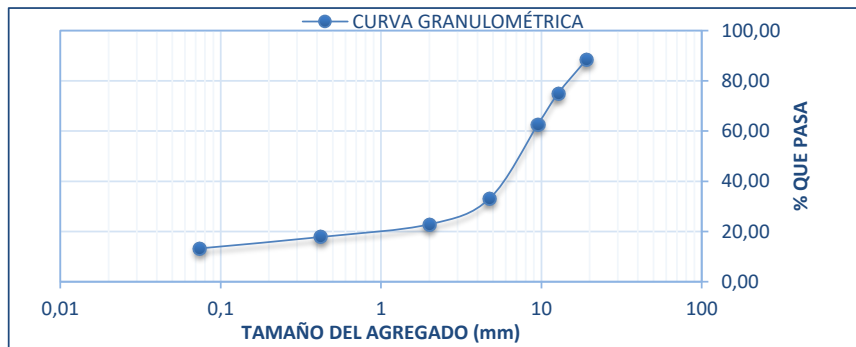
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 7
 SOLICITADO POR : TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 22/5/2018

	ABERTURA	PESO RET.	RET. ACUM.	%	%	%
TAMIZ Nº	MM.	GM.	GM.	RETENIDO	PASA	ESPECIF.
3/4"	19,1	51,42	51,42	11,60	88,40	
1/2"	12,7	59,69	111,11	25,07	74,93	
3/8"	9,52	54,48	165,59	37,36	62,64	
Nº4	4,76	130,69	296,28	66,85	33,15	
10	2	45,67	341,95	77,15	22,85	
40	0,42	22,37	364,32	82,20	17,80	
200	0,074	20,12	384,44	86,74	13,26	
FONDO		0,38	0,38			
TOTAL			384,82			

PESO ANTES DEL ENSAYO _____ PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO = _____ 500,00
 PESO DESPUES DEL ENSAYO _____ PESO SECO ANTES DEL LAVADO = _____ 443,22
 % DE HUMEDAD 12,81 PESO SECO DESPUES DEL LAVADO = _____ 386,50



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	66,85
FINO	13,26
ARENA	19,89

CLASIFICACIÓN	
SUCS	GC
AASHTO	A-2-7(0)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
EXCELENTE-BUENO
GRAVA ARCILLOSA

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
 Laboratorista

UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA

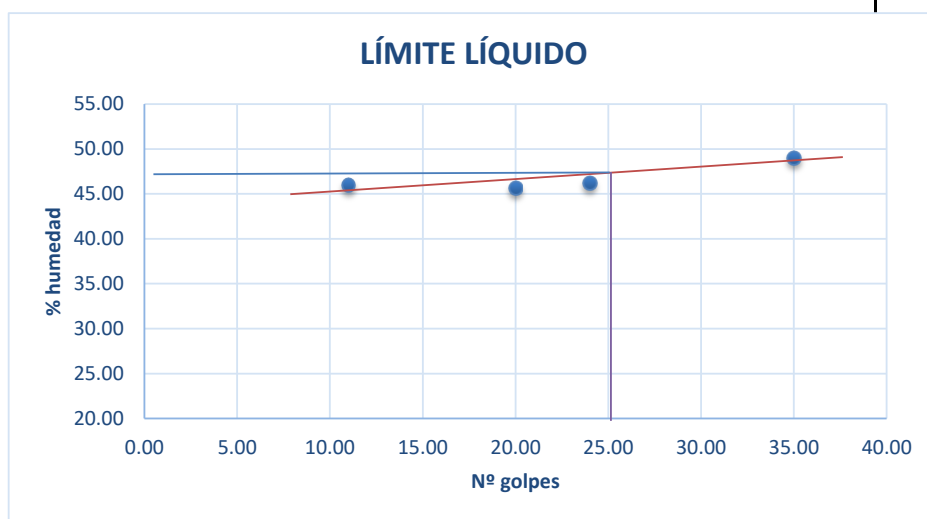
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 7
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 21-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	UO	23	29	17	11	24	1	8	07	K3	O4
N. DE GOLPES	35.00	20.00	0.00	24.00	11.00						
M. HUMEDA + TARRO	44.20	42.20	0.00	48.20	49.20	25.44	24.89	25.12	17.52	129.50	183.00
M. SECA + TARRO	36.87	35.80	0.00	39.67	40.21	24.47	24.29	24.43	16.60	120.40	170.20
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	21.90	21.80	0.00	21.20	20.68	21.07	20.98	21.00	12.14	52.50	65.50
PESO MUESTRA SECA	14.97	14.00	0.00	18.47	19.53	3.40	3.31	3.43	4.46	67.90	104.70
% DE HUMEDAD	48.96	45.71	0.00	46.18	46.03	28.53	18.13	20.12	20.63	13.40	12.23
										12.81%	



LIM.LIQUIDO	LL:	47.00
LIM.PLÁSTICO	LP:	19.62
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	27.38

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES

ALTURA DEL MOLDE 5 "
 AREA DEL PISTÓN 3.1 "

ENSAYO C.B.R.
DATOS DE ESPONJAMIENTO

SECTOR GUALACEO
 CALLE PARCULOMA-YABRUN
 MUESTRA Nº 7
 PROFUNDIDAD 3.00m
 YACIMIENTO _____
 MATERIAL _____
 FECHA _____

DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 56				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 25				DÍA Y MES	HORA	TIEMPO TRANSCURRIDO DIAS	MOLDE Nº 12				
			LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO					LECTURA DIAL PULG.	ALTURA MUESTRA PULG.	ESPONJAMIENTO		
					PULG.	%						PULG.	%						PULG.	%	
		0	0					0	0							0					
		1						1							1						
		2						2							2						
		3						3							3						
		4						4							4						
07-06-18		5	151	5.151	0.151	3.02		5	66	5.066	0.066	1.32		5	109	5.109	0.109	2.18			

PENETRACIÓN

ANILLO Nº _____
 CONSTANTE DEL ANILLO _____

TIEMPO		PENETRACIÓN PULG.	MOLDE Nº 56					MOLDE Nº 25					MOLDE Nº 12								
SEG.	MIN.		LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	LECTURA DIAL	CARGA	PRESIONES	PRESIONES	PRESIONES	VALORES CBR	
					lbs/pulg2	CORREGIDAS	ESTÁNDAR				lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs/pulg2				lbs/pulg2	lbs/pulg2	lbs/pulg2		lbs/pulg2
		0	0	20.29	0.00				0	20.29	0				0	20.29	0				
		25	13	94.4797	30.48				9	71.6521	23.11				7	60.238	19.43				
		50	23	151.549	48.89				14	100.187	32.32				12	88.773	28.64				
		75	34	214.325	69.14				20	134.428	43.36				17	117.31	37.84				
		100	45	277.101	89.39	89.39	1000	8.94	24	157.256	50.73	50.73	1000	5.07	21	140.13	45.20	45.20	1000	4.52	
		150	78	465.428	150.14				32	202.911	65.46				26	168.67	54.41				
		200	84	499.67	161.18	161.18	1500	10.75	38	237.152	76.50	76.50	1500	5.10	32	202.91	65.46	65.46	1500	4.36	
		250	96	568.152	183.27				45	277.101	89.39				37	231.45	74.66				
		300	106	625.221	201.68				51	311.342	100.43				41	254.27	82.02				
		400	124	727.946	234.82				61	368.411	118.84				50	305.64	98.59				
		500	140	819.256	264.28				72	431.187	139.09				57	345.58	111.48				

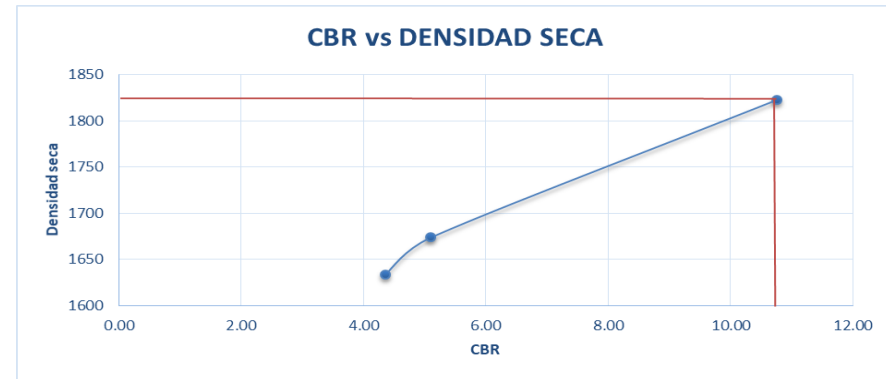
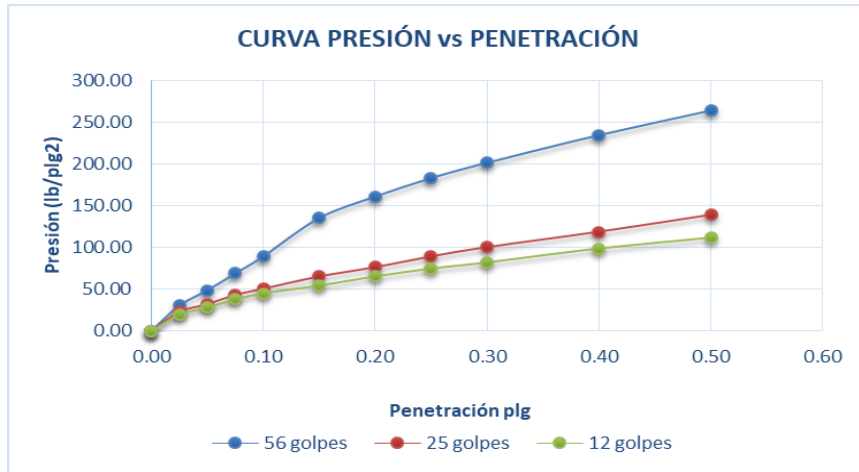
Ecuacion del Ring

$Y = 5.7069X + 20.29$

Carga ← ↓
 Lectura dial

DENSIDAD SECA	CBR
1823	10.75
1674	5.10
1634	4.36

DENSIDAD SECA 56 GOLPES
1823



CBR DE DISEÑO
10.75



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

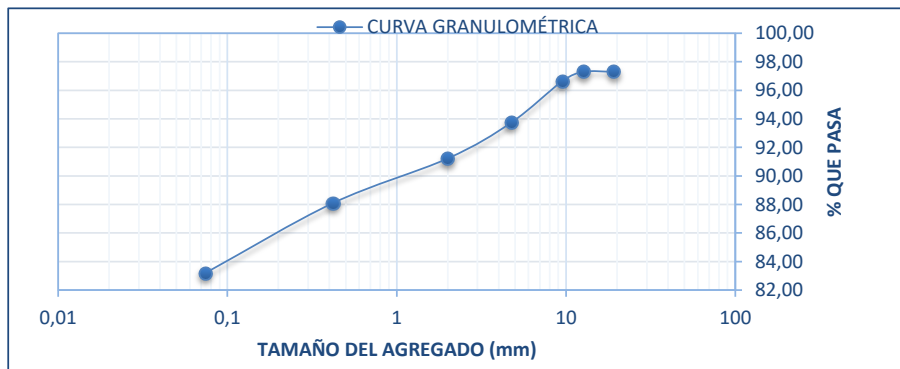
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 3 CLASIFICAR
 SOLICITADO POR : TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 17/5/2018

	ABERTURA	PESO RET.	RET. ACUM.	%	%	%
TAMIZ Nº	MM.	GM.	GM.	RETENIDO	PASA	ESPECIF.
3/4"	19,1	10,8	10,8	2,70	97,30	
1/2"	12,7	0	10,8	2,70	97,30	
3/8"	9,52	2,6	13,4	3,35	96,65	
Nº4	4,76	11,6	25	6,25	93,75	
10	2	10,1	35,1	8,78	91,22	
40	0,42	12,5	47,6	11,90	88,10	
200	0,074	19,6	67,2	16,81	83,19	
FONDO		0,96	0,96			
TOTAL			68,16			

PESO ANTES DEL ENSAYO _____ PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO = _____ 500,00
 PESO DESPUES DEL ENSAYO _____ PESO SECO ANTES DEL LAVADO = _____ 399,84
 % DE HUMEDAD 25,05 PESO SECO DESPUES DEL LAVADO = _____ 67,50



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	6,25
FINO	83,19
ARENA	10,56

CLASIFICACIÓN	
SUCS	CH
AASHTO	A-7-6(20)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
REGULAR A POBRE
SUELO ARCILLOSO

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
 Laboratorista

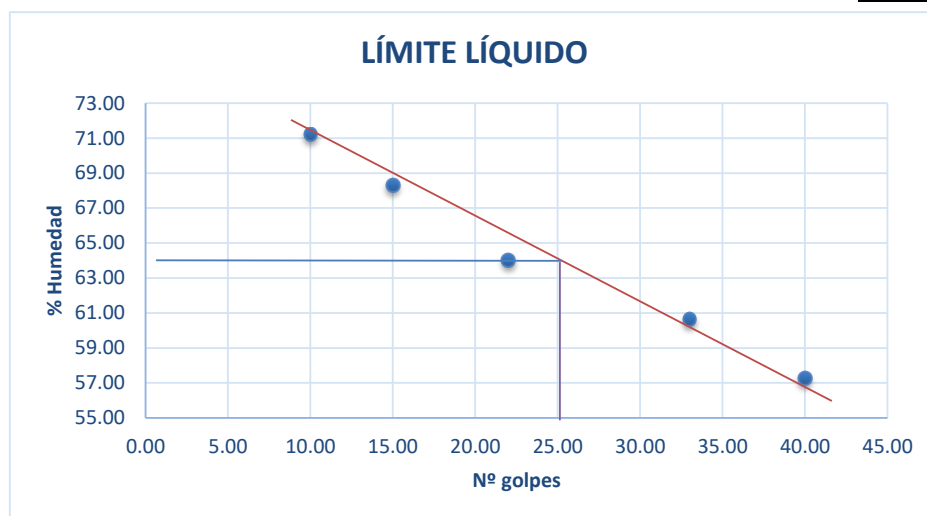
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 3 calificar
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 22-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	UO	11	25	4	05	120	10A	2	20V	5	G12
N. DE GOLPES	40.00	33.00	22.00	15.00	10.00						
M. HUMEDA + TARRO	41.23	40.49	39.97	42.24	34.51	16.96	15.98	17.95	15.03	194.60	190.50
M. SECA + TARRO	34.19	33.01	32.80	33.60	25.23	16.52	15.17	16.65	14.39	170.30	164.10
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	21.90	20.68	21.60	20.70	12.20	14.90	12.16	12.32	12.14	67.20	64.60
PESO MUESTRA SECA	12.29	12.33	11.20	12.90	13.03	1.62	3.01	4.33	2.25	103.10	99.50
% DE HUMEDAD	57.28	60.67	64.02	68.30	71.22	27.16	26.91	30.02	28.44	23.57	26.53
										25.05%	



LIM.LIQUIDO	LL:	64.00
LIM.PLÁSTICO	LP:	27.51
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	36.49

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista



UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

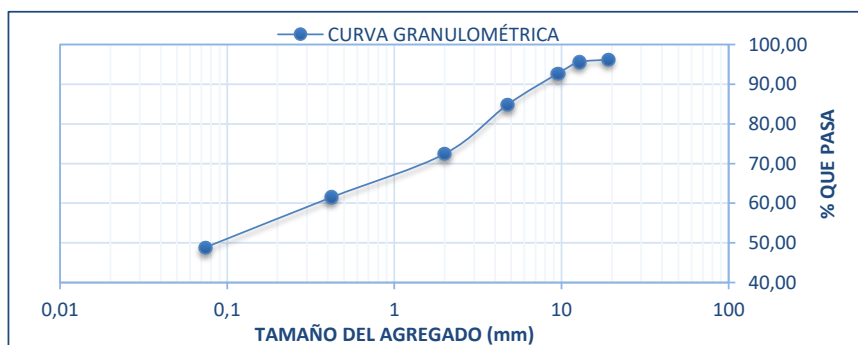
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

ANALISIS GRANULOMÉTRICO DEL SUELO

PROYECTO	VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
MUESTRA	4 CLASIFICAR
OLICITADO POR :	TESIS URGILES, IDROVO
FECHA	17/5/2018

	ABERTURA	PESO RET.	RET. ACUM.	%	%	%
TAMIZ Nº	MM.	GM.	GM.	RETENIDO	PASA	ESPECIF.
3/4"	19,1	17	17	3,80	96,20	
1/2"	12,7	3,1	20,1	4,49	95,51	
3/8"	9,52	12,6	32,7	7,31	92,69	
Nº4	4,76	35,1	67,8	15,15	84,85	
10	2	55,5	123,3	27,55	72,45	
40	0,42	49,1	172,4	38,52	61,48	
200	0,074	56,5	228,9	51,15	48,85	
FONDO		0,63	0,63			
TOTAL			229,53			

PESO ANTES DEL ENSAYO	_____	PESO HUMEDO ANTES DEL LAVADO	=	_____	500,00
PESO DESPUES DEL ENSAYO	_____	PESO SECO ANTES DEL LAVADO	=	_____	447,51
% DE HUMEDAD	_____	11,73	PESO SECO DESPUES DEL LAVADO	=	232,50



TIPO DE SUELO	%
GRAVA	15,15
FINO	48,85
ARENA	36,00

CLASIFICACIÓN	
SUCS	SC
AASHTO	A-4(2)

COMPORTAMIENTO MECÁNICO
REGULAR - POBRE
ARENA ARCILLOSA

Ing. Luis Mario Almache
Jefe de Laboratorio

Atanasio Jara
Laboratorista

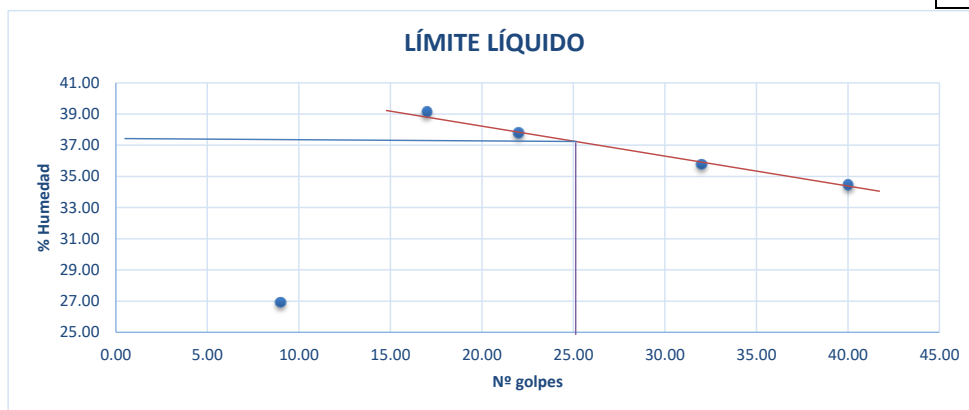
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CUENCA
FACULTAD DE INGENIERÍA
LABORATORIO DE SUELOS Y MATERIALES DE CONSTRUCCIÓN

PROYECTO VIA PARCULAMA-YABRUN, GUALACEO
 MUESTRA 4 clasificar
 SOLICITADO POR TESIS URGILES, IDROVO
 FECHA 23-may-18



LÍMITES DE ATERBERG

TARRO NO	LÍMITE LÍQUIDO					LÍMITE PLÁSTICO				HUMEDAD NATURAL	
	11	13	25	20	2	02	207	07	202	3	03
N. DE GOLPES	22.00	40.00	32.00	17.00	9.00						
M. HUMEDA + TARRO	40.08	42.79	37.77	38.70	40.39	23.72	20.54	20.75	22.28	155.59	131.50
M. SECA + TARRO	35.03	37.38	33.57	34.00	34.43	21.10	18.60	18.80	19.70	145.10	123.10
PESO DEL AGUA											
PESO DEL TARRO	20.68	21.70	21.60	22.00	12.32	12.40	11.48	12.16	11.56	53.68	53.00
PESO MUESTRA SECA	14.35	15.68	11.97	12.00	22.11	8.70	7.12	6.64	8.14	91.42	70.10
% DE HUMEDAD	37.80	34.50	35.80	39.17	26.96	30.11	27.25	29.37	31.70	11.47	11.98
										11.73%	



LIM.LIQUIDO	LL:	37.10
LIM.PLÁSTICO	LP:	30.39
IND.PLÁSTICIDAD	IP:	6.71

Ing. Luis Mario Almache
 Jefe del Laboratorio

Atanacio Jara
 Laboratorista

ANEXO 4: PRESUPUESTO REFERENCIAL

PRESUPUESTO REFERENCIAL

Oferente: S/N
 Ubicación: GUALACEO
 Fecha: 23/agosto/2018

PRESUPUESTO						
Item	Codigo	Descripcion	Unidad	Cantidad	P.Unitario	P.Total
001		MOVIMIENTO DE TIERRAS				371,964.49
1,001	502003	Desbroce y limpieza del terreno	m2	15,648.23	0.98	15,335.27
1,002	501001	Replanteo y nivelación de vías	m	3,717.44	3.49	12,973.87
1,003	504002	Excavación manual material sin clasificar	m3	400.00	10.73	4,292.00
1,004	504001	Excavación a máquina con excavadora	m3	43,358.90	2.23	96,690.35
1,005	506004	Transporte de materiales hasta 6 km, incluye escombrera	m3	45,685.00	3.11	142,080.35
1,006	506002	Cargado de material con cargadora	m3	43,358.90	1.28	55,499.39
1,007	506013	Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determi	m3-km	173,435.60	0.26	45,093.26
2		DRENAJE Y MUROS				337,223.10
2,001	517026	Sum, e inst de Tubería metálica corrugada para alcantari	m	77.00	325.78	25,085.06
2,002	517027	Sum, e inst de Tubería metálica corrugada para alcantari	m	99.00	195.46	19,350.54
2,003	507002	Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2	m3	190.00	139.45	26,495.50
2,004	505007	Material filtrante para drenes, suministro y colocación	m3	640.00	25.80	16,512.00
2,005	515013	Tubería PVC perforada para dren, d= 200 mm, incluye ar	ml	400.00	18.88	7,552.00
2,006	533001	Geotextil NT 1600, suministro e instalación	m2	1,440.00	2.50	3,600.00
2,007	527059	Muro de gaviones (Incluye Piedra y Malla)	m3	2,600.00	91.78	238,628.00
3		ESTRUCTURA DE PAVIMENTO Y CUNETAS				938,476.41
3,001	505001	Subrasante conformación y compactación con equipo pes	m2	27,508.98	1.39	38,237.48
3,002	505004	Sub base conformación y compactación con equipo pesa	m3	5,898.00	27.97	164,967.06
3,003	505005	Base Clase II conformación y compactación con equipo p	m3	2,950.96	31.94	94,253.66
3,004	527074	Cuneta 75X30 cm, f'c=210 kg/cm2, incluye encofrado	m3	892.00	281.70	251,276.40
3,005	527075	Bordillo hormigon simple f'c=210kg/cm2 doble encofrado	m	80.00	19.87	1,589.60
3,006	529011	Carpeta Asfáltica (e=2")	m2	22,304.58	12.25	273,231.11
3,007	504004	Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin cl	m3	836.43	3.55	2,969.33
3,008	529001	Imprimación asfáltica con barrido mecánico	m2	22,304.58	1.01	22,527.63
3,009	527024	Corte y sellado de juntas con emulsión asfáltica	ml	2,590.00	3.19	8,262.10
3,010	512050	Encofrado de para Cabezales	m2	432.00	10.14	4,380.48
3,011	527010	Replantillo de piedra e = 15 cm	m2	88.00	7.12	626.56
3,012	513003	Acero de refuerzo, fy=4200Kg/cm2	kg	9,500.00	2.12	20,140.00
3,013	505017	Relleno compactado con material de sitio	m3	8,500.00	6.59	56,015.00
4		SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				35,401.20
4,001	532037	Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m	u	5.00	313.39	1,566.95
4,002	531001	Señalización vertical	u	91.00	118.90	10,819.90
4,003	531036	Pintura para señalización de tráfico con franjadora, anch	ml	11,152.29	0.94	10,483.15
4,004	532078	Letrero de Información del Proyecto 4x2m, suministro y c	U	2.00	384.00	768.00
4,005	532023	Conos para tráfico, suministro e instalación, 20 usos	u	30.00	1.85	55.50
4,006	532004	Parante con base de hormigón, 20 usos	u	100.00	2.72	272.00
4,007	532081	Malla de seguridad, suministro e instalación, 5 usos	ml	800.00	1.07	856.00
4,008	532043	Suministro Cinta Peligro h= 7.5 cm Negro/Amarillo	m	2,500.00	0.22	550.00
4,009	532066	Suministro e instalación de tacha relectiva unidireccional	u	1,860.00	3.52	6,547.20
4,010	532005	Pasos peatonales de tabla	u	350.00	9.95	3,482.50
5		CONTROL AMBIENTAL				27,073.50
5,001	500036	Agua para control de polvo	lt	11,500.00	0.16	1,840.00
5,002	500037	Siembra de arboles	u	80.00	24.68	1,974.40
5,003	500038	Tendido de escombrera a maquina	m3	19,574.00	1.16	22,705.84
5,004	500039	Charla de socializacion del proyecto	Gbl	1.00	553.26	553.26
SUBTOTAL						1,710,138.70
					12%	205,216.64
TOTAL						1,915,355.34

Son: UNO MILLONES NOVECIENTOS QUINCE MIL TRESCIENTOS CINCUENTA Y CINCO CON 34/100 DÓLARES

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,001
Código: 502003
Descripción: Desbroce y limpieza del terreno
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	4.0000	0.40	0.0500	0.08
Subtotal de Equipo:						0.08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		4.0000	3.51	0.0500	0.70
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0100	0.04
Subtotal de Mano de Obra:						0.74

Costo Directo Total: 0.82

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.16

Precio Unitario Total	0.98
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,002
 Código: 501001
 Descripción: Replanteo y nivelación de vías
 Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101004	Equipo de nivelación	Hora	1.0000	2.50	0.0500	0.13
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0500	0.02
Subtotal de Equipo:						0.15

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
253001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	0.5000	0.85		0.43
253006	Tiras de eucalipto 2 x 2 x 300 cm	u	0.1000	0.49		0.05
2EA084	Clavos	kg	0.0500	1.91		0.10
2EA083	Varios	Global	1.0000	1.62		1.62
Subtotal de Materiales:						2.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.0500	0.18
421006	Topógrafo 2: título y experiencia mayor a 5 años (Est		1.0000	3.93	0.0500	0.20
403012	Cadenero		1.0000	3.55	0.0500	0.18
Subtotal de Mano de Obra:						0.56

Costo Directo Total: 2.91

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.58

Precio Unitario Total	3.49
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,003
 Código: 504002
 Descripción: Excavación manual material sin clasificar
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	2.0000	0.80
Subtotal de Equipo:						0.80

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	2.0000	7.02
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.3000	1.12
Subtotal de Mano de Obra:						8.14

Costo Directo Total: 8.94

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.79

Precio Unitario Total	10.73
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,004
Código: 504001
Descrip.: Excavación a máquina con excavadora
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
100001	Excavadora	Hora	1.0000	38.00	0.0350	1.33
Subtotal de Equipo:						1.33

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		3.0000	3.51	0.0350	0.37
423011	Operador de retroexcavadora		1.0000	3.93	0.0350	0.14
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0050	0.02
Subtotal de Mano de Obra:						0.53

Costo Directo Total: 1.86

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.37

Precio Unitario Total	2.23
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,005
 Código: 506004
 Descripción: Transporte de materiales hasta 6 km, incluye escombrera
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102008	Volqueta 8 m3	Hora	1.0000	25.00	0.0650	1.63
Subtotal de Equipo:						1.63

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA093	Pago por concepto de disposición d	m3	1.0000	0.63		0.63
Subtotal de Materiales:						0.63

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
427011	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)		1.0000	5.15	0.0650	0.33
Subtotal de Mano de Obra:						0.33

Costo Directo Total: 2.59

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.52

Precio Unitario Total	3.11
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,006
Código: 506002
Descrip.: Cargado de material con cargadora
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102001	Cargadora	Hora	1.0000	30.00	0.0300	0.90
Subtotal de Equipo:						0.90

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.0150	0.05
423010	Operador de cargadora frontal (Payloader sobre rueda)		1.0000	3.93	0.0300	0.12
Subtotal de Mano de Obra:						0.17

Costo Directo Total: 1.07

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.21

Precio Unitario Total	1.28
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 1,007
Código: 506013
Descrip.: Sobrecarreo de materiales para desalojo, lugar determinado por el Fiscalizador, Distancia > 5 Km
Unidad: m3-km

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102008	Volqueta 8 m3	Hora	1.0000	25.00	0.0070	0.18
Subtotal de Equipo:						0.18

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
427011	Chofer volquetas (Estr. Oc. C1)		1.0000	5.15	0.0070	0.04
Subtotal de Mano de Obra:						0.04

Costo Directo Total: 0.22

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.04

Precio Unitario Total	0.26
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,001
 Código: 517026
 Descripción: Sum, e inst de Tubería metálica corrugada para alcantarilla D=1200mm
 Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
117012	Equipo menor	Hora	1.0000	0.40	1.0790	0.43
Subtotal de Equipo:						0.43

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200488	Tubería Metalica Corrugada D=120	m	1.0000	240.20		240.20
Subtotal de Materiales:						240.20

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		5.0000	3.51	1.0790	18.94
403004	Fierrero		1.0000	3.55	1.0790	3.83
404013	Maestro de obra		1.0000	3.94	1.0790	4.25
403008	Plomero		1.0000	3.55	1.0790	3.83
Subtotal de Mano de Obra:						30.85

Costo Directo Total: 271.48

COSTOS INDIRECTOS

20 % 54.30

Precio Unitario Total	325.78
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,002
 Código: 517027
 Descripción: Sum, e inst de Tubería metálica corrugada para alcantarilla D=800mm
 Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
117012	Equipo menor	Hora	1.0000	0.40	0.8510	0.34
Subtotal de Equipo:						0.34

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200489	Tubería Metalica Corrugada D=800	u	1.0000	138.21		138.21
Subtotal de Materiales:						138.21

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		5.0000	3.51	0.8510	14.94
403004	Fierrero		1.0000	3.55	0.8510	3.02
404013	Maestro de obra		1.0000	3.94	0.8510	3.35
403008	Plomero		1.0000	3.55	0.8510	3.02
Subtotal de Mano de Obra:						24.33

Costo Directo Total: 162.88

COSTOS INDIRECTOS

20 % 32.58

Precio Unitario Total	195.46
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,003
 Código: 507002
 Descripción: Hormigón Simple f'c = 210 kg/cm2
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102010	Concreteira un saco	Hora	1.0000	3.15	1.0500	3.31
112001	Herramientas varias	Hora	5.0000	0.40	1.0500	2.10
Subtotal de Equipo:						5.41

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
223002	Cemento Portland Tipo I puesto en	saco	7.5000	6.97		52.28
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0.6000	19.50		11.70
2EI006	Grava puesta en obra	m3	1.0000	18.50		18.50
2EA083	Varios	Global	1.0000	1.62		1.62
Subtotal de Materiales:						84.10

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		6.0000	3.51	1.0500	22.11
403001	Albañil		1.0000	3.55	1.0500	3.73
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.2300	0.86
Subtotal de Mano de Obra:						26.70

Costo Directo Total: 116.21

COSTOS INDIRECTOS

20 % 23.24

Precio Unitario Total	139.45
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,004
 Código: 505007
 Descripción: Material filtrante para drenes, suministro y colocación
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.2500	0.20
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2EI006	Grava puesta en obra	m3	1.0500	18.50		19.43
Subtotal de Materiales:						19.43

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.2500	1.76
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0300	0.11
Subtotal de Mano de Obra:						1.87

Costo Directo Total: 21.50

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.30

Precio Unitario Total	25.80
-----------------------------	-------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,005
 Código: 515013
 Descripción: Tubería PVC perforada para dren, d= 200 mm, incluye arena
 Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0250	0.01
103007	Taladro	Hora	1.0000	1.60	0.0250	0.04
Subtotal de Equipo:						0.05

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0.0300	19.50		0.59
2EA083	Varios	Global	2.0000	1.62		3.24
2A0026	Tubería sanitaria Novafort d= 200mm	m	1.0000	11.56		11.56
Subtotal de Materiales:						15.39

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.0250	0.18
403008	Plomero		1.0000	3.55	0.0300	0.11
Subtotal de Mano de Obra:						0.29

Costo Directo Total: 15.73

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.15

Precio Unitario Total	18.88
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,006
 Código: 533001
 Descripción: Geotextil NT 1600, suministro e instalación
 Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0285	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA083	Varios	Global	0.0500	1.62		0.08
279006	Geotextil NT 1600	m2	1.2000	1.40		1.68
Subtotal de Materiales:						1.76

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.0285	0.20
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0285	0.11
Subtotal de Mano de Obra:						0.31

Costo Directo Total: 2.08

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.42

Precio Unitario Total	2.50
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 2,007
 Código: 527059
 Descripción: Muro de gaviones (Incluye Piedra y Malla)
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	3.0000	1.20
Subtotal de Equipo:						1.20

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
256001	Gavión 2x1x1 (Malla de acero galva)	u	0.5000	48.00		24.00
2EI007	Piedra puesta en obra	m3	1.0500	16.80		17.64
209004	Alambre galvanizado N° 12 al 14	kg	0.8000	1.55		1.24
Subtotal de Materiales:						42.88

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	3.0000	10.53
403001	Albañil		1.0000	3.55	3.0000	10.65
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	3.0000	11.22
Subtotal de Mano de Obra:						32.40

Costo Directo Total: 76.48

COSTOS INDIRECTOS

20 % 15.30

Precio Unitario Total	91.78
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,001
Código: 505001
Descrip.: Subrasante conformación y compactación con equipo pesado
Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0098	0.49
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0098	0.34
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0098	0.20
Subtotal de Equipo:						1.03

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.93	0.0098	0.04
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.74	0.0098	0.04
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)		1.0000	5.15	0.0098	0.05
Subtotal de Mano de Obra:						0.13

Costo Directo Total: 1.16

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.23

Precio Unitario Total	1.39
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,002
 Código: 505004
 Descripción: Sub base conformación y compactación con equipo pesado
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0328	1.64
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0328	1.15
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0328	0.66
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0328	0.03
Subtotal de Equipo:						3.48

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2E1008	Sub base puesta en obra	m3	1.3100	14.20		18.60
Subtotal de Materiales:						18.60

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		7.0000	3.51	0.0328	0.81
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.93	0.0328	0.13
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.74	0.0328	0.12
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)		1.0000	5.15	0.0328	0.17
Subtotal de Mano de Obra:						1.23

Costo Directo Total: 23.31

COSTOS INDIRECTOS

20 % 4.66

Precio Unitario Total	27.97
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,003
 Código: 505005
 Descripción: Base Clase II conformación y compactación con equipo pesado
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0467	2.34
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0467	1.64
102006	Tanquero de agua	Hora	1.0000	20.00	0.0467	0.93
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0467	0.04
Subtotal de Equipo:						4.95

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2E1001	Base Clase II	m3	1.3200	15.10		19.93
Subtotal de Materiales:						19.93

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		7.0000	3.51	0.0467	1.15
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.93	0.0467	0.18
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.74	0.0467	0.17
427012	Chofer tanqueros (Estr. Oc. C1)		1.0000	5.15	0.0467	0.24
Subtotal de Mano de Obra:						1.74

Costo Directo Total: 26.62

COSTOS INDIRECTOS

20 % 5.32

Precio Unitario Total	31.94
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,004
 Código: 527074
 Descripción: Cuneta 75X30 cm, f'''c=210 kg/cm2, incluye encofrado
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	3.0000	0.40	1.0000	1.20
102014	Vibrador	Hora	1.0000	1.80	1.0000	1.80
Subtotal de Equipo:						3.00

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
512039	Encofrado metálico chafán para bc	ml	20.0000	3.90		78.00
2EA073	Hormigon f'''c=210kg/cm2	m3	1.0000	139.44		139.44
Subtotal de Materiales:						217.44

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	1.0000	7.02
403001	Albañil		1.0000	3.55	1.0000	3.55
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	1.0000	3.74
Subtotal de Mano de Obra:						14.31

Costo Directo Total: 234.75

COSTOS INDIRECTOS

20 % 46.95

Precio Unitario Total	281.70
-----------------------------	--------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: RUB. AUX. 003.004
 Código: 512039
 Descripción: Encofrado metálico chaflán para bordillo, h=30cm
 Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101015	Encofrado metálico chaflán para	Hora	2.0000	0.18	1.0000	0.36
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0700	0.06
Subtotal de Equipo:						0.42

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
253001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	2.0000	0.85		1.70
2EA084	Clavos	kg	0.5000	1.91		0.96
Subtotal de Materiales:						2.66

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.0700	0.49
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.0700	0.25
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0210	0.08
Subtotal de Mano de Obra:						0.82

Costo Directo Total: 3.90

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.78

Precio Unitario Total	4.68
-----------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,005
 Código: 527075
 Descripción: Bordillo hormigon simple f'c=210kg/cm2 doble encofrado
 Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.4500	0.18
Subtotal de Equipo:						0.18

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200490	Hormigón simple 210 kg/cm2	m3	0.0375	139.44		5.23
512039	Encofrado metálico chafán para bc	ml	2.0000	3.90		7.80
Subtotal de Materiales:						13.03

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.4500	1.58
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.4500	1.60
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0450	0.17
Subtotal de Mano de Obra:						3.35

Costo Directo Total: 16.56

COSTOS INDIRECTOS

20 % 3.31

Precio Unitario Total	19.87
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: RUB. AUX. 003.005
 Código: 512039
 Descripción: Encofrado metálico chaflán para bordillo, h=30cm
 Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101015	Encofrado metálico chaflán para	Hora	2.0000	0.18	1.0000	0.36
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0700	0.06
Subtotal de Equipo:						0.42

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
253001	Estacas de madera 4 x 5 cm	u	2.0000	0.85		1.70
2EA084	Clavos	kg	0.5000	1.91		0.96
Subtotal de Materiales:						2.66

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.0700	0.49
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.0700	0.25
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0210	0.08
Subtotal de Mano de Obra:						0.82

Costo Directo Total: 3.90

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.78

Precio Unitario Total	4.68
-----------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,006
 Código: 529011
 Descripción: Carpeta Asfáltica (e=2")
 Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102016	Rodillo pequeño	Hora	1.0000	17.17	0.1750	3.00
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1750	0.07
Subtotal de Equipo:						3.07

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
215001	Asfalto	gal	2.1500	1.58		3.40
200007	Agregados para carpeta Asfáltica	m3	0.0600	10.50		0.63
Subtotal de Materiales:						4.03

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.1750	0.65
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.1750	0.62
402015	Peón		3.0000	3.51	0.1750	1.84
Subtotal de Mano de Obra:						3.11

Costo Directo Total: 10.21

COSTOS INDIRECTOS

20 % 2.04

Precio Unitario Total	12.25
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,007
 Código: 504004
 Descripción: Excavación retroexcavadora, zanja 0-2 m, material sin clasificar, cuchara 40 cm
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102004	Retroexcavadora	Hora	1.0000	25.00	0.0800	2.00
Subtotal de Equipo:						2.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.0800	0.56
423011	Operador de retroexcavadora		1.0000	3.93	0.0800	0.31
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0240	0.09
Subtotal de Mano de Obra:						0.96

Costo Directo Total: 2.96

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.59

Precio Unitario Total	3.55
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,008
 Código: 529001
 Descripción: Imprimación asfáltica con barrido mecánico
 Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102019	Tanquero distribuidor de asfalto	Hora	1.0000	30.00	0.0050	0.15
102020	Escoba mecánica	Hora	1.0000	10.00	0.0050	0.05
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
215001	Asfalto	gal	0.2838	1.58		0.45
228001	Diesel	gl	0.0766	1.04		0.08
Subtotal de Materiales:						0.53

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		4.0000	3.51	0.0050	0.07
424022	Operador de Distribuidor de asfalto		1.0000	3.74	0.0050	0.02
424017	Operador de barredora autopropulsada		1.0000	3.74	0.0050	0.02
Subtotal de Mano de Obra:						0.11

Costo Directo Total: 0.84

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.17

Precio Unitario Total	1.01
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,009
 Código: 527024
 Descripción: Corte y sellado de juntas con emulsión asfáltica
 Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102011	Cortadora Disco de diamante	Hora	1.0000	8.00	0.1000	0.80
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1500	0.06
Subtotal de Equipo:						0.86

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
215001	Asfalto	gal	0.0300	1.58		0.05
228001	Diesel	gl	0.0100	1.04		0.01
2EI005	Arena puesta en obra	m3	0.0007	19.50		0.01
Subtotal de Materiales:						0.07

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		3.0000	3.51	0.1500	1.58
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0400	0.15
Subtotal de Mano de Obra:						1.73

Costo Directo Total: 2.66

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.53

Precio Unitario Total	3.19
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,010
 Código: 512050
 Descripción: Encofrado de para Cabezales
 Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
117003	Equipo de carpintería	Hora	1.0000	0.24	0.1200	0.03
Subtotal de Equipo:						0.03

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2EA084	Clavos	kg	0.1000	1.91		0.19
253002	Píngos de eucalipto	m	2.0000	0.80		1.60
253005	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	2.0000	1.08		2.16
253003	Tabla de encofrado 24 x 3 cm x 30	u	1.6660	1.90		3.17
Subtotal de Materiales:						7.12

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.1200	0.42
403005	Carpintero		1.0000	3.55	0.1200	0.43
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.1200	0.45
Subtotal de Mano de Obra:						1.30

Costo Directo Total: 8.45

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.69

Precio Unitario Total	10.14
------------------------------------	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,011
 Código: 527010
 Descripción: Replanto de piedra e = 15 cm
 Unidad: m2

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.3500	0.14
Subtotal de Equipo:						0.14

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2EI006	Grava puesta en obra	m3	0.0200	18.50		0.37
2EI007	Piedra puesta en obra	m3	0.1600	16.80		2.69
Subtotal de Materiales:						3.06

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.3500	1.23
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.3500	1.24
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0700	0.26
Subtotal de Mano de Obra:						2.73

Costo Directo Total: 5.93

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.19

Precio Unitario Total	7.12
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,012
 Código: 513003
 Descripción: Acero de refuerzo, fy=4200Kg/cm2
 Unidad: kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.0550	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
202001	Acero en varillas	kg	1.0500	1.00		1.05
209001	Alambre de amarre No. 18 negro re	kg	0.0500	1.60		0.08
Subtotal de Materiales:						1.13

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.0550	0.19
403004	Fierrero		1.0000	3.55	0.0550	0.20
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0550	0.21
Subtotal de Mano de Obra:						0.60

Costo Directo Total: 1.77

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.35

Precio Unitario Total	2.12
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 3,013
 Código: 505017
 Descripción: Relleno compactado con material de sitio
 Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.3500	0.14
102012	Plancha vibratoria	Hora	1.0000	4.50	0.3500	1.58
Subtotal de Equipo:						1.72

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.3500	2.46
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.3500	1.31
Subtotal de Mano de Obra:						3.77

Costo Directo Total: 5.49

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.10

Precio Unitario Total	6.59
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,001
 Código: 532037
 Descripción: Letrero informativo de tool de 2.00 x 1.50 m
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
110002	Equipo de suelda	Hora	1.0000	0.75	12.0000	9.00
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	12.0000	4.80
117010	Compresor 2 HP	Hora	1.0000	1.00	12.0000	12.00
Subtotal de Equipo:						25.80

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2FT001	Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	1.1000	17.10		18.81
2EA092	Suelda	kg	1.5000	2.46		3.69
2EA083	Varios	Global	2.0000	1.62		3.24
270024	Pintura anticorrosiva	gl	0.2000	19.13		3.83
2G5001	Pintura Reflectiva	gl	0.1500	25.00		3.75
513013	Acero estructural en perfiles, sumir	kg	21.7200	3.23		70.16
Subtotal de Materiales:						103.48

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
404009	Maestro electrico/liniero/subestación		1.0000	3.93	12.0000	47.16
403003	Pintor		1.0000	3.55	12.0000	42.60
402015	Peón		1.0000	3.51	12.0000	42.12
Subtotal de Mano de Obra:						131.88

Costo Directo Total: 261.16

COSTOS INDIRECTOS

20 % 52.23

Precio Unitario Total	313.39
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: RUB. AUX. 004.001

Código: 513013

Descripción: Acero estructural en perfiles, suministro y montaje con equipo manual

Unidad: kg

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	2.0000	0.40	0.1250	0.10
110002	Equipo de suelda	Hora	1.0000	0.75	0.1250	0.09
Subtotal de Equipo:						0.19

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
263007	Perfil laminado de acero	Kg	1.0500	1.35		1.42
2EA092	Suelda	kg	0.1000	2.46		0.25
Subtotal de Materiales:						1.67

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.1250	0.88
404009	Maestro electrico/liniero/subestación		1.0000	3.93	0.1250	0.49
Subtotal de Mano de Obra:						1.37

Costo Directo Total: 3.23

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.65

Precio Unitario Total 3.88

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,002
 Código: 531001
 Descripción: Señalización vertical
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
101005	Equipo de pintura	Hora	1.0000	0.20	4.0000	0.80
110002	Equipo de suelda	Hora	1.0000	0.75	4.0000	3.00
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	4.0000	1.60
Subtotal de Equipo:						5.40

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
2FT001	Tool 1/25" (1.22x2.44 m)	plancha	0.1100	17.10		1.88
263003	Angulo (1" x 1" x 3/16" x 6 m)	u	0.0330	9.80		0.32
263004	Perfil C 80x40x4mm, 6m	u	0.4200	14.17		5.95
270022	Pintura esmalte	gl	0.0200	16.93		0.34
270024	Pintura anticorrosiva	gl	0.0400	19.13		0.77
2EA004	Sello para señalizacion vertical	u	1.0000	38.00		38.00
2EA092	Suelda	kg	1.0000	2.46		2.46
Subtotal de Materiales:						49.72

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	4.0000	14.04
403003	Pintor		1.0000	3.55	4.0000	14.20
404009	Maestro electrico/liniero/subestación		1.0000	3.93	4.0000	15.72
Subtotal de Mano de Obra:						43.96

Costo Directo Total: 99.08

COSTOS INDIRECTOS

20 % 19.82

Precio Unitario Total 118.90

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,003
 Código: 531036
 Descripción: Pintura para señalización de tráfico con franjadora, ancho de franja de 12.5cm
 Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.0200	0.01
113003	Equipo de señalización vial- line	Hora	1.0000	25.00	0.0020	0.05
Subtotal de Equipo:						0.06

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
270001	Pintura de tráfico (acrílica)	galon	0.0140	24.98		0.35
270003	Microesferas de silice	kg	0.0430	4.50		0.19
270021	Disolvente para pintura de tráfico	galón	0.0020	12.50		0.03
Subtotal de Materiales:						0.57

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.0200	0.07
403003	Pintor		1.0000	3.55	0.0200	0.07
424013	Operador de tractor de ruedas (barredora, cegadora,		1.0000	3.64	0.0020	0.01
Subtotal de Mano de Obra:						0.15

Costo Directo Total: 0.78

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.16

Precio Unitario Total	0.94
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,004
 Código: 532078
 Descripción: Letrero de Información del Proyecto 4x2m, suministro y colocación
 Unidad: U

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200474	Letrero de información del proyecto	u	1.0000	320.00		320.00
Subtotal de Materiales:						320.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00

Costo Directo Total: 320.00

COSTOS INDIRECTOS

20 % 64.00

Precio Unitario Total	384.00
------------------------------------	---------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,005
 Código: 532023
 Descripción: Conos para tráfico, suministro e instalación, 20 usos
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1000	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA120	Conos para tráfico	u	0.0500	23.00		1.15
Subtotal de Materiales:						1.15

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.1000	0.35
Subtotal de Mano de Obra:						0.35

Costo Directo Total: 1.54

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.31

Precio Unitario Total	1.85
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,006
 Código: 532004
 Descripción: Parante con base de hormigón, 20 usos
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.5000	0.20
Subtotal de Equipo:						0.20

Materiales

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio		Total
202002	Varilla de 10 mm x 12 m	u	0.0013	8.22		0.01
253002	Píngos de eucalipto	m	0.0750	0.80		0.06
253003	Tabla de encofrado 24 x 3 cm x 30	u	0.0185	1.90		0.04
270022	Pintura esmalte	gl	0.0100	16.93		0.17
2EA084	Clavos	kg	0.0075	1.91		0.01
Subtotal de Materiales:						0.29

Transporte

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra

Código	Descripción		Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.2000	0.70
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.2000	0.71
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.1000	0.37
Subtotal de Mano de Obra:						1.78

Costo Directo Total: 2.27

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.45

Precio Unitario Total	2.72
-----------------------------	------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,007
 Código: 532081
 Descripción: Malla de seguridad, suministro e instalación, 5 usos
 Unidad: ml

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.2000	0.08
Subtotal de Equipo:						0.08

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA121	Malla plástica de seguridad K0001	m	0.2000	0.55		0.11
Subtotal de Materiales:						0.11

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.2000	0.70
Subtotal de Mano de Obra:						0.70

Costo Directo Total: 0.89

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.18

Precio Unitario Total	1.07
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,008
 Código: 532043
 Descripción: Suministro Cinta Peligro h= 7.5 cm Negro/Amarillo
 Unidad: m

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA302	Cinta Peligro h= 7.5 cm Negro/Am	m	1.0000	0.18		0.18
Subtotal de Materiales:						0.18

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00

Costo Directo Total: 0.18

COSTOS INDIRECTOS		20 %	0.04
--------------------------	--	------	------

Precio Unitario Total	0.22
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,009
 Código: 532066
 Descripción: Suministro e instalación de tacha relectiva unidireccional
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
-----------------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.1000	0.04
Subtotal de Equipo:						0.04

Materiales						
-------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA297	Tachas reflectivas unidireccionales	u	1.0000	2.50		2.50
Subtotal de Materiales:						2.50

Transporte						
-------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
---------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.1000	0.35
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0100	0.04
Subtotal de Mano de Obra:						0.39

Costo Directo Total: 2.93

COSTOS INDIRECTOS						
--------------------------	--	--	--	--	--	--

20 % 0.59

Precio Unitario Total						3.52
------------------------------------	--	--	--	--	--	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 4,010
 Código: 532005
 Descripción: Pasos peatonales de tabla
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
112001	Herramientas varias	Hora	1.0000	0.40	0.2500	0.10
Subtotal de Equipo:						0.10

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
253003	Tabla de encofrado 24 x 3 cm x 30	u	2.0000	1.90		3.80
253005	Tiras de eucalipto 4 x 5 x 300 cm	u	1.0000	1.08		1.08
2EA084	Clavos	kg	0.2000	1.91		0.38
Subtotal de Materiales:						5.26

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	0.2500	1.76
403001	Albañil		1.0000	3.55	0.2500	0.89
405006	Técnico obras civiles		1.0000	3.74	0.0750	0.28
Subtotal de Mano de Obra:						2.93

Costo Directo Total: 8.29

COSTOS INDIRECTOS

20 % 1.66

Precio Unitario Total	9.95
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 5,001
 Código: 500036
 Descripción: Agua para control de polvo
 Unidad: lt

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
117012	Equipo menor	Hora	1.0000	0.40	0.0300	0.01
Subtotal de Equipo:						0.01

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200492	Agua para control de polvo	lt	1.0000	0.01		0.01
Subtotal de Materiales:						0.01

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		1.0000	3.51	0.0300	0.11
Subtotal de Mano de Obra:						0.11

Costo Directo Total: 0.13

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.03

Precio Unitario Total	0.16
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 5,002
 Código: 500037
 Descripción: Siembra de arboles
 Unidad: u

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
-----------------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
117012	Equipo menor	Hora	1.0000	0.40	1.6000	0.64
Subtotal de Equipo:						0.64

Materiales						
-------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
2EA019	Arboles pequeños	u	1.0000	7.20		7.20
2EA002	Abono	saco	0.2500	6.00		1.50
Subtotal de Materiales:						8.70

Transporte						
-------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
---------------------	--	--	--	--	--	--

Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
402015	Peón		2.0000	3.51	1.6000	11.23
Subtotal de Mano de Obra:						11.23

Costo Directo Total: 20.57

COSTOS INDIRECTOS						
--------------------------	--	--	--	--	--	--

20 % 4.11

Precio Unitario Total						24.68
------------------------------------	--	--	--	--	--	--------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 5,003
Código: 500038
Descrip.: Tendito de escombrera a maquina
Unidad: m3

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
102003	Motoniveladora	Hora	1.0000	50.00	0.0100	0.50
102005	Rodillo Vibratorio	Hora	1.0000	35.00	0.0100	0.35
Subtotal de Equipo:						0.85

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Materiales:						0.00

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
423001	Operador de motoniveladora		1.0000	3.93	0.0100	0.04
424004	Operador de rodillo autopropulsado		1.0000	3.74	0.0100	0.04
426007	Engrasador o abastecedor responsable (Estr. Oc. D2		1.0000	3.55	0.0100	0.04
Subtotal de Mano de Obra:						0.12

Costo Directo Total: 0.97

COSTOS INDIRECTOS

20 % 0.19

Precio Unitario Total	1.16
------------------------------------	-------------

Análisis de Precios Unitarios

01-sep-18

Item: 5,004
 Código: 500039
 Descripción: Charla de socialización del proyecto
 Unidad: Gbl

COSTOS DIRECTOS

Equipo y herramienta						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
Subtotal de Equipo:						0.00

Materiales						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Precio	Rendim.	Total
200491	Charla y socialización del proyecto	u	1.0000	461.05		461.05
Subtotal de Materiales:						461.05

Transporte						
Código	Descripción	Unidad	Cantidad	Tarifa/U	Distancia	Total
Subtotal de Transporte:						0.00

Mano de Obra						
Código	Descripción	Unidad	Número	S.R.H.	Rendim.	Total
Subtotal de Mano de Obra:						0.00

Costo Directo Total: 461.05

COSTOS INDIRECTOS

20 % 92.21


Precio Unitario Total	553.26
------------------------------------	---------------




**PERMISO DEL AUTOR DE TESIS PARA SUBIR AL REPOSITORIO
INSTITUCIONAL**

Nosotros, **CHRISTIAN ANDRÉS URGILES AZUERO** y **CARLOS JULIO IDROVO PINOS**, portadores de la cédula de ciudadanía N° 0104688973 y N° 0302339676 respectivamente, en calidad de autores y titulares de los derechos patrimoniales del trabajo de titulación “**DISEÑO GEOMÉTRICO Y DE PAVIMENTO DE LA VÍA PARCULOMA – YABRÚN, CANTÓN GUALACEO**” de conformidad a lo establecido en el art. 114 Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, reconocemos a favor de la Universidad Católica de Cuenca, una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos, así mismo; autorizamos a la Universidad para que realice la publicación de este trabajo de titulación en el Repositorio Institucional de conformidad a lo dispuesto en el art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, 04 Septiembre 2018.



Christian Andrés Urgiles Azuero



Carlos Julio Idrovo Pinos