



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

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

TEMA:

**“MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS
COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL
CANTÓN MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”.**

AUTOR: Alex Daniel Gavilanes Ilbay

TUTORA: Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.

AMBATO - ECUADOR

Febrero - 2023

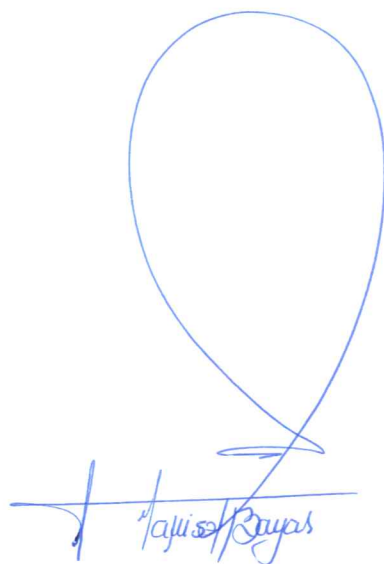
CERTIFICACIÓN

En mi calidad de Tutor del Proyecto Técnico, previo a la obtención del Título de Ingeniero Civil, con el tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, elaborado por el Sr. Alex Daniel Gavilanes Ilbay, portador de la cédula de ciudadanía: C.I. 1804914552, estudiante de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica.

Certifico:

- Que el presente proyecto técnico es original de su autor.
- Ha sido revisado cada uno de sus capítulos componentes.
- Está concluido en su totalidad.

Ambato, febrero 2023




Ing. Myriam Marisol Bayas Altamirano Mg.

TUTORA

AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN

Yo, **Alex Daniel Gavilanes Ilbay** con C.I. 1804914552, declaro que todas las actividades y contenidos expuestos en el presente Proyecto Técnico con el tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**, así como también los gráficos, conclusiones y recomendaciones son de mi exclusiva responsabilidad como autor del proyecto, a excepción de las referencias bibliográficas citadas en el mismo.

Ambato, febrero 2023



Alex Daniel Gavilanes Ilbay

C.I. 1804914552

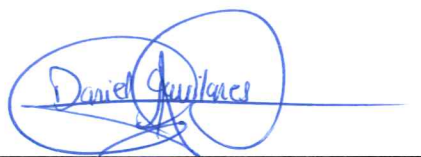
AUTOR

DERECHOS DE AUTOR

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

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto Técnico, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este documento dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

Ambato, febrero 2023



Alex Daniel Gavilanes Ilbay

C.I. 1804914552

AUTOR

APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los miembros del Tribunal de Grado aprueban el informe del Proyecto Técnico, realizado por el estudiante Alex Daniel Gavilanes Ibay, de la Carrera de Ingeniería Civil bajo el tema: **“MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA DE LA PROVINCIA DE TUNGURAHUA”**.

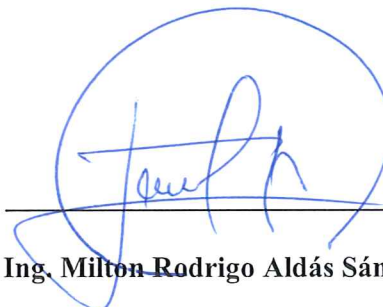
Ambato, febrero 2023

Para constancia firman:



Ing. Mg. Byron Genaro Cañizares Proaño

MIEMBRO CALIFICADOR



Ing. Milton Rodrigo Aldás Sánchez Ph.D.

MIEMBRO CALIFICADOR

DEDICATORIA

Este proyecto se lo dedico a mis padres, quienes me apoyaron incondicionalmente desde el inicio de mis estudios, inculcaron en mis todos los valores necesarios que se requieren para poder convertirme en un profesional y en una buena persona, me ayudaron a salir adelante en momentos difíciles y compartieron conmigo todo el sacrificio que ha costado este trabajo.

Además, agradezco a mis hermanos por ser un ejemplo de cómo ser un buen profesional y una excelente persona.

Alex Gavilanes

AGRADECIMIENTO

Quiero agradecer a Dios por darme la fortaleza y sabiduría necesaria para salir adelante y sobrellevar todas las dificultades que se me presentaron en el trayecto de mi carrera universitaria.

Agradezco a mis padres y mis hermanos por el apoyo y esfuerzo incondicional en todo ámbito, por los buenos y malos momentos que pasamos, pero juntos logramos cumplir con este propósito.

A los profesores de la Facultad de Ingeniería Civil y Mecánica, quienes compartieron su conocimiento con esfuerzo y dedicación para poder formar muchos profesionales de la carrera.

Alex Gavilanes

ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS

CERTIFICACIÓN	ii
AUTORÍA DE LA INVESTIGACIÓN	iii
DERECHOS DE AUTOR	iv
APROBACIÓN DEL TRIBUNAL DE GRADO.....	v
DEDICATORÍA	vi
AGRADECIMIENTO	vii
ÍNDICE GENERAL DE CONTENIDOS	viii
ÍNDICE DE TABLAS.....	xiv
ÍNDICE DE FIGURAS.....	xx
RESUMEN.....	xxii
ABSTRACT	xxiii
CAPÍTULO I – MARCO TEÓRICO.....	1
1.1 ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS	1
1.1.1 Antecedentes	1
1.1.2 Justificación	2
1.1.3 Fundamentación Teórica.....	3
1.1.3.1 TOPOGRAFÍA	3
Curvas de Nivel.....	3
Sistema de Coordenadas UTM.....	3
1.1.3.2 TRÁFICO.....	4
Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA)	4
Factor Hora Pico	4
Tráfico Actual	5
Tráfico existente.....	5
Tráfico Desarrollado	5
Tráfico Generado	5
Tráfico Futuro	6

Crecimiento Normal del Tráfico	6
Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional	7
CARRETERA.....	7
Clasificación de la carretera de acuerdo al tráfico	7
Clase de carreteras	8
1.1.3.3 ESTUDIO DE SUELOS	9
Contenido de humedad.....	9
Límites de Atterberg	9
Granulometría	10
Ensayo de Proctor	11
Ensayo de CBR	11
1.1.3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO.....	12
ALINEAMIENTO HORIZONTAL.....	12
Velocidad de Diseño	12
Distancia de visibilidad de parada.....	15
Distancia de visibilidad de rebasamiento	15
Peralte.....	15
Radio mínimo de curvatura.....	16
Elementos de una curva circular simple	16
Sobre ancho en curvas.....	17
ALINEAMIENTO VERTICAL.....	18
Gradiente	18
Longitud Máxima.....	19
Longitud Mínima	19
Curvas Verticales	19
Curvas Verticales convexas	20
Curvas verticales cóncavas	21
SECCIÓN TRANSVERSAL	22
Ancho de la sección transversal	22
Espaldón o Berma	23
Bombeo	23
Taludes	24
1.1.3.5 PAVIMENTOS	25

Pavimentos Flexibles	25
Subbase	25
Base	26
Capa de Rodadura	27
Diseño del pavimento.....	27
Método AASHTO-93 Diseño para pavimento flexibles.....	28
1.1.3.6 DISEÑO HIDRÁULICO	29
Cunetas	29
Alcantarillas	31
1.2 OBJETIVOS	32
1.2.1 Objetivo General	32
1.2.2 Objetivos Específicos	32
CAPÍTULO II - METODOLOGÍA.....	33
2.1 MATERIALES Y EQUIPOS	33
2.1.1 Materiales.....	33
2.1.2 Equipos.....	34
2.2 MÉTODOS	35
2.3 DATOS DEL PROYECTO	36
2.3.1 Ubicación.....	36
2.3.2 Ubicación geográfica de la zona	37
2.3.3 Estudio socioeconómico.....	38
2.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS.....	41
2.4.1 Estudio topográfico	41
2.4.2 Estudio del tráfico	42
Conteo vehicular	44
Cálculo del tráfico promedio diario anual.....	44
2.4.3 Análisis de suelos	50
Contenido de humedad.....	52

Límites de Atterberg	53
Granulometría	55
Ensayo de Proctor	58
Ensayo de CBR	61
2.4.4 Diseño Geométrico	65
Alineamiento Horizontal	65
Alineamiento vertical	71
Sección transversal.....	72
2.4.5 Diseño del pavimento flexible.....	73
Diseño de la estructura del pavimento	85
2.4.6 Diseño Hidráulico.....	95
2.4.6 Cálculo del Volúmenes.....	103
Especificaciones Técnicas	107
CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN	111
3.1 Análisis y discusión de resultados.....	111
3.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO.....	111
3.1.2 ESTUDIO DEL TRÁFICO	112
Tráfico promedio diario anual.....	113
Tráfico futuro	114
3.1.3 ESTUDIO DE SUELOS	114
Descripción actual del estado del suelo	114
Ubicación de los sondeos para análisis de suelos	115
Contenido de humedad.....	116
Granulometría	117
Límites de Atterberg	118
Ensayo de compactación Proctor	118

Ensayo CBR.....	119
Condición y clasificación del suelo de acuerdo al CBR	119
3.1.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PROYECTO	120
3.1.4.1 Alineamiento Horizontal	120
Velocidad de diseño	120
Distancia de visibilidad.....	120
Radio mínimo de curvatura.....	121
Peralte.....	121
Sobre ancho en curvas.....	121
3.1.4.2 Alineamiento Vertical.....	121
Gradiente máxima y mínima.....	121
Curvas verticales	121
Longitud mínima absoluta de curvas verticales	122
Sección transversal.....	122
Ancho de calzada	122
Espaldones	122
Bombeo	122
3.1.4.3. Diseño del pavimento flexible.....	122
Factor de daño.....	122
Confiabilidad R.....	123
Número de ejes equivalentes W	123
Cálculo del CBR de diseño	123
Módulo de resiliencia Mr	124
Desviación estándar normal Zr	124
Desviación estándar global So	124
Índice de serviciabilidad	124

Espesores de las capas.....	124
Diseño de la estructura del pavimento	126
3.1.5. DISEÑO HIDRÁULICO	128
Diseño de cunetas.....	128
Diseño de Alcantarillas	129
3.1.6. PRESUPUESTO REFERENCIAL.....	130
CAPÍTULO IV- CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	131
4.1 Conclusiones	131
4.2 Recomendaciones	133
MATERIALES DE REFERENCIA	134
BIBLIOGRAFÍA.....	134
ANEXO 1 EQUIPOS Y MATERIALES.....	136
ANEXO 2 ANÁLISIS DE TRÁFICO	139
ANEXO 3 ENSAYOS DE SUELOS	146
ANEXO 4 ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS	199
ANEXO 5 VOLUMENES DE CORTE Y RELLENO.....	213
ANEXO 6 PLANOS	219

ÍNDICE DE TABLAS

TABLA 1: Tasa de crecimiento de tráfico	6
TABLA 2: Clasificación de carreteras según TPDA	7
TABLA 3: Clase de carreteras según su función	8
TABLA 4: Nomenclatura de tipo de suelos	10
TABLA 5: Clasificación del suelo por el tamaño	11
TABLA 6: Carga unitaria patrón para CBR.....	12
TABLA 7: Velocidad de diseño	14
TABLA 8: Gradiente longitudinal máxima.....	18
TABLA 9: Curvas convexas mínimas.....	20
TABLA 10: Curvas cóncavas mínimas	21
TABLA 11: Coeficiente k para curvas verticales.....	22
TABLA 12: Anchos de calzada.....	23
TABLA 13: Pendiente de bombeo	24
TABLA 14: Taludes en terrenos planos.....	25
TABLA 15: Granulometría para Subbase	26
TABLA 16: Granulometría para Base.....	27
TABLA 17: Velocidad de agua según el material.....	30
TABLA 18: Ubicación del proyecto	36
TABLA 19: Resumen conteo vehicular	44
TABLA 20: Periodo de diseño	48
TABLA 21: Tasa de crecimiento de vehículos	49
TABLA 22: Clasificación de acuerdo al TPDA.....	50
TABLA 23: Ensayo Contenido de humedad abscisa 1+000.....	52
TABLA 24: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 1+500.....	54
TABLA 25: Ensayo de Granulometría abscisa 2+000.....	56

TABLA 26: Ensayo de Proctor abscisa 3+500	59
TABLA 27: Ensayo de CBR abscisa 0+500	62
TABLA 28: Ensayo de CBR carga - penetración	63
TABLA 29: Velocidad de circulación.....	65
TABLA 30: Distancia de visibilidad de parada	67
TABLA 31: Distancia de visibilidad para el rebasamiento.....	68
TABLA 32: Radios mínimos en curvas	69
TABLA 33: Valores recomendados para el diseño.....	70
TABLA 34: Anchos de calzada para el proyecto.....	72
TABLA 35: Ancho de espaldones.....	72
TABLA 36: Factor de daño del vehículo	74
TABLA 37: Grado de confiabilidad R.....	74
TABLA 38: Ejes equivalentes W18 para el periodo de diseño.....	76
TABLA 39: Límite de resistencia para CBR de diseño	77
TABLA 40: Valores distribuidos de CBR.....	77
TABLA 41: Desviación estándar normal Z_r	78
TABLA 42: Estabilidad Marshall	80
TABLA 43: Coeficiente estructural (a_1).....	81
TABLA 44: Coeficiente estructural (a_2).....	82
TABLA 45: Coeficiente estructural (a_3).....	84
TABLA 46: Calidad del drenaje.....	84
TABLA 47: Porcentaje de tiempo de humedad	85
TABLA 48: Espesores de la estructura del pavimento	92
TABLA 49: Granulometría para Subbase Clase 3	93
TABLA 50: Granulometría para Base Clase 4.....	93
TABLA 51: Agregados para mezcla asfáltica.....	94

TABLA 52: Especificaciones para los agregados	94
TABLA 53: Coeficiente de rugosidad de Manning	96
TABLA 54: Velocidad y caudal a partir de varias pendientes	97
TABLA 55: Valores de escorrentía	98
TABLA 56: Coeficiente de escurrimiento de Talbot	101
TABLA 57: Coordenadas del proyecto	111
TABLA 58: Georreferenciación de pasos de agua existentes	111
TABLA 59: Número de vehículos por día	112
TABLA 60: Tráfico hora pico del día miércoles	113
TABLA 61: Resumen TPDA	113
TABLA 62: Tráfico futuro a 20 años	114
TABLA 63: Georreferenciación de las calicatas para ensayos de suelos	115
TABLA 64: Resumen Contenido de humedad del suelo	116
TABLA 65: Clasificación de las muestras de suelos	117
TABLA 66: Resumen Límites de Atterberg	118
TABLA 67: Resultados Ensayo de Proctor	118
TABLA 68: Resultados Ensayo de CBR	119
TABLA 69: Clasificación del suelo de acuerdo con el % de CBR	119
TABLA 70: Resumen de velocidad para el proyecto	120
TABLA 71: Resumen de distancias de visibilidad	120
TABLA 72: Resumen Curvas verticales	121
TABLA 73: Valores distribuidos de CBR	123
TABLA 74: Resultados para el cálculo del pavimento	126
TABLA 75: Espesores de la estructura del pavimento	127
TABLA 76: Presupuesto Referencial	130
TABLA 77: Anexo fotográfico equipos y materiales	137

TABLA 78: Conteo vehicular día Lunes.....	140
TABLA 79: Conteo vehicular día Martes	141
TABLA 80: Conteo vehicular día Miércoles	142
TABLA 81: Conteo vehicular día Jueves.....	143
TABLA 82: Conteo vehicular día Viernes.....	144
TABLA 83: Conteo vehicular día Sábado.....	145
TABLA 84: Anexo fotográfico Ensayo de Suelos	147
TABLA 85: Contenido de Humedad abscisa 0+500.....	152
TABLA 86: Contenido de Humedad abscisa 1+000.....	152
TABLA 87: Contenido de Humedad abscisa 1+500.....	152
TABLA 88: Contenido de Humedad abscisa 2+000.....	153
TABLA 89: Contenido de Humedad abscisa 2+500.....	153
TABLA 90: Contenido de Humedad abscisa 3+000.....	153
TABLA 91: Contenido de Humedad abscisa 3+500.....	154
TABLA 92: Contenido de Humedad abscisa 4+000.....	154
TABLA 93: Ensayo de Granulometría abscisa 0+500	156
TABLA 94: Ensayo de Granulometría abscisa 1+000	157
TABLA 95: Ensayo de Granulometría abscisa 1+500	158
TABLA 96: Ensayo de Granulometría abscisa 2+000	159
TABLA 97: Ensayo de Granulometría abscisa 2+500	160
TABLA 98: Ensayo de Granulometría abscisa 3+000	161
TABLA 99: Ensayo de Granulometría abscisa 3+500	162
TABLA 100: Ensayo de Granulometría abscisa 4+000	163
TABLA 101: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 0+500.....	165
TABLA 102: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 1+000.....	166
TABLA 103: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 1+500.....	167

TABLA 104: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 2+000.....	168
TABLA 105: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 2+500.....	169
TABLA 106: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 3+000.....	170
TABLA 107: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 3+500.....	171
TABLA 108: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 4+000.....	172
TABLA 109: Ensayo de Proctor abscisa 0+500	174
TABLA 110: Ensayo de Proctor abscisa 1+000	175
TABLA 111: Ensayo de Proctor abscisa 1+500	176
TABLA 112: Ensayo de Proctor abscisa 2+000	177
TABLA 113: Ensayo de Proctor abscisa 2+500	178
TABLA 114: Ensayo de Proctor abscisa 3+000	179
TABLA 115: Ensayo de Proctor abscisa 3+500	180
TABLA 116: Ensayo de Proctor abscisa 4+000	181
TABLA 117: Ensayo de CBR abscisa 0+500	183
TABLA 118: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 0+500.....	184
TABLA 119: Ensayo de CBR abscisa 1+000	185
TABLA 120: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 1+000.....	186
TABLA 121: Ensayo de CBR abscisa 1+500	187
TABLA 122: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 1+500.....	188
TABLA 123: Ensayo de CBR abscisa 2+000	189
TABLA 124: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 2+000.....	190
TABLA 125: Ensayo de CBR abscisa 2+500	191
TABLA 126: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 2+500.....	192
TABLA 127: Ensayo de CBR abscisa 3+000	193
TABLA 128: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 3+000.....	194
TABLA 129: Ensayo de CBR abscisa 3+500	195

TABLA 130: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 3+500	196
TABLA 131: Ensayo de CBR abscisa 4+000	197
TABLA 132: Ensayo de CBR (Carga – Penetración) abscisa 4+000	198
TABLA 133: Análisis de precios unitarios Rubro 1	200
TABLA 134: Análisis de precios unitarios Rubro 2	201
TABLA 135: Análisis de precios unitarios Rubro 3	202
TABLA 136: Análisis de precios unitarios Rubro 4	203
TABLA 137: Análisis de precios unitarios Rubro 5	204
TABLA 138: Análisis de precios unitarios Rubro 6	205
TABLA 139: Análisis de precios unitarios Rubro 7	206
TABLA 140: Análisis de precios unitarios Rubro 8	207
TABLA 141: Análisis de precios unitarios Rubro 9	208
TABLA 142: Análisis de precios unitarios Rubro 10	209
TABLA 143: Análisis de precios unitarios Rubro 11	210
TABLA 144: Análisis de precios unitarios Rubro 12	211
TABLA 145: Análisis de precios unitarios Rubro 13	212
TABLA 146: Volúmenes de corte y relleno.....	214

ÍNDICE DE FIGURAS

FIGURA 1: Elementos de una curva circular simple	17
FIGURA 2: Elementos de una curva vertical	20
FIGURA 3: Sección de cuenta triangular	30
FIGURA 4: Elementos de una alcantarilla	31
FIGURA 5: Ubicación de la Provincia de Tungurahua	37
FIGURA 6: Ubicación del Cantón Mocha.....	37
FIGURA 7: Ubicación proyecto Chilcapamba – Santa Marianita Cantón Mocha...	38
FIGURA 8: Orografía del Cantón Mocha.....	40
FIGURA 9: Levantamiento Topográfico.....	41
FIGURA 10: Levantamiento Topográfico.....	42
FIGURA 11: Punto de conteo vehicular	43
FIGURA 12: Conteo de vehículos	43
FIGURA 13: Análisis de suelos.....	51
FIGURA 14: Elaboración de ensayos de suelos	51
FIGURA 15: Monograma para coeficiente estructural (a1)	80
FIGURA 16: Monograma para coeficiente estructural (a2)	82
FIGURA 17: Monograma para coeficiente estructural (a3)	83
FIGURA 18: Sistema multicapa	85
FIGURA 19: Número estructural SN de la sub rasante (Ecuación AASHTO 93) ...	86
FIGURA 20: Número estructural SN de la subbase (Ecuación AASHTO 93)	87
FIGURA 21: Número estructural SN carpeta asfáltica (Ecuación AASHTO 93)....	88
FIGURA 22: Dimensión típica de la cuneta	95
FIGURA 23: Tráfico diario del día miércoles	112
FIGURA 24: Puntos de georreferenciación de las calicatas	116
FIGURA 25: Calicatas realizas en campo	117

FIGURA 26: CBR de diseño	123
FIGURA 27: Estructura del pavimento	128
FIGURA 28: Sección típica de la cuneta	128
FIGURA 29: Dimensiones de alcantarilla vista frontal	129
FIGURA 30: Dimensiones de alcantarilla vista superior.....	129

RESUMEN

Debido a las malas condiciones de movilización y acceso vehicular, en acuerdo con el GAD Municipal del Cantón, se propone implantar una solución a la problemática realizando una propuesta de mejoramiento de la vía que conecta los sectores analizados. El trabajo inició con el levantamiento topográfico de la zona de estudio por medio de un equipo RTK Trimble R8, con la finalidad de determinar las condiciones actuales del terreno. Seguido se realizó el estudio del tráfico en el sector de Santa Marianita, en donde se determinó el volumen de tráfico actual existente para posteriormente determinar el tráfico futuro. Para el estudio de suelos se ensayaron 8 muestras tomadas por medio de calicatas cada 500 metros, donde se determinaron las características físicas y mecánicas del suelo. Una vez obtenidos estos datos, se procedió a realizar el diseño geométrico de la vía, basándonos en la normativa propuesta por el MTOP en el año 2003. También se determinó la estructura del pavimento flexible por medio de la normativa AASHTO – 93, tanto los espesores de las capas base, subbase y de la carpeta asfáltica. Se realizó el diseño hidráulico de la vía, donde se definió las secciones de cunetas y alcantarillas. Además, se elaboró un presupuesto referencial del proyecto realizado realizando un análisis de precios unitarios.

Palabras clave: Levantamiento topográfico, Chilcapamba, Diseño geométrico, Precios unitarios, Diseño hidráulico, Presupuesto referencial.

ABSTRACT

Due to the poor conditions of mobilization and vehicular access, in agreement with the Municipal GAD of the Canton, it is proposed to implement a solution to the problem by making a proposal to improve the road that connects the analyzed sectors. The work began with the topographic survey of the study area using a Trimble R8 RTK equipment, in order to determine the current conditions of the terrain. Followed by the study of the traffic in the Santa Marianita sector, where the existing current traffic volume was determined to later determine the future traffic. For the soil study, 8 samples taken by pits every 500 meters were tested, where the physical and mechanical characteristics of the soil were determined. Once these data were obtained, the geometric design of the road was carried out, based on the regulations proposed by the MTOP 2003. The structure of the flexible pavement was also determined by means of the AASHTO - 93 regulations, both the thicknesses of the base layers, sub-base and asphalt. The hydraulic design of the road was carried out, where the sections of gutters and sewers were defined. In addition, a reference budget of the project was elaborated by carrying out an analysis of unit prices.

Keywords: Topographic survey, Chilcapamba, Geometric design, Unit prices, Hydraulic design, Referential budget.

CAPITULO I - MARCO TEÓRICO

1.1 Antecedentes investigativos

1.1.1 Antecedentes

La población del Cantón Mocha es de alrededor de 6.777 habitantes, dedicada desde sus inicios a la agricultura y a la ganadería, generadora de productos como las papas, cebolla, habas y productos lácteos como el queso, yogurt, leche cruda, etc. [1]

Conforme con su desarrollo económico se ha visto en la necesidad de mejorar sus vías de comunicación y de comercio con los demás cantones y provincias aledañas con la finalidad de facilitar la salida de sus productos desde el campo hacia los mercados cantonales y provinciales.

A partir del año 2021 se apertura un nuevo lugar turístico en el sector denominado Mirador del Cerro Puñalica, el cual ha obtenido un gran reconocimiento y considerado como una nueva fuente de economía para el sector.

En la actualidad la población del sector de Chilcapamba y Santa Marianita se ha mantenido con una vía empedrada y sin un sistema hidráulico lo que dificulta a menudo la circulación y el acceso al sector, lo cual ha llevado a la población a tener un elevado costo de transporte y perdidas en el momento de la venta de sus productos.

Esta vía es transcurrida mayormente por camionetas las cuales transportan los productos agrícolas y el transporte de leche cruda, generalmente hacia el centro del cantón o a los cantones aledaños para su posterior comercialización.

El GAD del Cantón Mocha, observando esta necesidad de la población, ante tal situación decide gestionar un mejoramiento de la vía para mejorar los accesos, garantizando la calidad de vida de su pueblo. [1]

1.1.2 Justificación

Conforme con el desarrollo de una población es fundamental la existencia y construcción de vías con condiciones de primer nivel, las cuales ayudaran a los sectores agrícolas y ganaderos en su desenvolvimiento económico.

Una vía en condiciones adecuadas debe proporcionar seguridad, economía, funcionalidad, estética, lo cual ayudará a los agricultores, ganaderos y demás personas en general a poder llevar su producto desde el lugar de obtención hasta su procesamiento y consumidor final, garantizando la calidad de sus productos.

El crecimiento de redes de comunicación vial en todos los sectores rurales y urbanos está sujeto a cambios en cuanto a la evolución de medios de transporte desde todo el paso del hombre, desde el transporte con animales de carga, tranvía y últimamente automóviles, buses y camiones. [2]

Al incrementarse diariamente las poblaciones de igual manera aumenta la necesidad del uso de vehículos y con ello la necesidad de construir, ampliar y mejorar las condiciones de las carreteras. De igual manera, la evolución constante que ha tenido el mercado automotriz ha llevado a que con su nueva tecnología y capacidad de trabajo más elevada se requiera de un sistema vial con condiciones adecuadas con el fin de garantizar seguridad y economía a los usuarios además de protección al entorno ambiental y sus alrededores.

La necesidad de este proyecto se genera debido al gran deterioro existente del empedrado a lo largo de la vía y la falta del sistema hidráulico como las cunetas y alcantarillas lo que dificulta cada vez más el tránsito vehicular. Se busca brindar una solución a este problema brindando un diseño adecuado a la vía y proponiendo una mejora tanto en el diseño geométrico como en la capa de rodadura, además de un diseño hidráulico adecuado con el cual el proyecto pueda mantenerse en condiciones óptimas por un largo periodo de tiempo.

Este proyecto beneficiará a las comunidades de Chilcapamba y Santa Marianita ofreciendo una conexión Inter Cantonal entre Mocha y Tisaleo de la Provincia de Tungurahua, generando un vínculo más cercano para la economía y el transporte de los pueblos.

La factibilidad de mejorar la vía de un estado de empedrado a la implementación de una carpeta asfáltica es que, ofrecerá una vida útil más larga a la carretera la cual

garantizara a los moradores el uso continuo de la obra con el cual podrán satisfacer fácilmente sus necesidades a lo largo del tiempo. [3]

1.1.3 Fundamentación teórica

1.1.3.1 TOPOGRAFÍA

La topografía es un elemento fundamental en cuanto al diseño geométrico de la vía, ya que nos brindará la ubicación exacta de la franja en donde se implantará el proyecto a ejecutarse. A partir de los datos obtenidos en el campo podremos determinar las condiciones iniciales en la que se encuentra el terreno e implantaremos las dimensiones adecuadas de acuerdo con el análisis realizado.

Un levantamiento topográfico comprende los trabajos realizados en el campo como planimetría, altimetría, alineamiento los cuales son los componentes esenciales para determinar la superficie sobre la cual se implantará el proyecto. [4]

Curvas de nivel

Se obtienen a partir de un plano con puntos acotados unidos por un trazo continuo aquellos puntos que posean la misma cota.

En el plano constan únicamente aquellas curvas cuyas cotas sean múltiplos de la equidistancia del plano.

Consiste en cortar una superficie del terreno a través de planos paralelos separados una distancia unos de otros. Cada plano dividirá al terreno en otra figura plana y esta recibirá el nombre de curva de nivel. [4]

Sistema de coordenadas UTM (Universal Transversal Mercator)

Es un sistema derivado por especificación de la proyección cartográfica Transversa de Mercator, la cual es una representación conforme del elipsoide de la tierra. Representa la superficie de la tierra o una parte de ella en un plano cuadrículado.

Esta divide al globo terráqueo en 60 zonas y cada zona está limitada por dos meridianos separados 6 grados. La línea central coincide con el meridiano central y este es el origen de la zona UTM. Las zonas UTM suelen estrecharse y disminuyen sus áreas conforme se acercan a los polos. [4]

1.1.3.2 TRÁFICO

Para ejecutar el diseño de una vía o una parte de esta se debe tomar bases en la información del tráfico, con la finalidad de compararlo con la capacidad, es decir con la demanda máxima de vehículos que una vía pueda soportar.

El diseño geométrico de una vía está basado principalmente en el tráfico. Esta información debe interpretar la funcionalidad del tráfico actual (cantidad y tipos). Es muy conveniente estimar la demanda más probable de tráfico en la vía además de obtener aproximaciones acertadas con la realidad con el objetivo de estimar la influencia que se presentara en el proyecto en beneficio o no ante cualquier tipo de situaciones. [5]

Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Es la unidad de cuantificación del tráfico en una vía conocido como el volumen de tráfico promedio diario anual con las siglas de TPDA.

El cálculo del TPDA debe tener las siguientes consideraciones:

- Para carreteras de un solo sentido, la cantidad de tráfico que se analizará será solo en ese sentido.
- Para carreteras de dos sentidos, el tráfico será analizado en las dos direcciones del flujo. El análisis de la cantidad de tráfico podría ser semejante en los dos sentidos al finalizar de día.
- En caso de análisis de autopistas, se determina el TPDA de acuerdo con cada sentido de circulación, ocasionando lo que se comúnmente se conoce como flujo direccional, el cual se podría definir como el porcentaje de automóviles en cada sentido de la vía. Esto nos permite determinar volumen y composición de tráfico en el mismo periodo. [5]

Factor hora pico

Factor el cual involucra el volumen máximo en una hora establecida y la cantidad de vehículos en ese periodo de tiempo, el cual va a estar dividido a su vez en cuatro intervalos de 15 minutos cada uno, para el cual se usará el intervalo con el mayor flujo de vehículos. Este factor de determinará de acuerdo con la siguiente ecuación:

Tráfico actual (TA)

Es el volumen de tráfico que se asume está circulando por la carretera como si esta ya estuviese en funcionamiento. Para determinar el tráfico actual se emplea la siguiente ecuación.

Tráfico existente

Es aquel que se obtiene mediante los análisis del tráfico en campo por medio del conteo vehicular.

Tráfico Desarrollado

Se produce por el incremento de nuevas áreas de desarrollo debido al uso de tierras, incremento de las industrias o del ámbito turístico que se encontraran dentro de este proyecto. Es necesario considerar este tipo de tráfico ya que podría generar un cambio drástico en el volumen del tráfico en el futuro.

Para obtener el tráfico por desarrollo se sustrae un valor del 5% del TPDA actual.

$$TD = 5\% * TPDA \quad (1.1)$$

Tráfico Atraído

Este tipo de tráfico interviene por las facilidades que puede brindar el proyecto como acortar el tiempo, atajos, los cuales pueden ser de gran beneficio para muchos de los usuarios.

Se obtiene como un 10% del TPDA actual.

$$Ta = 10\% * TPDA \quad (Ec.1.2)$$

Tráfico Generado

Este tipo de tráfico aparece cuando varios usuarios en vista de las mejoras existentes deciden hacer uso de la carretera, y este nuevo proyecto empieza a verse útil para las personas cercanas lo cual ocasiona un incremento del volumen del tráfico.

Este tráfico se obtendrá por un 20% del TPDA actual.

$$Tg = 20\% * TPDA \quad (Ec.1.3)$$

Tráfico Futuro

Es parte fundamental del diseño obtener una predicción a futuro del tráfico con el fin de poder estimar las características y parámetros que se ajustaran a una buena estructura del pavimento y a un buen diseño geométrico. Indica en qué momento una vía tiene la necesidad de mejorar su capa de rodadura o incrementar su capacidad.

El procedimiento se lo realiza mediante la comparación entre el mayor flujo que podría soportar una vía y la cantidad correspondiente a la treintava hora, o trigésimo volumen horario anual alto. [6]

Crecimiento normal del tráfico

En una carretera existe un número de vehículos que circulan por esta antes de proceder a una mejora, es decir, es el volumen que circula en el presente.

Para el mejoramiento de una carretera el tráfico actual estará compuesto por:

- Tráfico existente: es aquel existente en la carretera previo a su mejoramiento, obtenido de estudios de tráfico.
- Tráfico desviado: es el que proviene de otras carreteras cuando se inicia el funcionamiento de la vía mejorada con la única finalidad de ahorrar costo, tiempo y distancia.

De acuerdo con los análisis históricos y los consumos de combustibles, la demanda de transporte y crecimiento del PIB, se consolido una forma aproximada la siguiente tasa de crecimiento de tráfico. [6]

Tabla 1: Tasa de crecimiento de tráfico

TASA DE CRECIMIENTO DE TRÁFICO		
Tipos de vehículo	Periodo	
	1990 - 2000	2000-2010
Livianos	5	4
Buses	4	3.5
Camiones	6	5

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Proyección en base a la tasa de crecimiento poblacional

En este caso se ejecutará la proyección del tráfico en base a la tasa de crecimiento poblacional o al consumo del combustible. [6]

Carretera

Se define como carretera al vínculo vehicular que existe entre pueblos y sociedades dentro de un territorio con la finalidad de fomentar la comunicación y el comercio de manera rápida y segura.

Es conocida como una infraestructura de transporte dentro un límite de terreno conocido como derecho de vía cuya única finalidad es brindar libre circulación a los vehículos de manera continua en un tiempo y espacio adecuado. [5]

Clasificación de las carreteras de acuerdo con el tráfico

Para el diseño de carreteras se ha establecido una clasificación de acuerdo con el tráfico promedio diario anual (TPDA), y su diseño se realizará de acuerdo con el cumplimiento de sus características correspondientes con la siguiente tabla: [6]

Tabla 2: Clasificación de carreteras según TPDA

CLASIFICACIÓN DE CARRETERAS DE ACUERDO CON EL TRÁFICO PROYECTADO	
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I ó R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Clase de carreteras

Se ha realizado una clasificación basada en el nivel de importancia de la vía la cual está vinculada directamente con el volumen de tráfico. Se establece de acuerdo con la jerarquía, y la clasificación según el MOP. [6]

Tabla 3: Clase de carreteras según su función

Función	Clase de carretera (MOP)	TPDA (1) (año final de diseño)
Corredor Arterial	R I - R II (2)	> 8000
	I	3000 - 8000
Colectora	II	1000 - 3000
	III	300 - 1000
Vecinal	IV	100 - 300
	V	< 100

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP2003

- Corredor Arterial

Se clasifican en vías separadas como autopistas y calzadas únicas de clase I y II. En cuanto a las autopistas se tiene control sobre los accesos y su uso es exclusivo para ciertos usuarios y vehículos. En las calzadas de clase I y II, se tiene una vía de dos carriles con dimensiones adecuadas de espaldones, además de incluir en casos especiales carriles auxiliares, zonas de giro, parqueaderos y rampas de acceso a lugares previamente establecidos. [6]

- Vías colectoras

En este grupo están la clase I, II, III, IV, que según su grado de importancia reciben el tráfico de los caminos vecinales. [6]

- Caminos vecinales

Pertencen las carreteras de clase IV y V, que abarca los caminos rurales que no se toman en cuenta anteriormente. [6]

1.1.3.3 ESTUDIO DE SUELOS

Sirve para determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo a analizar. Las propiedades mecánicas (resistencia, deformabilidad y permeabilidad) son las principales aplicables a la solución de un problema práctico, utilizadas en el diseño racional de cimentaciones, o estructuras de tierra.

Las propiedades físicas son todas aquellas utilizadas para clasificar o identificar los suelos, peso volumétrico, contenido de agua, grados de saturación, límites de consistencia, distribución granulométrica, compactación relativa, etc. [7]

Contenido de Humedad

Se puede definir como una magnitud la cual interpreta la cantidad de agua que existe en la muestra de suelo ensayada y generalmente se la representa como una cantidad de muestra seca y una cantidad de muestra húmeda.

Debido a que la composición del suelo va a estar conformada de una masa seca y agua se puede definir que la masa total de la muestra va a ser igual a una masa seca más una masa de agua. [8]

Límites de Atterberg

Está fundamentado en los estados en los que se pueden presentar un suelo ya sea este líquido, semilíquido, sólido, semisólido y plástico.

- Límite Líquido: Es la cantidad de agua que requiere el suelo para que esté en el límite el cual comprende los estados del suelo semilíquido y plástico.
El contenido de humedad se va a encontrar cuando el suelo cumpla en su ordenada con 25 golpes lo cual va a significar que este va a alcanzar su resistencia al corte.
 - Límite plástico: Es la cantidad de agua requerida para que el suelo se encuentre en transición del estado plástico al semisólido. Se ensaya añadiendo al suelo una cantidad de agua óptima para que adquiera suficiente plasticidad.
 - Índice plástico: Es la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico. Es el estado de humedad en que el suelo puede moverse manteniendo su estado plástico.
- [9]

Granulometría

Es el proceso de clasificación del suelo de acuerdo a su tamaño, establecido generalmente por una norma y tiene como finalidad establecer las propiedades mecánicas de la muestra de suelo. [10]

- Sistema Unificado de clasificación de los suelos (SUCS)

Se fundamenta en determinar en el laboratorio la distribución del tamaño del suelo, encontrar el límite líquido y el límite plástico para con esto obtener el índice de plasticidad del suelo, junto con una gráfica de plasticidad que se obtuvo por varias investigaciones previas por A. Casagrande (1932).

Junto con esta clasificación podremos determinar si el suelo es fino o grueso, además de las diferentes características mecánicas que puede presentar cada muestra, y por medio de los límites de Atterberg determinaremos el rango de humedad para que el suelo se encuentre en estado plástico.

El suelo denominado como grava o arena no debe superar el tamiz #200 hasta en un 50 por ciento, en caso de que supere esta cantidad se clasificará como un suelo fino ya sea este un limo o una arcilla. [11]

Tabla 4: Nomenclatura de tipos de suelos

SÍMBOLO	DESCRIPCIÓN
G	Grava
S	Arena
O	Suelo Orgánico
P	Turba
M	Limo
C	Arcilla
W	Bien graduada
P	Mal graduada
L	Baja compresibilidad (LL>50)
H	Alta compresibilidad (LL<50)

Fuente: Norma ASTM D2487-93

Tabla 5: Clasificación del suelo por el tamaño

SUELOS GRANULARES FINOS		SUELOS GRANULARES GRUESOS		
Arcilla	Limo	Arena	Grava	Bloques
Diámetro (mm)	0.002 mm	0.075 mm	4.75 mm	75 mm

Fuente: Norma ASTM D2487-93

Ensayo de Proctor

Ensayo de impacto el cual consiste en transmitir a la muestra de suelo cierta cantidad de energía por medio de la compactación con la finalidad de alcanzar un contenido de humedad óptimo para el tipo de suelo.

Con el esfuerzo empleado al ejercer los golpes se obtendrá la densidad seca máxima la cual será menor en el caso de un suelo seco y aumentará conforme se vaya constituyendo de agua la muestra. La muestra alcanzará un punto de densidad máxima, y conforme alcance la saturación nuevamente disminuirá debido al exceso de agua en la muestra la cual dificulta la compactación. [12]

Ensayo de CBR

CBR (California Bearing Ratio), se define como una medida para obtener la resistencia al esfuerzo de corte de un suelo en función de su contenido de humedad y densidad óptima. A partir del CBR se puede determinar la capacidad de soporte del suelo previamente compactado en laboratorio, el cual nos proporcionará la calidad del material fundamentado en su resistencia.

Previo al análisis del CBR del suelo ensayado se podrá obtener los espesores de las capas que conforman la estructura del pavimento. [13]

Tabla 6: carga unitaria patrón para CBR

PENETRACIÓN		CARGA UNITARIA PATRÓN		
cm	pulgada	Mpa	Kg/cm ²	Psi
2.54	1	6.9	70	1000
5.08	2	10.3	105	1500
7.62	3	13.1	133	1900
10.16	4	15.8	162	2300
12.7	5	17.9	183	2600

Fuente: Norma AASHTO-1999

1.1.3.4 DISEÑO GEOMÉTRICO

Se encarga de determinar las características de la estructura de una vía en cuanto a sus dimensiones en planta, alzados y sección transversal, determinadas en función del volumen de tráfico y al servicio al cual le corresponderá su función. [7]

Alineamiento Horizontal

En la representación del eje de la vía sobre el plano en horizontal, compuesto comúnmente por curvas y tangentes.

Un tramo recto está definido por una tangente y la unión de dos tangentes con sentido diferente se une por medio de curvas.

Depende de la topografía del terreno, las condiciones hidrológicas y del drenaje y de las propiedades del suelo y de los materiales del sector. [7]

Velocidad de diseño

Es aquella máxima velocidad a la que los vehículos pueden trasladarse bajo criterios de seguridad sobre una carretera cuando se tenga condiciones favorables de tránsito.

Este tipo de velocidad depende de las condiciones físicas y topográficas del lugar a implantarse la vía, del nivel de importancia, la cantidad de tráfico y el uso del terreno.

De esta velocidad de diseño dependen los cálculos que se realizaran en el diseño tanto horizontal como vertical de la vía.

Se debe seleccionar la velocidad de diseño de una manera adecuada, y se debe tratar de que esta sea continua durante todo el proyecto. En caso de que existan cambios abruptos de topografía es posible que se consideren múltiples velocidades de diseño. La diferencia entre los cambios de velocidad no debe ser mayor a 20 km/h.

Se deben considerar los tramos más deficientes de cartera y deben tener una distancia longitudinal entre 10 y 20 km.

Se deben considerar algunos aspectos fundamentales de la velocidad de diseño:

- Naturaleza del terreno: Para una zona más ondulada o montañosa la velocidad de diseño será menor que la de un terreno llano o poco ondulado.
- Modalidad de los conductores: los conductores varían los cambios de velocidad de acuerdo con los obstáculos que se presentan en la vía, en caso de que esta velocidad no sea respetada ocasionara daños representativos a la estructura del asfalto.
- Factor económico: se considera el ámbito económico dirigido al estudio de costo de operación de los autos a velocidades altas.

Tabla 7: Velocidad de diseño

CATEGORÍA DE LAVÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO EN Km/h											
	BÁSICA				PERMISIBLES EN TRAMOS DIFÍCILES							
	RELIEVE LLANO				RELIEVE ONDULADO				RELIEVE MONTAÑOSO			
	Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil.		Sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil.		Sección transversal y otros dependientes de la velocidad		Para el cálculo de los elementos del diseño del perfil.		Sección transversal y otros dependientes de la velocidad	
	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta	Recom.	Absoluta
R-I ó R-II	120	110	100	95	110	90	95	85	90	80	90	80
I	110	100	100	90	100	80	90	80	80	60	80	60
II	100	90	90	85	90	80	85	70	70	50	70	50
III	90	80	85	80	80	60	80	60	60	40	60	40
IV	80	60	80	60	60	35	60	50	50	25	50	25
V	60	50	60	50	50	35	50	40	40	25	40	25

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP2003

- Los valores recomendados se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite superior de la respectiva categoría de la vía.
- Los valores absolutos se emplearán cuando el TPDA es cercano al límite inferior de la respectiva categoría de vía y/o el relieve sea difícil o escarpado.

Distancia de visibilidad para la parada de un vehículo

Cuando se circula por una curva ya sea esta horizontal o vertical la distancia de visibilidad es de gran importancia, por lo que esta se define como la longitud mínima en la que un conductor puede observar un objeto en su trayecto y pueda detenerse antes de encontrarse.

Esta distancia de visibilidad de parada mínima va a ser igual a la sumatoria de la distancia (d_1) recorrida por el vehículo desde el momento en que el conductor observa al objeto hasta la distancia (d_2) de frenado del auto es decir la distancia hasta que se detiene por completo el vehículo. Es decir que estas distancias corresponderán al tiempo de percepción y de reacción del vehículo hasta que se detiene.

El tiempo de percepción es muy variable sin embargo se encuentra alrededor de 1.5 segundos para condiciones normales en una carretera.

El tiempo determinado de percepción más el de reacción es equivalente a 2.5 segundos para la mínima distancia de visibilidad garantizando la seguridad.

De acuerdo con la AASHTO el coeficiente de fricción varía de acuerdo con las velocidades cuando esta crece o decrece, además de otros factores como el aire a presión en los neumáticos, el tipo de neumáticos, las condiciones ambientales, etc.

Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Es aquella que se obtiene en base a la longitud de vía que se necesita para poder rebasar con condiciones de seguridad.

Peralte

La aplicación del peralte proporciona seguridad y comodidad al vehículo que circula por la carretera generalmente en curvas horizontales y este no debe superar valores exagerados ya que podría ocasionar desplazamientos hacia el interior de una curva.

El efecto del peralte más la fricción impiden el deslizamiento lateral del vehículo y se equipara cuando aumenta el rozamiento lateral.

De acuerdo con la norma MTOP 2003 el peralte máximo para una vía de dos carriles es del 10% ya sean estos con una capa de rodadura asfáltica, concreta o empedrada y cuya velocidad de diseño sea mayor a 50 km/h.

Para caminos vecinales tipo IV, V y VI, y cuya velocidad sea hasta los 50 km/h, el peralte será del 8%. [6]

Radio mínimo de curvatura

El radio mínimo para las curvas en una carretera es aquel menor valor que permite transitar con seguridad a una velocidad de diseño estimada en función del máximo peralte y el coeficiente de fricción que le corresponda.

Para determinar el radio de curvatura mínimo de una carretera se usará la siguiente expresión. [6]

Elementos de una curva circular simple

- Grado de curvatura: es aquel ángulo que se forma en una longitud de arco de 20 metros. Este valor es aquel que permite circular con seguridad una curva con un peralte máximo a la velocidad máxima de diseño. [6]

$$\frac{Gc}{20} = \frac{360}{2\pi R} \quad (\text{Ec. 1.4})$$

- Ángulo central: es aquel ángulo que se forma por la curva circular.
- Longitud de la curva: es aquella longitud de arco que se forma entre Pc y Pt.

$$\frac{Lc}{2\pi R} = \frac{\Delta}{360} \quad (\text{Ec. 1.5})$$

- Tangente de la curva: es aquella distancia que se forma entre el PI y el PC de la curva y se mide por medio de la prolongación de las tangentes.

$$T = R * \tan\left(\frac{\alpha}{2}\right) \quad (\text{Ec. 1.6})$$

- External: es aquella distancia que se forma entre el PI y el punto más alto de la curva.

$$E = R * \left(\sec\frac{\alpha}{2} - 1\right) \quad (\text{Ec. 1.7})$$

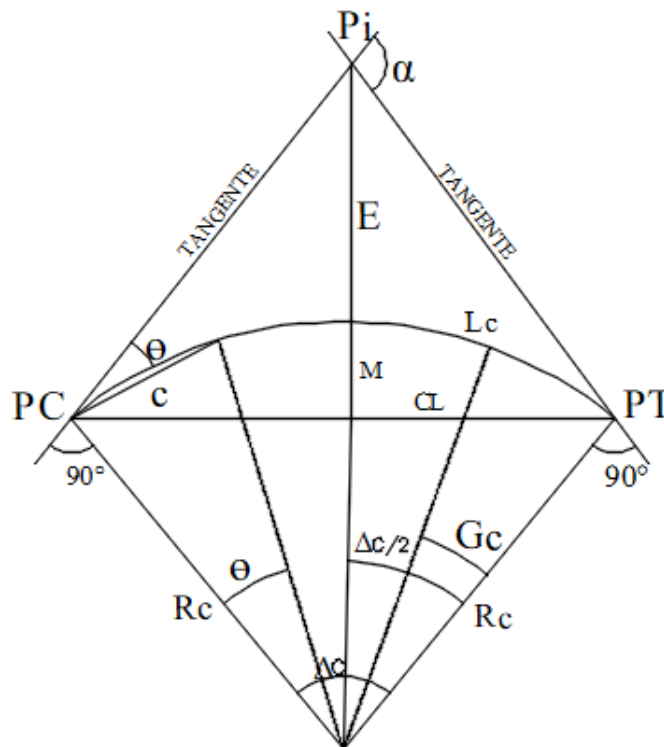
- Ordenada media: es aquella longitud llamada también flecha que se forma en el punto medio de la curva.

$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 1.8})$$

- Cuerda larga: en la longitud comprendida entre dos puntos de la curva y estos pueden ser el PC y el PT.

$$M = 2 * R * \sin \frac{\alpha}{2} \quad (\text{Ec. 1.9})$$

Figura 1: Elementos de una curva circular simple



Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP2003

Sobre ancho en las curvas

El sobre ancho es la distancia extra que se necesita especialmente en las curvas para poder dar el giro, esta garantiza que el vehículo no vaya a salirse de la carretera manteniendo así una circulación segura en cualquier trayecto.

Para estimar el valor de sobre ancho de la carretera se debe considerar el vehículo de diseño y la velocidad de diseño, por este medio podremos determinar los radios

mínimos de giro y las distancias de visibilidad que ayudaran a mantener el vehículo en el centro de la vía.

Como recomendación del MTOP el valor del sobre ancho en el diseño de una carretera es igual a 30 cm para velocidades menores a 50 km/h y de 40cm para velocidades mayores. [6]

Alineamiento Vertical

Es el análisis del perfil vertical del terreno, y este está relacionado con la velocidad de diseño, las curvas horizontales y la longitud de visibilidad. [7]

Gradiente

El valor de la gradiente dependerá de la topografía del terreno y esta ayudará a seleccionar una adecuada velocidad de circulación y ayudar en la circulación de los vehículos. [6]

La gradiente óptima para el proyecto deberá proporcionar un adecuado drenaje del agua que se acumula en la vía, en general se manifiesta una gradiente mínima del 0.5% o en casos de relleno de mayores a 1 metro de altura se podría optar por una gradiente del 0%, siempre y cuando el pavimento pueda proporcionar un drenaje lateral de las aguas lluvia.

Tabla 8: Gradiente longitudinal máxima

CATEGORÍA DE LA VÍA	TPDA ESPERADO	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
		L	O	M	L	O	M
R-I ó R-2	Mayor a 8000	2	3	4	3	4	6
I	3000-8000	3	4	6	3	5	7
II	1000-3000	3	4	7	4	6	8
III	300-1000	4	6	7	6	7	9
IV	100-300	5	6	8	6	8	12
V	Menor a 100	5	6	8	6	8	14

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Longitud máxima

Las longitudes máximas van a depender de las gradientes y estos valores máximos serán:

De 8 al 10% la longitud máxima será de 1000 metros.

De 10 al 12% la longitud máxima será de 500 metros.

De 12 al 14% la longitud máxima será de 250 metros.

La gradiente longitudinal mínimas será de 0.5%. En caso de rellenos cuya altura sea 1 metro o más se podrá adoptar el cero por ciento.

Longitud mínima

La longitud mínima para curvas convexas se obtendrá de la siguiente manera

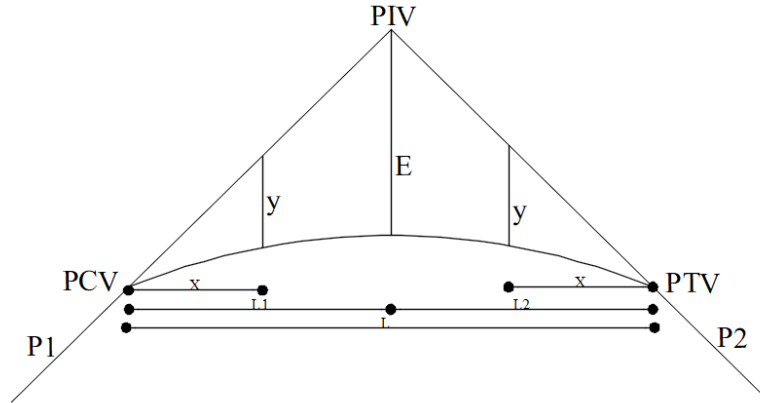
$$L \text{ mín} = 0.6 * V \quad (1.10)$$

Curvas verticales

La curva vertical comúnmente usada en diseño geométrico de carreteras es la parábola que tiene una gran similitud a una curva circular. Estas curvas verticales suelen ser cóncavas o convexas, simétricas o asimétricas.

Las curvas verticales son puntos de intersección de las tangentes las cuales tienen la función de distribuir gradualmente la fuerza centrífuga que se genera en la carretera por el vehículo brindando al conductor la seguridad y comodidad en el momento de realizar su recorrido.

Figura 2: Elementos de una curva vertical



Fuente: Ministerio de transporte y comunicaciones de Perú (DG-2013)

Curvas verticales convexas

Para determinar el valor de la longitud mínima se debe considerar los valores obtenidos de la distancia de visibilidad de parada del vehículo, además de la altura del ojo del conductor de 1.15 metros y la altura del objeto que se puede visualizar en la vía de 0.15 metros.

Tabla 9: Curvas convexas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARADA	COEFICIENTE $K=S^2/426$	
		calculado	redondeado
Km/h	m		
20	20	0.94	1
25	25	1.47	2
30	30	2.11	2
35	35	2.88	3
40	40	3.76	4
45	50	5.87	6
50	55	7.1	7
60	70	11.5	12
70	90	19.01	19
80	110	28.4	28
90	135	42.78	43
100	160	60.09	60
110	180	76.06	80
120	220	113.62	115

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Curvas verticales cóncavas

Por motivo de garantizar la seguridad de los usuarios es necesario que las curvas cóncavas sean un poco más largas de modo que la luz producida ya sea por los faros de los vehículos o por el sol no dificulte la visibilidad del conductor. [6]

Se debe considerar una altura de 0.6 metros para las luces del vehículo. De igual manera la formula se simplifica en la siguiente expresión:

Tabla 10: Curvas cóncavas mínimas

VELOCIDAD DE DISEÑO	DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARADA	COEFICIENTE $K=S^2/122+3.5S$	
		calculado	redondeado
Km/h	m		
20	20	2.08	2
25	25	2.98	3
30	30	3.96	4
35	35	5.01	5
40	40	6.11	6
45	50	8.42	8
50	55	9.62	10
60	70	13.35	13
70	90	18.54	19
80	110	23.87	24
90	135	30.66	31
100	160	37.54	38
110	180	43.09	43
120	220	54.26	54

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Tabla 11: Coeficiente K para curvas verticales

CLASE DE CARRETERA	VALOR RECOMENDADO			VALOR ABSOLUTO		
	L	O	M	L	O	M
R-Io	115	80	43	80	43	28
I	80	60	28	60	28	12
II	60	43	19	43	28	7
III	43	28	12	28	12	4
IV	28	12	7	12	3	2
V	12	7	4	7	3	2

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Sección Transversal

La sección transversal de una carretera depende de la cantidad de tráfico y las condiciones del terreno, incluida la velocidad de diseño adecuada para cada tramo.

Para el diseño de la sección transversal se debe considerar el beneficio para los usuarios y el costo de mantenimiento además de garantizar siempre la seguridad a usuarios y peatones. [7]

Ancho de la sección transversal

La sección transversal está compuesta por el pavimento, los espaldones, taludes interiores y cunetas.

Este ancho de la carretera esta función del volumen, el tipo de tráfico y las condiciones del terreno. Se debe garantizar la conservación del pavimento ante efectos de la carga de los vehículos y mantenerse en condiciones óptimas durante el periodo de vida útil de la carretera. [6]

Tabla 12: Anchos de calzada

ANCHOS DE CALZADA		
Clase de carretera	Ancho de calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-1 ó R-II > 8000 TPDA	7.3	7.3
I 3000 a 8000 TPDA	7.3	7.3
II 1000 a 3000 TPDA	7.3	6.5
III 300 a 1000 TPDA	6.7	6
IV 100 a 300 TPDA	6	6
V menos de 100 TPDA	4	4

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Espaldón o Berma

Es el espacio adicional en la carretera el cual será empleado por los usuarios ya sea para estacionarse temporalmente o retirarse en caso de accidentes sin perjudicar la circulación normal del tráfico.

Aumenta la distancia de visibilidad de las curvas horizontales lo cual le da una mejor operación o control del vehículo al chofer, garantizando su seguridad y comodidad, también son empleadas para la colocación de la señalización de la carretera.

Además de esto ayuda con el desagüe de las aguas lluvias hacia las cunetas protegiendo así la capa de pavimento y garantizando su vida útil. [6]

Bombeo

Es aquella pendiente en sentido transversal que se le da a la carretera con el fin de transportar el agua lluvia hacia las cunetas o desagües de la carretera de tal manera que no se acumule en la estructura y pueda ocasionar accidentes o la destrucción del asfalto.

La pendiente esperada para el bombeo está determinada por el tipo de capa de rodadura, ya que dependiendo del material el agua puede tardar más o menos tiempo en escurrirse, además también depende de la cantidad de tráfico existente en la carretera por el desgaste que puede sufrir a corto o largo plazo. [6]

Tabla 13: Pendiente de bombeo.

CLASE DE VÍA	TPDA	TIPO DE SUPERFICIE	GRADIENTE TRANSVERSAL (%)
R-I o R-II	> 8000	Alto grado estructural: Hormigón o concreto asfáltico	1.5 - 2
I	3000 - 8000	Alto grado estructural: Hormigón o concreto asfáltico	1.5 - 2
II	1000 - 3000	Grado estructural intermedio	2
III	300 - 1000	Bajo grado estructural: doble tratamiento superficial, bituminoso	2
IV	100 - 300	Grava o DTSB.	2.5 - 4
V	menor 100	Grava, empedrado, tierra.	4

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Taludes

Los taludes de corte y relleno dependen de las condiciones del suelo y del diseño geométrico de la vía. Una condición de los taludes es que se debe diseñar con la menor pendiente que la economía lo permita, esto debido a que el rubro de movimiento de tierras en terrenos montañosos puede alcanzar valores muy elevados.

Generalmente se debe considerar taludes en las curvas horizontales con el fin de garantizar la distancia de visibilidad del conductor, garantizando su seguridad y estética del trayecto de la carretera. [6]

Tabla 14: Taludes en terrenos planos

CLASE DE VÍA	TPDA	TALUD	
		Corte	Relleno
R-I o R-II	> 8000	3:1	4:1
I	3000 - 8000	3:1	4:1
II	1000 - 3000	2:1	3:1
III	300 - 1000	2:1	2:1
IV	100 - 300	1,8 - 1:1	1,5 - 2:1
V	menor 100	1,8 - 1:1	1,5 - 2:1

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

1.1.3.5 PAVIMENTOS

Se define como un conjunto de capas de material seleccionado cuya función específica es absorber las cargas producidas por los vehículos para poder transmitir las hacia la superficie o sub rasante. [14]

Pavimentos Flexibles

Son aquellos cuya característica principal es que se adaptan a las deformaciones del suelo debido a que posee poca rigidez. Tiene la función de absorber los esfuerzos horizontales y verticales producidos por las cargas de los vehículos hasta poder disiparlos hacia la superficie de la tierra.

La estructura de los pavimentos flexibles es la carpeta asfáltica, base, subbase, y están ubicadas sobre la sub rasante. [14]

Sub-Base

Es una capa con un espesor definido de material que cumple las especificaciones dadas, ubicadas sobre la Sub rasante para soportar a la capa Base y carpeta asfáltica. Está constituido por material cribado o trituración parcial para cumplir con su función permeable con el fin de drenar el agua existente. [14]

- Subbase clase 1: Está compuesta por agregados obtenidos por método de trituración de roca o grava. Su constitución debe ser de al menos el 30% de agregado triturado. Cumple con la granulometría clase 1.

- Subbase clase 2: Compuesta por agregados obtenidos por trituración o cribado de piedra o grava, cumpliendo la granulometría clase 2.
- Subbase clase 3. Compuesta por agregados naturales o procesados, cumpliendo granulometría clase 3.

Tabla 15: Granulometría para subbase

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA POR EL TAMIZ		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	---	---	100
2" (50.4 mm)	---	100	---
1 1/2" (38.1 mm)	100	70 - 100	---
#4 (4.75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
#40 (0.425 mm)	10 - 35	15 - 40	---
#200 (0.075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Base

Esta capa está situada por debajo de la carpeta asfáltica tiene la finalidad de absorber los esfuerzos transmitidos por la carga de los vehículos y transmitirlos a la subbase y está a la sub rasante o terreno de fundación. Debe ser muy rígida para y altamente resistente a las deformaciones producidas por el tráfico pesado. [14]

- Base clase 1: Está formada por la combinación de agregados gruesos y finos triturados en un 100%, cumpliendo con la granulometría estipulada en la Tabla 22.
- Base clase 2: Está compuesta por partes de roca o grava triturada en la cual el agregado grueso debe ser triturado al menos el 50% de su peso. Su granulometría debe cumplir lo estipulado en la tabla 22.
- Base clase 3: constituida principalmente por piezas de roca o grava triturada, en la cual el agregado grueso debe ser triturado al menos el 25% de su peso y su granulometría debe cumplir de acuerdo con la tabla 22.

- Base clase 4: Está constituida en su mayoría por agregados triturados o cribados de piedras o gravas naturales. Su granulometría debe estar de acuerdo con la tabla 22.

Tabla 16: Granulometría para Base

TAMIZ	BASE CLASE 1		BASE CLASE 2	BASE CLASE 3	BASE CLASE 4
	2" Máx.	1 1/2" Máx.			
2 "	100				100
1/2 "	70 - 100	100			
1"	55 - 85	70 - 100	100		60 - 90
3/4"	50 - 80	60 - 90	70 - 100	100	
3/8"	35 - 60	45 - 75	50 - 80		
#4	25 - 50	30 - 60	35 - 65	45 - 80	20 - 50
#10	20 - 40	20 - 50	25 - 50	30 - 60	
#40	10 - 25	10 - 25	15 - 30	20 - 35	
#200	2 - 12	2 - 12	3 - 15	3 - 15	0 - 15

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Capa de rodadura

Su función principal es proteger a la capa base y subbase impermeabilizando su superficie con el fin de disminuir las filtraciones del agua de lluvia. Disminuye el desgaste de la capa base debido al tráfico de vehículos e incluso puede aumentar la capacidad de soporte. [14]

Diseño del pavimento

Los pavimentos son una agrupación de capas de material cuya función es absorber de manera directa las cargas producidas por el tránsito existente en la vía, y disipar al terreno de fundación o sub rasante.

Los pavimentos flexibles son característicos ya que se adaptan a las deformaciones del suelo sin que puedan sufrir tensiones adicionales. [15]

El método utilizado para el diseño del pavimento flexible será el de la guía AASHTO – 93 (Asociación Americana de Carreteras Estatales y Transportes Oficiales).

Método AASHTO – 93 diseño para pavimentos flexibles.

Este método indica que la superficie de rodamiento se establece únicamente con concreto asfáltico y mantenimiento superficial. Se asume que este tipo de estructuras pueden soportar niveles de tráfico elevado, es decir más de 50.000 ejes equivalentes de 8.2 toneladas durante todo el periodo de vida útil. [16]

- Ecuación de diseño método AASHTO – 93

Esta ecuación está basada con el fin de identificar o especificar un número estructural (SN), el cual tienda a soportar el nivel de carga requerido para la carretera, para lo cual se establece la siguiente ecuación:

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_R * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 0,20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{1094} \right]}{(SN+1)^{5.19}} + 2.32 * \log_{10}(MR) - 8.07$$

Donde:

Z_R = Desviación estándar normal

S_0 = Desviación estándar global

W_{18} = ejes equivalentes

SN = Número estructural

ΔPSI = Cambio en la servicialidad

MR = Módulo de Resiliencia

- Tránsito de ejes equivalentes acumulados para el periodo de diseño seleccionado W_{18}

Se entiende como eje equivalente al deterioro producido por el pavimento por un eje de dos ruedas el cual soporta una carga de 8.2 toneladas con neumáticos inflados a presión de 80 libras por pulgada cuadrada.

- Factor de daño

El factor de daño hace referencia al desgaste del pavimento debido a las cargas producidas por tránsito, específicamente el tipo de vehículo.

- Desviación estándar Normal

La desviación estándar normal se determina a través del valor asumido de nivel de confiabilidad.

- Desviación estándar Global So

La desviación estándar global está vinculada con el nivel de confiabilidad (R), este valor está relacionado directamente con las condiciones de diseño del proyecto y los cambios en el comportamiento del tránsito.

- Módulo de Resiliencia Mr

El módulo de resiliencia demuestra de mejor manera lo que acontece bajo el pavimento especialmente lo relacionado a las tensiones y a las deformaciones.

- Índice de Serviciabilidad

Se define como una condición del pavimento para brindar un manejo seguro y confortable a las personas en cualquier instante de tiempo.

1.1.3.6 DISEÑO HIDRÁULICO

Tiene como función ejecutar el estudio hidráulico - hidrológico que ayudara a definir las dimensiones de las estructuras hidráulicas en la carretera, ya sean estas cunetas, pasos de agua, alcantarillas, etc. Proporcionando dimensiones, materiales y las mejores condiciones para poder aplicar este tipo de estructuras en la obra vial. [14]

Cunetas

Tiene como función recolectar el agua acumulada en toda el área de la carretera y del talud de corte para trasladarlas hacia un drenaje natural o alcantarilla.

La cuneta estará ubicada entre el espaldón de la carretera y el borde del talud de corte, tendrá una pendiente similar a la del perfil de la carretera con un valor mínimo del 0.5%.

Tabla 17: Velocidad de agua según el material

MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)	MATERIAL	VELOCIDAD (m/s)
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.00
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4 - 4.5
Arcilla firma	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5 - 7.5

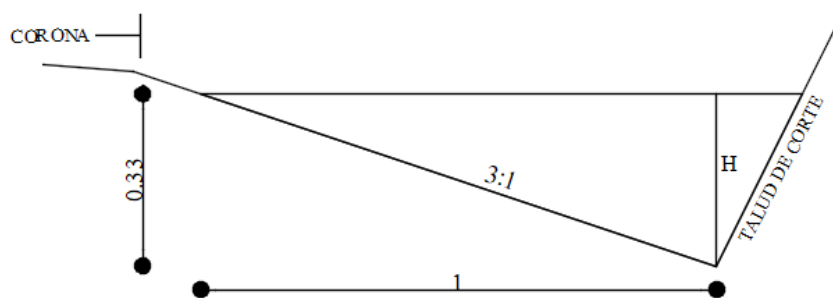
Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Las cunetas de acuerdo con su ocupación y capacidad pueden ser de diferente geometría, ya sea triangulares, rectangulares, trapezoidales, etc. Generalmente el más común usado en el ámbito de las carreteras es el triangular, por su facilidad y rapidez de construcción.

En cuanto a la sección triangular se recomienda el uso con un talud hacia la vía mínimo de 3:1, recomendando de 4:1, con una lámina de agua no mayor a 30 cm. [6]

El diseño recomendado de una cuneta triangular con un talud 3:1 será el siguiente:

Figura 3: Sección de cuneta triangular



Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

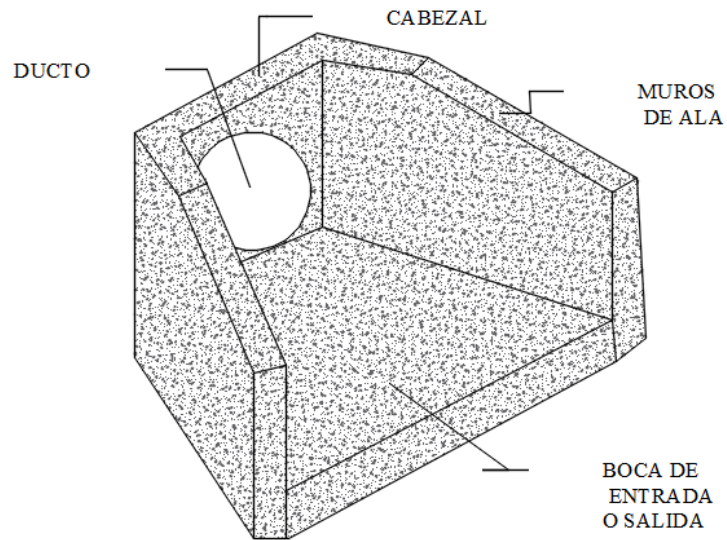
Alcantarillas

Son conductos de forma variada ubicados de forma transversa bajo la carretera con la finalidad de conducir el agua recolectada en la carretera hacia cauces naturales.

Las alcantarillas están constituidas principalmente por el ducto, los cabezales, muros de ala junto a los dos cabezales.

Las alcantarillas de igual manera pueden ser de distinta forma, ya sea esta rectangular, circular, bóveda, en forma de arco, etc. [17]

Figura 4: Elementos de una alcantarilla



Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

1.2 OBJETIVOS

1.2.1 Objetivo General:

Elaborar el diseño para el mejoramiento de la vía de acceso a las comunidades de Chilcapamba y Santa Marianita del Cantón Mocha Provincia de Tungurahua.

1.2.2 Objetivos Específicos:

- Realiza el levantamiento topográfico de la zona de estudio.
- Realizar el estudio de tráfico para obtener el TPDA.
- Determinar las propiedades físicas y mecánicas del suelo.
- Realizar el diseño geométrico de la vía.
- Realizar el cálculo de las obras de arte mayor y menor.
- Determinar el presupuesto referencial del proyecto.

CAPITULO II - METODOLOGÍA

2.1 MATERIALES Y EQUIPOS

2.1.1 Materiales

- Libreta de campo

Sirve para detallar todos los apuntes necesarios tomados en campo, ya sea en el levantamiento topográfico, en el estudio de tráfico, en los ensayos de suelos o los datos para el diseño geométrico, cada uno detallado con fecha y hora como respaldo antes cualquier situación.

- Estacas de madera

Sirven para especificar puntos de partida generalmente como base para establecer el equipo topográfico. También utilizados en los cambios de estación del equipo o definir puntos fijos en caso de realizar el levantamiento durante varios días.

- Cinta de Peligro

La cinta es empleada generalmente como protección para la estación base del equipo topográfico empleado (RTK), con la finalidad de evitar daño alguno al equipo.

- Pintura en aerosol

Sirve para establecer puntos de referencia fijos a lo largo del proyecto, generalmente sobre estructuras ya existentes en el sector, el cual nos ayudara a georreferenciar de manera más fácil los puntos de la vía.

- Clavos

Son ubicados sobre las estacas o sobre las estructuras con la finalidad de establecer un punto específico de referencia de mayor precisión para el levantamiento topográfico.

2.1.2 Equipos

- RTK Trimble R8

Es un sistema de navegación satelital empleado en este caso para realizar el levantamiento topográfico del proyecto. Contiene un sistema de receptores GNSS (Global Navigation Satellite System) el cual permite un posicionamiento GPS en tiempo real RTK, proporcionando resultados inmediatos de gran precisión.

- GPS

Equipo electrónico con un sistema de posicionamiento global (GPS), el cual nos proporciona datos de georreferencia de puntos como latitud, longitud y elevación, dato que será empleado por el equipo de medición topográfico como punto de partida para el levantamiento.

- Radios transmisores

Dispositivo que por medio de conexión radial permite comunicarnos entre las personas especialmente durante el levantamiento topográfico.

- Tamizadora eléctrica

Equipo empleado para tamizar la muestra de suelo fino automáticamente por medio de múltiples movimientos vibratorios el cual permite la distribución rápida de las partículas en todos los tamices.

- Máquina automática para ensayo de CBR

Permite realizar la evaluación en laboratorio para obtener el valor de CBR de la muestra de suelo ensayada, valor el cual será empleado para determinar las capas de base, subbase y carpeta asfáltica del proyecto.

- Balanza electrónica

Equipo utilizado para determinar los pesos de las muestras obtenidos en los ensayos de suelos.

- Horno eléctrico

Utilizado para secar las muestras ensayadas a una temperatura 105 ± 5 grados centígrados y poder determinar las características necesarias del suelo como contenido de humedad.

- Copa de Casa Grande

Equipo mecánico el cual consta de una copa de bronce a motor el cual permite realizar golpes controlados y a través de estos poder determinar las condiciones del suelo como el límite líquido de la muestra.

- Computadora

Maquina procesadora de información empleada para elaborar el diseño total del proyecto, así como la parte teórica de la tesis. Se empleó una computadora HP Core i5 de décima generación.

2.2 MÉTODOS

En el presente proyecto se utilizaron diferentes métodos para su elaboración como investigación de campo, experimental y bibliográfica.

- Investigación de campo

Para dar inicio con el proyecto se ejecuta una investigación de campo para la obtención de datos el cual consta de un reconocimiento de la zona, sondeo vehicular, extracción de las muestras de suelo, levantamiento topográfico, etc.

- Investigación experimental

Este tipo de investigación se ejecuta en el laboratorio en la elaboración de los ensayos de suelos en donde se obtendrán las propiedades físicas y mecánicas de las muestras tomadas en campo.

- Investigación bibliográfica

Investigación realizada en libros, tesis, artículos científicos, normativa ecuatoriana, etc. También se realizó investigación digital en múltiples páginas de internet.

2.3 DATOS DEL PROYECTO

2.3.1 Ubicación

El proyecto se encuentra ubicado en la Provincia de Tungurahua del Cantón Mocha, su punto de partida es la comunidad de Chilcapamba hasta la comunidad de Santa Marianita que se encuentra colindante con el Cantón Tisaleo.

Las coordenadas del proyecto son las siguientes:

Tabla 18: Ubicación del proyecto

COMUNIDAD	ABSCISA	NORTE (m)	ESTE (m)	ELEVACIÓN (m)
CHILCAPAMBA	0+00	9844048.8569	757680.1171	342
SANTA MARIANITA	4+100	9845557.2703	759907.2097	690

Fuente: Autor

El proyecto vial está limitado por:

Norte: Cantón Tisaleo, con la Parroquia Quinchicoto, con coordenadas UTM Norte 9846587.4826 m, y Sur 760626.7187 m.

Sur: Comunidad Atillo, Cantón Mocha, con coordenadas UTM Este 757203.9301 m y Norte 9842042.3664 m.

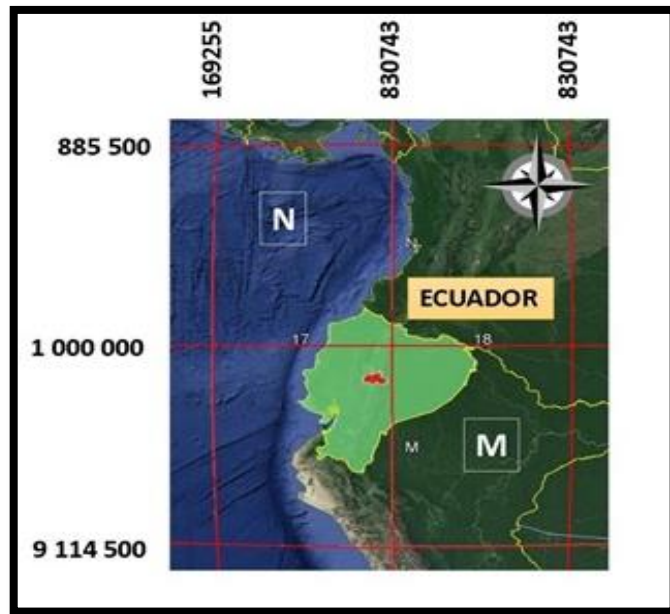
Este: La Cabecera Cantonal de Mocha con coordenadas UTM Este 760160.3806 m y Norte 9843055.4056 m.

Oeste: Cerro Puñalica (5075 m.s.n.m.) con coordenadas UTM Este 758268.5254 m y Norte 9845162.0597 m.

2.3.2 Ubicación geográfica de la zona

- Ubicación Macro

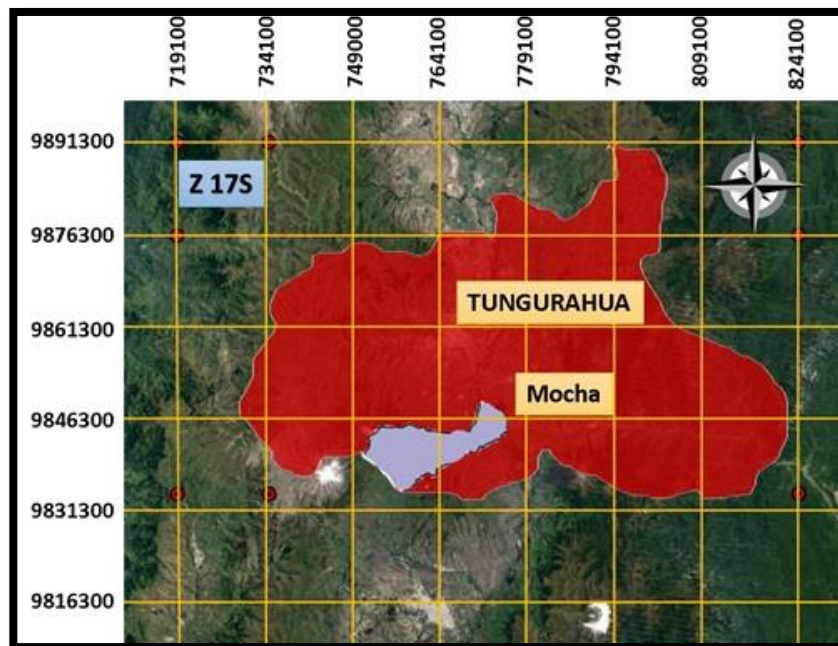
Figura 5: Ubicación de la Provincia de Tungurahua



Fuente: GAD Municipal Cantón Mocha

- Ubicación Meso

Figura 6: Ubicación del Cantón Mocha



Fuente: GAD Municipal Cantón Mocha

- Ubicación Micro

Figura 7: Ubicación del proyecto, Chilcapamba – Santa Marianita del Cantón Mocha



Fuente: Autor

2.3.3 Estudio socioeconómico

- **Población**

La población del cantón Mocha es caracterizada por su gente amable y trabajadora, dedicada desde tiempos atrás a la agricultura y a la ganadería.

Es un pueblo religioso cuyo patrono cantonal es San Juan Bautista, celebran sus festividades el 24 de junio, generalmente con corridas de toros, bailes y chamizas. [1]

- **Producción**

La población del cantón Mocha debido a sus tierras fértiles está dedicada principalmente a la agricultura y ganadería.

Los principales productos agrícolas de cultivo son las papas, cebolla, habas, mellocos, etc. Estos productos son fuente de comercialización o también usados para la preparación de platos típicos de la zona como son las papas con cuero y queso, papas con cuy, habas con queso, etc.

En cuanto a la ganadería se define principalmente la producción y transporte de leche cruda o la elaboración de quesos pasteurizados. [1]

- **Servicios básicos**

La población del cantón Mocha cuenta con una red de agua potable proveniente de vertientes existentes en los páramos del cantón, de la toma denominada como Pampas de Salazaca.

Además, cuenta con una red de alcantarillado sanitario el cual recolecta las aguas servidas del cantón para desembocar en una planta de tratamiento ubicado en la Parroquia de Pinguilí del Cantón Mocha.

La población además cuenta con servicios de internet, red de teléfono celular y convencional.

- **Salud**

Dentro del cantón se cuenta con un Centro de Salud, ubicado en la cabecera cantonal, el cual brinda su servicio a la población todos los días, además de contar con servicio de ambulancia en caso de emergencias.

También cuenta con servicio de Bomberos disponibles las 24 horas todos los días. [1]

- **Educación**

Los jóvenes y niños del Cantón cuentan con el centro de educación Unidad Educativa Vicente Anda Aguirre, el cual brinda su servicio desde la educación inicial hasta el bachillerato general. [1]

- **Condiciones climatológicas**

El Cantón Mocha se encuentra ubicado a una altura que radica entre los 2500 a 4965 m.s.n.m. Por lo que su climatológica generalmente es de condición fría y la temperatura esta alrededor de los 10° C, variando radicalmente en las zonas altas y en los páramos.

- **Hidrografía**

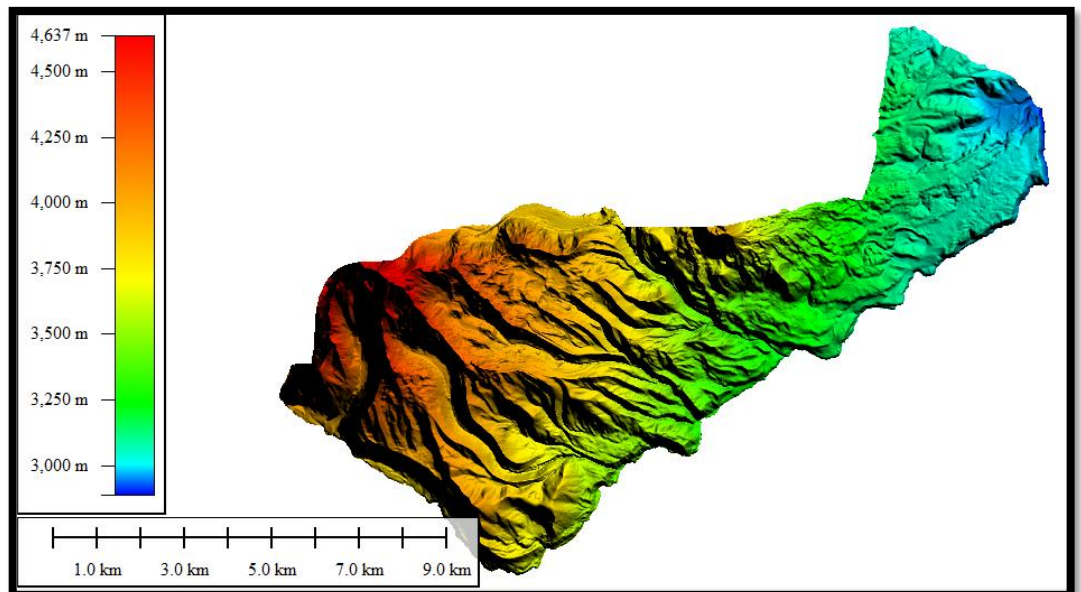
El territorio del cantón Mocha está atravesado por el Río Mocha, utilizado por la población generalmente para los cultivos agrícolas y para la ganadería. Este río desembocara aguas abajo en el Río Pastaza para continuar su trayectoria.

Además, este territorio cuenta con múltiples lagunas generadas por las intensas lluvias en los páramos, particularmente en el cerro Puñalica, existe la laguna comúnmente conocida como Melenda.

- **Orografía**

Este territorio está ubicado en una zona montañosa y accidentado, generalmente su uso es agrícola y ganadero.

Figura 8: Orografía del Cantón Mocha



Fuente: GAD Municipal Cantón Mocha

2.4 PLAN DE RECOLECCIÓN DE DATOS

La recolección de datos es un factor importante como punto de partida del proyecto y a través del levantamiento topográfico se obtendrá la información necesaria para poder definir un diseño geométrico adecuado de la vía, la cual estará fundamentada en la normativa ecuatoriana y brindará además caracteres de seguridad, comodidad, economía y estética.

2.4.1 Estudio Topográfico

Se realizó el levantamiento topográfico del proyecto con el equipo RTK Trimble R8, por medio de la cual se obtuvieron los puntos de la franja de la vía, que servirá para determinar la superficie del terreno y posterior poder ejecutar el diseño geométrico de la vía.

Se realizó el levantamiento total de la vía actual iniciado en la comunidad de Chilcapamba, hasta la comunidad de Santa Marianita, donde se obtuvo el ancho promedio de 4m de vía existente, cunetas, pasos de agua, estructuras adyacentes, además de puntos ubicados a 50 metros medidos desde el eje de la vía para conformar la superficie del proyecto.

Figura 9: Levantamiento topográfico



Fuente: Autor

Figura 10: Levantamiento topográfico



Fuente: Autor

2.4.2 Estudio del tráfico

El conteo vehicular inicio el día lunes 10 de enero del 2022 en donde se procedió a realizar el conteo de los vehículos en el sector de Santa Marianita, durante 7 días iniciado a las 6:00 am y finalizando a las 18:00 pm.

El punto de conteo vehicular se estableció en el sector de Santa Marianita, debido a la existencia de mayor flujo de vehículos.

Figura 11: Punto de conteo vehicular



Fuente: Autor

Figura 12: Conteo de vehículos



Fuente: Autor

Conteo vehicular

Tabla 19: Resumen conteo vehicular

Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total / 15 min	Total, acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
7:00 - 7:15	3	0	1	0	0	4	
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	
7:30 - 7:45	2	0	1	0	0	3	
7:45 - 8:00	4	0	0	0	0	4	13

Fuente: Autor

La hora pico determinada fue el día miércoles de 7:00 am a 8:00 am, con 13 vehículos.

Cálculo del tráfico promedio diario anual

Aplicamos el método de porcentaje de la trigésima hora el cual se encuentra entre el 12% y el 18% del del TPDA para vías rurales y del 8% al 12% del TPDA para vías urbanas, de acuerdo con el estudio de tráfico vehicular del MTOP.

En este caso optaremos por elegir el promedio es decir el 15% del TPDA.

Factor hora pico

$$FHP = \frac{VHMD}{N * Q_{15}max} \quad (\text{Ec. 2.1})$$

$VHMD$ = Volumen horario de máxima demanda

$Q_{15}max$ = Flujo máximo durante 15 minutos en esa hora

N = numero de periodos durante esa hora

$$FHP = \frac{13}{4 * 4} = 0.8 \quad (\text{Ec. 2.2})$$

Asumimos un valor de $FHP = 1$ para obtener un tráfico uniforme.

Tráfico promedio diario anual

$$TPDA_{actual} = \frac{VHP * FHP}{k} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$TPDA_{actual}$ = Tráfico promedio diario anual actual

VHP = Vehículos durante la hora pico

FHP = Factor hora pico

k = porcentaje 30va hora

Vehículos livianos

$$TPDA_{livianos} = \frac{11 * 1}{15\%} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$TPDA_{livianos} = 74 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Camiones

$$TPDA_{camiones} = \frac{2 * 1}{15\%} \quad (\text{Ec. 2.3})$$

$$TPDA_{camiones} = 14 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$TPDA_{actual} = TPDA_{livianos} + TPDA_{buses} + TPDA_{camiones} \quad (\text{Ec.2.5})$$

$$TPDA_{actual} = 74 + 0 + 14$$

$$TPDA_{actual} = \mathbf{88 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}}$$

Tráfico desarrollado

$$TD = 5\% * TPDA \quad (\text{Ec.2.6})$$

$TD = \text{Trafico desarrollado}$

$TPDA = \text{tráfico promedio diario anual}$

Vehículos livianos

$$TD = 5\% * 74 \quad (\text{Ec.2.6})$$

$$TD = 4 \text{ vehículos/día}$$

Camiones

$$TD = 5\% * 14 \quad (\text{Ec.2.6})$$

$$TD = 1 \text{ vehículos/día}$$

Tráfico atraído

$$Ta = 10\% * TPDA \quad (\text{Ec.2.7})$$

$Ta = \text{Trafico atraído}$

$TPDA = \text{tráfico promedio diario anual}$

Vehículos livianos

$$TD = 10\% * 74 \quad (\text{Ec.2.7})$$

$$TD = 8 \text{ vehículos/día}$$

Camiones

$$TD = 10\% * 14 \quad (\text{Ec.2.7})$$

$$TD = 2 \text{ vehículos/día}$$

Tráfico generado

$$Tg = 20\% * TPDA \quad (\text{Ec.2.8})$$

$Tg = \text{Trafico generado}$

$TPDA = \text{tráfico promedio diario anual}$

Vehículos livianos

$$TD = 20\% * 74 \quad (\text{Ec.2.8})$$

$$TD = 15 \text{ vehículos/día}$$

Camiones

$$TD = 20\% * 14 \quad (\text{Ec.2.8})$$

$$TD = 3 \text{ Vehículos/día}$$

Tráfico Actual

Vehículos livianos

$$TA \text{ livianos} = TPDA_{\text{actual}} + T_{\text{desarrollado}} + T_{\text{atraído}} + T_{\text{generado}}$$

$$(\text{Ec.2.9})$$

$$TA \text{ livianos} = 74 + 4 + 8 + 15$$

$$TA \text{ livianos} = 101 \text{ vehículos}$$

Camiones

$$TA \text{ camiones} = TPDA_{\text{actual}} + TPDA_{\text{desarrollado}} + TPDA_{\text{atraído}} + TPDA_{\text{generado}}$$

$$TA \text{ camiones} = 14 + 1 + 2 + 3$$

$$TA \text{ camiones} = 20 \text{ camiones}$$

Tráfico promedio diario anual (TPDA)

$$TPDA = 101 + 0 + 20 \quad (\text{Ec. 2.5})$$

$$TPDA = 121 \text{ vehículos}$$

Tráfico futuro

$$TF = TA * (1 + i)^n \quad (\text{Ec.2.10})$$

TF = Trafico futuro

TA = tráfico actual

i = tasa de crecimiento

n = periodo de diseño

- Periodo de diseño

El periodo de diseño establecido para este proyecto será de 20 años de acuerdo con el tipo de carretera que se va a diseñar.

Tabla 20: Periodo de diseño

Tipo de carretera	Periodo de diseño (años)
Urbana de alto volumen	30 a 50
Rural de alto volumen	20 a 50
Pavimentada de bajo volumen	15 a 25
Tratada superficialmente de bajo volumen	10 a 20

Fuente: Norma AASHTO – 93

Se considerará un periodo de diseño de 20 años para este proyecto.

- **Tasa de crecimiento**

La tasa de crecimiento de los vehículos de acuerdo con los años de proyección se detalla en la siguiente tabla:

Tabla 21: Tasa de crecimiento de vehículos

TASA DE CRECIMIENTO DEL TRÁFICO					
Tipo de vehículo	Periodo				
	2010-2015	2015-2020	2020-2025	2025-2030	2030-2042
Livianos	4.47	3.97	3.57	3.25	3.25
Buses	2.22	1.97	1.78	1.62	1.62
Camiones	2.18	1.94	1.74	1.58	1.58

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

La tasa de crecimiento para un periodo de diseño de 20 años es del 3.25 para vehículos livianos y de 1.58 para camiones.

Cálculo tráfico futuro

$$TF = TA * (1 + i)^n \quad (\text{Ec.2.10})$$

- Vehículos livianos

$$TF = TA * (1 + i)^n \quad (\text{Ec.2.10})$$

$$TF = 101 * (1 + 3.25\%)^{20}$$

$$TF = 192 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

- Camiones

$$TF = TA * (1 + i)^n \quad (\text{Ec.2.10})$$

$$TF = 20 * (1 + 1.58\%)^{20}$$

$$TF = 28 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

$$\text{TPDA futuro} = \text{Tf livianos} + \text{Tf buses} + \text{Tf camiones} \quad (\text{Ec.2.11})$$

$$\text{TPDA futuro} = 192 + 0 + 28$$

$$\text{TPDA futuro} = 220 \text{ veh\u00edculos/d\u00eda}$$

Clase de carretera

Tabla 22: Clasificación de acuerdo al TPDA

Clasificación de carreteras de acuerdo con el tráfico proyectado	
Clase de carretera	Tráfico proyectado TPDA
R-I ó R-II	Más de 8.000
I	De 3.000 a 8.000
II	De 1.000 a 3.000
III	De 300 a 1.000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

Fuente: Norma de diseño geom\u00e9trico de carreteras MTOP-2003

El tr\u00e1fico futuro obtenido para una proyecci\u00f3n de 20 a\u00f1os, es de 220 veh\u00edculos, y seg\u00fan la clasificaci\u00f3n de la norma MTOP-2003, corresponde a una carretera clase IV, cuya funci\u00f3n ser\u00e1 como un Camino Vecinal.

2.4.3 An\u00e1lisis de suelos

Para la recolecci\u00f3n de las muestras de suelos se realizaron calicatas cada 500 metros a lo largo de la v\u00eda, estas con dimensiones de 1.20 x 1.20 x 1.20 aproximadamente.

Se recolect\u00f3 aproximadamente la cantidad de 25 kg de muestra de cada calicata, la cual servir\u00e1 para la elaboraci\u00f3n de los siguientes ensayos de suelos:

Figura 13: Análisis de suelos



Fuente: Autor

Figura 14: Elaboración de ensayos de suelos



Fuente: Autor

Contenido de humedad:

Para elaborar el ensayo de contenido de humedad se colocó dos muestras de cada calicata al horno durante 24 horas y su valor se obtuvo de la relación que existe entre el peso del agua existente en la muestra y el peso del suelo seco al horno.

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (\text{Ec.2.12})$$

$W_w = \text{peso del agua}$

$W_s = \text{peso del suelo seco}$

Tabla 23: Ensayo contenido de humedad abscisa 1+000

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	1+000	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	32,7	32,64
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	195,28	192,86
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	148,45	145,3
Peso del agua [gr]	46,83	47,56
Peso de la muestra seca [gr]	115,75	112,66
Contenido de humedad (%)	40,458	42,216

Fuente: Autor

Cálculo:

$$w(\%)1 = \frac{46.83}{115.75} * 100 \quad (\text{Ec.2.12})$$

$$w(\%)2 = 40.458$$

$$w(\%)1 = \frac{47.56}{112.66} * 100$$

$$w(\%)2 = 42,216$$

Límites de Atterberg

- Límite Líquido: Se inicia seleccionando la muestra la cual se obtendrá a partir del pasante del tamiz número 40. Una vez obtenida la muestra se la prepara con agua y una espátula variando su humedad de tal manera que cuando se la coloca en la Copa de Casa Grande se requiera de 15 – 35 golpes para cerrar su abertura.

Para determinar el límite líquido seleccionamos el valor de contenido de humedad en porcentaje correspondiente a los 25 golpes en la línea de tendencia.

-Límite Plástico: De la muestra seleccionada para el ensayo de límite líquido, escogemos una cantidad y lo mezclamos con agua, hasta que en su nueva condición de humedad nos permita formar rollos delgados de aproximadamente 3 milímetros.

Los rollos se forman sobre vidrio esmerilado ejerciendo una presión constante hasta que presenten agrietamiento o rotura del mismo. Una vez obtenido este resultado se lo coloca sobre un recipiente, se pesa y se lleva al horno para poder determinar su contenido de humedad.

Índice plástico:

$$I_p = LL - LP \quad (\text{Ec. 2.13})$$

LL = Límite líquido

LP = Límite plástico

Tabla 24: Ensayo Límites de Atterberg abscisa 1+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha elaboración: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 1+500								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	15,8	15,3	17,3	13,4	8,1	14,2	12,6	13,1
Muestra Seca + recipiente (gr)	12,7	12,4	14,3	11,4	6,8	11,4	10,1	11,4
Preso del recipiente (gr)	7,2	7,3	7,3	7,2	4,1	4,00	4,1	7,3
Peso del agua Ww (gr)	3,1	2,9	3	2	1,3	2,8	2,5	1,7
Peso muestra seca Ws (gr)	5,5	5,1	7	4,2	2,7	7,4	6	4,1
Contenido de humedad (W%)	56,4	56,9	42,9	47,6	48,1	37,8	41,7	41,5
Contenido de humedad promedio	56,613		45,24		42,99		41,57	
Número de golpes	8		16		27		39	
<p style="text-align: center;">Límite líquido</p> <p style="text-align: center;">$y = -0,4324x + 56,331$</p> <p style="text-align: center;">W% = 46</p>								
Límite Plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	12,5	8,7	8,1	8,6	8,3			
Muestra Seca + recipiente (gr)	11,7	7,8	7,3	7,7	7,5			
Preso del recipiente (gr)	10,3	5,9	5,9	5,9	5,9			
Peso del agua Ww (gr)	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8			
Peso muestra seca Ws (gr)	1,4	1,9	1,40	1,8	1,6			
Contenido de humedad (W%)	57,1	47,4	57,1	50,0	50,0			
Límite Plástico (%)	52,33							

Fuente: Autor

Granulometría:

Tomamos una muestra de suelo previamente secado al horno y los pasamos por el tamiz #4 para separar las partículas finas de las gruesas. Pesamos una cantidad de 1000g y los colocamos en el juego de tamices desde el #4 hasta el #200 y lo llevamos a la tamizadora eléctrica durante 10 minutos.

Pesamos los pesos retenidos en cada uno de los tamices y procesamos la información. Elaboramos la curva granulométrica y determinamos tipo de suelo existente en el proyecto.

$$\% \text{ Retenido} = \frac{Mr}{Mt} * 100 \quad (\text{Ec. 2.14})$$

Mr = masa retenida en el tamiz

Mt = masa total

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

Coeficiente de uniformidad

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

D₆₀ = tamaño de partículas en mm, correspondientes al 60% en la gráfica

D₃₀ = tamaño de partículas en mm, correspondientes al 30% en la gráfica

Coeficiente de curvatura

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})} \quad (\text{Ec. 2.17})$$

D₆₀ = tamaño de partículas en mm, correspondientes al 60% en la gráfica

D₃₀ = tamaño de partículas en mm, correspondientes al 30% en la gráfica

D₁₀ = tamaño de partículas en mm, correspondientes al 10% en la gráfica

Tabla 25: Ensayo de Granulometría abscisa 2+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha de elaboración: 21/02/202		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 2+000					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
Tamiz		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	4,42	0,44	0,44	99,56
N8	2,360	137,94	13,88	14,33	85,67
N°10	2,000	62,75	6,31	20,641	79,36
N°16	1,180	79,27	7,98	28,618	71,38
N°30	0,600	214,09	21,54	50,163	49,84
N°40	0,425	177,48	17,86	68,024	31,98
N°50	0,300	96,46	9,71	77,731	22,27
N°60	0,250	31,36	3,16	80,887	19,11
N°100	0,150	162,17	16,32	97,206	2,79
N°200	0,075	16,5	1,66	98,867	1,13
FONDO		11,26	1,13	100,000	0,00
TOTAL		993,7	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					993,7
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					6,3
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,634

Curva Granulométrica

El gráfico muestra una curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como 'Porcentaje que pasa (%)' y el eje horizontal etiquetado como 'Diámetro tamices (mm)'. La curva comienza en 100% para un diámetro de 10,0 mm y permanece constante hasta aproximadamente 5,0 mm. Luego, comienza a descender, pasando por puntos como (2,0 mm, 79,36%), (1,18 mm, 71,38%), (0,6 mm, 49,84%), (0,425 mm, 31,98%), (0,3 mm, 22,27%), (0,25 mm, 19,11%), (0,15 mm, 2,79%) y (0,075 mm, 1,13%).

D10	0,2	CC	1,33
D30	0,4	CU	3
D60	0,6		

Fuente: Autor

$$\% \text{ Retenido parcial} = \frac{Mr}{Mt} * 100 \quad (\text{Ec.2.14})$$

$$\% \text{ Retenido parcial} = \frac{4,42}{993,7} * 100$$

$$\% \text{ Retenido parcial} = \mathbf{0,44\%}$$

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \% Rp_0 + Rp_1 \quad (\text{Ec.2.18})$$

$$\% \text{ Retenido acumulado} = 0 + 0.44$$

$$\% \text{ Retenido acumulado} = \mathbf{0,44\%}$$

$$\% \text{ que pasa} = 100 - \% \text{ retenido acumulado} \quad (\text{Ec. 2.15})$$

$$\% \text{ que pasa} = 100\% - 0.44\%$$

$$\% \text{ que pasa} = \mathbf{99.56\%}$$

$$Cu = \frac{D_{60}}{D_{10}} \quad (\text{Ec. 2.16})$$

$$Cu = \frac{0,6}{0,2}$$

$$\mathbf{Cu = 3}$$

$$Cc = \frac{(D_{30})^2}{(D_{10} * D_{60})} \quad (\text{Ec. 2.17})$$

$$Cc = \frac{(0,4)^2}{(0,2 * 0,6)}$$

$$\mathbf{Cc = 1,33}$$

Ensayo de Proctor

En este ensayo procederemos a determinar el contenido de humedad óptima del suelo, para esto necesitamos una muestra de suelo de 20 kg que pase el tamiz #4. El ensayo se realizará con los porcentajes de humedad de 3%, 6%, 9% y 12%.

Para iniciar, en un recipiente colocamos 5 kg de muestra y con el primer porcentaje de humedad determinamos la cantidad de agua requerida para hacer la mezcla.

Una vez realizada la mezcla, dividimos la muestra en 5 partes y vamos colocando dentro del cilindro metálico para realizar la compactación. Cada capa deberá ser compactada con 56 golpes del martillo.

Una vez culminada la compactación de todas las capas, se procede a enrasar y pesar la muestra en conjunto con el molde.

Se retira el material del cilindro metálico y se toman dos muestras para determinar el contenido de humedad.

Densidad húmeda:

$$\rho \text{ húmeda} = \frac{W \text{ húm.}}{V_{\text{molde}}} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

$\rho \text{ húmeda} = \text{densidad húmeda}$

$W \text{ húm.} = \text{peso de la muestra húmeda}$

$V_{\text{molde}} = \text{Volumen del molde}$

Densidad seca:

$$\rho \text{ seca} = \frac{\rho \text{ húmeda}}{1 + W(\%)} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

$\rho \text{ seca} = \text{densidad seca}$

$\rho \text{ húmeda} = \text{densidad húmeda}$

$W(\%) = \text{contenido de humedad}$

Tabla 26: Ensayo de Proctor abscisa 3+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha elaboración: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 3+500								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr): 13652			Volumen molde (cc): 2304.52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	16663	16717	17307	17524				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3011	3065	3655	3872				
Densidad húmeda Ym (gr/cm ³)	1,307	1,330	1,586	1,680				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + Recip. (Wh+Wr)	149,86	148,88	148,72	148,71	133,84	143,41	175,45	168,42
Peso M. seca + Recip. (Ws+Wr)	143,19	142,99	139,78	137,41	116,33	126,75	139,44	139,8
Peso del recipiente (Wr)	30,79	31,23	25,4	30,2	30,78	30,7	30,62	30,59
Peso del agua (Ww)	6,67	5,89	8,94	11,30	17,51	16,66	36,01	28,62
Peso de la muestra seca (Ws)	112,4	111,76	114,38	107,21	85,55	96,05	108,82	109,21
Contenido de humedad (W%)	5,93	5,27	7,82	10,54	20,47	17,35	33,09	26,21
Contenido de humedad (W%) prom.	5,60		9,18		18,91		29,65	
Densidad seca (gr/cm ³) (Yd)	1,237		1,218		1,334		1,296	
Densidad seca máxima (Yd) = 1.31 gr/cm³					Contenido humedad óptimo (W%) = 20.7 %			

Fuente: Autor

Cálculo:

$$\rho \text{ húmeda} = \frac{W \text{ húm.}}{V_{\text{molde}}} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

$$\rho \text{ húmeda} = \frac{3011 \text{ gr}}{2304.52 \text{ cm}^3}$$

$$\rho \text{ húmeda} = 1.307 \text{ gr/cm}^3$$

$$w(\%) = \frac{W_w}{W_s} * 100 \quad (\text{Ec. 2.12})$$

$$w(\%) = \frac{6.67}{112.4} * 100$$

$$w(\%) = 5.93\%$$

$$w(\%)_{\text{promedio}} = 5.60\%$$

$$\rho \text{ seca} = \frac{\rho \text{ húmeda}}{1 + W(\%)} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

$$\rho \text{ seca} = \frac{1.307 \text{ gr/cm}^3}{1 + 5.60\%}$$

$$\rho \text{ seca} = 1.237 \text{ gr/cm}^3$$

Ensayo de CBR

Una vez obtenido el contenido de humedad óptimo del suelo, seleccionamos una muestra de 5 kg, que pase el tamiz #4. Colocamos sobre una bandeja y mezclamos de manera uniforme.

Tomamos el peso del disco y del molde, sus dimensiones, tanto la altura como el diámetro.

Dividimos la muestra en 5 partes y las colocamos en el cilindro una por una, cada capa debe ser compactada con 56 golpes con el martillo de 10 libras. Una vez finalizado debemos enrazar hasta el nivel superior del cilindro y proceder a obtener los pesos de las muestras.

Para determinar el peso unitario del suelo, retiramos el disco y lo pesamos.

Para continuar con el procedimiento, invertimos el cilindro y colocamos sobre este las sobrecargas y el deformímetro para determinar el esponjamiento, la sumergimos en el tanque de agua alrededor de 3-4 días,

Una vez transcurrido el tiempo sacamos y dejamos reposar por unos 15 minutos previos al ensayo. Pesamos la muestra saturada, anotamos la lectura del deformímetro y llevamos a ensayar.

Ubicamos la muestra sobre la Máquina automática para ensayos de CBR y procedemos a ejecutar la compresión. Grabamos la curva mostrada en la máquina y procesamos los datos.

La fórmula para obtener el valor de CBR será la siguiente:

$$CBR = \frac{\text{Carga del suelo ensayado}}{\text{Carga unitaria patrón}} \times 100 \quad (\text{Ec. 2.21})$$

Tabla 27: Ensayo de CBR abscisa 0+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha elaboración: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 0+500						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Suelo húmedo + molde (gr)	10266	10590	9579	9975	13061	13649
Peso del molde (gr)	6225	6225	5837	5837	9604	9604
Peso suelo húmedo (gr)	4041	4365	3742	4138	3457	4045
Volumen del suelo (cm ³)	2310,1	2310,1	2261,9	2261,9	2274,3	2274,3
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,749	1,890	1,654	1,829	1,520	1,779
Densidad seca (gr/cm ³)	1,471	1,467	1,405	1,415	1,310	1,306
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,469		1,410		1,308	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	136,08	125,99	238,27	130,98	143,14	141,01
Peso seco + recipiente (gr)	118,69	104,83	207,21	106,5	127,59	109,98
Peso del recipiente (gr)	26,65	31,3	31,82	22,81	30,85	24,28
Peso del agua (gr)	17,39	21,16	31,06	24,48	15,55	31,03
Peso de la muestra seca (gr)	92,04	73,53	175,39	83,69	96,74	85,7
Contenido de humedad (W%)	18,89	28,78	17,71	29,25	16,07	36,21
Agua absorbido (%)	9,88		11,54		20,13	

Fuente: Autor

Tabla 28: Ensayo de CBR carga - penetración

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha de elaboración: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay														
Abscisa: 0+500														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr.	Q. lectura	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg	plg 10 ³	dial	Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	158,9	116,8			98,8	72,6			48,3	35,49		
1	0	50	233,3	171,4			148,2	108,9			73,8	54,22		
1	30	75	298,6	219,4			198,8	146,1			112,4	82,59		
2	0	100	369,8	271,7	271,7	27,2	252,9	185,8	185,8	18,6	156,9	115,3	115,3	11,5
3	0	150	539,8	396,6			398,1	292,5			187,2	137,5		
4	0	200	689,6	506,7			471,6	346,5			210,8	154,9		
5	0	250	785,9	577,4			533,8	392,2			229,1	168,3		
6	0	300	865,8	636,1			622,6	457,5			245,7	180,5		
8	0	400	955,8	702,3			729,6	536,1			300,2	220,6		
10	0	500	1076,8	791,2			841,6	618,4			341,8	251,1		
CBR corregido						27,2					18,6			

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Cálculo:

$$\rho \text{ húmeda} = \frac{W \text{ húm.}}{V_{\text{molde}}} \quad (\text{Ec. 2.19})$$

$$\rho \text{ húmeda} = \frac{4041 \text{ gr}}{2310.1 \text{ cm}^3}$$

$$\rho \text{ húmeda} = 1.749 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ seca} = \frac{\rho \text{ húmeda}}{1 + W(\%)} \quad (\text{Ec. 2.20})$$

$$\rho \text{ seca} = \frac{1.749 \text{ gr/cm}^3}{1 + 18.89\%}$$

$$\rho \text{ seca} = 1.471 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ seca promedio} = 1.469 \text{ gr/cm}^3$$

$$\rho \text{ seca máxima} = 1.53 \text{ gr/cm}^3 \quad (\text{Ec. 2.21})$$

$$\rho \text{ seca } 95\% = 1.53 \text{ gr/cm}^3 * 95\%$$

$$\rho \text{ seca } 95\% = 1.454 \text{ gr/cm}^3$$

2.4.4 Diseño geométrico

En esta etapa se define las características de la infraestructura de la vía, tanto el alineamiento horizontal, alineamiento vertical, sección transversal y elementos correspondientes a la seguridad vial.

Alineamiento horizontal:

Velocidad de diseño

De acuerdo a la Tabla 7: Velocidad de diseño, debido a la topografía del terreno y al valor de TPDA obtenido para un tipo de carretera clase IV se determinó que la velocidad de diseño será:

Velocidad recomendada = 50 km/h

Velocidad absoluta = 25 km/h.

Para obtener un diseño adecuado de la carretera se usará en el proyecto una velocidad de diseño igual a **30 km/h**.

Velocidad de circulación

Tabla 29: Velocidad de circulación

VELOCIDAD DE DISEÑO (km/h)	VELOCIDAD DE CIRCULACIÓN EN km/h		
	VELOCIDAD DE TRANSITO BAJO	VOLUMEN DE TRANSITO INTERMEDIO	VOLUMEN DE TRANSITO ALTO
25	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	75	59
100	86	79	60
110	92	85	61

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

De acuerdo con la tabla del MTOP 2003 para una velocidad de diseño de 30 km/h se asume una velocidad de circulación para un tránsito bajo de 28 km/h.

Distancia de visibilidad de parada

$$dp = d1 + d2 \quad (\text{Ec. 2.22})$$

Distancia (d1) recorrida en el tiempo de percepción más reacción

$$d1 = 0.7 * Vc \quad (\text{Ec. 2.23})$$

$$d1 = 0.7 * 30 \text{ km/h}$$

$$d1 = 21 \text{ m.}$$

Coefficiente de fricción

$$f = \frac{1,15}{Vc^{0.3}} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

$$f = \frac{1,15}{30^{0.3}}$$

$$f = 0.41$$

Distancia (d2) distancia de frenado

$$d2 = \frac{Vc^2}{254 f} \quad (\text{Ec. 2.25})$$

$$d2 = \frac{30^2}{254 * 0.41}$$

$$d2 = 8.64 \text{ m}$$

Distancia de visibilidad de parada (dp)

$$dp = d1 + d2 \quad (\text{Ec. 2.22})$$

$$dp = 21 + 8.64$$

$$dp = 30 \text{ m.}$$

Tabla 30: Distancia de visibilidad de parada

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad de circulación asumida (km/h)	(d1) Percepción + reacción para frenaje		Coeficiente de fricción longitudinal	(d2) Distancia de frenaje gradiente cero (m)	Distancia de visibilidad (dp = d1 + d2)	
		Tiempo (s)	Distancia recorrida (m)			calculada (m)	redondeada (m)
20	20	2.50	13.89	0.47	3.36	17.25	20
25	24	2.50	16.67	0.44	5.12	21.78	25
30	28	2.50	19.44	0.42	7.29	26.74	30
35	33	2.50	22.92	0.40	10.64	33.56	35
40	37	2.50	25.69	0.39	13.85	39.54	40
45	42	2.50	29.17	0.37	18.53	47.70	50
50	46	2.50	31.94	0.36	22.85	54.79	55
60	55	2.50	38.19	0.35	34.46	72.65	70
70	63	2.50	43.75	0.33	47.09	90.84	90
80	71	2.50	49.31	0.32	62.00	111.30	110
90	79	2.50	54.86	0.31	79.25	134.11	135
100	86	2.50	59.72	0.30	96.34	156.06	160
110	92	2.50	63.89	0.30	112.51	176.40	180
120	100	2.50	71.53	0.29	145.88	217.41	220

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

De acuerdo con el MTOP 2003 se asumirá una distancia de visibilidad de 30 metros.

Distancia de visibilidad para el rebasamiento de un vehículo

Tabla 31: distancia mínima de visibilidad para rebasamiento

Velocidad de diseño (km/h)	Velocidad vehículos (km/h)		Distancia mínima de rebasamiento (m)	
	Rebasado	Rebasante	Calculada	Recomendada
25	24	40	---	(80)
30	28	44	---	(110)
35	33	49	---	(130)
40	35	51	268	270 (150)
45	39	55	307	310 (180)
50	43	59	345	245 (210)
60	50	66	412	415 (290)
70	58	74	488	490 (380)
80	66	82	563	565 (480)
90	73	89	631	640
100	79	95	688	690
110	87	103	764	830
120	94	110	831	830

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Velocidad rebasante asumida = 44 km/h

$$dt = 9,54 * Vr - 218 \quad (\text{Ec. 2.23})$$

$$dt = 9,54 * 44 - 218$$

$$dt = 201.76 \text{ m}$$

La distancia de visibilidad para el rebasamiento asumida será de 200 metros.

Radio de mínimo de curvatura

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

V = Velocidad de diseño

e = peralte de la curva (m/m)

f = coeficiente de fricción lateral

Tabla 32: Radios mínimos en curvas

Velocidad de diseño (km/h)	"f" máxima	Radio mínimo calculado				Radio mínimo recomendado			
		0.10	0.08	0.06	0.04	0.10	0.08	0.06	0.04
20	0.350		7.32	7.68	8.08		18	20	20
25	0.315		12.46	13.12	13.86		20	25	25
30	0.284		19.47	20.60	21.87		25	30	30
35	0.255		28.79	30.62	32.7		30	35	35
40	0.221		41.86	44.83	48.27		42	45	50
45	0.206		55.75	59.94	64.82		58	60	66
50	0.190		72.91	78.74	85.59		75	80	90
60	0.165	106.97	115.70	125.98	138.28	110	120	130	140
70	0.150	154.33	167.75	183.73	203.07	160	170	185	205
80	0.140	209.97	229.06	251.97	279.97	210	230	255	280
90	0.134	272.56	298.04	328.76	366.55	275	300	330	370
100	0.130	342.35	374.95	414.42	463.18	350	375	415	465
110	0.124	425.34	467.04	517.80	580.95	430	470	520	585
120	0.120	515.39	566.39	629.92	708.66	520	570	630	710

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)} \quad (\text{Ec. 2.24})$$

$$R = \frac{30^2}{127 * (0.08 + 0.284)}$$

$$R = 19.47$$

Radio mínimo de curvatura asumido **R = 25m**

Tabla 33: Valores recomendados para el diseño

NORMAS	CLASE I						CLASE II						CLASE III						CLASE IV						CLASE V							
	3000 - 8000 TPDA						1000-3000 TPDA						300 - 1000 TPDA						100-300 TPDA						MENOS DE 100 TPDA							
	Recomendab			Absoluta			Recomendab			Absoluta			Recomendab			Absoluta			Recomendab			Absoluta			Recomendab			Absoluta				
	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O	M	LL	O
Velocidad de diseño (KPH)	110	100	80	100	80	60	100	90	70	90	80	50	90	80	60	80	60	40	80	60	50	60	35	25	60	50	40	50	35	25		
Radio mínimo de cuvas horizontales (m)	430	350	210	350	210	110	350	275	160	275	210	75	275	210	110	210	110	42	210	110	75	110	30	20	110	75	42	75	30	20		
Distancia de visibilidad para parada (m)	180	160	110	160	110	70	160	135	90	135	110	55	135	110	70	110	70	40	110	70	55	70	35	25	70	55	40	55	35	25		
Distancia de visibilidad de rebasamiento (m)	830	690	565	690	565	415	960	640	490	640	565	345	640	565	415	565	415	270	480	290	210	290	150	110	290	210	150	210	150	110		
Peralte	MÁXIMO = 10%												10% (para V>50 KPH) - 8% (para V<50 KPH)																			
Coeficiente K para:																																
Curvas verticales convexas (m)	80	60	28	60	28	12	60	43	19	43	28	7	43	28	12	28	12	4	28	12	7	12	3	2	12	7	4	7	3	2		
Curvas verticales cóncavas (m)	43	38	24	38	24	13	38	31	19	31	24	10	31	24	13	24	13	6	24	13	10	13	5	3	13	10	6	10	5	3		
Gradiente longitudinal máxima (%)	3	4	6	3	5	7	3	4	7	4	6	8	4	6	7	6	7	9	5	6	8	6	8	12	5	6	8	6	8	14		
Gradiente longitudinal mínima (%)	0,50%																															
Ancho de pavimento (m)	7,3			7,3			7,0			6,7			6,7			6,0			6,0						4,0							
Clase de pavimento	Carpeta asfáltica y hormigón						Carpeta asfáltica						Carpeta asfáltica o DTSB						DTSB, empedrado						Capa granular o empedrado							
Ancho de espaldones estables (m)	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	3,0	2,5	2,0	2,5	2,0	1,5	2,0	1,5	1,0	1,5	1,0	0,5	0,60 (CV. Tipo 6 y 7)						-							
Gradiente transversal para pavimento (%)	2,0						2,0						2,0						2,5 - 4						4,0							
Gradiente transversal para espaldones (%)	2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						2,0 - 4,0						4,0 (CV. Topo 5 y SE)						-							
Curva de transición	USE ESPIRALES CUANDO SEA NECESARIO																															
Mínimo derecho de vía	Según Art. 3. de la Ley de caminos y Art. 4 Reglamento aplicativo de dicha ley.																															

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Alineamiento Vertical

Gradiente máxima y mínima

De acuerdo con la Tabla 8, para una carretera de clase IV, de acuerdo con el MTOP 2003 se ha adoptado una gradiente máxima del 12%, cuya longitud máxima será de 500 metros.

La gradiente mínima adoptada será del 0.5%.

Curva vertical convexa

De acuerdo con la tabla 9: Curvas convexas mínimas, la distancia de visibilidad de parada será equivalente a 30 metros y con un coeficiente $K = 2$ para determinar la longitud de la curva vertical convexa.

Curva vertical cóncava

De acuerdo con la tabla 10: Curvas cóncavas mínimas, la distancia de visibilidad de parada será equivalente a 30 metros y con un coeficiente $K = 4$ para determinar la longitud de la curva vertical convexa.

Longitud mínima absoluta de curvas verticales

$$L \text{ mín} = 0.6 * V \quad (\text{Ec. 2.25})$$

$V = \text{Velocidad de diseño}$

$$L \text{ mín} = 0.6 * V \quad (\text{Ec. 2.25})$$

$$L \text{ mín} = 0.6 * 30$$

$$L \text{ mín} = 18 \text{ m}$$

Sección transversal

Ancho de calzada

El ancho de calzada determinado para este proyecto es de 6 metros.

Tabla 34: Anchos de calzada para el proyecto

ANCHOS DE CALZADA		
Clase de carretera	Ancho de calzada (m)	
	Recomendable	Absoluto
R-1 ó R-II > 8000 TPDA	7.3	7.3
I 3000 a 8000 TPDA	7.3	7.3
II 1000 a 3000 TPDA	7.3	6.5
III 300 a 1000 TPDA	6.7	6
IV 100 a 300 TPDA	6	6
V menos de 100 TPDA	4	4

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Espaldones

Tabla 35: Ancho de espaldones

VALORES DE DISEÑO PARA EL ANCHO DE ESPALDONES (metros)						
CLASE DE CARRTERA	Ancho de Espaldones					
	Recomendable			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)	(1,2)
R-I ó R-II > 800 TPDA	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.0
I 3000 - 8000 TPDA	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5
II 1000 - 3000 TPDA	2.5	2.5	1.5	2.5	2.0	1.5
III 300 - 1000 TPDA	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5
IV 100 - 300 TPDA	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V menos 100 TPDA	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura (no se considera espaldón)					
L = terreno llano, O = terreno ondulado, M = terreno montañoso						
La cifra en paréntesis es para espaldón interior y la de espaldón exterior de la calzada.						

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

El valor de espaldón asumido para la calzada es de 0.6 metros.

2.4.5 Diseño del pavimento flexible

Para el diseño del pavimento flexible se empleó el método otorgado por la AASHTO-93, y la ecuación propuesta por la misma.

$$\log_{10}(W_{18}) = Z_r * S_0 + \log_{10}(SN + 1) - 20 + \frac{\log_{10} \left[\frac{\Delta PSI}{4.2-1.5} \right]}{0.40 + \frac{1094}{(SN+1)^{5.19}}} + 2.32 * \log_{10}(M_r) - 8.07 \quad (\text{Ec. 2.26})$$

Donde:

W_{18} = número de ejes equivalentes

Z_r = desviación estándar normal

S_0 = desviación estándar global

SN = número estructural

ΔPSI = variación de serviciabilidad

M_r = módulo de resiliencia

Factor de daño

Tabla 36: Factor de daño del vehículo

FACTORES DE DAÑO DE ACUERDO AL TIPO DE VEHÍCULO									
TIPO	SIMPLE		SIMPLE DOBLE		TÁNDEM		TRIDEM		FACTOR DE DAÑO
	Tons	$(P/6.6)^4$	Tons	$(P/8.2)^4$	Tons	$(P/15)^4$	Tons	$(P/23)^4$	
Bus	4,00	0,14	8,00	0,91					1,05
2D	3,00	0,04							0,18
	4,00	0,13							
2DA	3,00	0,04	7,00	0,52					0,57
2DB	7,00	1,27	11,00	3,24					4,51
3A	7,00	1,27			20,00	3,16			4,43
4-C	7,00	1,27					24,00	1,19	2,46
3S2	7,00	1,27			20,00	6,32			7,59
3S3	7,00	1,27			20,00	3,16	24,00	1,19	5,62

Fuente: Norma AASHTO - 93

El factor de daño asumido será de 4.51, de acuerdo con el tipo de camión 2DB.

Confiabilidad R

El grado de confiabilidad está definido por la clasificación funcional de la carretera y se puede obtener de la siguiente tabla:

Tabla 37: Grado de confiabilidad R

Clasificación funcional	Nivel de confiabilidad "R" recomendado (%)	
	Urbana	Rural
Interestatales y vías rápidas	85 - 99.9	85 - 99.9
Arterias principales	80 - 99	75 - 95
Colectoras	80 - 95	76 - 95
Caminos vecinales	50 - 80	50 - 80

Fuente: Norma AASHTO-93

El valor de confiabilidad asumido será del 75%

Cálculo del número de ejes equivalentes para el tráfico actual

El cálculo de los ejes equivalentes acumulados se ejecutará tomando en cuenta los vehículos pesados y se obtendrá de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$W_{18} = (TPDA_{actual} * FD_{C-2P}) * 365 \text{ días} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

W 18 Camiones 2DB primer año

$$W_{18} = 20 * 4.51 * 365 \text{ días} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

$$W_{18} = 32923$$

W18 camiones 2DB segundo año

$$W_{18} = 21 * 4.51 * 365 \text{ días} \quad (\text{Ec. 2.27})$$

$$W_{18} = 34569$$

W18 camiones 2DB acumulado

$$W_{18 \text{ acumulado}} = W_{\text{primer año}} + W_{\text{segundo año}} \quad (\text{Ec. 2.28})$$

$$W_{18 \text{ acumulado}} = 32923 + 34569 = 67492$$

W18 camiones 2DB diseño

$$W_{18 \text{ diseño}} = W_{\text{acumulado}} * Fd \quad (\text{Ec. 2.29})$$

$$Fd = 50\% \text{ vía dos carriles}$$

$$W_{18 \text{ diseño}} = 67492 * 0.5$$

$$W_{18 \text{ diseño}} = 33746$$

Tabla 38: Ejes equivalentes W18 para el periodo de diseño

AÑOS	ÍNDICE DE CRECIMIENTO (%)			TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL				W18 Parcial	W18 Acumulado	W18 Carril de diseño
	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	LIVIANOS	BUSES	PESADOS	TPDA TOTAL			
2022	3.57	1.78	1.74	101	0	20	121	32923	32923	16462
2023	3.57	1.78	1.74	105	0	21	126	34569	67492	33746
2024	3.57	1.78	1.74	109	0	21	130	34569	102061	51031
2025	3.57	1.78	1.74	113	0	22	135	36215	138277	69138
2026	3.25	1.62	1.58	115	0	22	137	36215	174492	87246
2027	3.25	1.62	1.58	119	0	22	141	36215	210707	105354
2028	3.25	1.62	1.58	123	0	22	145	36215	246923	123461
2029	3.25	1.62	1.58	127	0	23	150	37861	284784	142392
2030	3.25	1.62	1.58	131	0	23	154	37861	322645	161323
2031	3.25	1.62	1.58	135	0	24	159	39508	362153	181077
2032	3.25	1.62	1.58	140	0	24	164	39508	401661	200830
2033	3.25	1.62	1.58	144	0	24	168	39508	441168	220584
2034	3.25	1.62	1.58	149	0	25	174	41154	482322	241161
2035	3.25	1.62	1.58	154	0	25	179	41154	523476	261738
2036	3.25	1.62	1.58	159	0	25	184	41154	564629	282315
2037	3.25	1.62	1.58	164	0	26	190	42800	607429	303715
2038	3.25	1.62	1.58	169	0	26	195	42800	650229	325115
2039	3.25	1.62	1.58	174	0	27	201	44446	694675	347338
2040	3.25	1.62	1.58	180	0	27	207	44446	739121	369561
2041	3.25	1.62	1.58	186	0	27	213	44446	783567	391784
2042	3.25	1.62	1.58	192	0	28	220	46092	829660	414830

Fuente: Autor

El número de ejes equivalentes determinado para el año 2042 será de W18=414830.

CBR de diseño

Para determinar el CBR de diseño se debe relacionar el valor de CBR puntual de la muestra con el valor de percentil recomendado en función del número de ejes equivalentes W18.

Tabla 39: Límite de resistencia para CBR de diseño

NÚMERO DE EJES EQUIVALENTES EN EL CARRIL DE DISEÑO	PERCENTIL DE DISEÑO (%)
< 10000	60
10000 - 1000000	75
> 1000000	87.5

Fuente: Norma AASHTO 1993

De acuerdo con el número de ejes equivalentes igual a 118.654, se define un valor de percentil igual al 75%

Tabla 40: Valores distribuidos de CBR

Muestra	Abscisa	CBR	Porcentaje %
1	2+500	10	100
3	3+500	14,5	87,5
2	4+000	15	75
6	2+000	17	62,5
4	3+000	18,5	50
8	1+000	19	37,5
7	1+500	22	25
5	0+500	24	12,5

Fuente: Autor

El CBR de diseño obtenido será igual a 15 %

Módulo de resiliencia Mr.

De acuerdo con AASHTO, para países en los cuales no se pueda determinar el módulo de resiliencia mediante ensayos de laboratorio se propone usar la siguiente ecuación que está vinculado con el valor de CBR:

$$Mr(psi) = 1500 * CBR \quad \text{para } CBR < 7.2\% \quad (\text{Ec.2.30})$$

$$Mr(psi) = 3000 * CBR^{0.65} \quad \text{para } CBR \text{ de } 7.2\% \text{ a } 20\% \quad (\text{Ec.2.31})$$

$$Mr(psi) = 4326 * \ln(CBR) + 241 \quad \text{para suelos granulares} \quad (\text{Ec. 2.32})$$

- Para CBR = 15 %

$$Mr(psi) = 3000 * CBR^{0.65} \quad \text{para } CBR \text{ de } 7.5 \text{ a } 20\% \quad (\text{Ec.2.31})$$

$$Mr(psi) = 3000 * 15^{0.65}$$

$$Mr(psi) = 17441.37 \text{ psi}$$

Desviación Estándar normal Zr

La desviación estándar normal se determina a través del valor asumido de nivel de confiabilidad a través de la siguiente tabla:

Tabla 41: Desviación estándar normal Zr

Confiabilidad R (%)	Desviación Estándar normal (Zr)
50	0.00
60	-0.253
70	-0.524
75	-0.674
80	-0.841
85	-1.037
90	-1.282
91	-1.340
92	-1.405
93	-1.476
94	-1.555
95	-1.645
96	-1.751
97	-1.881
98	-2.054
99	-2.327
99.9	-3.090
99.99	-3.750

Fuente: AASHTO-93

La desviación estándar normal obtenida es igual a -0.674.

Desviación Estándar Global S_o

De acuerdo con la AASHTO – 93 los valores de S_o para pavimentos flexibles se encuentran en el rango de: $0.40 < S_o < 0.50$

El valor recomendado y asumido será de 0.45.

Índice de serviciabilidad

$$\Delta PSI = PSI_{inicial} - PSI_{final} \quad (\text{Ec. 2.32})$$

Donde:

$\Delta PSI =$ Diferencia en el índice de serviciabilidad inicial y el final

$PSI_{inicial} =$ índice de servicio inicial (4.5 P. rígidos, 4.2 P. flexibles)

$PSI_{final} =$ Índice de servicio final (3.0; 2.5; 2.0, recomendando 2.5 ó 3 para caminos principales y 2.0 para secundarios de acuerdo con AASHTO – 93)

$$\Delta PSI = 4.2 - 2.0 \quad (\text{Ec. 2.32})$$

$$\Delta PSI = 2.2$$

Espesores de las capas

Para determinar el espesor de las capas de rodadura, la capa base y subbase, el método AASHTO propone la siguiente ecuación:

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (\text{Ec. 2.33})$$

Donde:

$a_1, a_2, a_3 =$ coeficientes de la carpeta, base y subbase

$D_1, D_2, D_3 =$ espesores carpeta, base, subbase

$m_2, m_3 =$ coeficientes de drenaje para base y subbase.

Coefficiente estructural carpeta asfáltica (a1)

Se determina a través del monograma propuesto por la AASHTO – 93, por medio de la estabilidad Marshall en lb, o el Módulo de elasticidad del asfalto en psi.

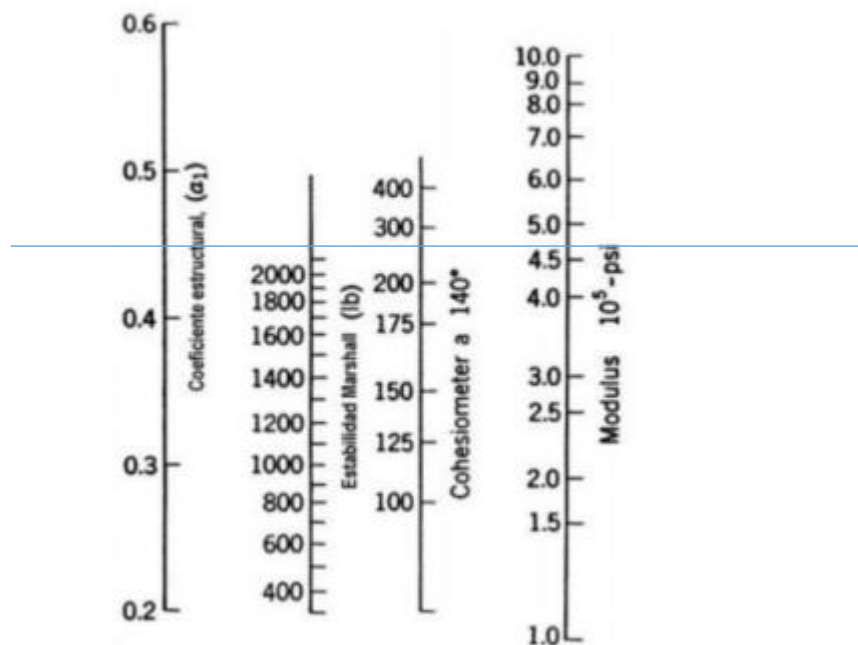
Tabla: 42 Estabilidad Marshall

Tipo de tráfico	Muy pesado		Pesado		Medio		Liviano	
	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo	Mínimo	Máximo
Estabilidad Marshall (lb)	2200		1800		1200		1000	2400

Fuente: Norma AASHTO-93

El valor de estabilidad Marshall asumido para el tipo de camiones pesados será igual a 1800 lb.

Figura 15: Monograma para coeficiente estructural (a1)



Fuente: Norma AASHTO-93

Para una estabilidad Marshall de 1800 lb, los coeficientes obtenidos de acuerdo al monograma son los siguientes:

Módulo elástico = 375000 psi y Coeficiente a1 = 0.41

Tabla 43: Coeficiente estructural (a1)

Módulo elástico		Valores (a1)
psi	Mpa	
125 000	875	0.220
150 000	1050	0.250
175 000	1225	0.280
200 000	1400	0.295
225 000	1575	0.320
250 000	1750	0.330
275 000	1925	0.350
300 000	2100	0.360
325 000	2275	0.375
350 000	2450	0.285
375 000	2625	0.405
400 000	2800	0.420
425 000	2975	0.435
450 000	4150	0.440

Fuente: Norma AASHTO-93

De acuerdo con la tabla propuesta por la norma AASHTO 93, los valores obtenidos son:

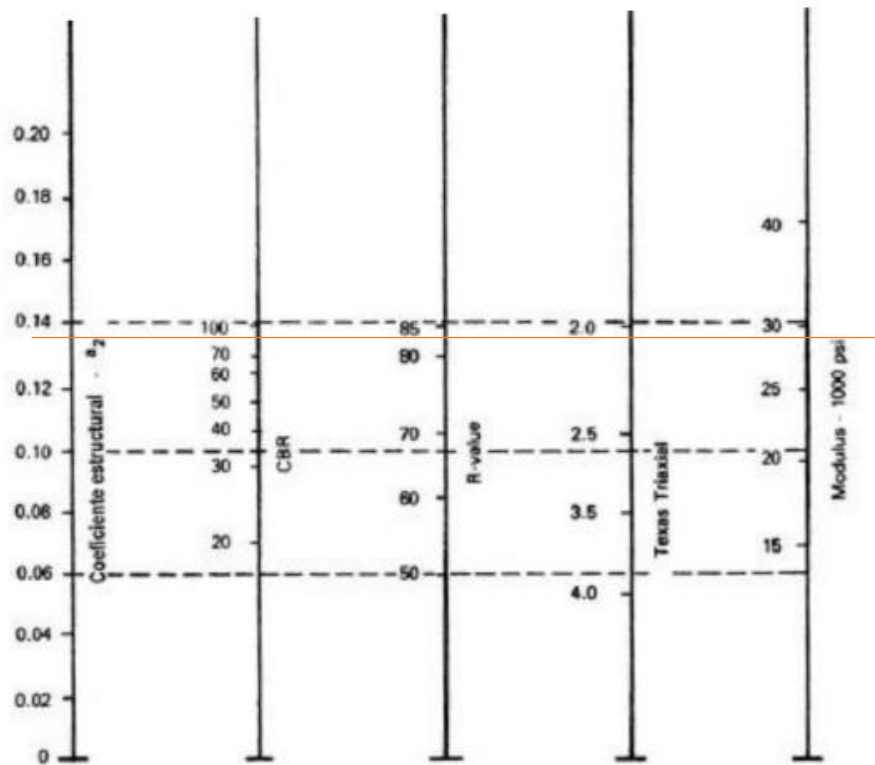
Módulo elástico = 375000 psi

Coeficiente a1 = 0.405

Coeficiente estructural de base granular (a2)

De acuerdo con la norma MTOP 2003 se debe determinar el coeficiente para base granular de acuerdo con un CBR mayor al 80%.

Figura 16: Monograma para coeficiente estructural (a2)



Fuente: Norma AASHTO-93

Para una CBR mínimo de 80% propuesto por la norma MOP 001-2002, se obtienen los siguientes valores:

Módulo elástico = 2800 psi ; Coeficiente a2 = 0.133

Tabla 44: Coeficiente estructural (a2)

Valores de a2	
% CBR	a2
45	0.112
50	0.115
55	0.120
60	0.125
70	0.130
80	0.133
90	0.137
100	0.140

Fuente: Norma AASHTO-93

De acuerdo con la tabla propuesta por la norma AASHTO 93, los valores obtenidos son:

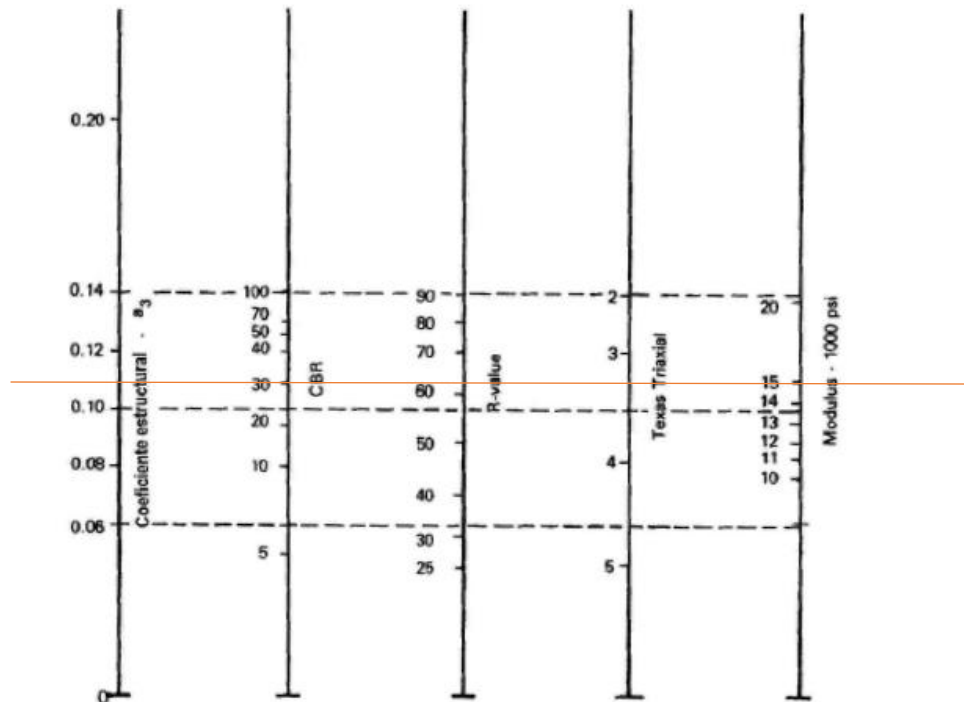
$$\text{Coeficiente } a_2 = 0.133$$

$$\text{Módulo elástico} = 28000 \text{ psi}$$

Coeficiente estructural de subbase granular (a_3)

De acuerdo con la normativa para subbase granular el coeficiente a_3 se determina a partir de un valor de CBR igual o mayor a 30%.

Figura 17: Monograma para coeficiente estructural (a_3)



Fuente: Norma AASHTO-93

Para un CBR igual o mayor a 30 los valores obtenidos son:

$$\text{Coeficiente } a_3 = 0.108$$

$$\text{Módulo elástico} = 15000 \text{ psi}$$

Tabla 45: Coeficiente estructural (a3)

Valores de a3	
% CBR	a3
10	0.080
15	0.090
20	0.093
25	0.102
30	0.108
35	0.115
40	0.120
45	0.125
50	0.128
55	0.130
60	0.135
65	0.138
70	0.140

Fuente: Norma AASHTO-93

De acuerdo con la tabla propuesta por la norma AASHTO 93, los valores obtenidos son:

$$\text{Coeficiente } a_3 = 0.108$$

$$\text{Módulo elástico} = 15000 \text{ psi}$$

Coeficientes de drenaje (m2 y m3)

Se define la calidad del drenaje de acuerdo con la siguiente tabla propuesta por la AASHTO

Tabla 46: Calidad del drenaje

Calidad del drenaje	Agua eliminada
Excelente	2 horas
Buena	1 día
Regular	1 semana
Pobre	1 mes
Deficiente	No drena

Fuente: Norma AASHTO-93

Para este proyecto se asumirá única calidad de drenaje Regular lo que implica que el agua se eliminará en alrededor de 1 semana.

Tabla 47: Porcentaje de tiempo de humedad

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

Fuente: Norma AASHTO-93

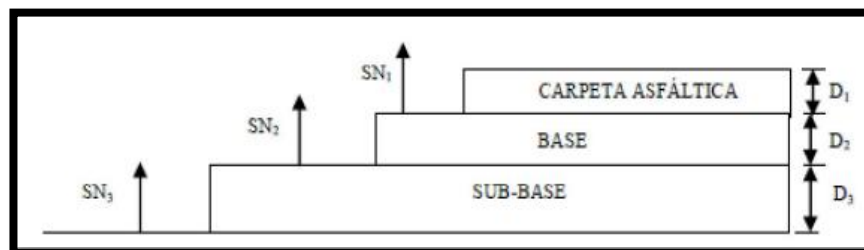
De acuerdo con la calidad del drenaje obtenido los coeficientes de drenaje obtenidos son los siguientes:

$$\text{Coeficiente } m_2 \text{ y } m_3 = 0.80$$

Diseño de la estructura del pavimento

Se diseñará el pavimento flexible de acuerdo con el sistema de varias capas propuesto por la norma MOP 2003.

Figura 18: Sistema multicapa



Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Cálculo número estructural requerido

Para el cálculo del número estructural nos basamos en el programa Ecuación AASHTO 93.

Datos:

Confiabilidad R = 75 %

Periodo de diseño = 20 años

Desviación estándar normal Zr = -0.674

Desviación estándar global So = 0.45

Serviciabilidad PSI inicial = 4.2

Serviciabilidad PSI final = 2.0

Módulo de resiliencia sub rasante = 17441.37 psi = 17.44 Ksi.

Número de ejes equivalentes W18 = 118654

Figura 19: Número estructural SN de la sub rasante (Ecuación AASHTO 93)

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % Zr=-0.674, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 17441 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** (Empty fields for Ec, Sc, J, Cd)
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- W18 =** 414830
- Número Estructural:** SN = 1.94
- Buttons:** Calcular, Salir

Fuente: Norma AASHTO-93

$$SN_3 = 1.94$$

Cálculo número estructural para la Subbase

Datos:

Tipo de pavimento = flexible

Confiabilidad R = 75 %

Periodo de diseño = 20 años

Desviación estándar normal Zr = -0.674

Desviación estándar global So = 0.45

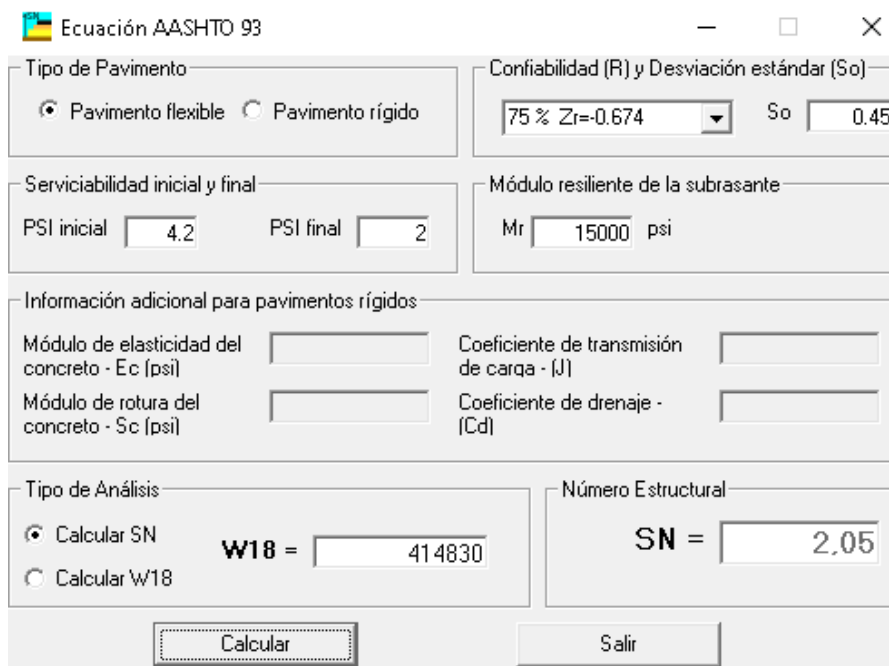
Serviciabilidad PSI inicial = 4.2

Serviciabilidad PSI final = 2.0

Módulo de resiliencia = 15000 psi (Mr de la subbase).

Número de ejes equivalentes W18 = 118654

Figura 20: Número estructural SN de la subbase (Ecuación AASHTO 93)



The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % Zr=-0.674, So = 0.45
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** Mr = 15000 psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** Empty input fields for Ec, Sc, J, and Cd.
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W18
- W18 =** 414830
- Número Estructural:** SN = 2.05
- Buttons:** "Calcular" and "Salir"

Fuente: Norma AASHTO-93

$$SN 2 = 2.05$$

Cálculo número estructural para la base

Datos:

Confiabilidad $R = 75 \%$

Periodo de diseño = 20 años

Desviación estándar normal $Z_r = -0.674$

Desviación estándar global $S_o = 0.45$

Serviciabilidad PSI inicial = 4.2

Serviciabilidad PSI final = 2.0

Módulo de resiliencia = 28000 psi (M_r de la base).

Número de ejes equivalentes $W_{18} = 118654$

Figura 21: Número estructural SN de la carpeta asfáltica (Ecuación AASHTO 93)

The screenshot shows a software window titled "Ecuación AASHTO 93" with the following fields and values:

- Tipo de Pavimento:** Pavimento flexible, Pavimento rígido
- Confiabilidad (R) y Desviación estándar (So):** 75 % $Z_r = -0.674$, $S_o = 0.45$
- Serviciabilidad inicial y final:** PSI inicial = 4.2, PSI final = 2
- Módulo resiliente de la subrasante:** $M_r = 28000$ psi
- Información adicional para pavimentos rígidos:** (Empty fields for E_c , S_c , J , and C_d)
- Tipo de Análisis:** Calcular SN, Calcular W_{18}
- Número Estructural:** $W_{18} = 414830$, $SN = 1.61$

Buttons: "Calcular" and "Salir"

Fuente: Norma AASHTO-93

$$SN_1 = 1.61$$

Cálculo de los espesores de la carpeta asfáltica

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (\text{Ec. 2.34})$$

$$D_1 \geq \frac{SN_1}{a_1} \quad (2.35)$$

$$D_1 = \frac{1.61}{0.41}$$

$$D_1 = 3.93 \text{ in} \approx 4 \text{ in}$$

$$SN_1' = D_1 * a_1 \quad (\text{Ec. 2.35})$$

$$SN_1' = (4 \text{ in}) * (0.41)$$

$$SN_1' = 1.64$$

Cálculo de los espesores de la base granular

$$D_2 \geq \frac{SN_2 - SN_1'}{a_2 * m_2} \quad (\text{Ec. 2.36})$$

$$D_2 = \frac{2.05 - 1.64}{0.133 * 0.8}$$

$$D_2 = 3.85 \text{ in}$$

$$SN_2' = D_2 * a_2 * m_2 \quad (\text{Ec. 2.37})$$

$$SN_2' = (3.85 \text{ in}) * (0.133) * (0.8)$$

$$SN_2' = 0.41$$

Cálculo de los espesores de la subbase granular

$$D3 \geq \frac{SN3 - (SN2' + SN1')}{a3 * m3} \quad (\text{Ec. 2.38})$$

$$D3 = \frac{1.94 - (0.41 + 1.64)}{0.108 * 0.8}$$

$$D3 = 0 \text{ in}$$

Entonces:

$$SN_{requerido} = SN1 + SN2 + SN3 \quad (\text{Ec. 2.39})$$

$$SN_{requerido} = 1.64 + 0.41 + 0$$

$$SN_{requerido} = 2.05$$

Propuesta estructura pavimento flexible

$$\text{Carpeta asfáltica} = 5 \text{ cm}$$

$$SN1 = D1 * a1 \quad (\text{Ec. 2.35})$$

$$SN1 = (5 \text{ cm}) * (0.41)$$

$$SN1 = 2.05 \text{ cm} = 0.81 \text{ in}$$

$$\text{Base granular} = 15 \text{ cm}$$

$$SN2 = D2 * a2 * m2 \quad (\text{Ec. 2.37})$$

$$SN2 = (15 \text{ cm}) * (0.133) * (0.8)$$

$$SN2 = 1.596 \text{ cm} = 0.63 \text{ in}$$

Subbase granular = 20 cm

$$SN_3 = D_3 * a_3 * m_3 \quad (\text{Ec. 2.40})$$

$$SN_3 = (20 \text{ cm}) * (0.108) * (0.8)$$

$$SN_3 = 1.728 \text{ cm} = 0.68 \text{ in}$$

$$SN_{\text{calculado}} = SN_1 + SN_2 + SN_3 \quad (\text{Ec. 2.41})$$

$$SN_{\text{calculado}} = 0.81 + 0.63 + 0.68$$

$$SN_{\text{calculado}} = 2.12 \text{ in}$$

Verificando:

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

$$\underline{\underline{2.12 \geq 2.05 \text{ OK}}}$$

Tabla 48: Espesores de la estructura del pavimento

DATOS DE ENTRADA :			
1. CARACTERISTICAS DE MATERIALES			DATOS
A. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA MEZCLA ASFALTICA (ksi)			375,00
B. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA BASE GRANULAR (ksi)			28,00
C. MODULO DE ELASTICIDAD DE LA SUB-BASE (ksi)			15,00
2. DATOS DE TRAFICO Y PROPIEDADES DE LA SUBRASANTE			
A. NUMERO DE EJES EQUIVALENTES TOTAL (W18)			414.830
B. FACTOR DE CONFIABILIDAD (R)			75%
DESVIACION ESTANDAR NORMAL (Zr)			-0,674
DESVIACION ESTANDAR GLOBAL (So)			0,45
C. MODULO DE RESILIENCIA DE LA SUBRASANTE (Mr, ksi)			17,44
D. SERVICIABILIDAD INICIAL (pi)			4,2
E. SERVICIABILIDAD FINAL (pf)			2,0
F. PERIODO DE DISEÑO (Años)			20
3. DATOS PARA ESTRUCTURACION DEL REFUERZO			
A. COEFICIENTES ESTRUCTURALES DE CAPA			
Concreto Asfáltico Convencional (a ₁)			0,410
Base granular (a ₂)			0,133
Subbase (a ₃)			0,108
B. COEFICIENTES DE DRENAJE DE CAPA			
Base granular (m ₂)			0,800
Subbase (m ₃)			0,800
DATOS DE SALIDA :			
NUMERO ESTRUCTURAL REQUERIDO TOTAL (SN _{REQ})	1,93		
NUMERO ESTRUCTURAL CARPETA ASFALTICA (SN _{CA})	1,61		
NUMERO ESTRUCTURAL BASE GRANULAR (SN _{BG})	0,45		
NUMERO ESTRUCTURAL SUB BASE (SN _{SB})	-0,12		
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO			
		PROPUESTA	
	TEORICO	ESPESOR	SN*
ESPESOR CARPETA ASFALTICA (cm)	9,9 cm	5,0 cm	0,81
ESPESOR BASE GRANULAR (cm)	10,6 cm	15,0 cm	0,63
ESPESOR SUB BASE GRANULAR (cm)	-3,5 cm	20,0 cm	0,68
ESPESOR TOTAL (cm)		40,0 cm	2,12
DISEÑADO POR : Alex Gavilanes			<i>fm</i>

Fuente: Autor

Materiales utilizados en la estructura del pavimento

- Subbase:

Tabla 49: Granulometría para subbase Clase 3

TAMIZ	PORCENTAJE EN PESO QUE PASA POR EL TAMIZ		
	Clase 1	Clase 2	Clase 3
3" (76.2 mm)	---	---	100
2" (50.4 mm)	---	100	---
1 1/2" (38.1 mm)	100	70 - 100	---
#4 (4.75 mm)	30 - 70	30 - 70	30 - 70
#40 (0.425 mm)	10 - 35	15 - 40	---
#200 (0.075 mm)	0 - 15	0 - 20	0 - 20

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Para el presente proyecto se empleará una capa granular Subbase clase 3.

- Base

Tabla 50: Granulometría para Base Clase 4

TAMIZ	BASE CLASE 1		BASE CLASE 2	BASE CLASE 3	BASE CLASE 4
	2" Máx.	1 1/2" Máx.			
2 "	100				100
1/2 "	70 - 100	100			
1"	55 - 85	70 - 100	100		60 - 90
3/4"	50 - 80	60 - 90	70 - 100	100	
3/8"	35 - 60	45 - 75	50 - 80		
#4	25 - 50	30 - 60	35 - 65	45 - 80	20 - 50
#10	20 - 40	20 - 50	25 - 50	30 - 60	
#40	10 - 25	10 - 25	15 - 30	20 - 35	
#200	2 - 12	2 - 12	3 - 15	3 - 15	0 - 15

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Para el presente proyecto se empleará una capa granular Base clase 4.

- **Carpeta asfáltica**

La capa de rodadura será de hormigón asfáltico mesclado en planta, compuesto por la combinación de cemento asfáltico y agregados los cuales estarán dispuestos de acuerdo con la siguiente granulometría. [18]

Tabla 51: Agregados para mezcla asfáltica

Tamiz	Porcentaje de peso que pasa a través de los tamices de malla cuadrada			
	3/4 "	1/2 "	3/8 "	#4
1" (25.4 mm)	100	---	---	---
3/4 (19.0 mm)	90 - 100	100	---	---
1/2" (12.7 mm)	---	90 - 100	100	---
3/8 (9.5 mm)	56 - 80	---	90 - 100	100
No 4" (4.75 mm)	35 - 65	44 - 74	55 - 85	80 - 100
No 8" (2.36 mm)	23 - 49	28 - 58	32 - 67	65 - 100
No 16" (1.18 mm)	---	---	---	40 - 80
No 30" (0.60 mm)	---	----	----	25 - 65
No 50" (0.30 mm)	5 - 19	5 - 21	7 - 23	7 - 40
No 100" (0.15 mm)	---	---	---	3 - 20
No 200" (0.075 mm)	2 - 10	2 - 10	2 - 10	10 - 15

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Tabla 52: Especificaciones para los agregados

Ensayo	Especificación
Resistencia al desgaste	$\leq 40 \%$
Desgaste por acción de los sulfatos	$\leq 12 \%$
Recubrimiento y adherencia	adherencia 95%
Peladura	5%
Hinchamiento	1.50%

Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

2.4.6 Diseño hidráulico

Diseño de cunetas

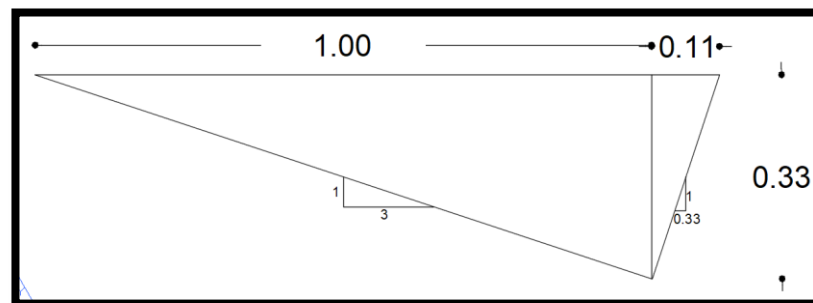
Son aquellas ubicadas en los bordes de la calzada cuya finalidad va a ser recolectar el agua lluvia tanto de la calzada como del talud de corte y transportar hacia un drenaje natural o alcantarilla. [19]

La pendiente mínima tendrá de un valor de 0.5% y de acuerdo con el material de hormigón de la cuneta tendrá una velocidad de 4 m/s.

La cuneta es de sección triangular con un talud hacia la vía mínimo de 3:1.

Dimensión típica de la cuneta Mtop 2003:

Figura 22: Dimensión típica de la cuneta



Fuente: Norma de diseño geométrico de carreteras MTOP-2003

Área mojada:

$$Am = \frac{b * h}{2} \quad (\text{Ec. 2.42})$$

$$Am = \frac{1.11 * 0.33}{2}$$

$$Am = 0.18 \text{ m}^2$$

Perímetro mojado

$$Pm = \sqrt{1 + 0.33^2} + \sqrt{0.11^2 + 0.33^2} \quad (\text{Ec. 2.43})$$

$$Pm = 1.4 \text{ m}$$

Radio hidráulico

$$Rh = \frac{Am}{Pm} \quad (\text{Ec. 2.44})$$

$$Rh = \frac{0.18 \text{ m}^2}{1.4 \text{ m}}$$

$$Rh = 0.13 \text{ m}$$

Cálculo de la velocidad

$$V = \frac{1}{n} * R^{\frac{2}{3}} * S^{\frac{1}{2}} \quad (\text{Ec. 2.45})$$

$$Q = A * V \quad (\text{Ec. 2.46})$$

Donde:

$V = \text{velocidad (m/s)}$

$R = \text{Radio hidráulico (m)}$

$S = \text{Pendiente hidráulica (m/m)}$

$n = \text{coeficiente de rugosidad de Manning}$

$Q = \text{Caudal (m}^3/\text{s)}$

Tabla 53: Coeficiente de rugosidad de Manning

Tipo de recubrimiento	n
Tierra lisa	0.020
Césped con más de 15 cm de profundidad	0.040
Césped con menos de 15 cm de profundidad	0.060
Revestimiento rugoso de piedra	0.040
Cunetas revestidas con hormigón	0.016

Fuente: *Mecánica de fluidos e hidráulica de Schaum*

$$V = \frac{1}{0.016} * 0.13^{2/3} * S^{1/2} \quad (2.45)$$

$$V = 16.038 * S^{1/2}$$

Remplazando

$$Q = 0.18 * 16.038 * S^{1/2} \quad (2.45) \text{ en (Ec. 2.46)}$$

$$Q = 2.89 * S^{1/2}$$

Tabla 54: Velocidad y caudal a partir de varias pendientes.

S%	S	Q (m3/s)	V (m/s)
0.5	0.005	0.204	1.135
1	0.01	0.289	1.606
1.5	0.015	0.354	1.966
2	0.02	0.409	2.271
2.5	0.025	0.457	2.539
3	0.03	0.501	2.781
3.5	0.035	0.541	3.004
4	0.04	0.578	3.211
4.5	0.045	0.613	3.406
5	0.05	0.646	3.590
5.5	0.055	0.678	3.765
6	0.06	0.708	3.933
6.5	0.065	0.737	4.093
7	0.07	0.765	4.248
7.5	0.075	0.791	4.397
8	0.08	0.817	4.541
8.5	0.085	0.843	4.681
9	0.09	0.867	4.817
9.5	0.095	0.891	4.949
10	0.1	0.914	5.077
10.5	0.105	0.936	5.203
11	0.11	0.959	5.325
11.5	0.115	0.980	5.445
12	0.12	1.001	5.562

Fuente: Autor

De acuerdo con la norma Mtop 2003 para un terreno montañoso con una pendiente igual al 2% se asumirá el valor de velocidad igual a 2.271 m/s.

Caudal admisible:

$$Q_{adm} = A * V \quad (2.47)$$

$$Q_{adm} = 0.18 \text{ m}^2 * 2.271 \text{ m/s}$$

$$\mathbf{Q_{adm} = 0.409 \text{ m}^3/\text{s}}$$

Caudal máximo probable:

$$Q_{m\acute{a}x} = \frac{C * I * A}{360} \quad (\text{Ec. 2.48})$$

$Q_{m\acute{a}x}$ = máximo probable (m³/s)

C = coeficiente de escurrimiento

I = Intensidad de lluvia (mm/h)

A = área tributaria (Ha)

Coeficiente de escurrimiento

$$C = 1 - \Sigma C' \quad (\text{Ec. 2.49})$$

Tabla 55: Valores de escorrentía

Topografía	C'
Plana con pendiente de 0.2 a 0.6 m/km	0.3
Moderada con pendiente de 3.0 a 4.0 m/km	0.2
Colinas con pendientes de 30 a 50 m/km	0.1
Tipo de suelo	C'
Arcilla compactada impermeable	0.1
Combinación de limo y arcilla	0.2
Suelo limo arenoso no muy compactado	0.4
Por la vegetación	C'
Terrenos cultivados	0.1
Bosques	0.2

Fuente: Mecánica de fluidos e hidráulica de Schaum

$$C = 1 - (0.1 + 0.2 + 0.1) \quad (\text{Ec. 2.49})$$

$$C = 0.6$$

Intensidad de la lluvia

$$I_{tr} = \frac{K * I_{dtr}}{tc^n} \quad (\text{Ec. 2.50})$$

I_{tr} = Intensidad de precipitación para cualquier periodo de retorno (mm/h)

T = Periodo de retorno años (10 años)

I_{dtr} = Intensidad diaria para un periodo de retorno de 10 años
= 1.30 mm/h

tc = tiempo de duración de la lluvia (min)

$k; n$ = constante de ajuste

$$tc = 0.01947 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (\text{Ec. 2.51})$$

L = longitud de drenaje en metros (m)

H = desnivel de inicio de cuneta hasta la descarga

$$H = L * S\% \quad (\text{Ec. 2.52})$$

$$H = 500m * 12\%$$

$$H = 60m$$

$$tc = 0.01947 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (\text{Ec. 2.51})$$

$$tc = 0.01947 * \left(\frac{500^3}{60}\right)^{0.385}$$

$$tc = 5.273 \text{ min}$$

De acuerdo con el Inamhi para el cálculo de intensidades máximas se obtiene la siguiente ecuación basada en la estación ubicada en el cantón Ambato con código M 066, zona 33.

Para un tiempo (t_c) $5 \text{ min} < 34 \text{ min}$

$$I_{tr} = \frac{197.86 * I_{dtr}}{t_c^{0.5556}} \quad (\text{Ec. 2.53})$$

$$I_{tr} = \frac{197.86 * 1.30}{5.273^{0.5556}}$$

$$I_{tr} = 102.12 \text{ mm/h}$$

Área de drenaje:

$$A = (\text{ancho carril} + \text{ancho de cuneta}) * \text{longitud de drenaje}$$

$$A = (3\text{m} + 1.11\text{m}) * 500 \text{ m} \quad (\text{Ec. 2.54})$$

$$A = (2055 \text{ m}^2)/10000$$

$$A = 0.2055 \text{ Ha}$$

Caudal máximo:

$$Q_{\text{máx}} = \frac{C * I * A}{360} \quad (\text{Ec. 2.55})$$

$$Q_{\text{máx}} = \frac{0.6 * 102.12 * 0.2055}{360}$$

$$Q_{\text{máx}} = 0.035 \text{ m}^3/\text{s}$$

$$Q_{\text{adm}} > Q_{\text{máx}}$$

$$0.409 \text{ m}^3/\text{s} > 0.035 \text{ m}^3/\text{s} \quad \text{OK}$$

La sección adoptada de cuneta es la adecuada para soportar el caudal máximo esperado.

Diseño de alcantarillas

Para realizar el diseño de las alcantarillas se empleó la fórmula de Talbot modificada: [20]

$$A = 0.183 * C * H^{\frac{3}{4}} * \frac{I}{100} \quad (\text{Ec. 2.56})$$

A = área de la alcantarilla (m²)

H = área de drenaje (Ha) = 4.5 Ha.

I = intensidad de lluvia (mm/h)

Bombeo de la vía = 2%

Pendiendite mínima = 0.5%

Tabla 56: Coeficiente de escurrimiento de Talbot

Tipo de terreno y topografía	Valores de C
Montañoso y escarpado	1.00
Con mucho lomerío	0.80
Con lomerío	0.60
Muy ondulado	0.50
Poco ondulado	0.40
Casi plano	0.30
Plano	0.20

Fuente: Método de Talbot para diseño de alcantarillas

$$A = 0.183 * 0.6 * 4.5^{\frac{3}{4}} * \frac{102.12}{100} \quad (\text{Ec. 2.56})$$

$$A = 0.346 \text{ m}^2$$

$$A = \frac{\pi * D^2}{4} \quad (\text{Ec. 2.57})$$

$$D = \sqrt{\frac{0.346 * 4}{\pi}}$$

$$D = 0.66 \text{ m}$$

$$D_{\text{asumido}} = 1.20 \text{ m}$$

$$Pendiente \text{ tubo }_{\text{asumida}} = 0.5\%$$

- Cabezales

$$Espesor \text{ paredes} = 0.20 \text{ m}$$

$$Altura = D + 0.3 * D \quad (\text{Ec. 2.58})$$

$$Altura = 1.20 + 0.3 * 1.20$$

$$Altura = 1.60$$

$$Altura \text{ asumida} = 2 \text{ m}$$

$$Longitud \text{ del ala} = 1.2 * D \quad (\text{Ec. 2.59})$$

$$Longitud \text{ del ala} = 1.2 * 1.20$$

$$longitud \text{ del ala} = 1.45$$

$$Longitud \text{ del ala }_{\text{asumida}} = 1.60 \text{ m}$$

2.4.7 Cálculo de volúmenes

- Limpieza y desbroce

$$\text{Ancho promedio} = 4m$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 m$$

$$\text{Área} = \text{longitud} \times \text{ancho} \quad (\text{Ec. 2.60})$$

$$\text{Área} = 4 m * 3582.25m$$

$$\text{Área} = 14329 m^2 / 10000$$

$$\text{Área} = \mathbf{1.43 Ha.}$$

- Acabado de obra básica

$$\text{Ancho vía} = 8m$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 m$$

$$\text{Área} = 8m * 3582.25m \quad (\text{Ec. 2.60})$$

$$\text{Área} = \mathbf{28658 m^2}$$

- Base clase 4

$$\text{Ancho vía} = 6m$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 m$$

$$\text{Espesor de la capa} = 0.15m$$

$$\text{Volumen} = \text{ancho} \times \text{longitud} \times \text{espesor} \quad (\text{Ec. 2.61})$$

$$\text{Volumen} = 6m * 3582.25m * 0.15m$$

$$\text{Volumen} = \mathbf{3224.03 m^3}$$

- Sub base clase 3

$$\text{Ancho vía} = 8m$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 m$$

$$\text{Espesor de la capa} = 0.20m$$

$$\text{Volumen} = 8m * 3582.25m * 0.20m \quad (\text{Ec. 2.61})$$

$$\text{Volumen} = \mathbf{5731.60 m^3}$$

- Asfalto para imprimación 1.50 litros/m²

$$\text{Ancho vía} = 6m$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 m$$

$$\text{Cantidad litros} = 1.50 \text{ litros/m}^2$$

$$\text{Cantidad en litros} = 6m * 3582.25m * 1.50 \text{ litros/m}^2 \quad (\text{Ec. 2.61})$$

$$\text{Cantidad en litros} = \mathbf{32240.25 \text{ litros}}$$

- Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm

$$\text{Ancho vía} = 6m$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 m$$

$$\text{Área} = 6m * 3582.25m \quad (\text{Ec. 2.60})$$

$$\text{Área} = \mathbf{21493.50 m^2}$$

La planta asfáltica analizada para el proyecto será de “Jeal Construcciones”, ubicada en el cantón Ambato sector Las Viñas, a una distancia de 35 km del proyecto actual.

De la misma manera los agregados pétreos serán extraídos de la mina ubicada en el mismo sector.

- Hormigón simple $F'c=210$ kg/cm² (cabezales)

$$\text{Espesor de pared} = 0.20 \text{ m}$$

Volumen del piso

$$\text{Volumen piso} = \left(\frac{1.60 + 4.80}{2} * 2 \right) * 0.20 \quad (\text{Ec. 2.61})$$

$$\text{Volumen piso} = 1.28 \text{ m}^3$$

Volumen de alas

$$\text{Volumen ala} = \left(\frac{2 + 1.50}{2} * 1.60 \right) * 0.20 \quad (\text{Ec. 2.61})$$

$$\text{Volumen ala} = 0.56 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen 2 alas} = 1.12 \text{ m}^3$$

Volumen de pantalla

$$\text{Volumen pantalla} = \left\{ (2 * 1.20) - \left(\frac{\pi}{4} * 1.20^2 \right) \right\} * 0.20$$

$$\text{Volumen pantalla} = 0.25 \text{ m}^3$$

Volumen total hormigón

$$\# \text{ cabezales} = 12 \text{ cabezales}$$

$$\text{Volumen/cabecal} = 1.28 \text{ m}^3 + 1.12 \text{ m}^3 + 0.25 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen/cabecal} = 2.7 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen total} = 2.7 \text{ m}^3 * 12$$

$$\text{Volumen/cabecal} = 32.40 \text{ m}^3$$

- Hormigón simple $f'c=180$ kg/cm² (cunetas)

$$\text{Área de cuneta} = 0.15 \text{ m}^2$$

$$\text{Longitud de la vía} = 3582.25 \text{ m}$$

$$\text{Volumen} = 537.34 \text{ m}^3$$

- Provisión e instalación de alcantarilla metálica ármico PM-100 galvanizado
D=1.20m, e=2.50mm

$$\# \text{ pasos de agua} = 6$$

$$\text{Ancho de vía} = 8 \text{ m}$$

$$\text{Longitud} = 6 * 8 \text{ m}$$

$$\text{Longitud total} = 48 \text{ m}$$

- Transporte de material de excavación

$$\text{Volumen de transporte} = V \text{ excavación} - V \text{ relleno}$$

$$\text{Volumen de transporte} = 174729.97 \text{ m}^3 - 15729.31 \text{ m}^3$$

$$\text{Volumen de transporte} = 159000.66 \text{ m}^3$$

El botadero designado para el desalojo del material de excavación estará ubicado en el cantón Mocha en el sector La Estación, el cual se encuentra ubicado a una distancia de 6 km.

Los rubros definidos deben cumplir con las siguientes especificaciones técnicas:

Especificaciones técnicas

- Replanteo y nivelación (equipo topográfico)

Definición: El trabajo deberá ser elaborado por personal adecuadamente capacitado y deberá contar con equipo de precisión ya sea estación total o RTK. La nivelación y el replanteo deberán estar conforme al diseño horizontal y vertical propuesto y/o disposiciones del Fiscalizador, que se deberán implantar en el proyecto.

Unidad: kilómetro [km]

- Limpieza y desbroce

Definición: Deberán ser ejecutadas con el equipo y las herramientas necesarias, el área que deberá ser limpiada deberá ser la definida por las cotas laterales del proyecto o pueden ser autorizadas por Fiscalización. Se deberá eliminar completamente la capa vegetal superficial con el fin de que se permita ejecutar los demás trabajos preliminares.

Unidad: hectárea [Ha]

- Excavación en suelo sin clasificar

Definición: Se ejecutará en base al alineamiento y secciones transversales propuestas en el diseño o estipulados por el Fiscalizador.

Todo el material obtenido debe ser empleado o reutilizado para otras funciones dentro de la obra, ya sea en rellenos o terraplenes conforme se indique en documentos contractuales o demande el Fiscalizador.

Se deberá emplear equipo y personal capacitado con el fin de salvaguardar estructuras existentes, evitando daños y perjuicios a propiedad privada. En caso de que ocurran daños y perjuicios el contratista deberá cubrir con los gastos hasta dejar solucionados los problemas ocurridos.

Unidad: metro cúbico [m³]

- Relleno compactado con material propio

Definición: Este trabajo se basa en comprimir los suelos o materiales con el fin de ocupar los espacios vacíos hasta alcanzar los niveles que se requiere. Para este proceso se empleará un rodillo vibratorio para compactar el suelo natural además de adicionar una cantidad específica de agua para lograr una compactación capaz de cumplir con las especificaciones estipuladas.

En caso de existir sitios inaccesibles para la compactación con el rodillo, se deberá emplear otras herramientas como apisonadores mecánicos o planchas vibratorias.

Unidad: metro cúbico [m3]

- Acabado de obra básica

Definición: Para ejecutar este rubro deberán haber finalizado los trabajos de excavación y relleno, además la colocación de alcantarillas y obras de arte.

Consiste en el mejoramiento y acabado del terreno hasta el nivel de sub rasante, cumpliendo con el alineamiento, las pendientes y la sección transversal de acuerdo con lo estipulado en los planos.

Unidad: metro cúbico [m2]

- Subbase clase 3

Definición: Este trabajo comprende la dotación, humedecimiento, mezcla, colocación y compactación del material de Subbase Clase 3, obtenido mediante la trituración o cribado de acuerdo a las especificaciones propuestas por el MTOP -2003.

Esta deberá ser tendida y colocada sobre la sub rasante, previamente humedecida y compactada por medio de un rodillo vibratorio.

Se deberá realizar los ensayos correspondientes para verificar las condiciones de la capa por parte de Fiscalización.

Unidad: metro cúbico [m3]

- Base clase 4

Definición: Compuesta generalmente por agregados que se obtienen por medio de la trituración o el cribado de rocas, estabilizados con la implementación de material fino.

La capa Base será colocada sobre una Subbase terminada y aprobada de acuerdo al alineamiento, pendiente y sección transversal propuesta en el diseño.

El material de base deberá ser conformado y compactado a través de un rodillo vibratorio de peso mínimo 8 toneladas previamente humedecido el material granular.

Se deberá realizar los ensayos correspondientes para verificar las condiciones de la capa por parte de Fiscalización.

Unidad: metro cúbico [m³]

- Asfalto para imprimación 1.5 litros/m²

Definición: Consta del suministro y colocación del material bituminoso a través de la aplicación como material diluido con un curado medio o como emulsificador que deberá ser colocado sobre la base como un ligante entre el material granular y la capa de rodadura asfáltica.

Previo a su colocación se deberá realizar una limpieza por medio de una escoba mecánica y posterior se realizará la imprimación.

Comprende además la colocación de una capa delgada de arena que actuará como secante en caso de exceso de la aplicación del asfalto.

Unidad: metro cuadrado [lt]

- Capa de rodadura de hormigón asfáltico mezclado en planta e=5cm

Definición: Es la aplicación y colocación de la capa de rodadura de hormigón asfáltico compuesto principalmente por agregados de acuerdo con una granulometría especificada, y mezcla asfáltica en caliente preparada en una planta, la cual será tendida sobre la base previamente realizada la imprimación.

Unidad: metro cuadrado [m²]

- Hormigón simple $f'c=210$ kg/cm²

Definición: Hormigón simple cuya resistencia a la compresión será equivalente a 210 kg/cm² a los 28 días de su elaboración, constituido por materiales como cemento Portland, agregados finos, gruesos y agua, empleado para fundición de estructuras menores como cabezales, muros de ala, muros de contención, pozos de alcantarillados, etc.

Se deberá incluir el proceso de colocación, encofrado y curado del hormigón.

Unidad: metro cúbico [m³]

- Hormigón simple $f'c=180$ kg/cm²

Definición: Hormigón simple cuya resistencia a la compresión será equivalente a 180 kg/cm² a los 28 días de su elaboración, constituido por materiales como cemento Portland, agregados finos, gruesos y agua, empleado para fundición de estructuras menores como cunetas.

Se deberá incluir el proceso de colocación, encofrado y curado del hormigón.

Unidad: metro cúbico [m³]

- Provisión e instalación alcantarilla metálica ármico pm-100 galvanizado $d = 1.20$ m, $e=2.50$ mm.

Definición: Tubería metálica de acero galvanizado empleada para alcantarillas, drenes y otros conductos que tengan la finalidad de transportar o redirigir un caudal hacia un destino final. Deberá cumplir con diámetros, espesores y dimensiones establecidas además de ser ubicados en donde indique los planos contractuales o donde sea fijado por el Fiscalizador.

Unidad: metro [m]

- Transporte de material de excavación

Definición: El material sobrante de la excavación será trasladado hacia el botadero designado o alguno dispuesto por la Fiscalización.

Unidad: metro cúbico - kilómetro [m³-km]

CAPÍTULO III – RESULTADOS Y DISCUSIÓN

3.1 ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

3.1.1 ESTUDIO TOPOGRÁFICO

Mediante el estudio topográfico realizado con el equipo RTK TRIMBLE R8, se pudo obtener el levantamiento de la franja de vía a partir de la cual se procedió a realizar el nuevo diseño geométrico. El ancho de la calzada actual en promedio fue de 4.00 metros y en algunas zonas se pudo evidenciar la presencia de cunetas en malas condiciones.

Tabla 57: Coordenadas del proyecto

PUNTOS	ABSCISA	NORTE	ESTE
P1	0+500	9844072.46	757719.16
P2	1+000	9844417.05	757837.85
P3	1+500	9844519.64	758269.78
P4	2+000	9844598.57	758692.17
P5	2+500	9844773.13	758942.95
P6	3+000	9844901.28	759397.31
P7	3+500	9845197.38	759527.89
P8	4+000	9845534.74	759885.75

Fuente: Autor

Por medio del levantamiento topográfico se obtuvieron las coordenadas geográficas de todo el proyecto con las cuales se procederá a realizar el diseño geométrico de la carretera.

Tabla 58: Georreferenciación de pasos de agua existentes

Número	Coordenadas		Elevación (m)
	Norte	Este	
1	9845231.5	759604.9	3549.3
2	9845224.4	759426.7	3579.0
3	9844773.4	758942.8	3684.5
4	9844500.1	758040.8	3678.4
5	9844326.2	757822.9	3694.4
6	9844227.8	757873.7	3679.0

Fuente: Autor

En el trayecto de la vía actual se pudo evidenciar la presencia de 6 pasos de agua.

3.1.2 ESTUDIO DEL TRÁFICO

Del estudio de tráfico se obtuvieron los siguientes resultados:

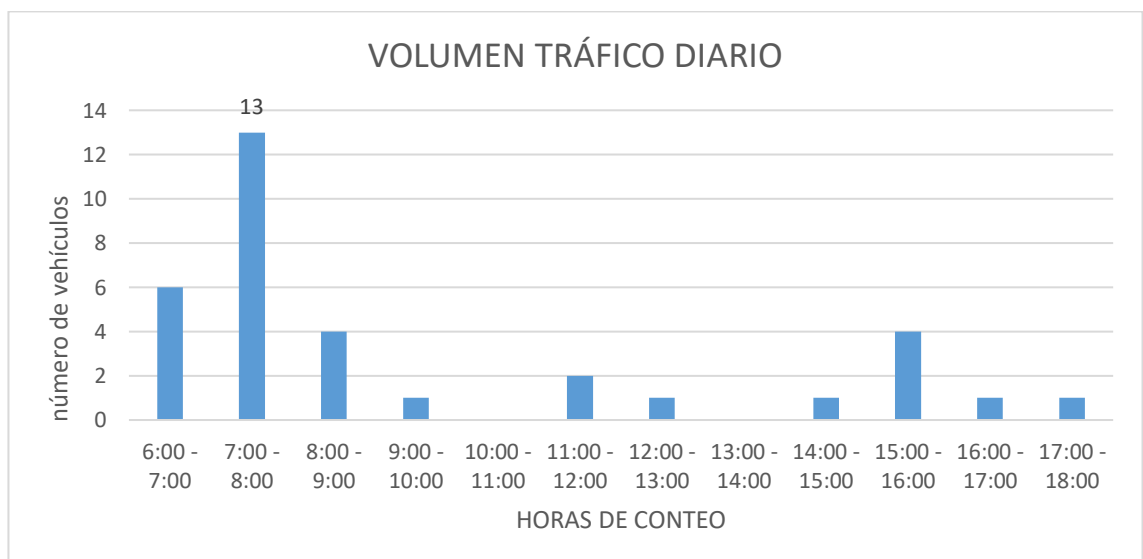
Tabla 59: Número de vehículos por día

DÍA	# vehículos
Lunes	26
Martes	28
Miércoles	34
Jueves	22
Viernes	23
Sábado	31

Fuente: Autor

Se determinó del día miércoles como el de mayor flujo vehicular con 34 vehículos, y el día jueves como el de menor flujo vehicular con 22 vehículos.

Figura 23: Tráfico diario del día Miércoles



Fuente: Autor

Se determinó el miércoles, como el día de mayor flujo vehicular y la hora pico obtenida fue de 07:00 am a 08:00 am.

Tabla 60: Tráfico hora pico del día Miércoles

HORA	VEHÍCULOS LIVIANOS	BUSES	CAMIONES			TOTAL / 15 MIN.
			2 EJES	3 EJES	4 EJES	
7:00 – 7:15 am	3		1			4
7:15 – 7:30 am	2					2
7:30 – 7:45 am	2		1			3
7:45 – 8:00 am	4					4
Sumatoria	11	0	2	0	0	13

Fuente: Autor

El TPDA actual obtenido el día miércoles de 7:00 am a 8:00 am es de 13 vehículos.

Tráfico promedio diario anual (TPDA)

Tabla 61: Resumen TPDA

Tipo de vehículos	TPDA actual	Tráfico Desarrollado (5%)	Tráfico Atraído (10%)	Tráfico Generado (20%)	Total
Livianos	74	4	8	15	101
Buses	0	0	0	0	0
Camiones	14	1	2	3	20
TPDA =					121

Fuente: Autor

Mediante el análisis de tráfico realizado se obtuvo un TPDA de 121 vehículos, en el que prevalecen los livianos y camiones.

Tráfico Futuro

Tabla 62: Tráfico Futuro a 20 años

Año	Tasa crecimiento (%)			TPDA Futuro		Tráfico Futuro
	Livianos	Buses	Camiones	Livianos	Camiones	
2023	3.57	1.78	1.74	105	20	125
2024	3.57	1.78	1.74	108	21	129
2025	3.57	1.78	1.74	112	21	133
2026	3.25	1.62	1.58	115	21	136
2027	3.25	1.62	1.58	119	22	140
2028	3.25	1.62	1.58	122	22	144
2029	3.25	1.62	1.58	126	22	149
2030	3.25	1.62	1.58	130	23	153
2031	3.25	1.62	1.58	135	23	158
2032	3.25	1.62	1.58	139	23	162
2033	3.25	1.62	1.58	144	24	167
2034	3.25	1.62	1.58	148	24	172
2035	3.25	1.62	1.58	153	25	178
2036	3.25	1.62	1.58	158	25	183
2037	3.25	1.62	1.58	163	25	188
2038	3.25	1.62	1.58	168	26	194
2039	3.25	1.62	1.58	174	26	200
2040	3.25	1.62	1.58	180	27	206
2041	3.25	1.62	1.58	185	27	212
2042	3.25	1.62	1.58	192	28	220

Fuente: Autor

El tráfico futuro obtenido para un periodo de diseño de 20 años será igual a 220 vehículos.

3.1.3 ESTUDIO DE SUELOS

Descripción actual del estado del suelo

En la visita de técnica previa al inicio del diseño del proyecto, se verificó que la capa de rodadura existente es empedrada, en gran parte muy deteriorado por el uso y los años de vida de la estructura.

En el sector de Chilcapamba, a lo largo del trayecto se pudo evidenciar tramos empedrados, lastrados y suelo.

A simple vista también se puede observar múltiple socavación del suelo producido por el paso del agua lluvia debido a la falta de cunetas en la vía y a la pendiente pronunciada de los terrenos.

Ubicación de los sondeos para análisis de suelos

Los sondeos realizados para el proyecto fueron 8, tomados a lo largo de la vía cada 500 metros. Las calitas realizadas fueron de dimensiones de 1x1 metro con una profundidad de aproximadamente 1 metro. La ubicación aproximada de los sondeos realizados fueron las siguientes:

Tabla 63: Georreferenciación de las calicatas para ensayos de suelos

PUNTOS	ABSCISA	NORTE	ESTE
P1	0+500	9844072.46	757719.16
P2	1+000	9844417.05	757837.85
P3	1+500	9844519.64	758269.78
P4	2+000	9844598.57	758692.17
P5	2+500	9844773.13	758942.95
P6	3+000	9844901.28	759397.31
P7	3+500	9845197.38	759527.89
P8	4+000	9845534.74	759885.75

Fuente: Autor

Se realizaron 8 calicatas en todo el proyecto divididos en trayectos de 500 m.

Figura 24: Puntos de georreferenciación de las calicatas



Fuente: Autor

Se realizaron 8 calicatas empezando en la comunidad de Chilcapamba, hasta la comunidad de Santa Marianita.

Contenido de humedad

Tabla 64: Resumen Contenido de humedad del suelo

PUNTOS	ABSCISA	W% Muestra 1	W% Muestra 2
P1	0+500	24.91	26.37
P2	1+000	40.46	42.22
P3	1+500	38.61	37.96
P4	2+000	33.84	33.89
P5	2+500	40.56	40.50
P6	3+000	18.52	18.83
P7	3+500	35.03	39.88
P8	4+000	24.31	21.42

Fuente: Autor

El contenido de humedad más crítico obtenido es de 40.56% ubicado en la abscisa 2+500.

Figura 25: Calicatas realizadas en campo



Fuente: Autor

Granulometría

Tabla 65: Clasificación de las muestras de suelos

#10	#40	#200	CC	CU	ABSCISA	SUCS	AASHTO	NOMENCLATURA
83.63	52.22	1.02	1.25	5	0+500	SM	A 2-4	Arena Limosa con baja plasticidad
76.80	43.25	1.84	0.63	10	1+000	SM	A 2-4	Arena Limosa con baja plasticidad
76.97	48.27	2.61	0.78	8	1+500	SM	A 2-4	Arena Limosa con baja plasticidad
79.36	31.98	1.13	1.04	6	2+000	SM	A 2-4	Arena Limosa con baja plasticidad
61.98	34.12	0.69	0.48	13	2+500	SM	A 2-4	Arena limosa de alta plasticidad
99.09	88.59	21.86	0.8	5	3+000	SM	A 2-4	Arena Limosa con baja plasticidad
77.52	42.68	2.33	1	4	3+500	SC	A 2-4	Arena arcillosa con baja plasticidad
97.32	86.13	20.05	0.8	5	4+000	SC	A 2-4	Arena arcillosa con baja plasticidad

Fuente: Autor

De acuerdo con los datos obtenidos el tipo de suelo prevaleciente en el proyecto de acuerdo a la norma SUCS es la Arena limosa con baja plasticidad, y de acuerdo con la norma AASHTO es una arena limosa o arcillosa.

Límites de Atterberg

Tabla 66: Resumen Límites de Atterberg

Abscisa	0+500	1+000	1+500	2+000	2+500	3+000	3+500	4+000
Límite Líquido (LL%)	38	41	46	31	38.6	27	35	23
Límite Plástico (LP%)	45.8	50.69	52.33	33.89	51	32.18	38.66	30.26
Índice plástico (IP%)	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP	NP

Fuente: Autor

La muestra con mayor límite líquido en la abscisa 1+500 con un porcentaje de 46%, y la de mayor límite plástico es en la abscisa 1+500 con el 52.33%. Considerando a un suelo plástico a aquel que tiene la capacidad de deformarse o moldearse elásticamente hasta alcanzar cambios de volumen o la rotura.

Ensayo de compactación Proctor

Tabla 67: Resultados Ensayo de Proctor

Abscisa	ENSAYOS		
	Contenido de humedad óptimo (%)	Densidad seca máxima (gr/cm ³)	Densidad seca al 95% (gr/cm ³)
0+500	15.20	1.53	1.45
1+000	18.00	1.36	1.29
1+500	20.50	1.40	1.33
2+000	19.50	1.47	1.40
2+500	18.00	1.28	1.22
3+000	16.00	1.62	1.54
3+500	20.70	1.31	1.25
4+000	15.50	1.60	1.52

Fuente: Autor

La muestra con la densidad seca más alta es en la abscisa 3+000 equivalente a 1.63 gr/cm³, siendo esta la mayor densidad que podrá alcanzar el suelo con el contenido de humedad óptimo y el mayor contenido de humedad óptimo es de 20.70% en la abscisa 3+500.

Ensayo CBR

Tabla 68: Resultados Ensayo de CBR

# MUESTRA	ABSCISA	CBR (%)
1	0+500	24.00
2	1+000	19.00
3	1+500	22.00
4	2+000	17.00
5	2+500	10.00
6	3+000	18.50
7	3+500	14.50
8	4+000	15.00

Fuente: Autor

El valor de CBR más crítico obtenido es de 24% ubicado en la abscisa 0+500 m.

Condición y clasificación del suelo de acuerdo al CBR.

Tabla 69: Clasificación del suelo de acuerdo con el % CBR

CBR (%)	CONDICIÓN	CLASIFICACIÓN
0 - 3	Muy pobre	Sub rasante
3 - 7	Pobre o regular	Sub rasante
7 - 20	Regular	Subbase
20 - 50	Bueno	Subbase, Base
50 - 80	Muy bueno	Base, Subbase
> 80	Excelente	Base

Fuente: Norma de diseño de Pavimentos, AASHTO - 93

De acuerdo con los datos obtenidos de CBR el suelo se encuentra en una condición Regular.

3.1.4 DISEÑO GEOMÉTRICO DEL PROYECTO

El diseño estará basado en la Norma MTOP 2003, dirigida a carreteras de cuarto orden determinado anteriormente, además se diseñará con un periodo de vida útil de 20 años.

4.1.4.1 Alineamiento horizontal

Velocidad de diseño

Tabla 70: Resumen de Velocidad para el proyecto

Categoría de la vía	Velocidad Recomendada	Velocidad Absoluta	Velocidad de Diseño	Velocidad de Circulación
	km/h	km/h	km/h	Km/h
IV	50	25	30	28

Fuente: Autor

La velocidad de diseño asumida para el proyecto será de 30 km/h con una velocidad de circulación de 28 km/h

Distancias de visibilidad

Tabla 71: Resumen de distancias de visibilidad

Distancias de visibilidad	
Distancia de visibilidad de parada	Distancia de visibilidad para el rebasamiento
(m)	(m)
30	200

Fuente: Autor

La distancia de visibilidad de parada del vehículo asumida será de 30 metros y la distancia requerida para el rebasamiento será de 200 metros.

Radio mínimo de curvatura

De acuerdo con la Tabla 32: Radios mínimos en curvas en función del peralte y del coeficiente de fricción lateral, se adoptó un radio mínimo de curvatura de 25 metros

Peralte

De acuerdo con la Norma MTOP - 2003, para carreteras de clase IV, V y VI, con velocidades de diseño inferiores a 50 km/h, el peralte será del 8%.

Sobre ancho en curvas

De acuerdo con la Norma MTOP - 2003, el valor de sobre ancho establecido para el diseño será de 30 cm para velocidades menores a 50 km/h y 40 cm para velocidades mayores a 50 km/h.

Por lo tanto, para una velocidad de diseño de 30 km/h el sobre ancho asumido para las curvas circulares simples será de 30 centímetros.

3.1.4.2 Alineamiento Vertical

Gradiente máxima y mínima

Para una carretera de clase IV, de acuerdo con la norma MTOP - 2003 se ha adoptado una gradiente máxima del 12% y cuya longitud máxima será de 500 metros.

La gradiente mínima adoptada será del 0.5%.

Curvas verticales

Tabla 72: Resumen Curvas Verticales

Curvas Verticales		
Tipos	Distancia de visibilidad de parada (m)	Coefficiente "k"
Cóncava	30	4
Convexa	30	2

Fuente: Autor

La distancia de visibilidad de parada de los vehículos tanto en curvas cóncavas como en convexas es de 30 m.

Longitud mínima absoluta de curvas verticales

La longitud mínima calculada para curvas verticales será de 18 metros.

Sección transversal

El cálculo de la sección transversal dependerá del volumen de tráfico existente, de las condiciones del terreno, de la clase de carretera y de la velocidad de diseño.

Ancho de calzada

De acuerdo con la Tabla 34, el ancho asumido para una carretera clase IV, es de 6 metros.

Espaldones

De acuerdo con la Tabla 35, para una carretera clase IV, con un TPDA entre 100 y 300 vehículos, el valor del espaldón asumido será de 0.6 metros.

Bombeo

De acuerdo con la Tabla 33: Valores recomendados para el diseño (MTOPI 2003), la gradiente transversal para pavimento para una carretera clase IV, es de 2.5%

3.1.4.3 Diseño del pavimento flexible

Factor de daño

De acuerdo con la tabla 36, el factor de daño asumido para un tipo de vehículo C-2P, de la categoría camiones es de 1.29.

Confiabilidad R

Se determinó que el valor de confiabilidad para un camino vecinal se encuentra en un rango de 50 al 80 por ciento y para este diseño se adoptará un valor de 75%.

Número de Ejes equivalentes W18

El número de ejes equivalentes determinado para el año 2042 será de W18 = 414830.

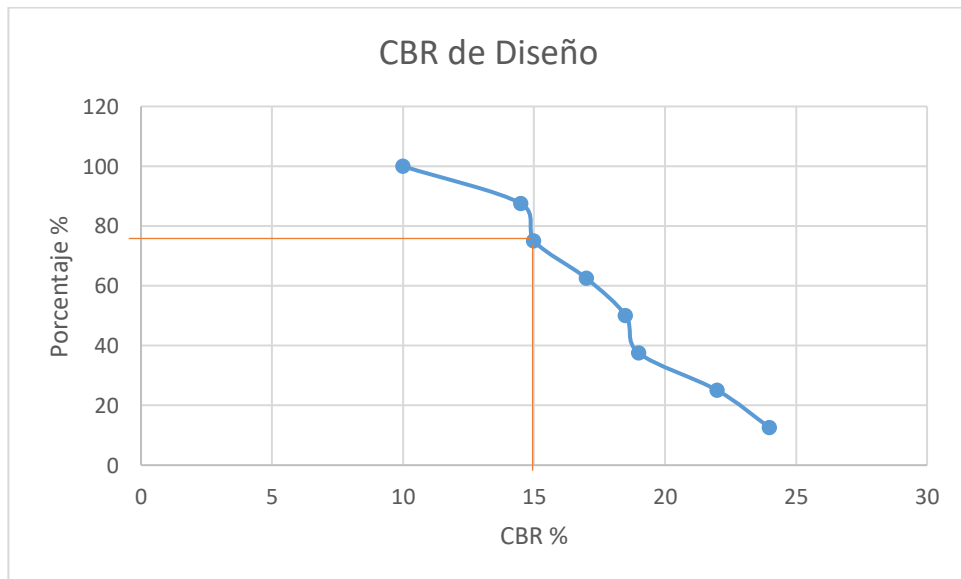
Cálculo del CBR de diseño

Tabla 73: Valores distribuidos de CBR

Muestra	Abscisa	CBR	Porcentaje %
1	2+500	10	100
3	3+500	14,5	87,5
2	4+000	15	75
6	2+000	17	62,5
4	3+000	18,5	50
8	1+000	19	37,5
7	1+500	22	25
5	0+500	24	12,5

Fuente: Autor

Figura 26: CBR de Diseño



Fuente: Autor

El valor de CBR de diseño obtenido de acuerdo con los datos planteados para un percentil igual al 75 % es igual del 15%.

Módulo de Resiliencia Mr

El módulo de resiliencia obtenido para un CBR de diseño = 15 será de:

$$Mr(psi) = 17441.37 \text{ psi}$$

Desviación Estándar normal Zr

La desviación estándar normal obtenido de acuerdo al nivel de confiabilidad del 75 % será igual a:

$$Zr = -0.674$$

Desviación Estándar Global So

De acuerdo con la AASHTO – 93 los valores de So para pavimentos flexibles se encuentran en el rango de: $0.40 < So < 0.50$

El valor recomendado y asumido de la desviación estándar global So será de 0.45.

Índice de serviciabilidad

El índice de serviciabilidad calculado es igual a:

$$\Delta PSI = 2.2$$

Espesores de las capas

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 m_2 + a_3 D_3 m_3 \quad (\text{Ec. 3.1})$$

Coefficiente estructural carpeta asfáltica (a1)

Para determinar el coeficiente estructural para la carpeta asfáltica (a1) se definió el valor de estabilidad Marshall para camiones pesados que será igual a 1800 lb.

Por lo tanto, de acuerdo al monograma ubicado en el Figura 10 y a la Tabla 43, se obtuvieron los siguientes datos:

$$\text{Módulo elástico} = 375000 \text{ psi}$$

$$\text{Coeficiente } a1 = 0.405$$

Coefficiente estructural de base granular (a2)

De acuerdo con el Figura 11 y con la Tabla 44, los valores obtenidos de coeficiente estructural para la base granular serán los siguientes:

$$\text{Coeficiente } a2 = 0.133$$

$$\text{Módulo elástico} = 28000 \text{ psi}$$

Coefficiente estructural de Subbase granular (a3)

De acuerdo con el Figura 12 y con la Tabla 45, los valores obtenidos de coeficiente estructural para la subbase granular serán los siguientes:

$$\text{Coeficiente } a3 = 0.108$$

$$\text{Módulo elástico} = 15000 \text{ psi}$$

Coefficientes de drenaje (m2 y m3)

Para este proyecto se asumirá una calidad de drenaje Regular lo que implica que el agua se eliminará en alrededor de 1 semana.

De acuerdo con la calidad del drenaje obtenido los coeficientes obtenidos son los siguientes:

$$\text{Coeficiente } m_2 \text{ y } m_3 = 0.80$$

Diseño de la estructura del pavimento

Se diseñó el pavimento flexible de acuerdo con el sistema de varias capas propuesto por la norma MTOP 2003, y los datos obtenidos son los siguientes:

Tabla 74: Resultados para el cálculo del pavimento

Descripción	Símbolo	Valor
Pavimento Flexible	PF	S/N
Periodo de diseño	Años	20
Confiabilidad	R	75%
Número de ejes equivalentes	W18	414830
CBR de diseño	CBR %	15
Módulo de Resiliencia	Mr/ksi	17441.37
Desviación Estándar Normal	Zr	-0,674
Desviación Estándar Global	Zo	0,45
Índice de serviciabilidad	Δ PSI	2,2
Coeficiente estructural carpeta asfáltica	a1	0,41
Módulo de elasticidad de la carpeta asfáltica	Me/ksi	375000
Coeficiente estructural de la base	a2	0,133
Módulo de elasticidad de la base	Me/ksi	28000
Coeficiente estructural de la subbase	a3	0,108
Módulo de elasticidad de la subbase	Me/ksi	15000
Coeficientes de drenaje	m1/m2	0,8

Fuente: Autor

Estructura del pavimento

Tabla 75: Espesores de la estructura del pavimento

DATOS	
Número Estructural requerido total (SN req.)	1.93
Número Estructural carpeta asfáltica (SN c.a.)	1.61
Número Estructural Base Granular (SN b.g.)	0.45
Número Estructural Sub Base (SN s.b.)	-12
ESTRUCTURA DEL PAVIMENTO	
Espesor de la Carpeta Asfáltica	5 cm
Espesor de la Base Granular	15 cm
Espesor de la Sub Base Granular	20 cm
Espesor Total	40 cm
Número Estructural Calculado	2.12
SN calculado \geq SN requerido	

Fuente: Autor

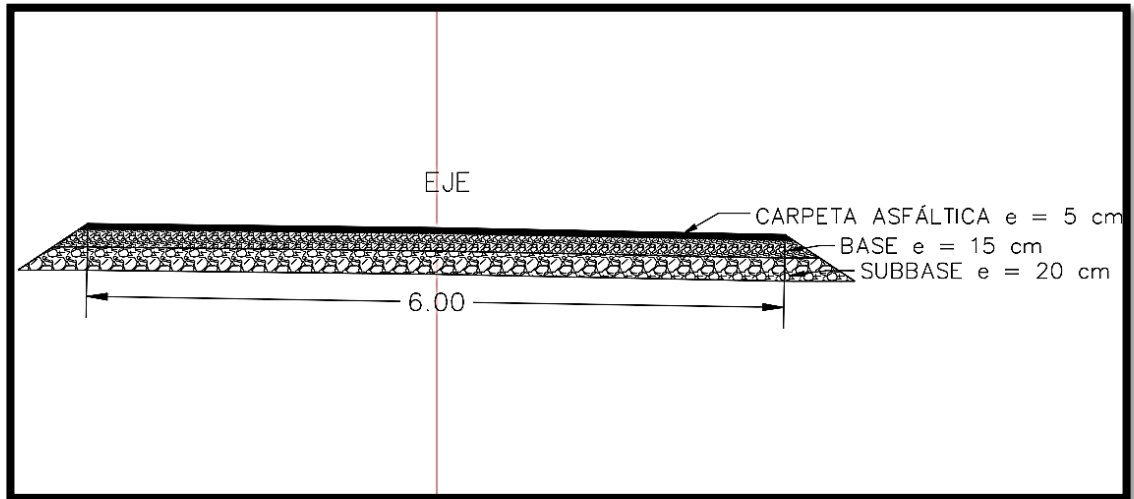
De acuerdo con el diseño realizado se ha obtenido una estructura de pavimento flexible con los siguientes datos:

capa sub base = 20cm , capa base = 15 cm y carpeta asfáltica = 5 cm.

Materiales utilizados en la estructura del pavimento

De acuerdo con la Tabla 49 y 50 se empleó una subbase granular clase 3 y una base granular clase 4. La capa de rodadura será de hormigón asfáltico mesclado en planta, compuesto por la combinación de cemento asfáltico y agregados.

Figura 27: Estructura del pavimento



Fuente: Autor

3.1.5. DISEÑO HIDRÁULICO

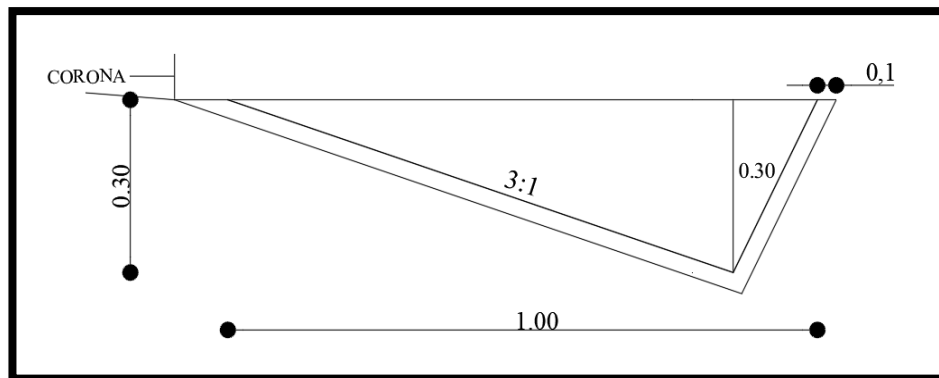
Diseño de cunetas

Las dimensiones asumidas para la cuneta son de 1 m de ancho y 0.30 m de profundidad, donde se cumple que:

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

$$0.409 \text{ m}^3/\text{s} > 0.035 \text{ m}^3/\text{s} \quad OK$$

Figura 28: Sección típica de la cuneta

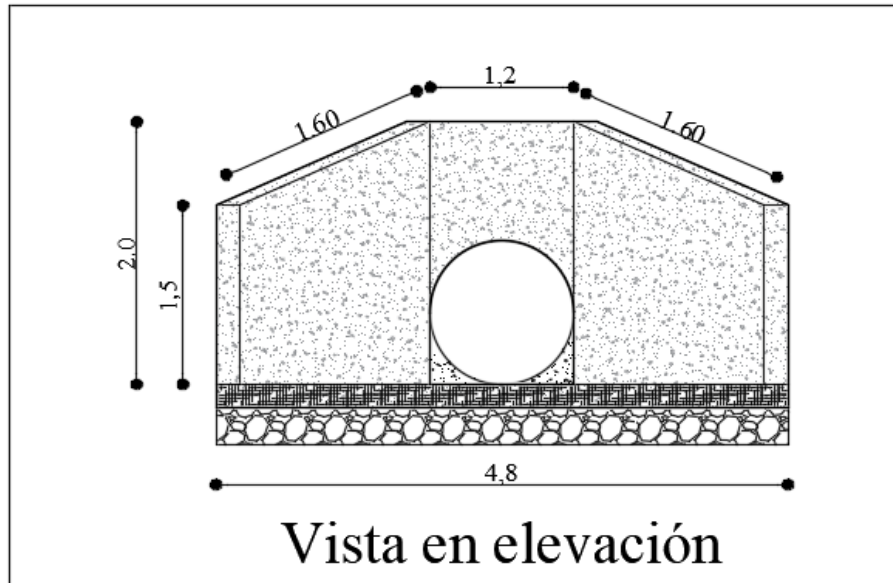


Fuente: Autor

Diseño de alcantarillas

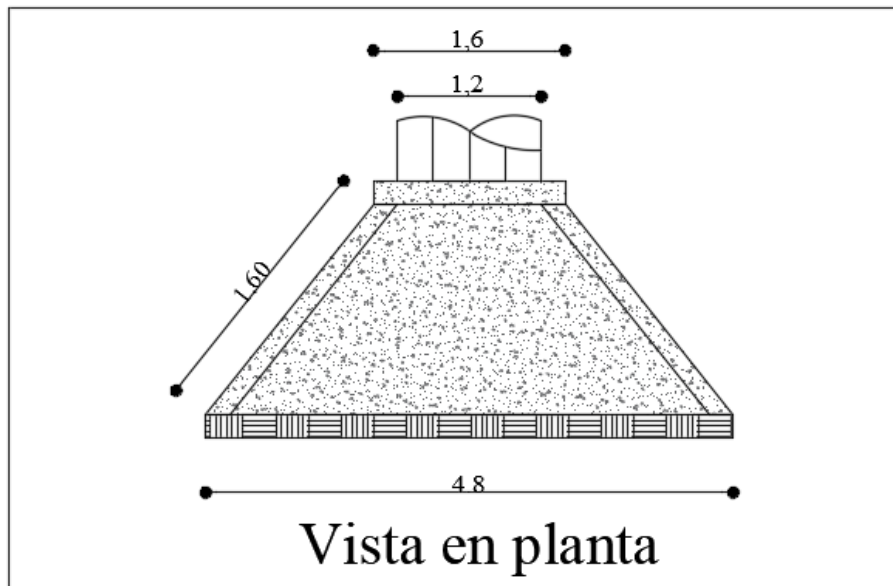
De acuerdo con el cálculo realizado, se obtuvo el siguiente diseño de la alcantarilla:

Figura 29: Dimensiones de alcantarilla vista frontal



Fuente: Autor

Figura 30: Dimensiones de alcantarilla vista superior



Fuente: Autor

El diámetro de la tubería será de 120 cm, colocada con una pendiente mínima del 0.5%.

El espesor de las paredes tanto de la pantalla como de las alas del cabezal será de 0.20m.

3.1.6. PRESUPUESTO REFERENCIAL

Tabla 76: Presupuesto referencial de la obra

N°	RUBRO / DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	PRECIO TOTAL
1	REPLANTEO Y NIVELACIÓN (EQUIPO TOPOGRÁFICO)	km	3,58	439,10	1.571,9780
2	LIMPIEZA Y DESBROCE	Ha	1,43	508,33	726,9119
3	EXCAVACIÓN EN SUELO SIN CLASIFICAR	m3	174.729,97	2,76	482.254,7172
4	RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO	m3	15.729,31	2,84	44.671,2404
5	ACABADO DE OBRA BÁSICA	m2	28.658,00	0,55	15.761,9000
6	BASE CLASE 4 e=15 cm	m3	3.224,03	15,08	48.618,2970
7	SUBBASE CLASE 3 e=20 cm	m3	5.731,60	11,70	67.059,7200
8	ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN 1.50 litros/m2	lt	32.240,25	0,55	17.732,1375
9	CAPA DE RODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA e=5cm	m2	21.493,50	8,21	176.461,6350
10	HORMIGÓN SIMPLE F'C=210 KG/CM2, (Cabezales, muros de ala, muros de contención y Alcant). Incl.Encofrado	m3	32,40	112,69	3.651,1560
11	HORMIGÓN SIMPLE F'C=180kg/cm2 (CUNETAS) INCL. ENCOFRADO	m3	537,34	100,15	53.814,3506
12	PROV. E INSTALACIÓN ALCANTARILLA METÁLICA ÁRMICO PM-100 GALVANIZADO D=1.20 m, e=2.50 mm.	m	48,00	178,45	8.565,6000
13	TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN	m3-km	159.000,66	0,31	49.290,2046
				TOTAL :	970.179,85

Fuente: Autor

CAPÍTULO IV - CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

4.1 Conclusiones

- Mediante el levantamiento topográfico del proyecto elaborado con un equipo RTK Trimble R8, se estableció una franja topográfica de 50 metros a cada lado del eje de la vía, donde se obtuvo un total de 4770 puntos georreferenciados, por medio de los cuales se pudo determinar las características de la superficie del terreno correspondientes a una zona montañosa con una elevación máxima de 3741.994 m.s.n.m. y una elevación mínima de 3499.235 m.s.n.m.
- Se realizó el análisis de tráfico para un periodo de diseño de 20 años, en cual se obtuvo un valor de TPDA (tráfico promedio diario anual) de 220 vehículos por día, siendo el día miércoles como el de mayor flujo de vehículos, con una hora pico de 7:00 – 8:00 am, en el cual los vehículos de mayor circulación fueron livianos como automóviles y camionetas, con estas consideraciones se tuvo como resultados de diseño una vía de clase IV de longitud de 3582.25 m, comprendida en un TPDA de 100 a 300 vehículos por día, de acuerdo a las disposiciones de la normativa de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP-2003.
- Por medio del estudio de suelos se determinó las características físicas del terreno, donde se ensayaron 8 muestras tomadas de calicatas realizadas cada 500 metros, que mediante la clasificación propuesta por la SUCS, se obtuvo un tipo de suelo prevaleciente de Arena limosa con baja plasticidad, en las abscisas 0+500; 1+000; 1+500; 2+000; 3+000, de igual forma se obtuvo las características mecánicas del terreno a través del ensayo de Proctor en donde se obtuvo un contenido de humedad óptimo de 20.70% siendo este el más crítico con una densidad seca máxima de 1.31 gr/cm³. Además, se obtuvo los valores de CBR de las muestras ensayadas en las cuales el más crítico es de 10% en la abscisa 2+500.

- Se elaboró el diseño geométrico de la vía basado en la Norma MTOP-2003, en la cual, mediante el estudio del tráfico, el estudio de suelos y el levantamiento topográfico se obtuvo como resultado una carretera de 2 carriles con una velocidad de diseño de 30 km/h, un ancho de calzada de 6 m con 3 m por cada carril, un radio de curvatura de 25 m, sobre ancho de 0.30 m, espaldón de 0.6 m, gradiente transversal de 2.5% y bombeo del 2%,
- Se determinó la estructura del pavimento en donde se obtuvo un CBR de diseño del 15% el cual es apto para una sub rasante, el número de ejes equivalentes (W18) es de 414830, el valor de confiabilidad R del 75%, la desviación estándar normal Z_r de -0.674, la desviación estándar global Z_o de 0.45, el módulo de resiliencia de 17441.37 ksi, etc. Con estos datos, basados en la normativa AASHTO – 93, se calculó el número estructural (SN) requerido de 1.93 y basados en este se obtuvo los espesores de la estructura del pavimento flexible, dándonos como resultado una carpeta asfáltica de 5 cm, una base granular de 15 cm y una sub base granular de 20 cm.
- Se realizó el diseño hidráulico del proyecto, en el cual se obtuvo una cuneta triangular de 1 metro de ancho y una profundidad de 30 centímetros, apta para transportar el caudal máximo de $0.035 \text{ m}^3/\text{s}$ con un caudal admisible de $0.409 \text{ m}^3/\text{s}$. Además, se realizó el diseño de las alcantarillas obteniendo como resultados una tubería tipo armico galvanizado de diámetro de 1.20 m.
- De acuerdo con el análisis de precios unitarios se obtuvo que para el Mejoramiento de la vía de acceso de las comunidades de Chilcapamba y Santa Marianita el presupuesto referencial es de 970.179,85 dólares americanos, dándonos un precio por kilómetro de 270.999,96 dólares americanos.

4.2 Recomendaciones

- Utilizar la normativa vigente del país para el diseño geométrico de carreteras la cual es la establecida por el MTOP en el año 2003.
- Durante el levantamiento topográfico se debe tomar en cuenta todos los detalles posibles del terreno y de la zona como yacimientos de agua, estructuras existentes, pasos de agua, sistemas de agua potable y alcantarillado, con el fin de que el nuevo diseño de la vía no perjudique este tipo de estructuras o zonas protegidas.
- Realizar un mantenimiento constante de la vía para asegurar el tiempo de vida útil del proyecto caso contrario el deterioro será a corto plazo.
- Se recomienda realizar una limpieza continua de las estructuras de drenaje de la carretera para evitar su deterioro y también el de la capa de rodadura.
- En caso de existir excedentes de material de corte este se debe trasladar a un botadero o escombrera con el fin de evitar la contaminación ambiental o la destrucción del entorno.
- Implementar la señalización horizontal y vertical de acuerdo con la norma INEN, con la finalidad garantizar la seguridad de los usuarios y evitar accidentes futuros.

MATERIALES DE REFERENCIA

BIBLIOGRAFÍA:


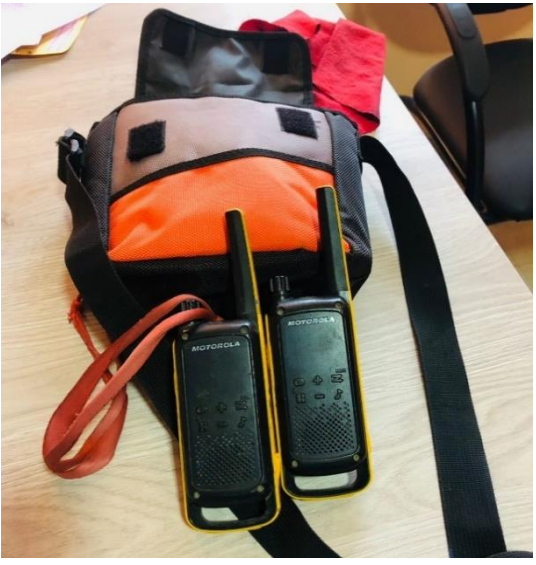

- [1] G. M. MOCHA, «MUNICIPIO DEL CANTÓN MOCHA,» ALCALDÍA, 2019. [En línea]. Available: <http://www.municipiomocha.gob.ec/gadmocha/>. [Último acceso: 17 MARZO 2022].
- [2] F. J. Wilche, «Modelo de pavimento asfáltico considerado en la aplicación empírica y mecánica,» *International Journal of Engineering Research and Technology*, p. 8, 2020.
- [3] D. C. a. M. S. Gabriela Odar, «Método de estabilización con cal en subgrados para pavimentos rígidos diseñado por AASHTO 93 en proyectos viales con presencia de bofedales,» *International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology*, vol. 1, p. 7, 2019.
- [4] F. L. M. P. Y. O. Carlos Mena, «Modelamiento geométrico del cambio de coordenadas UTM causadas por mudanza de referencial geodésico,» *Case Sirgas*, vol. 4, p. 18, 2012.
- [5] H. Delbono, «Restauración de pavimentos: adhesión entre capas con interposición geosintética de diferentes aberturas de malla,» *Revista Ingeniería de Construcción*, vol. 34, 2019.
- [6] M. d. T. y. O. Públicas, «Norma de diseño geométrico de carreteras,» p. 475, 2003.
- [7] J. J. A. OSPINA, «Diseño geométrico de carrteras,» *UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA*, p. 532, 2002.
- [8] W. Forsythe, «FÍSICA DE SUELOS,» de *Manual de laboratorio*, San José - Costa Rica, Matilde de la Cruz, 1985, pp. 28-35.
- [9] S. R. Francisco, «Límites de Atterberg: Límites Líquido y Plástico,» *Universitat Politècnica de València*, vol. 1, n° 1, pp. 5-13, 2019.
- [10] V. C. Lourdes, «Métodos para determinar granulometría y densidades aparentes del suelo,» *Academia*, vol. 14, n° 1, pp. 13-16.
- [11] G. R. Julio, «Clasificación de un suelo según SUCS,» *Universitat Politècnica de València*, vol. 1, n° 1, 2017.
- [12] L. M. Griselda, «Ensayo de compactación en carreteras: Proctor Normal y Modificado,» *Universitat Politècnica de València*, vol. 1, n° 1, pp. 16-30, 2020.

- [13] W. A. Ribera, «Correlación del CBR con la resistencia a la compresión confinada,» *Ciencias e Ingeniería Neogranadina*, vol. 1, n° 1, pp. 2-5, 2019.
- [14] C. d. I. V. d. I. U. T. Nacional, «Restauración de pavimentos: adhesión entre capas con interposición geosintética de diferentes aberturas de malla,» *Revista Ingeniería de la construcción*, 2019.
- [15] R. Q. Hugo, «COMPORTAMIENTO RESILIENTE DE MATERIALES GRANULARES EN PAVIMENTOS FLEXIBLES: ESTADO DEL CONOCIMIENTO,» *Ingenierías Universidad de Medellín*, vol. 1, n° 1, 2007.
- [16] S. David, «Estudio comparativo de la sensibilidad de la metodología de diseño estructural de pavimentos flexibles,» *Pontificia Universidad Católica de Chile*, vol. 1, n° 1, pp. 19-23, 2013.
- [17] G. Byron, «Diseño hidráulico de alcantarillas,» *Academia*, vol. 1, n° 1, pp. 14-17, 2005.
- [18] S. L. Uribe, «Manual de diseño geométrico para vías e intersecciones,» Universidad de los Andes, 2006. [En línea]. Available: <https://repositorio.uniandes.edu.co/flexpaper/handle/1992/22796/u271216.pdf?sequence=1&isAllowed=y#page=1>. [Último acceso: 2022].
- [19] N. E. Correa, «Carreteras destaádas. Nociones de diseño, construcción y mantenimiento. Obras de drenaje,» Universidad Pedagógica y tecnológica de Colombia, 2007. [En línea]. Available: <https://repositorio.uptc.edu.co/bitstream/001/1223/3/RED-2.pdf>. [Último acceso: 2022].
- [20] B. Gómez, «Diseño hidráulico de alcantarillas,» ACADEMIA celerating the world's research, Abril 2005. [En línea]. Available: https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33602878/disenio_hidraulico__de_alcantarillas-with-cover-page-v2.pdf?Expires=1668401774&Signature=A16BFoAz8itji7d0PPxnbb~Wlk0pojZ72MV5fMcFjEEW0VbfAZ23zYuvSSMoOMIAEd-eGIQEuVGwTsDdiWrDLpyVLZoNvLLUcGs3tJNViyFIN2FL-ZaOck7q. [Último acceso: 2022].

ANEXO 1

EQUIPOS Y MATERIALES

Tabla 77: Anexo fotográfico Equipos y materiales

RTK TRIMBLE R8	Radios Transmisores
	
Balanza electrónica	Tamizadora Eléctrica
	

<p>Máquina para ensayo de CBR</p>	<p>Copa de Casa Grande</p>
	
<p>Estacas de Madera</p>	<p>Cinta de peligro</p>
	

Fuente: Autor

ANEXO 2

ANÁLISIS DE

TRÁFICO

Tabla 78: Conteo vehicular día Lunes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA CONTEO TRÁFICO							
Ubicación: Comunidad Santa Marianita				Fecha: 17/01/2022			
Responsable: Alex Gavilanes							
Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total / 15 min	Total acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	2	0	0	0	0	2	
6:45 - 7:00	0	0	0	0	0	0	4
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	5
7:15 - 7:30	0	0	1	0	0	1	4
7:30 - 7:45	3	0	1	0	0	4	6
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	7
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	6
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	6
8:30 - 8:45	0	0	1	0	0	1	3
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	2
9:30 - 9:45	1	0		0	0	1	2
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	1	3
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	4
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	1
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	1	1
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0
13:45 - 14:00	1	0	0	0	0	1	1
14:00 - 14:15	0	0	1	0	0	1	2
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	2
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	2
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	1
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	1
15:45 - 16:00	0	0	1	0	0	1	2
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	1
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	1
16:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	1
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	0	0	1	0	0	1	3
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	2
Total	20	0	6	0	0	26	

Fuente: Autor

Tabla 79: Conteo vehicular día Martes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO TRÁFICO							
Ubicación: Comunidad Santa Marianita				Fecha: 18/01/2022			
Responsable: Alex Gavilanes							
Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total/ 15 min	Total acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	3
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	3
7:15 - 7:30	0	0	1	0	0	1	4
7:30 - 7:45	1	0	0	0	0	1	4
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	2	5
8:00 - 8:15	2	0	1	0	0	3	7
8:15 - 8:30	0	0	0	0	0	0	6
8:30 - 8:45	3	0	1	0	0	4	9
8:45 - 9:00	0	0	0	0	0	0	7
9:00 - 9:15	1	0	0	0	0	1	5
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	5
9:30 - 9:45	2	0	0	0	0	2	3
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	4
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	4
10:30 - 10:45	0	0	1	0	0	1	3
10:45 - 11:00	0	0	1	0	0	1	3
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	0
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	0
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	0
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	1
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	1
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	1
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	1	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	1
15:30 - 15:45	0	0	1	0	0	1	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	2
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	2
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	0	0	0	0	0	0	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	1
Total	22	0	6	0	0	28	

Fuente: Autor

Tabla 80: Conteo vehicular día Miércoles

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO TRÁFICO							
Ubicación: Comunidad Santa Marianita				Fecha: 19/01/2022			
Responsable: Alex Gavilanes							
Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total / 15 min	Total acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	1	0	1	0	0	2	
6:15 - 6:30	2	0	0	0	0	2	
6:30 - 6:45	0	0	1	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	6
7:00 - 7:15	3	0	1	0	0	4	8
7:15 - 7:30	2	0	0	0	0	2	8
7:30 - 7:45	2	0	1	0	0	3	10
7:45 - 8:00	4	0	0	0	0	4	13
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	9
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	8
8:30 - 8:45	0	0	1	0	0	1	6
8:45 - 9:00	2	0	0	0	0	2	4
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	4
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	4
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	3
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	1
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	0
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	0
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	1
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	0	0	1	0	0	1	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	2
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	2
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	2
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	0
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15 - 14:30	1	0	0	0	0	1	1
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	1
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	2
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	1	0	0	1	3
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	4
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	3
16:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	1
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	1
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	1
Total	27	0	7	0	0	34	

Fuente: Autor

Tabla 81: Conteo vehicular día Jueves

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO TRÁFICO							
Ubicación: Comunidad Santa Marianita				Fecha: 20/01/2022			
Responsable: Alex Gavilanes							
Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total / 15 min	Total acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	0	0	0	0	0	0	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	0	0	0	1	2
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	3
7:15 - 7:30	1	0	2	0	0	3	6
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	5
7:45 - 8:00	2	0	0	0	0	2	6
8:00 - 8:15	0	0	0	0	0	0	5
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	3
8:30 - 8:45	0	0	0	0	0	0	3
8:45 - 9:00	0	0	1	0	0	1	2
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	2
9:15 - 9:30	2	0	0	0	0	2	3
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	1	4
9:45 - 10:00	1	0	0	0	0	1	4
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	4
10:15 - 10:30	1	0	0	0	0	1	3
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	2
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	2
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	1
12:00 - 12:15	1	0	0	0	0	1	2
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	1
12:30 - 12:45	0	0	1	0	0	1	2
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	2
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	0
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	0
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	0
15:30 - 15:45	1	0	0	0	0	1	1
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	1	0	0	0	0	1	2
16:15 - 16:30	0	0	0	0	0	0	2
16:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	0
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	1
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	1
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	1
Total	18	0	4	0	0	22	

Fuente: Autor

Tabla 82: Conteo vehicular día Viernes

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO TRÁFICO							
Ubicación: Comunidad Santa Marianita				Fecha: 21/01/2022			
Responsable: Alex Gavilanes				Absisa: 4+100			
Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total / 15 min	Total acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	1	0	0	0	0	1	
6:15 - 6:30	1	0	0	0	0	1	
6:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	
6:45 - 7:00	0	0	1	0	0	1	3
7:00 - 7:15	1	0	0	0	0	1	3
7:15 - 7:30	0	0	1	0	0	1	3
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	3
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	3
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	3
8:15 - 8:30	0	0	1	0	0	1	3
8:30 - 8:45	2	0	1	0	0	3	6
8:45 - 9:00	1	0	0	0	0	1	6
9:00 - 9:15	0	0	0	0	0	0	5
9:15 - 9:30	0	0	0	0	0	0	4
9:30 - 9:45	1	0	0	0	0	1	2
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	1
10:00 - 10:15	0	0	0	0	0	0	1
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	0
10:45 - 11:00	0	0	0	0	0	0	0
11:00 - 11:15	1	0	0	0	0	1	1
11:15 - 11:30	1	0	0	0	0	1	2
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	2
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	2
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	1
12:15 - 12:30	0	0	0	0	0	0	0
12:30 - 12:45	1	0	0	0	0	1	1
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	0	0	0	0	0	0	1
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	0	0	0	0	0	0	0
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	0
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	0
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	0
14:30 - 14:45	0	0	0	0	0	0	0
14:45 - 15:00	1	0	0	0	0	1	1
15:00 - 15:15	1	0	0	0	0	1	2
15:15 - 15:30	0	0	0	0	0	0	2
15:30 - 15:45	0	0	0	0	0	0	2
15:45 - 16:00	0	0	0	0	0	0	1
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	0
16:15 - 16:30	0	0	1	0	0	1	1
16:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	1
16:45 - 17:00	1	0	0	0	0	1	2
17:00 - 17:15	0	0	0	0	0	0	2
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	2	0	0	0	0	2	3
Total	18	0	5	0	0	23	

Fuente: Autor

Tabla 83: Conteo vehicular día Sábado

UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO							
FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y MECÁNICA							
CONTEO TRÁFICO							
Ubicación: Comunidad Santa Marianita				Fecha: 22/01/2022			
Responsable: Alex Gavilanes							
Hora	Vehículos livianos	Buses	Vehículos Pesados - camiones			Total / 15 min	Total acumulado
			2 ejes	3 ejes	4 ejes		
6:00 - 6:15	2	0	0	0	0	2	
6:15 - 6:30	0	0	0	0	0	0	
6:30 - 6:45	1	0	0	0	0	1	
6:45 - 7:00	1	0	1	0	0	2	5
7:00 - 7:15	1	0	1	0	0	2	5
7:15 - 7:30	1	0	0	0	0	1	6
7:30 - 7:45	0	0	0	0	0	0	5
7:45 - 8:00	1	0	0	0	0	1	4
8:00 - 8:15	1	0	0	0	0	1	3
8:15 - 8:30	1	0	0	0	0	1	3
8:30 - 8:45	1	0	1	0	0	2	5
8:45 - 9:00	3	0	0	0	0	3	7
9:00 - 9:15	1	0	1	0	0	2	8
9:15 - 9:30	1	0	0	0	0	1	8
9:30 - 9:45	0	0	0	0	0	0	6
9:45 - 10:00	0	0	0	0	0	0	3
10:00 - 10:15	1	0	0	0	0	1	2
10:15 - 10:30	0	0	0	0	0	0	1
10:30 - 10:45	0	0	0	0	0	0	1
10:45 - 11:00	1	0	0	0	0	1	2
11:00 - 11:15	0	0	0	0	0	0	1
11:15 - 11:30	0	0	0	0	0	0	1
11:30 - 11:45	0	0	0	0	0	0	1
11:45 - 12:00	0	0	0	0	0	0	0
12:00 - 12:15	0	0	0	0	0	0	0
12:15 - 12:30	1	0	0	0	0	1	1
12:30 - 12:45	0	0	0	0	0	0	1
12:45 - 13:00	0	0	0	0	0	0	1
13:00 - 13:15	1	0	0	0	0	1	2
13:15 - 13:30	0	0	0	0	0	0	1
13:30 - 13:45	1	0	0	0	0	1	2
13:45 - 14:00	0	0	0	0	0	0	2
14:00 - 14:15	0	0	0	0	0	0	1
14:15 - 14:30	0	0	0	0	0	0	1
14:30 - 14:45	1	0	0	0	0	1	1
14:45 - 15:00	0	0	0	0	0	0	1
15:00 - 15:15	0	0	0	0	0	0	1
15:15 - 15:30	1	0	0	0	0	1	2
15:30 - 15:45	0	0	1	0	0	1	2
15:45 - 16:00	1	0	0	0	0	1	3
16:00 - 16:15	0	0	0	0	0	0	3
16:15 - 16:30	1	0	0	0	0	1	3
16:30 - 6:45	0	0	0	0	0	0	2
16:45 - 17:00	0	0	0	0	0	0	1
17:00 - 17:15	1	0	0	0	0	1	2
17:15 - 17:30	1	0	0	0	0	1	2
17:30 - 17:45	0	0	0	0	0	0	2
17:45 - 18:00	0	0	0	0	0	0	2
Total	26	0	5	0	0	31	

Fuente: Autor

ANEXO 3

ENSAYOS DE SUELOS

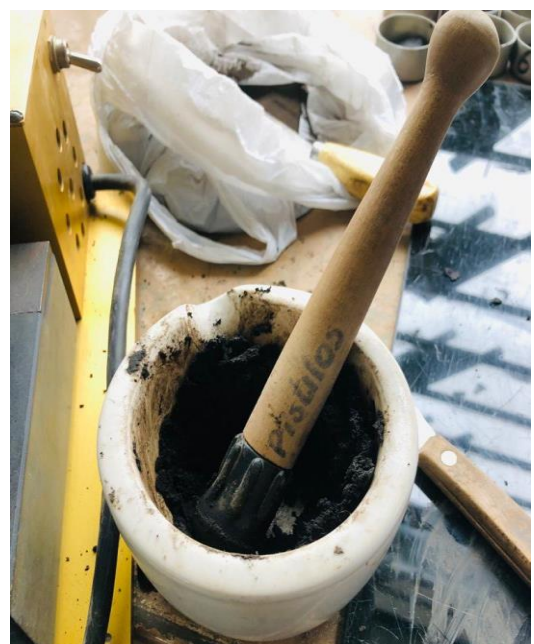
Tabla 84: Anexo fotográfico Ensayos de suelos

Extracción de muestras	Extracción de muestras
	
Muestras para Contenido de humedad	Muestras para Contenido de humedad
	

Ensayo Límite Líquido



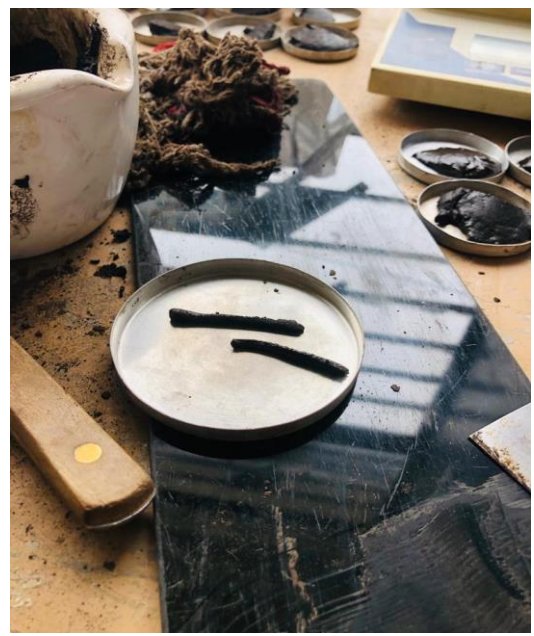
Ensayo Límite Líquido



Ensayo Límite Plástico



Ensayo Límite Plástico



Ensayo de Granulometría



Ensayo de Granulometría



Ensayo de Proctor Modificado



Ensayo de Proctor Modificado



<p>Ensayo de CBR</p>	<p>Ensayo de CBR</p>
	
<p>Ensayo de CBR</p>	<p>Ensayo de CBR</p>
	

Fuente: Autor

**ENSAYO DE CONTENIDO
DE HUMEDAD**

Tabla 85: Contenido de Humedad abscisa 0+500

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	0+500	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	32,24	31,09
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	212,35	202,28
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	176,43	166,56
Peso del agua [gr]	35,92	35,72
Peso de la muestra seca [gr]	144,19	135,47
Contenido de humedad (%)	24,912	26,367

*Fuente: Autor***Tabla 86:** Contenido de Humedad abscisa 1+000

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	1+000	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	32,7	32,64
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	195,28	192,86
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	148,45	145,3
Peso del agua [gr]	46,83	47,56
Peso de la muestra seca [gr]	115,75	112,66
Contenido de humedad (%)	40,458	42,216

*Fuente: Autor***Tabla 87:** Contenido de Humedad abscisa 1+500

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	1+500	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	30,82	32,63
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	185,58	177,92
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	142,47	137,94
Peso del agua [gr]	43,11	39,98
Peso de la muestra seca [gr]	111,65	105,31
Contenido de humedad (%)	38,612	37,964

Fuente: Autor

Tabla 88: Contenido de Humedad abscisa 2+000

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	2+000	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	32,65	32,2
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	186,16	206,06
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	147,35	162,05
Peso del agua [gr]	38,81	44,01
Peso de la muestra seca [gr]	114,7	129,85
Contenido de humedad (%)	33,836	33,893

*Fuente: Autor***Tabla 89:** Contenido de Humedad abscisa 2+500

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	2+500	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	33,45	33,26
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	190,51	191,51
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	145,19	145,89
Peso del agua [gr]	45,32	45,62
Peso de la muestra seca [gr]	111,74	112,63
Contenido de humedad (%)	40,558	40,504

*Fuente: Autor***Tabla 90:** Contenido de Humedad abscisa 3+000

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	3+000	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	33,7	32,75
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	228,96	207,54
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	198,45	179,84
Peso del agua [gr]	30,51	27,7
Peso de la muestra seca [gr]	164,75	147,09
Contenido de humedad (%)	18,519	18,832

Fuente: Autor

Tabla 91: Contenido de Humedad abscisa 3+500

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	3+500	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	32,7	32,64
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	190,17	181,86
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	149,32	139,31
Peso del agua [gr]	40,85	42,55
Peso de la muestra seca [gr]	116,62	106,67
Contenido de humedad (%)	35,028	39,889

*Fuente: Autor***Tabla 92:** Contenido de Humedad abscisa 4+000

CONTENIDO DE HUMEDAD (%)		
Abscisa	4+000	
# Recipiente	1	2
Peso del recipiente [gr]	33,7	32,75
Peso de la muestra húmeda + peso del recipiente [gr]	208,61	205,33
Peso de la muestra seca + peso del recipiente [gr]	174,41	174,89
Peso del agua [gr]	34,2	30,44
Peso de la muestra seca [gr]	140,71	142,14
Contenido de humedad (%)	24,305	21,416

Fuente: Autor

**ENSAYO DE
GRANULOMETRÍA**

Tabla 93: Ensayo de Granulometria abscisa 0+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA "					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 0+500					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	7,02	0,71	0,71	99,29
N8	2,360	104,63	10,57	11,27	88,73
N°10	2,000	50,44	5,09	16,368	83,63
N°16	1,180	68,87	6,95	23,322	76,68
N°30	0,600	92,16	9,31	32,628	67,37
N°40	0,425	150,01	15,15	47,776	52,22
N°50	0,300	252,62	25,51	73,286	26,71
N°60	0,250	14,73	1,49	74,773	25,23
N°100	0,150	213,85	21,59	96,368	3,63
N°200	0,075	25,85	2,61	98,978	1,02
FONDO		10,12	1,02	100,000	0,00
TOTAL		990,3	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					990,3
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					9,7
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,980

Curva Granulométrica

Diámetro tamices (mm)	Porcentaje que pasa (%)
10,0	100,00
5,0	100,00
2,5	88,73
2,0	83,63
1,5	76,68
1,0	67,37
0,75	52,22
0,6	26,71
0,425	3,63
0,3	1,02
0,25	0,00
0,15	0,00
0,075	0,00
0,0	0,00

D10	0,1	CC	1,25
D30	0,25	CU	5
D60	0,5		

Fuente: Autor

Tabla 94: Ensayo de Granulometria abscisa 1+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 1+000					
ENSAYO DE GRANUELOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	8,56	0,86	0,86	99,14
N8	2,360	150,18	15,11	15,98	84,02
N°10	2,000	71,81	7,23	23,203	76,80
N°16	1,180	103,43	10,41	33,612	66,39
N°30	0,600	140,15	14,10	47,717	52,28
N°40	0,425	89,71	9,03	56,746	43,25
N°50	0,300	151,97	15,29	72,041	27,96
N°60	0,250	34,91	3,51	75,554	24,45
N°100	0,150	185,22	18,64	94,195	5,81
N°200	0,075	39,36	3,96	98,156	1,84
FONDO		18,32	1,84	100,000	0,00
TOTAL		993,62	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					993,62
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					6,38
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,642

Curva Granulométrica			
Porcentaje que pasa (%)	120,00	100,00	80,00
	60,00	40,00	20,00
	0,00		
Diámetro tamices (mm)	10,0	8,0	6,0
	4,0	2,0	0,0

D10	0,1	CC	0,63
D30	0,25	CU	10
D60	1		

Fuente: Autor

Tabla 95: Ensayo de Granulometria abscisa 1+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 1+500					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,760	18,13	1,83	1,83	98,17
N8	2,360	176,27	17,77	19,60	80,40
Nº10	2,000	34,07	3,43	23,035	76,97
Nº16	1,180	100,25	10,11	33,142	66,86
Nº30	0,600	114,39	11,53	44,675	55,33
Nº40	0,425	69,93	7,05	51,725	48,27
Nº50	0,300	83,35	8,40	60,128	39,87
Nº60	0,250	62,53	6,30	66,433	33,57
Nº100	0,150	248,33	25,04	91,470	8,53
Nº200	0,075	58,68	5,92	97,386	2,61
FONDO		25,93	2,61	100,000	0,00
TOTAL		991,86	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					991,86
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					8,14
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,821

D10	0,1	CC	0,78
D30	0,25	CU	8
D60	0,8		

Fuente: Autor

Tabla 96: Ensayo de Granulometria abscisa 2+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha de elaboración: 21/02/202		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 2+000					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
Tamiz		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	4,42	0,44	0,44	99,56
N8	2,360	137,94	13,88	14,33	85,67
N°10	2,000	62,75	6,31	20,641	79,36
N°16	1,180	79,27	7,98	28,618	71,38
N°30	0,600	214,09	21,54	50,163	49,84
N°40	0,425	177,48	17,86	68,024	31,98
N°50	0,300	96,46	9,71	77,731	22,27
N°60	0,250	31,36	3,16	80,887	19,11
N°100	0,150	162,17	16,32	97,206	2,79
N°200	0,075	16,5	1,66	98,867	1,13
FONDO		11,26	1,13	100,000	0,00
TOTAL		993,7	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					993,7
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					6,3
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,634

Curva Granulométrica

El gráfico muestra una curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como 'Porcentaje que pasa (%)' y el eje horizontal etiquetado como 'Diámetro tamices (mm)'. La curva comienza en 100% para un diámetro de 10,0 mm y permanece constante hasta aproximadamente 5,0 mm. Luego, comienza a descender, pasando por puntos como (2,0 mm, 79,36%) y (0,3 mm, 22,27%), hasta llegar a 0,0% para un diámetro de 0,075 mm.

D10	0,2	CC	1,33
D30	0,4	CU	3
D60	0,6		

Fuente: Autor

Tabla 97: Ensayo de Granulometria abscisa 2+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 2+500					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,760	5,58	0,56	0,56	99,44
N8	2,360	332,6	33,57	34,13	65,87
Nº10	2,000	38,57	3,89	38,022	61,98
Nº16	1,180	53,03	5,35	43,374	56,63
Nº30	0,600	121,08	12,22	55,594	44,41
Nº40	0,425	101,93	10,29	65,880	34,12
Nº50	0,300	93,4	9,43	75,307	24,69
Nº60	0,250	50,56	5,10	80,409	19,59
Nº100	0,150	173,3	17,49	97,899	2,10
Nº200	0,075	13,95	1,41	99,307	0,69
FONDO		6,87	0,69	100,000	0,00
TOTAL		990,87	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					990,87
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					9,13
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,921

Curva Granulométrica			
Porcentaje que pasa (%)	120,00	100,00	80,00
	60,00	40,00	20,00
	0,00		
Diámetro tamices (mm)	10,0	8,0	6,0
	4,0	2,0	0,0

D10	0,1	CC	0,48
D30	0,25	CU	13
D60	1,3		

Fuente: Autor

Tabla 98: Ensayo de Granulometria abscisa 3+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 3+000					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	2,74	0,27	0,27	99,73
N8	2,360	2,84	0,28	0,56	99,44
N°10	2,000	3,5	0,35	0,910	99,09
N°16	1,180	14,59	1,46	2,373	97,63
N°30	0,600	41,38	4,15	6,523	93,48
N°40	0,425	48,73	4,89	11,409	88,59
N°50	0,300	73,06	7,33	18,734	81,27
N°60	0,250	29,51	2,96	21,693	78,31
N°100	0,150	227,59	22,82	44,514	55,49
N°200	0,075	335,32	33,62	78,136	21,86
FONDO		218,05	21,86	100,000	0,00
TOTAL		997,31	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					997,31
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					2,69
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,270

Curva Granulométrica

El gráfico muestra una curva granulométrica con el eje vertical etiquetado como 'Porcentaje que pasa (%)' y el eje horizontal etiquetado como 'Diámetro tamices (mm)'. El eje horizontal tiene marcas en 10,0, 8,0, 6,0, 4,0, 2,0 y 0,0. La curva es una línea azul con puntos que muestra un porcentaje de 100,00% para tamices de 10,0 mm, 99,73% para 4,76 mm, 99,44% para 2,36 mm, 99,09% para 2,0 mm, 97,63% para 1,18 mm, 93,48% para 0,6 mm, 88,59% para 0,425 mm, 81,27% para 0,3 mm, 78,31% para 0,25 mm, 55,49% para 0,15 mm y finalmente 21,86% para el tamiz de 0,075 mm.

D10	0,05	CC	0,8
D30	0,1	CU	5
D60	0,25		

Fuente: Autor

Tabla 99: Ensayo de Granulometria abscisa 3+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 3+500					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
Nº4	4,760	9,46	0,95	0,95	99,05
N8	2,360	140,28	14,06	15,01	84,99
Nº10	2,000	74,51	7,47	22,478	77,52
Nº16	1,180	113,33	11,36	33,838	66,16
Nº30	0,600	135,13	13,54	47,383	52,62
Nº40	0,425	99,11	9,93	57,317	42,68
Nº50	0,300	149,57	14,99	72,310	27,69
Nº60	0,250	44,31	4,44	76,751	23,25
Nº100	0,150	175,33	17,57	94,326	5,67
Nº200	0,075	33,39	3,35	97,673	2,33
FONDO		23,22	2,33	100,000	0,00
TOTAL		997,64	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					997,64
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					2,36
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,237

Curva Granulométrica

D10	0,25	CC	1
D30	0,5	CU	4
D60	1		

Fuente: Autor

Tabla 100: Ensayo de Granulometria abscisa 4+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"					
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022		
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay					
Abscisa: 4+000					
ENSAYO DE GRANULOMETRÍA					
C		PESO RETENIDO	RETENIDO PARCIAL	RETENIDO ACUMULADO	PORCENTAJE QUE PASA
Ø	mm	(gr)	%	%	%
3/8"	9,520	0	0,00	0,00	100,00
N°4	4,760	5,97	0,60	0,60	99,40
N8	2,360	7,31	0,74	1,34	98,66
N°10	2,000	13,25	1,34	2,676	97,32
N°16	1,180	11,98	1,21	3,884	96,12
N°30	0,600	46,41	4,68	8,565	91,43
N°40	0,425	52,63	5,31	13,874	86,13
N°50	0,300	98,61	9,95	23,820	76,18
N°60	0,250	131,21	13,23	37,054	62,95
N°100	0,150	190,92	19,26	56,310	43,69
N°200	0,075	234,41	23,64	79,954	20,05
FONDO		198,75	20,05	100,000	0,00
TOTAL		991,45	100,00		
PESO DE LA MUESTRA INICIAL [gr]					1000
PESO TOTAL FINAL [gr]					991,45
DIFERENCIA PESO INICIAL MENOS FINAL:					8,55
PORCENTAJE PERDIDO (%)					0,862

Curva Granulométrica

Diámetro tamices (mm)	Porcentaje que pasa (%)
10,0	100,00
4,760	99,40
2,360	98,66
2,000	97,32
1,180	96,12
0,600	91,43
0,425	86,13
0,300	76,18
0,250	62,95
0,150	43,69
0,075	20,05

D10	0,05	CC	0,8
D30	0,1	CU	5
D60	0,25		

Fuente: Autor

**LIMITES DE
ATTERBERG**

Tabla 101: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 0+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 0+500								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	19,6	23,9	20,7	25,7	17,2	16,3	17,8	18,7
Muestra Seca + recipiente (gr)	16,8	20,2	17,9	21,5	15,3	14,5	16,2	16,6
Preso del recipiente (gr)	10,9	11,2	11,5	11,1	11,1	10,6	10,8	10,1
Peso del agua Ww (gr)	2,8	3,7	2,8	4,2	1,9	1,8	1,6	2,1
Peso muestra seca Ws (gr)	5,9	9	6,4	10,4	4,2	3,9	5,4	6,5
Contenido de humedad (W%)	47,5	41,1	43,8	40,4	45,2	46,2	29,6	32,3
Contenido de humedad promedio	44,284		42,07		45,70		30,97	
Numero de golpes	6		13		23		36	
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	7,7	8,0	7,0	8,3	12,7			
Muestra Seca + recipiente (gr)	7,1	7,3	6,7	7,5	11,9			
Preso del recipiente (gr)	6	5,8	5,7	5,7	10,4			
Peso del agua Ww (gr)	0,6	0,7	0,3	0,8	0,8			
Peso muestra seca Ws (gr)	1,1	1,5	1,00	1,8	1,5			
Contenido de humedad (W%)	54,5	46,7	30,0	44,4	53,3			
Límite Plástico						45,80		

Fuente: Autor

Tabla 102: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 1+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 1+000								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	10,6	12,7	10,1	13,2	11,2	10,6	19,2	11,0
Muestra Seca + recipiente (gr)	8,6	10,9	8,4	10,6	9,1	8,8	15,3	9,1
Preso del recipiente (gr)	4,0	7,5	4,3	4,2	4,2	4,4	4,3	4,3
Peso del agua W _w (gr)	2	1,8	1,7	2,6	2,1	1,8	3,9	1,9
Peso muestra seca W _s (gr)	4,6	3,4	4,1	6,4	4,9	4,4	11	4,8
Contenido de humedad (W%)	43,5	52,9	41,5	40,6	42,9	40,9	35,5	39,6
Contenido de humedad promedio	48,210		41,04		41,88		37,52	
Numero de golpes	5		15		22		37	
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	13,7	13,0	12,9	12,9	12,1			
Muestra Seca + recipiente (gr)	12,4	12,4	12	12,3	11,5			
Preso del recipiente (gr)	10,6	10,6	10,5	10,5	10,4			
Peso del agua W _w (gr)	1,3	0,6	0,9	0,6	0,6			
Peso muestra seca W _s (gr)	1,8	1,8	1,50	1,8	1,1			
Contenido de humedad (W%)	72,2	33,3	60,0	33,3	54,5			
Límite Plástico						50,69		

Fuente: Autor

Tabla 103: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 1+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha elaboración: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 1+500								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	15,8	15,3	17,3	13,4	8,1	14,2	12,6	13,1
Muestra Seca + recipiente (gr)	12,7	12,4	14,3	11,4	6,8	11,4	10,1	11,4
Preso del recipiente (gr)	7,2	7,3	7,3	7,2	4,1	4,00	4,1	7,3
Peso del agua Ww (gr)	3,1	2,9	3	2	1,3	2,8	2,5	1,7
Peso muestra seca Ws (gr)	5,5	5,1	7	4,2	2,7	7,4	6	4,1
Contenido de humedad (W%)	56,4	56,9	42,9	47,6	48,1	37,8	41,7	41,5
Contenido de humedad promedio	56,613		45,24		42,99		41,57	
Número de golpes	8		16		27		39	
Límite Plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	12,5	8,7	8,1	8,6	8,3			
Muestra Seca + recipiente (gr)	11,7	7,8	7,3	7,7	7,5			
Preso del recipiente (gr)	10,3	5,9	5,9	5,9	5,9			
Peso del agua Ww (gr)	0,8	0,9	0,8	0,9	0,8			
Peso muestra seca Ws (gr)	1,4	1,9	1,40	1,8	1,6			
Contenido de humedad (W%)	57,1	47,4	57,1	50,0	50,0			
Límite Plástico (%)						52,33		

Fuente: Autor

Tabla 104: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 2+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 2+000								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	14,4	13,8	13,5	11	13,7	22,5	11,2	10,8
Muestra Seca + recipiente (gr)	11,6	11,1	11,2	9,4	11,4	18,9	9,7	9,3
Preso del recipiente (gr)	4,1	4,1	4,3	4,0	4,0	7,4	4,2	4,3
Peso del agua Ww (gr)	2,8	2,7	2,3	1,6	2,3	3,6	1,5	1,5
Peso muestra seca Ws (gr)	7,5	7	6,9	5,4	7,4	11,5	5,5	5
Contenido de humedad (W%)	37,3	38,6	33,3	29,6	31,1	31,3	27,3	30,0
Contenido de humedad promedio	37,952		31,48		31,19		28,64	
Numero de golpes	7		14		20		37	
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	12,9	14,2	9,2	14,9	13,9			
Muestra Seca + recipiente (gr)	12,2	13,2	8,4	13,9	13,1			
Preso del recipiente (gr)	10,3	10,6	6,1	10,4	10,5			
Peso del agua Ww (gr)	0,7	1	0,8	1	0,8			
Peso muestra seca Ws (gr)	1,9	2,6	2,30	3,5	2,6			
Contenido de humedad (W%)	36,8	38,5	34,8	28,6	30,8			
Límite Plástico						33,89		

Fuente: Autor

Tabla 105: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 2+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 2+500								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	12,4	12,7	14,9	12,2	13,9	12,3	11,6	11,2
Muestra Seca + recipiente (gr)	10,1	10,1	11,8	9,8	11,2	10,1	9,6	9,4
Preso del recipiente (gr)	4,0	4,2	4,0	4,0	4,2	4,3	4,2	4,1
Peso del agua Ww (gr)	2,3	2,6	3,1	2,4	2,7	2,2	2	1,8
Peso muestra seca Ws (gr)	6,1	5,9	7,8	5,8	7	5,8	5,4	5,3
Contenido de humedad (W%)	37,7	44,1	39,7	41,4	38,6	37,9	37,0	34,0
Contenido de humedad promedio	40,886		40,56		38,25		35,50	
Numero de golpes	5		19		26		45	
<p style="text-align: center;">Límite líquido</p> <p>El gráfico muestra el contenido de humedad (Y) en función del número de golpes (X). La ecuación de la línea de tendencia es $y = -0,1431x + 42,198$. Una línea horizontal naranja indica el valor de $W\% = 38,6$, que se encuentra en la intersección de la línea de tendencia y la línea horizontal.</p>								
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	11,6	12,1	12,0	12,4	7,9			
Muestra Seca + recipiente (gr)	11,1	11,4	11,5	11,7	7,4			
Preso del recipiente (gr)	10,3	10,3	10,3	10,4	5,9			
Peso del agua Ww (gr)	0,5	0,7	0,5	0,7	0,5			
Peso muestra seca Ws (gr)	0,8	1,1	1,20	1,3	1,5			
Contenido de humedad (W%)	62,5	63,6	41,7	53,8	33,3			
Límite Plástico	51,00							

Fuente: Autor

Tabla 106: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 3+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 3+000								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	14,4	18,9	12,7	9,6	15,8	13,6	15,8	10,1
Muestra Seca + recipiente (gr)	12,1	16,2	10,9	8,3	14	12,3	14,2	8,9
Preso del recipiente (gr)	4,1	7,3	4,2	4,3	7,2	7,2	7,1	4,2
Peso del agua Ww (gr)	2,3	2,7	1,8	1,3	1,8	1,3	1,6	1,2
Peso muestra seca Ws (gr)	8	8,9	6,7	4	6,8	5,1	7,1	4,7
Contenido de humedad (W%)	28,8	30,3	26,9	32,5	26,5	25,5	22,5	25,5
Contenido de humedad promedio	29,544		29,68		25,98		24,03	
Numero de golpes	6		18		27		35	
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	9,9	9,2	8,4	13,3	13,3			
Muestra Seca + recipiente (gr)	9,1	8,4	7,7	12,5	12,6			
Preso del recipiente (gr)	6,1	5,8	5,8	10,2	10,4			
Peso del agua Ww (gr)	0,8	0,8	0,7	0,8	0,7			
Peso muestra seca Ws (gr)	3	2,6	1,90	2,3	2,2			
Contenido de humedad (W%)	26,7	30,8	36,8	34,8	31,8			
Límite Plástico	32,18							

Fuente: Autor

Tabla 107: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 3+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 3+500								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	11,5	13,8	11,2	14,3	12,3	11,7	20,3	12,1
Muestra Seca + recipiente (gr)	9,7	11,0	9,5	11,7	10,2	9,9	16,4	10,2
Preso del recipiente (gr)	4,0	7,5	4,3	4,2	4,2	4,4	4,3	4,3
Peso del agua Ww (gr)	1,8	2,8	1,7	2,6	2,1	1,8	3,9	1,9
Peso muestra seca Ws (gr)	5,7	3,5	5,2	7,5	6	5,5	12,1	5,9
Contenido de humedad (W%)	31,6	80,0	32,7	34,7	35,0	32,7	32,2	32,2
Contenido de humedad promedio	55,789		33,68		33,86		32,22	
Numero de golpes	5		16		21		35	
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	14,8	14,1	13,9	14,5	13,9			
Muestra Seca + recipiente (gr)	13,5	13,5	13,1	13,4	12,6			
Preso del recipiente (gr)	10,6	10,6	10,5	10,5	10,4			
Peso del agua Ww (gr)	1,3	0,6	0,8	1,1	1,3			
Peso muestra seca Ws (gr)	2,9	2,9	2,60	2,9	2,2			
Contenido de humedad (W%)	44,8	20,7	30,8	37,9	59,1			
Límite Plástico	38,66							

Fuente: Autor

Tabla 108: Ensayo de Límites de Atterberg abscisa 4+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 4+000								
Límite Líquido								
# Recipiente	1	2	3	4	5	6	7	8
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	15,5	19,9	13,8	10,7	16,9	14,7	16,9	11,2
Muestra Seca + recipiente (gr)	13,2	17,3	11,9	9,4	15,1	13,4	15,3	10,1
Preso del recipiente (gr)	4,1	7,3	4,2	4,3	7,2	7,2	7,1	4,2
Peso del agua Ww (gr)	2,3	2,6	1,9	1,3	1,8	1,3	1,6	1,1
Peso muestra seca Ws (gr)	9,1	10	7,7	5,1	7,9	6,2	8,2	5,9
Contenido de humedad (W%)	25,3	26,0	24,7	25,5	22,8	21,0	19,5	18,6
Contenido de humedad promedio	25,637		25,08		21,88		19,08	
Numero de golpes	6		18		27		35	
Límite plástico								
# Recipiente	1	2	3	4	5			
Muestra Húmeda + recipiente (gr)	10,9	10,3	9,5	14,7	14,9			
Muestra Seca + recipiente (gr)	10,1	9,5	8,8	13,5	13,4			
Preso del recipiente (gr)	6,1	5,8	5,8	10,2	10,4			
Peso del agua Ww (gr)	0,8	0,8	0,7	1,2	1,5			
Peso muestra seca Ws (gr)	4	3,7	3,00	3,3	3			
Contenido de humedad (W%)	20,0	21,6	23,3	36,4	50,0			
Límite Plástico						30,26		

Fuente: Autor

**ENSAYO DE
PROCTOR MODIFICADO**

Tabla 109: Ensayo de Proctor abscisa 0+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 0+500								
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr): 16676 g			Volumen del molde (cc): 2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	20202	20208	20784	20849				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3526	3532	4108	4173				
Densidad húmeda Ym (gr/cm3)	1,530	1,533	1,783	1,811				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr)	150,57	159,74	136,35	205,01	137,39	149,43	198,7	210,39
Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr)	147,6	154,46	128,55	202,1	122,49	132,64	154,97	162,5
Peso del recipiente (Wr)	30,66	30,15	29	31,8	24,06	30,87	30,93	30,11
Peso del agua (Ww)	2,97	5,28	7,80	2,91	14,90	16,79	43,73	47,89
Peso de la muestra seca (Ws)	116,94	124,31	99,55	170,3	98,43	101,77	124,04	132,39
Contenido de humedad (W%)	2,54	4,25	7,84	1,71	15,14	16,50	35,25	36,17
Contenido de humedad (W%) promedio	3,39		4,77		15,82		35,71	
Densidad seca (gr/cm3) (Yd)	1,480		1,463		1,539		1,334	
Densidad seca máxima (Yd) = 1.53 gr/cm3					Contenido de humedad óptimo (W%) = 15.2 %			

Fuente: Autor

Tabla 110: Ensayo de Proctor abscura 1+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 1+000								
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr): 13652			Volumen del molde (cc): 2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	16763	16817	17407	17624				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3111	3165	3755	3972				
Densidad húmeda Ym (gr/cm ³)	1,350	1,373	1,629	1,724				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr)	146,86	145,88	143,72	145,71	130,84	141,41	172,45	167,42
Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr)	142,19	141,99	138,78	136,41	115,33	124,75	138,44	138,8
Peso del recipiente (Wr)	30,79	31,23	25,4	30,2	30,78	30,7	30,62	30,59
Peso del agua (Ww)	4,67	3,89	4,94	9,30	15,51	16,66	34,01	28,62
Peso de la muestra seca (Ws)	111,4	110,76	113,38	106,21	84,55	94,05	107,82	108,21
Contenido de humedad (W%)	4,19	3,51	4,36	8,76	18,34	17,71	31,54	26,45
Contenido de humedad (W%) promedio	3,85		6,56		18,03		29,00	
Densidad seca (gr/cm ³) (Yd)	1,300		1,289		1,381		1,336	
Densidad seca máxima (Yd) = 1.36 gr/cm³					Contenido de humedad óptimo (W%) = 18 %			

Fuente: Autor

Tabla 111: Ensayo de Proctor abscisa 1+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 1+500								
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr): 16676			Volumen del molde (cc):2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	19602	19997	20446	20762				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2926	3321	3770	4086				
Densidad húmeda Ym (gr/cm ³)	1,270	1,441	1,636	1,773				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr)	218,24	226,54	185,53	195,81	173,52	191,08	223,85	229,02
Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr)	212,76	220,93	167,33	182,08	162,42	166,31	186,97	182,22
Peso del recipiente (Wr)	32,64	33,22	32,2	33,66	32,74	33,43	30,81	32,63
Peso del agua (Ww)	5,48	5,61	18,20	13,73	11,10	24,77	36,88	46,80
Peso de la muestra seca (Ws)	180,12	187,71	135,13	148,42	129,68	132,88	156,16	149,59
Contenido de humedad (W%)	3,04	2,99	13,47	9,25	8,56	18,64	23,62	31,29
Contenido de humedad (W%) promedio	3,02		11,36		13,60		27,45	
Densidad seca (gr/cm ³) (Yd)	1,233		1,294		1,440		1,391	

Densidad seca (gr/cm³) vs Contenido de humedad W%

$y = -0,0006x^2 + 0,0243x + 1,1553$
 $R^2 = 0,7069$

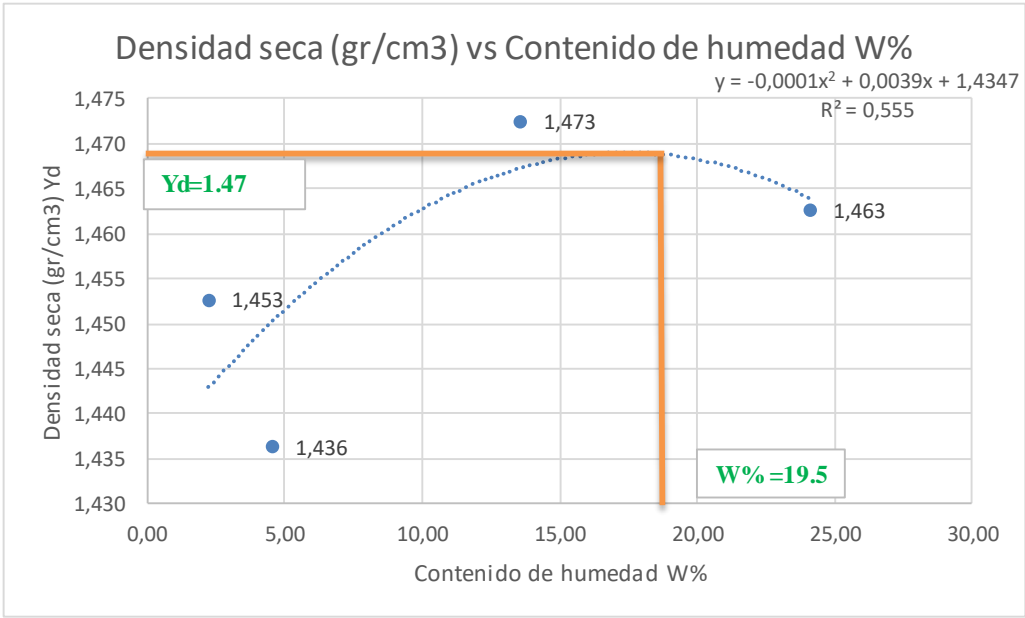
Yd=1.40

W%=20.5

Densidad seca máxima (Yd) = 1.40 gr/cm³	Contenido de humedad óptimo (W%) = 20.5 %
---	--

Fuente: Autor

Tabla 112: Ensayo de Proctor abscisa 2+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 2+000								
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr):16676			Volumen del molde (cc):2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	20099	20137	20530	20859				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3423	3461	3854	4183				
Densidad húmeda Ym (gr/cm3)	1,485	1,502	1,672	1,815				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (Wh+Wr)	161,39	145,36	133,7	202,32	140,15	138,79	188	203,72
Peso M. seca + recipiente (Ws+Wr)	158,45	142,9	126,56	199,33	130,09	122,6	152,47	176,06
Peso del recipiente (Wr)	30,66	30,15	29	31,8	24,06	30,87	30,93	30,11
Peso del agua (Ww)	2,94	2,46	7,14	2,99	10,06	16,19	35,53	27,66
Peso de la muestra seca (Ws)	127,79	112,75	97,56	167,53	106,03	91,73	121,54	145,95
Contenido de humedad (W%)	2,30	2,18	7,32	1,78	9,49	17,65	29,23	18,95
Contenido de humedad (W%) promedio	2,24		4,55		13,57		24,09	
Densidad seca (gr/cm3) (Yd)	1,453		1,436		1,473		1,463	
								
Densidad seca máxima (Yd) = 1.47 gr/cm3					Contenido de humedad óptimo (W%) = 19.5 %			

Fuente: Autor

Tabla 113: Ensayo de Proctor abscisa 2+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 2+500								
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr):13652			Volumen del molde (cc): 2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	16611	16799	17216	17449				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	2959	3147	3564	3797				
Densidad húmeda Ym (gr/cm ³)	1,284	1,366	1,547	1,648				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (Wh+W _r)	137,96	145,88	119,33	150,22	125,99	120,2	161,72	148,29
Peso M. seca + recipiente (Ws+W _r)	134,16	140,63	110,61	139,84	111,11	106,03	131,25	119,62
Peso del recipiente (W _r)	30,79	31,23	25,4	30,2	30,78	30,7	30,62	30,59
Peso del agua (W _w)	3,80	5,25	8,72	10,38	14,88	14,17	30,47	28,67
Peso de la muestra seca (W _s)	103,37	109,4	85,21	109,64	80,33	75,33	100,63	89,03
Contenido de humedad (W%)	3,68	4,80	10,23	9,47	18,52	18,81	30,28	32,20
Contenido de humedad (W%) promedio	4,24		9,85		18,67		31,24	
Densidad seca (gr/cm ³) (Y _d)	1,232		1,243		1,303		1,255	
Densidad seca máxima (Y_d) = 1.28 gr/cm³					Contenido de humedad óptimo (W%) = 18 %			

Fuente: Autor

Tabla 114: Ensayo de Proctor abscisa 3+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 3+000								
ENSAYO DE COMPACTACION PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr):13652			Volumen del molde (cc): 2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	17388	17328	17901	18209				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3736	3676	4249	4557				
Densidad húmeda Ym (gr/cm ³)	1,621	1,595	1,844	1,977				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (Wh+W _r)	246,46	277,01	210,75	230,08	247,26	242,82	391,43	327,48
Peso M. seca + recipiente (Ws+W _r)	242,82	271,99	203,71	224,83	227,84	211,49	307,67	260
Peso del recipiente (W _r)	32,64	33,22	32,2	33,66	32,74	33,43	30,81	32,63
Peso del agua (W _w)	3,64	5,02	7,04	5,25	19,42	31,33	83,76	67,48
Peso de la muestra seca (W _s)	210,18	238,77	171,51	191,17	195,1	178,06	276,86	227,37
Contenido de humedad (W%)	1,73	2,10	4,10	2,75	9,95	17,60	30,25	29,68
Contenido de humedad (W%) promedio	1,92		3,43		13,77		29,97	
Densidad seca (gr/cm ³) (Y _d)	1,591		1,542		1,621		1,521	
Densidad seca máxima (Y_d) = 1.62 gr/cm³					Contenido de humedad óptimo (W%) = 16 %			

Fuente: Autor

Tabla 115: Ensayo de Proctor absisa 3+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha					Fecha elaboración: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 3+500								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr): 13652			Volumen molde (cc): 2304.52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	16663	16717	17307	17524				
Peso suelo húmedo Wm (gr)	3011	3065	3655	3872				
Densidad húmeda Ym (gr/cm ³)	1,307	1,330	1,586	1,680				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + Recip. (Wh+Wr)	149,86	148,88	148,72	148,71	133,84	143,41	175,45	168,42
Peso M. seca + Recip. (Ws+Wr)	143,19	142,99	139,78	137,41	116,33	126,75	139,44	139,8
Peso del recipiente (Wr)	30,79	31,23	25,4	30,2	30,78	30,7	30,62	30,59
Peso del agua (Ww)	6,67	5,89	8,94	11,30	17,51	16,66	36,01	28,62
Peso de la muestra seca (Ws)	112,4	111,76	114,38	107,21	85,55	96,05	108,82	109,21
Contenido de humedad (W%)	5,93	5,27	7,82	10,54	20,47	17,35	33,09	26,21
Contenido de humedad (W%) prom.	5,60		9,18		18,91		29,65	
Densidad seca (gr/cm ³) (Yd)	1,237		1,218		1,334		1,296	
Densidad seca máxima (Yd) = 1.31 gr/cm³					Contenido humedad óptimo (W%) = 20.7 %			

Fuente: Autor

Tabla 116: Ensayo de Proctor absisa 4+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"								
Ubicación: Cantón Mocha				Fecha: 21/02/2022				
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay								
Abscisa: 4+000								
ENSAYO DE COMPACTACIÓN PROCTOR MODIFICADO								
Número de golpes: 56			Número de capas: 5			Peso del martillo: 10 Lb		
Altura de caída: 18"			Peso el molde (gr):13652			Volumen del molde (cc): 2304,52		
PROCESO DE COMPACTACIÓN EN LABORATORIO								
Ensayo número	1	2	3	4				
Humedad inicial añadida en %	3	6	9	12				
Humedad inicial añadida en (cc)	180	360	540	720				
Peso del molde + suelo húmedo (gr)	17415	17437	17965	18248				
Peso suelo húmedo W _m (gr)	3763	3785	4313	4596				
Densidad húmeda Y _m (gr/cm ³)	1,633	1,642	1,872	1,994				
OBTENCIÓN CONTENIDO DE HUMEDAD								
# Recipiente	R1	R2	R3	R4	R5	R6	R7	R8
Peso Húmedo + recipiente (W _h +W _r)	252,46	277,01	217,75	230,08	261,26	242,82	391,43	327,48
Peso M. seca + recipiente (W _s +W _r)	242,82	271,99	203,71	224,83	227,84	211,49	307,67	260
Peso del recipiente (W _r)	32,64	33,22	32,2	33,66	32,74	33,43	30,81	32,63
Peso del agua (W _w)	9,64	5,02	14,04	5,25	33,42	31,33	83,76	67,48
Peso de la muestra seca (W _s)	210,18	238,77	171,51	191,17	195,1	178,06	276,86	227,37
Contenido de humedad (W%)	4,59	2,10	8,19	2,75	17,13	17,60	30,25	29,68
Contenido de humedad (W%) promedio	3,34		5,47		17,36		29,97	
Densidad seca (gr/cm ³) (Y _d)	1,580		1,557		1,595		1,535	
Densidad seca máxima (Y_d) = 1.597 gr/cm³					Contenido de humedad óptimo (W%) = 15.5 %			

Fuente: Autor

**ENSAYO DE
CBR**

Tabla 117: Ensayo de CRB abscisa 0+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha elaboración: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 0+500						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Suelo húmedo + molde (gr)	10266	10590	9579	9975	13061	13649
Peso del molde (gr)	6225	6225	5837	5837	9604	9604
Peso suelo húmedo (gr)	4041	4365	3742	4138	3457	4045
Volumen del suelo (cm ³)	2310,1	2310,1	2261,9	2261,9	2274,3	2274,3
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,749	1,890	1,654	1,829	1,520	1,779
Densidad seca (gr/cm ³)	1,471	1,467	1,405	1,415	1,310	1,306
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,469		1,410		1,308	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	136,08	125,99	238,27	130,98	143,14	141,01
Peso seco + recipiente (gr)	118,69	104,83	207,21	106,5	127,59	109,98
Peso del recipiente (gr)	26,65	31,3	31,82	22,81	30,85	24,28
Peso del agua (gr)	17,39	21,16	31,06	24,48	15,55	31,03
Peso de la muestra seca (gr)	92,04	73,53	175,39	83,69	96,74	85,7
Contenido de humedad (W%)	18,89	28,78	17,71	29,25	16,07	36,21
Agua absorbido (%)	9,88		11,54		20,13	

Fuente: Autor

Tabla 118: Ensayo de CRB (Carga – penetración) abscisa 0+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha de elaboración: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay														
Abscisa: 0+500														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. plg 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	158,9	116,8			98,8	72,6			48,3	35,49		
1	0	50	233,3	171,4			148,2	108,9			73,8	54,22		
1	30	75	298,6	219,4			198,8	146,1			112,4	82,59		
2	0	100	369,8	271,7	271,7	27,2	252,9	185,8	185,8	18,6	156,9	115,3	115,3	11,5
3	0	150	539,8	396,6			398,1	292,5			187,2	137,5		
4	0	200	689,6	506,7			471,6	346,5			210,8	154,9		
5	0	250	785,9	577,4			533,8	392,2			229,1	168,3		
6	0	300	865,8	636,1			622,6	457,5			245,7	180,5		
8	0	400	955,8	702,3			729,6	536,1			300,2	220,6		
10	0	500	1076,8	791,2			841,6	618,4			341,8	251,1		
CBR corregido						27,2					18,6			

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 119: Ensayo de CRB abscisa 1+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 1+000						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó
Suelo húmedo + molde (gr)	10366	10487	9383	9827	10120	10584
Peso del molde (gr)	6454	6454	5801	5801	6772	6772
Peso suelo húmedo (gr)	3912	4033	3582	4026	3348	3812
Volumen del suelo (cm ³)	2226,6	2226,6	2279,6	2279,6	2256,4	2256,4
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,757	1,811	1,571	1,766	1,484	1,689
Densidad seca (gr/cm ³)	1,365	1,345	1,300	1,270	1,195	1,181
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,355		1,285		1,188	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	115,97	138,13	134,41	119,59	146,24	117,41
Peso seco + recipiente (gr)	97,07	110,47	115,16	94,62	122,73	90,08
Peso del recipiente (gr)	31,31	30,76	23,11	30,68	25,55	26,67
Peso del agua (gr)	18,9	27,66	19,25	24,97	23,51	27,33
Peso de la muestra seca (gr)	65,76	79,71	92,05	63,94	97,18	63,41
Contenido de humedad (W%)	28,74	34,70	20,91	39,05	24,19	43,10
Agua absorbido (%)	5,96		18,14		18,91	

Fuente: Autor

Tabla 120: Ensayo de CRB (Carga – penetración) abcisa 1+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay														
Abscisa: 1+000														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. plg 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	216,5	159,1			118,9	87,4			89,8	65,98		
1	0	50	318,6	234,1			169,3	124,4			123,7	90,89		
1	30	75	408,8	300,4			212,9	156,4			153,3	112,6		
2	0	100	489,9	360,0	360,0	36,0	249,3	183,2	183,2	18,3	176,6	129,8	129,8	13,0
3	0	150	599,8	440,7			309,1	227,1			213,9	157,2		
4	0	200	660,5	485,3			365,3	268,4			256,7	188,6		
5	0	250	678,3	498,4			416,7	306,2			289,6	212,8		
6	0	300	673,6	494,9			467,5	343,5			322,2	236,7		
8	0	400	674,3	495,4			561,3	412,4			385,2	283		
10	0	500	692,6	508,9			653,3	480,0			444,8	326,8		
CBR corregido						36,0					18,3			

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 121: Ensayo de CRB abscisa 1+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 1+500						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó
Suelo húmedo + molde (gr)	11336	11780	11218	11996	10620	11577
Peso del molde (gr)	7426	7426	7876	7876	7567	7567
Peso suelo húmedo (gr)	3910	4354	3342	4120	3053	4010
Volumen del suelo (cm ³)	2238,5	2238,5	2244,3	2244,3	2256,4	2256,4
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,747	1,945	1,489	1,836	1,353	1,777
Densidad seca (gr/cm ³)	1,334	1,355	1,180	1,283	1,086	1,166
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,344		1,232		1,126	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	135,23	127,63	131,26	173,86	138,02	178,68
Peso seco + recipiente (gr)	109,52	96,23	108,88	131,23	116,92	129,33
Peso del recipiente (gr)	26,53	24,2	23,48	32,22	31,09	35,09
Peso del agua (gr)	25,71	31,4	22,38	42,63	21,1	49,35
Peso de la muestra seca (gr)	82,99	72,03	85,4	99,01	85,83	94,24
Contenido de humedad (W%)	30,98	43,59	26,21	43,06	24,58	52,37
Agua absorbido (%)	12,61		16,85		27,78	

Fuente: Autor

Tabla 122: Ensayo de CRB (Carga – penetración) abscisa 1+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ibay														
Abscisa: 1+500														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr.	Q. lectura	Presiones (lb/plg2)		CBR (%)	Q. lectur	Presiones (lb/plg2)		CBR (%)	Q. lectur	Presiones (lb/plg2)		CBR (%)
Min	Seg	plg 10 ³	dial	Leída	Correg.		a dial	Leída	Correg.		a dial	Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	139,8	102,7			80,6	59,2			40,3	29,61		
1	0	50	199,3	146,4			113,9	83,7			67,9	49,89		
1	30	75	248,9	182,9			156,8	115,2			107,8	79,21		
2	0	100	326,7	240,0	240,0	24,0	219,8	161,5	161,5	16,1	147,3	108,2	108,2	10,8
3	0	150	433,4	318,4			310,8	228,4			195,9	143,9		
4	0	200	539,9	396,7			403,8	296,7			222,8	163,7		
5	0	250	626,9	460,6			493,3	362,5			247,6	181,9		
6	0	300	725,8	533,3			574,9	422,4			272,9	200,5		
8	0	400	846,8	622,2			649,7	477,4			322,9	237,3		
10	0	500	962,6	707,3			699,8	514,2			370,6	272,3		
CBR corregido						24,0				16,1				10,8

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 123: Ensayo de CRB abscisa 2+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 2+000						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Suelo húmedo + molde (gr)	12480	12622	13683	13866	9896	10326
Peso del molde (gr)	8367	8367	9654	9654	6231	6231
Peso suelo húmedo (gr)	4113	4255	4029	4212	3665	4095
Volumen del suelo (cm ³)	2274,3	2274,3	2274,3	2274,3	2292,2	2292,2
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,808	1,871	1,772	1,852	1,599	1,786
Densidad seca (gr/cm ³)	1,482	1,451	1,445	1,433	1,306	1,321
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,467		1,439		1,314	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	141,79	130,36	168,46	136,43	132,73	138,39
Peso seco + recipiente (gr)	120,45	106,85	143,6	111,09	114,18	108,38
Peso del recipiente (gr)	23,45	25,61	33,65	24,42	31,51	23,13
Peso del agua (gr)	21,34	23,51	24,86	25,34	18,55	30,01
Peso de la muestra seca (gr)	97	81,24	109,95	86,67	82,67	85,25
Contenido de humedad (W%)	22,00	28,94	22,61	29,24	22,44	35,20
Agua absorbido (%)	6,94		6,63		12,76	

Fuente: Autor

Tabla 124: Ensayo de CRB (Carga – penetración) abscisa 2+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Cavilanes Ilbay														
Abscisa: 2+000														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. plg 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	199,3	146,4			147,8	108,6			93,8	68,92		
1	0	50	308,3	226,5			179,8	132,1			135,7	99,71		
1	30	75	426,4	313,3			236,6	173,8			170,8	125,5		
2	0	100	536,1	393,9	393,9	39,4	298,6	219,4	219,4	21,9	186,8	137,3	137,3	13,7
3	0	150	743,8	546,5			368,3	270,6			216,6	159,1		
4	0	200	876,5	644,0			435,8	320,2			243,5	178,9		
5	0	250	1056,3	776,1			526,8	387,1			270,9	199		
6	0	300	1220,1	896,5			609,5	447,8			296,7	218		
8	0	400	1472	1081,6			668,6	491,3			346,3	254,4		
10	0	500	1627,9	1196,1			719,4	528,6			395,3	290,4		
CBR corregido						39,4					21,9			

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 125: Ensayo de CRB abscisa 2+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 2+500						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Suelo húmedo + molde (gr)	9185	9730	13039	13516	9067,6	9164,8
Peso del molde (gr)	5840	5840	9605	9605	5775	5775
Peso suelo húmedo (gr)	3345	3890	3434	3911	3292,6	3389,8
Volumen del suelo (cm ³)	2244,3	2244,3	2274,3	2274,3	2274	2274
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,490	1,733	1,510	1,720	1,448	1,491
Densidad seca (gr/cm ³)	1,266	1,247	1,234	1,222	1,179	1,094
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,257		1,228		1,136	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	124,02	135,69	127,12	135,91	140,87	104,81
Peso seco + recipiente (gr)	110,01	106,19	109,51	105,49	123,89	84,06
Peso del recipiente (gr)	30,88	30,5	30,86	30,71	49,54	26,92
Peso del agua (gr)	14,01	29,5	17,61	30,42	16,98	20,75
Peso de la muestra seca (gr)	79,13	75,69	78,65	74,78	74,35	57,14
Contenido de humedad (W%)	17,71	38,97	22,39	40,68	22,84	36,31
Agua absorbido (%)	21,27		18,29		13,48	

Fuente: Autor

Tabla 126: Ensayo de CRB (Carga – penetración) abscisa 2+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Cavilanes Ilbay														
Abscisa: 2+500														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. plg 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	102,8	75,5			49,8	36,6			21,6	15,87		
1	0	50	143,6	105,5			89,8	66,0			49,8	36,59		
1	30	75	189,9	139,5			133,3	97,9			73,7	54,15		
2	0	100	211,6	155,5	155,5	15,5	150,6	110,7	110,7	11,1	93,6	68,77	68,77	6,9
3	0	150	278,8	204,8			203,8	149,7			123,9	91,04		
4	0	200	346,5	254,6			278,8	204,8			156,7	115,1		
5	0	250	422,9	310,7			325,6	239,2			189,6	139,3		
6	0	300	500,6	367,8			377,6	277,4			222,5	163,5		
8	0	400	599,3	440,3			478,6	351,7			285,2	209,6		
10	0	500	646,7	475,2			529,9	389,3			344,8	253,3		
CBR corregido						15,5					11,1	6,9		

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 127: Ensayo de CRB abscisa 3+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 3+000						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó
Suelo húmedo + molde (gr)	10695	10834	9863	10143	10118	10421
Peso del molde (gr)	6467	6467	5809	5965,5	6782	5775
Peso suelo húmedo (gr)	4228	4367	4054	4177,5	3336	4646
Volumen del suelo (cm ³)	2274,3	2274,3	2310,1	2310,1	2274,3	2274,3
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,859	1,920	1,755	1,808	1,467	2,043
Densidad seca (gr/cm ³)	1,594	1,592	1,497	1,448	1,248	1,596
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,593		1,472		1,422	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	141,51	147,53	114,58	192,12	131,74	133,38
Peso seco + recipiente (gr)	125,06	127,61	101,29	160,14	116,66	109,52
Peso del recipiente (gr)	26,11	30,88	24,07	31,82	30,83	24,24
Peso del agua (gr)	16,45	19,92	13,29	31,98	15,08	23,86
Peso de la muestra seca (gr)	98,95	96,73	77,22	128,32	85,83	85,28
Contenido de humedad (W%)	16,62	20,59	17,21	24,92	17,57	27,98
Agua absorbido (%)	3,97		7,71		10,41	

Fuente: Autor

Tabla 128: Ensayo de CRB (Carga – penetración) abscisa 3+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Cavilanes Ilbay														
Abscisa: 3+000														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. plg 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	166,8	122,6			96,4	70,8			70,5	51,8		
1	0	50	218,9	160,8			133,5	98,1			89,8	65,98		
1	30	75	287,9	211,5			173,8	127,7			106,8	78,47		
2	0	100	315,6	231,9	231,9	23,2	192,3	141,3	141,3	14,1	133,3	97,94	97,94	9,8
3	0	150	476,9	350,4			328,3	241,2			213,3	156,7		
4	0	200	649,8	477,4			449,7	330,4			306,2	225		
5	0	250	793,8	583,2			586,5	430,9			383,6	281,9		
6	0	300	919,8	675,8			679,8	499,5			453,3	333,1		
8	0	400	1139,5	837,3			873,8	642,0			533,2	391,8		
10	0	500	1313,8	965,3			993,4	729,9			571,8	420,1		
CBR corregido						23,2					14,1			

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 129: Ensayo de CBR abscisa 3+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 3+500						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó	Antes del remojó	Después del remojó
Suelo húmedo + molde (gr)	10366	10487	9383	9827	10120	10584
Peso del molde (gr)	6454	6454	5801	5801	6772	6772
Peso suelo húmedo (gr)	3912	4033	3582	4026	3348	3812
Volumen del suelo (cm ³)	2226,6	2226,6	2279,6	2279,6	2256,4	2256,4
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,757	1,811	1,571	1,766	1,484	1,689
Densidad seca (gr/cm ³)	1,365	1,345	1,300	1,270	1,195	1,181
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,355		1,285		1,188	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	115,97	138,13	134,41	119,59	146,24	117,41
Peso seco + recipiente (gr)	97,07	110,47	115,16	94,62	122,73	90,08
Peso del recipiente (gr)	31,31	30,76	23,11	30,68	25,55	26,67
Peso del agua (gr)	18,9	27,66	19,25	24,97	23,51	27,33
Peso de la muestra seca (gr)	65,76	79,71	92,05	63,94	97,18	63,41
Contenido de humedad (W%)	28,74	34,70	20,91	39,05	24,19	43,10
Agua absorbido (%)	5,96		18,14		18,91	

Fuente: Autor

Tabla 130: Ensayo de CBR (Carga – penetración) abscisa 3+500

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANTA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay														
Abscisa: 3+500														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. p/g 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/p/g ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/p/g ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/p/g ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	206,5	151,7			128,9	94,7			75,8	55,69		
1	0	50	298,6	219,4			179,3	131,7			102,7	75,46		
1	30	75	388,8	285,7			222,9	163,8			123,3	90,6		
2	0	100	469,9	345,3	345,3	34,5	259,3	190,5	190,5	19,1	146,6	107,7	107,7	10,8
3	0	150	539,8	396,6			319,1	234,5			233,9	171,9		
4	0	200	610,5	448,6			375,3	275,8			276,7	203,3		
5	0	250	638,3	469,0			426,7	313,5			319,6	234,8		
6	0	300	683,6	502,3			477,5	350,8			342,2	251,4		
8	0	400	734,3	539,5			571,3	419,8			405,2	297,7		
10	0	500	802,6	589,7			673,3	494,7			454,8	334,2		
CBR corregido						34,5					19,1			

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

Tabla 131: Ensayo de CBR abscisa 4+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"						
Ubicación: Cantón Mocha			Fecha: 21/02/2022			
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay						
Abscisa: 4+000						
ENSAYO CBR						
# Molde	1		2		3	
# Capas	5		5		5	
# Golpes	56		27		11	
Condición	Antes remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo	Antes del remojo	Después del remojo
Suelo húmedo + molde (gr)	10695	10834	9863	10143	10118	10421
Peso del molde (gr)	6467	6467	5809	5965,5	6782	5775
Peso suelo húmedo (gr)	4228	4367	4054	4177,5	3336	4646
Volumen del suelo (cm ³)	2274,3	2274,3	2310,1	2310,1	2274,3	2274,3
Densidad Húmeda (gr/cm³)	1,859	1,920	1,755	1,808	1,467	2,043
Densidad seca (gr/cm ³)	1,594	1,592	1,497	1,448	1,248	1,596
Densidad seca promedio (gr/cm³)	1,593		1,472		1,422	
Contenido de humedad						
Recipiente número	1	2	3	4	5	6
Peso húmedo + recipiente (gr)	141,51	147,53	114,58	192,12	131,74	133,38
Peso seco + recipiente (gr)	125,06	127,61	101,29	160,14	116,66	109,52
Peso del recipiente (gr)	26,11	30,88	24,07	31,82	30,83	24,24
Peso del agua (gr)	16,45	19,92	13,29	31,98	15,08	23,86
Peso de la muestra seca (gr)	98,95	96,73	77,22	128,32	85,83	85,28
Contenido de humedad (W%)	16,62	20,59	17,21	24,92	17,57	27,98
Agua absorbido (%)	3,97		7,71		10,41	

Fuente: Autor

Tabla 132: Ensayo de CBR (Carga – penetración) abscisa 4+000

"MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA MARIANITA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA"														
Ubicación: Cantón Mocha							Fecha: 21/02/2022							
Responsable: Alex Daniel Gavilanes Ilbay														
Abscisa: 4+000														
ENSAYO DE CBR														
Ensayo Carga - penetración														
# Molde			#1				#2				#3			
Tiempo		Penetr. plg 10 ³	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectura dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)	Q. lectur a dial	Presiones (lb/plg ²)		CBR (%)
Min	Seg			Leída	Correg.			Leída	Correg.			Leída	Correg.	
		0	0,0	0,0			0,0	0,0			0,0	0		
0	30	25	135,8	99,8			87,2	64,1			32,5	23,88		
1	0	50	188,9	138,8			123,5	90,7			60,8	44,67		
1	30	75	232,9	171,1			153,8	113,0			96,8	71,12		
2	0	100	295,6	217,2	217,2	21,7	171,3	125,9	125,9	12,6	133,3	97,94	97,94	9,8
3	0	150	386,9	284,3			238,3	175,1			173,3	127,3		
4	0	200	495,9	364,4			319,7	234,9			233,2	171,3		
5	0	250	583,8	428,9			406,5	298,7			283,6	208,4		
6	0	300	678,8	498,8			479,8	352,5			323,3	237,5		
8	0	400	799,5	587,4			543,8	399,6			383,2	281,6		
10	0	500	863,8	634,7			573,4	421,3			401,8	295,2		
CBR corregido						21,7					12,6	9,8		

PRESIÓN VS PENETRACIÓN

DENSIDAD VS CBR

Fuente: Autor

ANEXO 4
ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS

Tabla 133: Análisis de precios unitarios Rubro 1

RUBRO: **REPLANTEO Y NIVELACIÓN (EQUIPO TOPOGRÁFICO)**

DETALLE: - UNIDAD: **km**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				11,4286	11,25
EQUIPO TOPOGRÁFICO (ESTACION TOTAL)	1,00	10,00	10,0000	11,4286	114,29
SUBTOTAL EQUIPOS :					125,54

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	(CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN (EST. OCUP. E2)		2,00	3,83	7,6600	11,4286	87,54
CADENERO (EST. OCUP. D2)		2,00	3,87	7,7400	11,4286	88,46
TOPÓGRAFO EST. OCUP. C1		1,00	4,29	4,2900	11,4286	49,03
SUBTOTAL MANO DE OBRA :						225,03

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
ESTACAS DE MADERA	U	10,00	0,5000	5,00
CLAVOS	Kg	1,00	1,5000	1,50
PINTURA ESMALTE	GLN	0,05	17,0000	0,85
MOJONES DE HORMIGON	U	1,00	8,0000	8,00
SUBTOTAL MATERIALES :				15,35

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE:				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	365,92
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	73,18
OTROS INDIRECTOS 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	439,10
VALOR OFERTADO US\$:	439,10

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 134: Análisis de precios unitarios Rubro 2

RUBRO: LIMPIEZA Y DESBROCE

DETALLE: - UNIDAD: Ha

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				5,3333	3,66
EXCAVADORA	1,00	40,00	40,0000	5,3333	213,33
VOLQUETA 8 M3	1,00	25,00	25,0000	5,3333	133,33
SUBTOTAL EQUIPOS :					350,33
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN (EST. OCUP. E2)	1,00	3,83	3,8300	5,3333	20,43
OPERADOR EXCAVADORA (EST. OCUP. C1 GRUPO)	1,00	4,29	4,2900	5,3333	22,88
CHOFER VOLQUETES (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	5,3333	29,97
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					73,28
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL MATERIALES :					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE :					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	423,61
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00% 84,72
OTROS INDIRECTOS	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	508,33
VALOR OFERTADO US\$:	508,33

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 135: Análisis de precios unitarios Rubro 3

RUBRO: **EXCAVACIÓN EN SUELO SIN CLASIFICAR**

DETALLE: - UNIDAD: **m3**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0178	0,01
EXCAVADORA	1,00	40,00	40,0000	0,0178	0,71
VOLQUETA 8 M3	3,00	25,00	75,0000	0,0178	1,34
SUBTOTAL EQUIPOS :					2,06

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	(CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN (EST. OCUP. E2)		1,00	3,83	3,8300	0,0178	0,07
OPERADOR EXCAVADORA (EST. OCUP. C1 GRUPO		1,00	4,29	4,2900	0,0178	0,08
CHOFER VOLQUETES (EST. OCUP. C1)		1,00	5,62	5,6200	0,0178	0,10
SUBTOTAL MANO DE OBRA :						0,24

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL MATERIALES :				0,00

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,30
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00% 0,46
OTROS INDIRECTOS	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,76
VALOR OFERTADO US\$:	2,76

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 136: Análisis de precios unitarios Rubro 4

RUBRO: **RELLENO COMPACTADO CON MATERIAL PROPIO**

DETALLE: - UNIDAD: **m3**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0200	0,02
RODILLO LISO VIBRATORIO 100HP	1,00	30,00	30,0000	0,0200	0,60
TANQUERO DE AGUA 6000LTS	1,00	30,00	30,0000	0,0200	0,60
MOTONIVELADORA 125HP	1,00	40,00	40,0000	0,0200	0,80
SUBTOTAL EQUIPOS :					2,02

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR RODILLO (EST. OCUP. C2 GRUPO II)	1,00	4,09	4,0900	0,0200	0,08
CHOFER TANQUEROS (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	0,0200	0,11
PEÓN (EST. OCUP. E2)	2,00	3,83	7,6600	0,0200	0,15
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,35

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL MATERIALES :				0,00

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	2,36
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%
OTROS INDIRECTOS	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	2,84
VALOR OFERTADO US\$:	2,84

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 137: Análisis de precios unitarios Rubro 5

RUBRO: ACABADO DE OBRA BÁSICA

DETALLE: - UNIDAD: m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0020	0,00
MOTONIVELADORA 125HP	1,00	35,00	35,0000	0,0020	0,07
RODILLO LISO VIBRATORIO 100HP	1,00	30,00	30,0000	0,0020	0,06
TANQUERO DE AGUA 6000LTS	1,00	20,00	20,0000	0,0020	0,04
SUBTOTAL EQUIPOS :					0,17

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OPERADOR MOTONIVELADORA (EST. OCUP. C1 GRUPO I)	1,00	4,29	4,2900	0,0020	0,01
OPERADOR RODILLO (EST. OCUP. C2 GRUPO II)	1,00	4,09	4,0900	0,0020	0,01
CHOFER TANQUEROS (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	0,0020	0,01
AYUDANTE DE MAQUINARIA (Est. Ocup. D2)	1,00	3,93	3,9300	0,0020	0,01
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,04

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
AGUA	M3	0,5000	0,5000	0,25
SUBTOTAL MATERIALES :				0,25

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%
OTROS INDIRECTOS	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,55
VALOR OFERTADO US\$:	0,55

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 138: Análisis de precios unitarios Rubro 6

RUBRO: **BASE CLASE 4 e=15 cm**

DETALLE: - UNIDAD: **m3**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0133	0,03
MOTONIVELADORA 125HP	1,00	40,00	40,0000	0,0133	0,53
RODILLO LISO VIBRATORIO 100HP	1,00	30,00	30,0000	0,0133	0,40
TANQUERO DE AGUA 6000LTS	1,00	30,00	30,0000	0,0133	0,40
VOLQUETA 8 M3	2,00	25,00	50,0000	0,0133	0,67
SUBTOTAL EQUIPOS :					2,02

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RESIDENTE DE OBRA (EST. OCUP. B1)	1,00	4,31	4,3100	0,0133	0,06
OPERADOR MOTONIVELADORA (EST. OCUP. C1 GRUPO I)	1,00	4,29	4,2900	0,0133	0,06
OPERADOR RODILLO (EST. OCUP. C2 GRUPO II)	1,00	4,09	4,0900	0,0133	0,05
CHOFER TANQUEROS (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	0,0133	0,07
AYUDANTE DE MAQUINARIA (Est. Ocup. D2)	1,00	3,93	3,9300	0,0133	0,05
PEÓN (EST. OCUP. E2)	3,00	3,83	11,4900	0,0133	0,15
CHOFER VOLQUETES (EST. OCUP. C1)	2,00	5,62	11,2400	0,0133	0,15
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,60

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
AGUA	M3	0,20	0,5000	0,10
MATERIAL DE BASE CLASE IV	M3	1,20	8,2000	9,84
SUBTOTAL MATERIALES :				9,94

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	12,56
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	2,51
OTROS INDIRECTOS 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	15,08
VALOR OFERTADO US\$:	15,08

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 139: Análisis de precios unitarios Rubro 7

RUBRO: SUBBASE CLASE 3 e=20 cm

DETALLE: - UNIDAD: m3

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0133	0,03
MOTONIVELADORA 125HP	1,00	40,00	40,0000	0,0133	0,53
RODILLO LISO VIBRATORIO 100HP	1,00	30,00	30,0000	0,0133	0,40
TANQUERO DE AGUA 6000LTS	1,00	30,00	30,0000	0,0133	0,40
VOLQUETA 8 M3	2,00	25,00	50,0000	0,0133	0,67
SUBTOTAL EQUIPOS :					2,02

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RESIDENTE DE OBRA (EST. OCUP. B1)	1,00	4,31	4,3100	0,0133	0,06
OPERADOR MOTONIVELADORA (EST. OCUP. C1 GRUPO I)	1,00	4,29	4,2900	0,0133	0,06
OPERADOR RODILLO (EST. OCUP. C2 GRUPO II)	1,00	4,09	4,0900	0,0133	0,05
CHOFER TANQUEROS (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	0,0133	0,07
AYUDANTE DE MAQUINARIA (Est. Ocup. D2)	1,00	3,93	3,9300	0,0133	0,05
PEÓN (EST. OCUP. E2)	3,00	3,83	11,4900	0,0133	0,15
CHOFER VOLQUETES (EST. OCUP. C1)	2,00	5,62	11,2400	0,0133	0,15
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,60

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
AGUA	M3	0,1000	0,5000	0,05
MATERIAL DE SUB BASE CLASE 3	M3	1,2000	5,9000	7,08
SUBTOTAL MATERIALES :				7,13

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE:				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	9,75
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	1,95
OTROS INDIRECTOS 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	11,70
VALOR OFERTADO US\$:	11,70

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 140: Análisis de precios unitarios Rubro 8

RUBRO: ASFALTO PARA IMPRIMACIÓN 1.50 litros/m²

DETALLE: - UNIDAD: lt

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0001	0,0001
BARREDORA AUTOPROPULSADA 50HP	1,00	25,00	25,0000	0,0001	0,0025
DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS 300HP	1,00	30,00	30,0000	0,0001	0,0030
SUBTOTAL EQUIPOS :					0,01

MANO DE OBRA						
DESCRIPCIÓN	(CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
OP. BARREDORA AUTOPROPUL. (EST. OCUP. C2 GRUPO II)		1,00	4,09	4,0900	0,0001	0,0004
DISTRIBUIDOR DE ASFALTOS (EST. OCUP. C2 GRUPO II)		1,00	4,09	4,0900	0,0001	0,0004
PEÓN (EST. OCUP. E2)		1,00	3,83	3,8300	0,0001	0,0004
SUBTOTAL MANO DE OBRA :						0,00

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
ASFALTO MC PARA IMPRIMACIÓN (SEGÚN ESPECIFICACIONES)	LTS	0,7000	0,4200	0,2940
DIESEL	Lts	0,3000	0,5300	0,1590
SUBTOTAL MATERIALES :				0,45

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%
OTROS INDIRECTOS	0,00%
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,55
VALOR OFERTADO US\$:	0,55

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 141: Análisis de precios unitarios Rubro 9

RUBRO : CAPA DERODADURA DE HORMIGÓN ASFÁLTICO MEZCLADO EN PLANTA e=5cm

DETALLE: - UNIDAD : m2

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0080	0,03
PLANTA ASFALTOS 90TON/H	1,00	150,00	150,0000	0,0080	1,20
CARGADORA SOBRE RUEDAS	1,00	35,00	35,0000	0,0080	0,28
TERMINADORA DE ASFALTO (FINISHER) 120HP	1,00	65,00	65,0000	0,0080	0,52
RODILLO NEUMÁTICO 80HP	1,00	25,00	25,0000	0,0080	0,20
RODILLO LISO TANDEM	1,00	25,00	25,0000	0,0080	0,20
VOLQUETA 8 M3	1,00	25,00	25,0000	0,0080	0,20
SUBTOTAL EQUIPOS :					2,63

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
RESIDENTE DE OBRA (EST. OCUP. B1)	1,00	4,31	4,3100	0,0080	0,03
OPERADOR PLANTA ASFÁLTICA (EST. OCUP. C1 GRUPO I)	1,00	4,29	4,2900	0,0080	0,03
OPERADOR CARGADORA FRONTAL (EST. OCUP. C1 GRUPO I)	1,00	4,29	4,2900	0,0080	0,03
OP. ACABADORA DE PAVIMENTO ASFÁLTICO (EST. OCUP. C2)	1,00	4,09	4,0900	0,0080	0,03
OPERADOR RODILLO (EST. OCUP. C2 GRUPO II)	2,00	4,09	8,1800	0,0080	0,07
PEÓN (EST. OCUP. E2)	12,00	3,83	45,9600	0,0080	0,37
CHOFER VOLQUETES (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	0,0080	0,04
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,61

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
ARENA PARA ASFALTO	M3	0,0350	12,0000	0,42
MATERIAL TRITURADO PARA CARPETA	M3	0,0350	12,0000	0,42
ASFALTO AC 20 (SEGÚN ESPECIFICACIONES)	KG	7,4000	0,3200	2,37
DIESEL	Lts	0,8500	0,4600	0,39
SUBTOTAL MATERIALES :				3,60

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	6,84
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	1,37
OTROS INDIRECTOS 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	8,21
VALOR OFERTADO US\$:	8,21

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 142: Análisis de precios unitarios Rubro 10

RUBRO : **HORMIGÓN SIMPLE F'c=210 KG/CM2, (Cabezales, muros de ala, muros de contención y Alcant). Incl. Encofrado**

DETALLE: - UNIDAD : **m3**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,1000	0,14
CONCRETERA UN SACO	1,00	3,70	3,7000	0,1000	0,37
VIBRADOR PARA HORMIGÓN	1,00	2,50	2,5000	0,1000	0,25
SUBTOTAL EQUIPOS :					0,76
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
MAES. MAYOR. O.C. (EST. OCUP. C1)	1,00	4,29	4,2900	0,1000	0,43
ALBAÑIL (EST. OCUP. D2)	2,00	3,87	7,7400	0,1000	0,77
PEÓN (EST. OCUP. E2)	4,00	3,83	15,3200	0,1000	1,53
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					2,74
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
CEMENTO PORTLAND	Kg	350,00	0,1580	55,30	
ARENA (SEGÚN ESPECIFICACIONES)	M3	0,65	13,0000	8,45	
RIPIO (SEGÚN ESPECIFICACIONES)	M3	0,85	15,0000	12,75	
AGUA	M3	0,20	0,5000	0,10	
TABLA DE ENCOFRADO	U	4,00	2,2500	9,00	
CLAVOS	Kg	0,50	1,8000	0,90	
ALAMBRE DE AMARRE	Kg	0,25	2,0500	0,51	
PINGOS	U	2,00	1,7000	3,40	
SUBTOTAL MATERIALES :					90,41
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE :					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	93,90
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	18,78
OTROS INDIRECTOS 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	112,69
VALOR OFERTADO US\$:	112,69

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 143: Análisis de precios unitarios Rubro 11

RUBRO : **HORMIGÓN SIMPLE F'c=180kg/cm2 (CUNETAS) INCL. ENCOFRADO**

DETALLE : - UNIDAD : **m3**

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0842	0,13
CONCRETERA UN SACO	1,00	3,70	3,7000	0,0842	0,31
VIBRADOR PARA HORMIGÓN	1,00	2,50	2,5000	0,0842	0,21
SUBTOTAL EQUIPOS :					0,65

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
MAES. MAYOR. O.C. (EST. OCUP. C1)	1,00	4,29	4,2900	0,0842	0,36
ALBAÑIL (EST. OCUP. D2)	2,00	3,87	7,7400	0,0842	0,65
PEÓN (EST. OCUP. E2)	5,00	3,83	19,1500	0,0842	1,61
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					2,63

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
CEMENTO PORTLAND	Kg	310,00	0,1580	48,98
ARENA (SEGÚN ESPECIFICACIONES)	M3	0,65	13,0000	8,45
RIPIO (SEGÚN ESPECIFICACIONES)	M3	0,85	15,0000	12,75
AGUA	M3	0,20	0,5000	0,10
TABLA DE ENCOFRADO	U	4,00	2,2500	9,00
CLAVOS	Kg	0,50	1,8000	0,90
SUBTOTAL MATERIALES :				80,18

TRANSPORTE				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B
SUBTOTAL TRANSPORTE :				0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)		83,46
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00%	16,69
OTROS INDIRECTOS	0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO		100,15
VALOR OFERTADO US\$:		100,15

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 144: Análisis de precios unitarios Rubro 12

RUBRO : PROV. E INSTALACIÓN ALCANTARILLA METÁLICA ÁRMICO PM-100 GALVANIZADO D=1.20 m, e=2.50 mm.

DETALLE: - UNIDAD: M

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA) EXCAVADORA	1,00	40,00	40,0000	0,1905 0,1905	0,23 7,62
SUBTOTAL EQUIPOS :					7,85

MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
PEÓN (EST. OCUP. E2)	3,00	3,83	11,4900	0,1905	2,19
MAES. MAYOR. O.C. (EST. OCUP. C1)	1,00	4,29	4,2900	0,1905	0,82
ALBAÑIL (EST. OCUP. D2)	1,00	3,87	3,8700	0,1905	0,74
OPERADOR EXCAVADORA (EST. OCUP. C1 GRUPO I)	1,00	4,29	4,2900	0,1905	0,82
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					4,56

MATERIALES				
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B
ALCANTARILLA METÁLICA ÁRMICO PM-100 GALVANIZADO D=1.20 m, e=2.50 mm.	M	1,00	136,3000	136,30
SUBTOTAL MATERIALES :				136,30

TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE:					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	148,71
INDIRECTOS Y UTILIDADES	20,00% 29,74
OTROS INDIRECTOS	0,00% 0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	178,45
VALOR OFERTADO US\$:	178,45

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

Tabla 145: Análisis de precios unitarios Rubro 13

RUBRO : TRANSPORTE DE MATERIAL DE EXCAVACIÓN

DETALLE : UNIDAD : m3-km REND (unidad/hora) 118,75 m3-km / hora

EQUIPOS					
DESCRIPCIÓN	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
HERRAMIENTA MENOR (5% DE MANO DE OBRA)				0,0084	0,00
VOLQUETA 8 M3	1,00	25,00	25,0000	0,0084	0,21
SUBTOTAL EQUIPOS :					0,21
MANO DE OBRA					
DESCRIPCIÓN (CATEGORÍA)	CANTIDAD A	JORNAL/HR B	COSTO HORA C=A*B	RENDIMIENTO R	COSTO D=C*R
CHOFER VOLQUETES (EST. OCUP. C1)	1,00	5,62	5,6200	0,0084	0,05
SUBTOTAL MANO DE OBRA :					0,05
MATERIALES					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	PRECIO UNIT. B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL MATERIALES :					0,00
TRANSPORTE					
DESCRIPCIÓN	UNIDAD	CANTIDAD A	TARIFA B	COSTO C=A*B	
SUBTOTAL TRANSPORTE :					0,00

TOTAL COSTO DIRECTO (M+N+O+P)	0,26
INDIRECTOS Y UTILIDADES 20,00%	0,05
OTROS INDIRECTOS 0,00%	0,00
COSTO TOTAL DEL RUBRO	0,31
VALOR OFERTADO US\$:	0,31

NOTA: LOS PRECIOS NO INCLUYEN IVA

Fuente: Autor

ANEXO 5
VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO

Tabla 146: Volúmenes de corte y relleno

VOLÚMENES DE CORTE Y RELLENO						
Abscisa	Área relleno	Área corte	Volumen relleno	Volumen corte	V. acumulado relleno	V. acumulado corte
0+000.00	0,09	0,6	0	0	0	0
0+020.00	6,50	0	65,94	6,10	65,94	6,1
0+040.00	15,43	0	218,3	0	284,24	6,1
0+060.00	5,18	0,03	204,33	0,36	488,57	6,46
0+080.00	1,02	2,42	62,04	24,51	550,61	30,98
0+100.00	0	3,81	10,2	62,23	560,81	93,2
0+120.00	6,30	1,49	63,04	53,01	623,84	146,21
0+140.00	14,31	0,78	208,19	22,35	832,03	168,56
0+160.00	0	6,61	146,95	72,69	978,98	241,24
0+180.00	0	22,08	0,02	286,22	979	527,46
0+200.00	0	13,63	0	357,08	979	884,54
0+220.00	0	12,36	0	259,6	979	1144,14
0+240.00	0	17,7	0	295,59	979	1439,73
0+260.00	0	15,85	0	331,93	979	1771,67
0+280.00	11,52	0,04	115,75	158,63	1094,75	1930,3
0+300.00	17,65	0	291,69	0,37	1386,44	1930,67
0+320.00	3,88	0,43	216,18	4,20	1602,61	1934,87
0+340.00	0,06	2,7	40,42	30,59	1643,03	1965,46
0+360.00	0	14,78	0,64	174,19	1643,67	2139,65
0+380.00	0	32,02	0	467,96	1643,67	2607,61
0+400.00	0	43,57	0	755,87	1643,67	3363,47
0+420.00	0	46,85	0	904,14	1643,67	4267,62
0+440.00	0	43,78	0	906,3	1643,67	5173,92
0+460.00	0	33,74	0	775,17	1643,67	5949,09
0+480.00	0	16,48	0	500,89	1643,67	6449,98
0+500.00	0,98	0,21	9,78	166,83	1653,45	6616,82
0+520.00	14,31	0	152,95	2,12	1806,4	6618,94
0+540.00	20,92	0	353,11	0	2159,51	6618,94
0+560.00	5,91	0	268,66	0	2428,16	6618,94
0+580.00	0	8,31	59,11	83,11	2487,27	6702,05
0+600.00	0	19,74	0	280,51	2487,27	6982,56
0+620.00	0	18,05	0	377,9	2487,27	7360,47
0+640.00	0	11,6	0	296,4	2487,27	7656,86
0+660.00	0	9,38	0	209,81	2487,27	7866,68
0+680.00	0	26,02	0	354,01	2487,27	8220,68
0+700.00	0	34,11	0	600,62	2487,27	8821,3
0+720.00	0	45,9	0	797,25	2487,27	9618,55
0+740.00	0	49,29	0	951,91	2487,27	10570,46

0+760.00	0,20	12,17	2,06	610,93	2489,33	11181,39
0+780.00	10,7	0,06	110,23	119,76	2599,56	11301,15
0+800.00	0	8,19	107,01	82,43	2706,57	11383,57
0+820.00	0	25,31	0	334,96	2706,57	11718,53
0+840.00	0	15,59	0	408,97	2706,57	12127,5
0+860.00	0	9,32	0	246,56	2706,57	12374,06
0+880.00	0	1,97	0	110,86	2706,57	12484,92
0+900.00	0	3,19	0	51,17	2706,57	12536,08
0+920.00	0	7,18	0	103,66	2706,57	12639,74
0+940.00	0	9,75	0	169,28	2706,57	12809,02
0+960.00	0	2,34	0,03	120,94	2706,6	12929,97
0+980.00	0	2,54	0,03	48,84	2706,63	12978,81
1+000.00	1,58	3,35	16,1	57,26	2722,73	13036,06
1+020.00	7,08	0,18	87,07	34,21	2809,8	13070,27
1+040.00	13,64	0	207,21	1,78	3017	13072,06
1+060.00	19,97	0	336,16	0	3353,16	13072,06
1+080.00	26,57	0	465,41	0	3818,57	13072,06
1+100.00	16,03	0	425,96	0	4244,54	13072,06
1+120.00	15,33	0	313,63	0	4558,17	13072,06
1+140.00	18,11	0	334,47	0	4892,64	13072,06
1+160.00	18,65	0	367,6	0	5260,24	13072,06
1+180.00	23,02	0	416,72	0	5676,96	13072,06
1+200.00	23,46	0	464,89	0	6141,84	13072,06
1+220.00	34,69	0	579,8	0	6721,64	13072,06
1+240.00	24,91	0	595,96	0	7317,6	13072,06
1+260.00	34,83	0	597,38	0	7914,98	13072,06
1+280.00	30,08	0	649,14	0	8564,12	13072,06
1+300.00	16,53	0,16	466,16	1,62	9030,28	13073,68
1+320.00	19,52	0	361,09	1,61	9391,37	13075,28
1+340.00	17,72	0	372,37	0	9763,74	13075,28
1+360.00	13,41	0	311,24	0	10074,98	13075,28
1+380.00	9,20	0	226,09	0	10301,07	13075,28
1+400.00	5,30	0	145,03	0	10446,1	13075,28
1+420.00	1,80	0,19	70,98	1,91	10517,08	13077,19
1+440.00	0	6,48	18,16	66,14	10535,23	13143,34
1+460.00	0	6,13	0	125,46	10535,23	13268,79
1+480.00	0,08	4,27	0,78	103,97	10536,02	13372,77
1+500.00	4,99	1,52	50,7	57,96	10586,72	13430,72
1+520.00	12,15	0	171,43	15,35	10758,15	13446,08
1+540.00	9,19	0,19	212,78	2,06	10970,93	13448,14
1+560.00	3,54	6,23	127,29	64,21	11098,22	13512,35
1+580.00	22,62	0	261,61	62,28	11359,83	13574,63
1+600.00	35,78	0	584,07	0	11943,89	13574,63
1+620.00	25,93	0	619,96	0	12563,85	13574,63

1+640.00	8,06	5,65	340,7	56,11	12904,55	13630,74
1+660.00	25,82	0	338,81	56,45	13243,36	13687,19
1+680.00	15,96	0	414,01	0	13657,37	13687,19
1+700.00	10,68	0	263,69	0	13921,05	13687,19
1+720.00	0,23	22,16	109,13	221,59	14030,18	13908,78
1+740.00	1,51	7,87	17,56	298,41	14047,74	14207,19
1+760.00	38,45	0	401,85	76,49	14449,59	14283,68
1+780.00	21,75	0	601,93	0	15051,52	14283,68
1+800.00	2,69	0,68	244,33	6,77	15295,85	14290,45
1+820.00	2,12	0,98	48,07	16,56	15343,93	14307,01
1+840.00	0	11,01	22,07	117,06	15366	14424,08
1+860.00	0	15,06	0	249,44	15366	14673,52
1+880.00	0,75	1,49	7,51	165,31	15373,51	14838,82
1+900.00	9,93	0,15	106,81	16,48	15480,32	14855,31
1+920.00	7,37	0,92	172,98	10,73	15653,3	14866,04
1+940.00	0	18,92	73,67	198,42	15726,97	15064,46
1+960.00	0	33,13	0	520,55	15726,97	15585,01
1+980.00	0	31,85	0	649,8	15726,97	16234,81
2+000.00	0	30,23	0	619,05	15726,97	16853,86
2+020.00	0	60,23	0	900,47	15726,97	17754,33
2+040.00	0	91,07	0	1508,17	15726,97	19262,5
2+060.00	0	112,5	0	2035,64	15726,97	21298,14
2+080.00	0	99,55	0	2120,51	15726,97	23418,64
2+100.00	0	126,34	0	2256,76	15726,97	25675,41
2+120.00	0	141,07	0	2669,02	15726,97	28344,42
2+140.00	0	146,93	0	2880,04	15726,97	31224,47
2+160.00	0	160,43	0	3073,63	15726,97	34298,1
2+180.00	0	184,63	0	3449,07	15726,97	37747,17
2+200.00	0	185,01	0	3696,37	15726,97	41443,54
2+220.00	0	161,27	0	3462,75	15726,97	44906,3
2+240.00	0	139,8	0	3004,64	15726,97	47910,94
2+260.00	0	148,7	0	2884,08	15726,97	50795,02
2+280.00	0	156,2	0	3048,97	15726,97	53843,99
2+300.00	0	156,04	0	3122,32	15726,97	56966,32
2+320.00	0	150,14	0	3061,24	15726,97	60027,56
2+340.00	0	156,14	0	3062,64	15726,97	63090,2
2+360.00	0	150,69	0	3068,34	15726,97	66158,54
2+380.00	0	140,6	0	2912,93	15726,97	69071,47
2+400.00	0	135,41	0	2760,11	15726,97	71831,58
2+420.00	0	137,26	0	2724,63	15726,97	74556,21
2+440.00	0	143,54	0	2805,44	15726,97	77361,65
2+460.00	0	137,72	0	2812,54	15726,97	80174,19
2+480.00	0	124,55	0	2622,6	15726,97	82796,8
2+500.00	0	119,97	0	2443,71	15726,97	85240,51

2+520.00	0	122,5	0	2407,81	15726,97	87648,32
2+540.00	0	105,62	0	2281,18	15726,97	89929,51
2+560.00	0	93,05	0	1986,61	15726,97	91916,12
2+580.00	0	90,18	0	1831,81	15726,97	93747,93
2+600.00	0	98,85	0	1882,22	15726,97	95630,15
2+620.00	0	77,84	0	1756,5	15726,97	97386,66
2+640.00	0	78,68	0	1565,19	15726,97	98951,84
2+660.00	0	87,52	0	1662	15726,97	100613,84
2+680.00	0	120,08	0	2076,04	15726,97	102689,88
2+700.00	0	115,71	0	2357,91	15726,97	105047,79
2+720.00	0	112,38	0	2283,85	15726,97	107331,64
2+740.00	0	129,61	0	2422,73	15726,97	109754,37
2+760.00	0	113,83	0	2434,43	15726,97	112188,79
2+780.00	0	103,47	0	2173,03	15726,97	114361,82
2+800.00	0	109,76	0	2132,34	15726,97	116494,16
2+820.00	0	99,85	0	2096,44	15726,97	118590,6
2+840.00	0	113,78	0	2137,24	15726,97	120727,84
2+860.00	0	141,05	0	2548,26	15726,97	123276,09
2+880.00	0	132,8	0	2738,51	15726,97	126014,6
2+900.00	0	116,34	0	2491,18	15726,97	128505,78
2+920.00	0	120,35	0	2365,87	15726,97	130871,65
2+940.00	0	116,81	0	2371,48	15726,97	133243,13
2+960.00	0	97,32	0	2137,69	15726,97	135380,81
2+980.00	0	95,5	0	1921,18	15726,97	137301,99
3+000.00	0	98,66	0	1941,47	15726,97	139243,46
3+020.00	0	69,59	0	1682,54	15726,97	140926
3+040.00	0	65,48	0	1349,83	15726,97	142275,84
3+060.00	0	82,38	0	1480,87	15726,97	143756,71
3+080.00	0	70,48	0	1528,64	15726,97	145285,35
3+100.00	0	56,77	0	1272,56	15726,97	146557,9
3+120.00	0	58,64	0	1152,23	15726,97	147710,14
3+140.00	0	63,7	0	1219,63	15726,97	148929,77
3+160.00	0	63,4	0	1271	15726,97	150200,77
3+180.00	0	92,25	0	1556,5	15726,97	151757,27
3+200.00	0	97,77	0	1903,17	15726,97	153660,43
3+220.00	0	75,12	0	1729,63	15726,97	155390,06
3+240.00	0	60,1	0	1351,67	15726,97	156741,73
3+260.00	0	50,45	0	1105,46	15726,97	157847,19
3+280.00	0	50,3	0	1007,53	15726,97	158854,72
3+300.00	0	49,14	0	994,39	15726,97	159849,1
3+320.00	0	51,89	0	1010,28	15726,97	160859,38
3+340.00	0	56,9	0	1089,31	15726,97	161948,69
3+360.00	0	64,29	0	1212,44	15726,97	163161,13
3+380.00	0	48,07	0	1123,61	15726,97	164284,74

3+400.00	0	49,42	0	974,88	15726,97	165259,62
3+420.00	0	62,71	0	1121,26	15726,97	166380,88
3+440.00	0	76,36	0	1392,33	15726,97	167773,22
3+460.00	0	57,52	0	1337,57	15726,97	169110,79
3+480.00	0	67,77	0	1251,45	15726,97	170362,23
3+500.00	0	73,79	0	1415,58	15726,97	171777,81
3+520.00	0	57,98	0	1317,67	15726,97	173095,48
3+540.00	0	30,77	0	887,47	15726,97	173982,95
3+560.00	0	20,79	0	515,54	15726,97	174498,49
3+580.00	0,15	2	1,45	227,84	15728,43	174726,32
3+582.25	0,64	1,24	0,88	3,64	15729,31	174729,97

Fuente: Autor

ANEXO 6

PLANOS

757600.000

757700.000

757800.000

757900.000

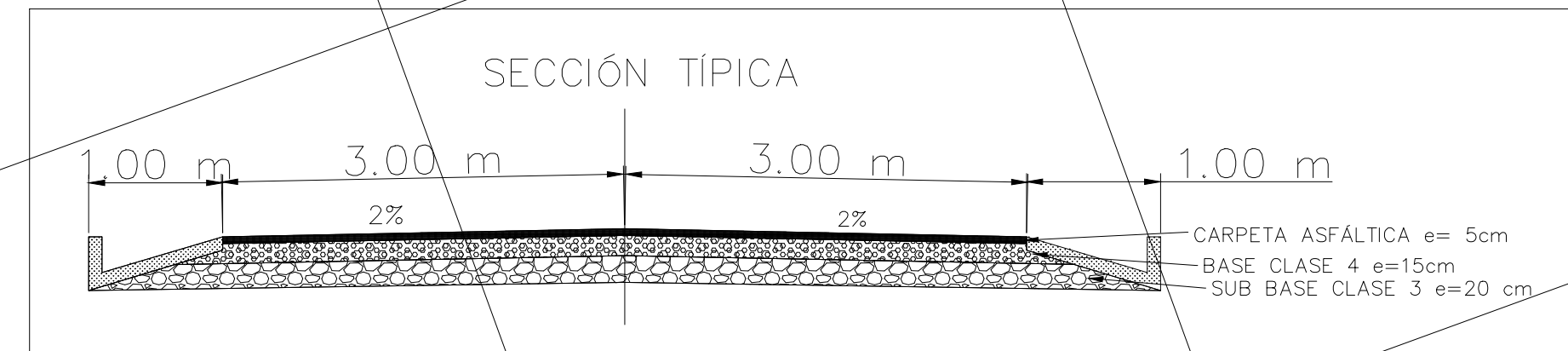
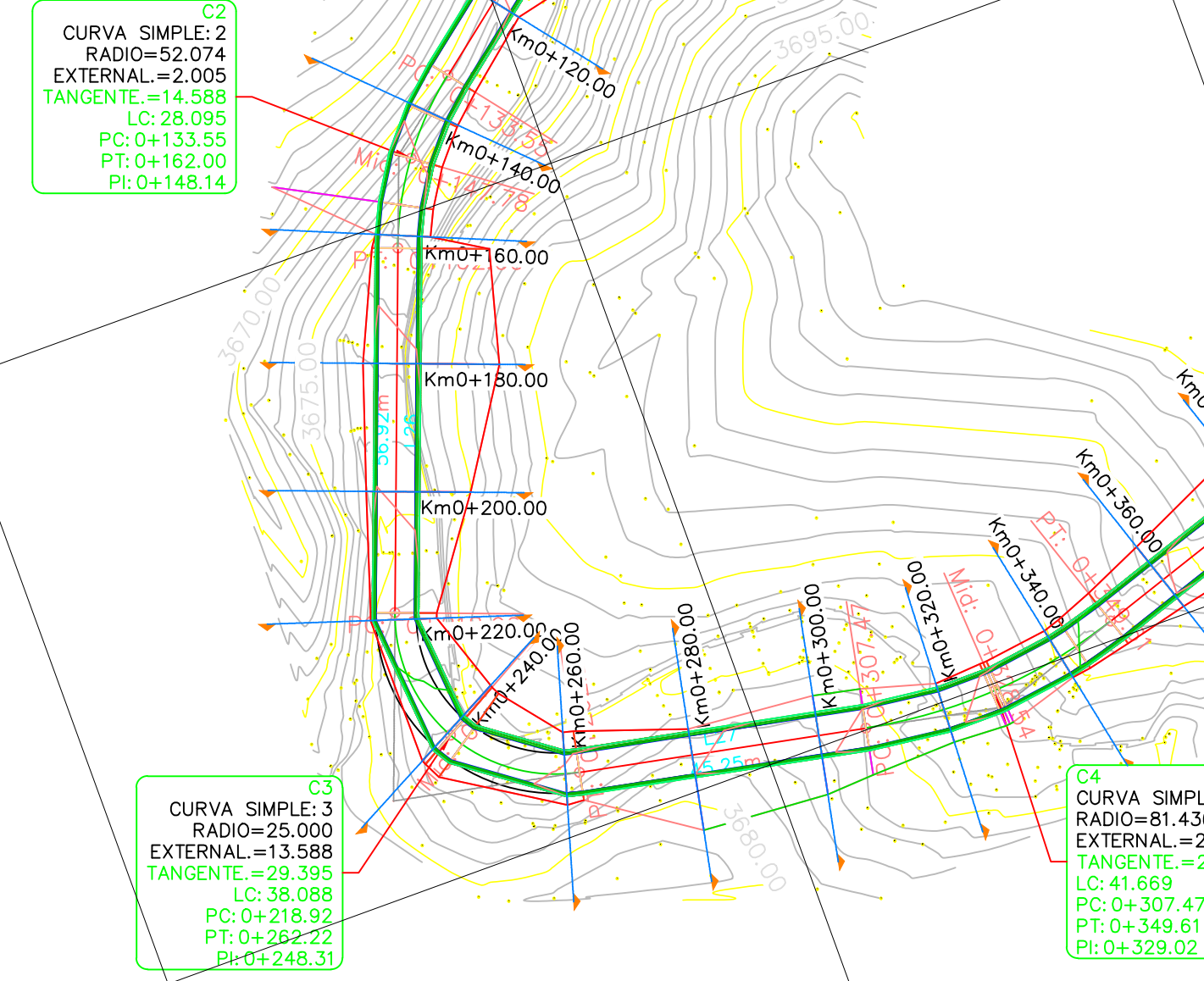
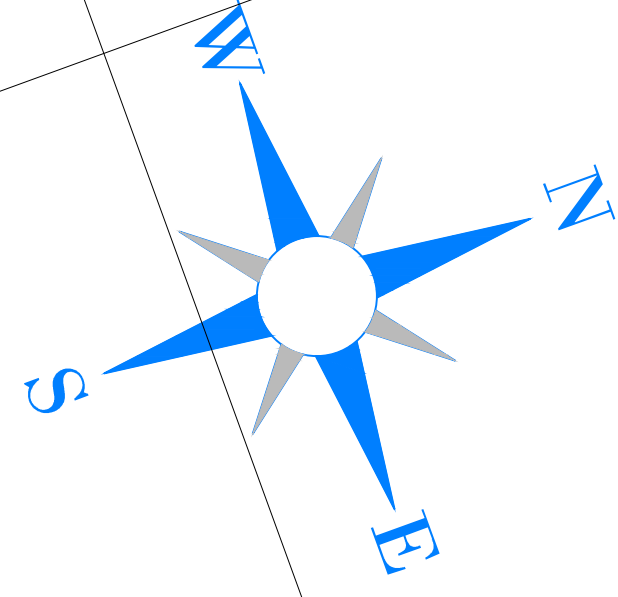
PLANTA ABCISA 0+000 - 1+000

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

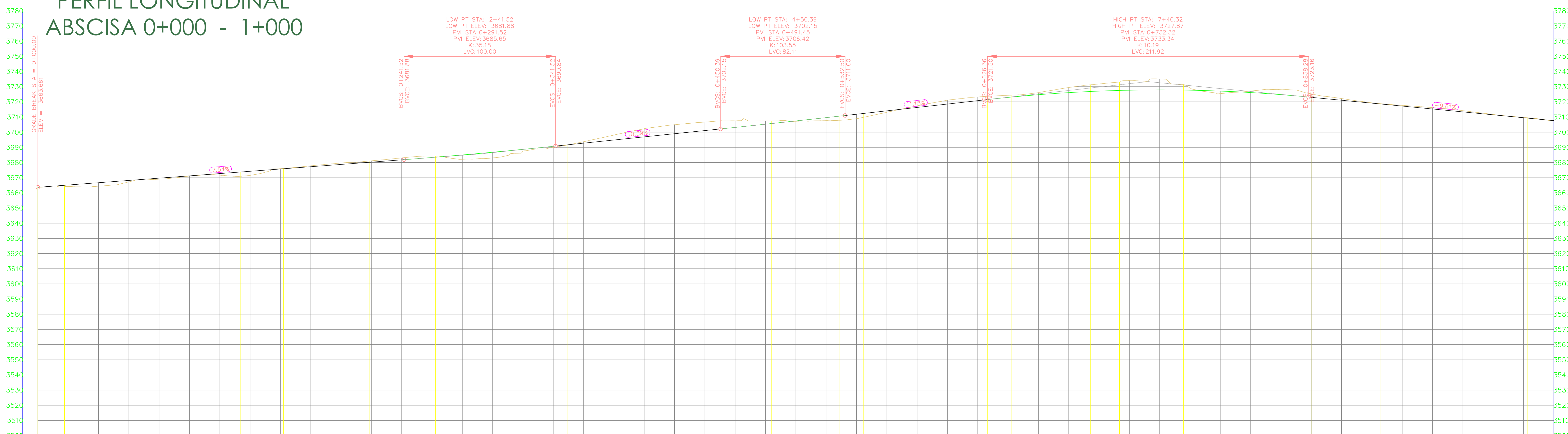
PROYECTO: MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHELCAPAMBA Y SANTA MARIANA DEL CAÑÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
UBICACIÓN: CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA
FECHA: NOVIEMBRE 2022

ELABORADO POR: Alex Daniel Gavilanes Estruina
REVISADO POR: ING. MG. MARISOL BAYAS DUCENNE TUDOR
CONTIENE: DISEÑO HORIZONTAL
DISEÑO VERTICAL
SECCIÓN TÍPICA

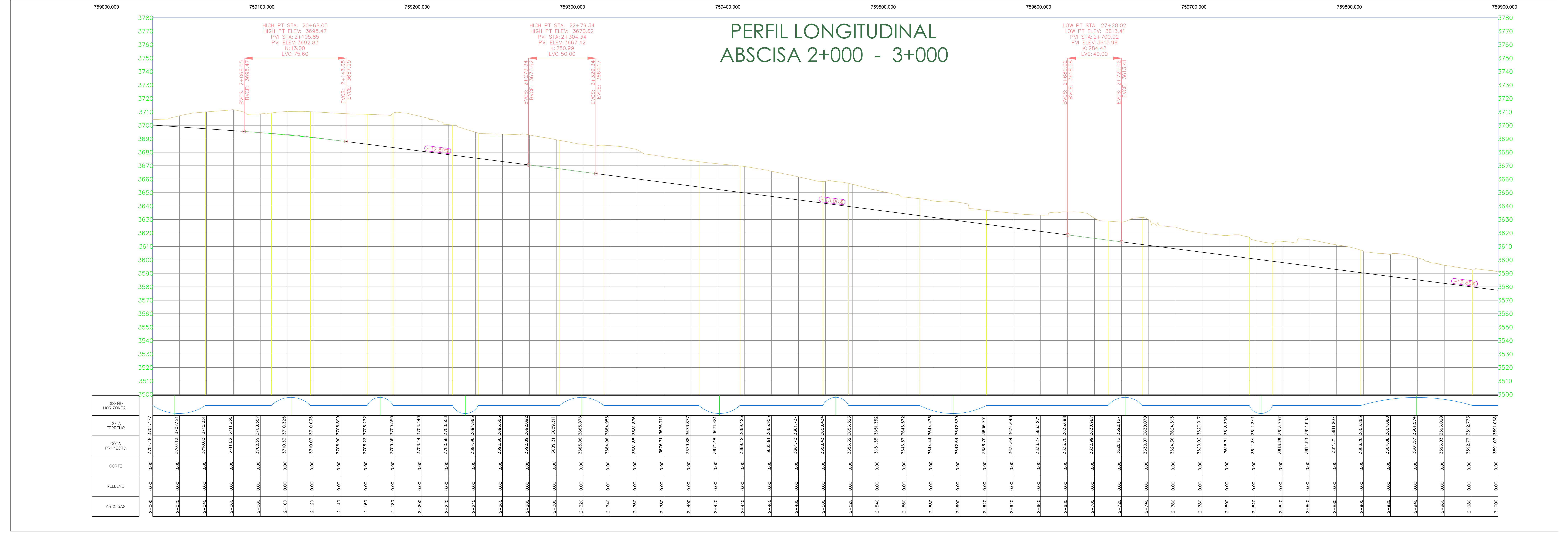
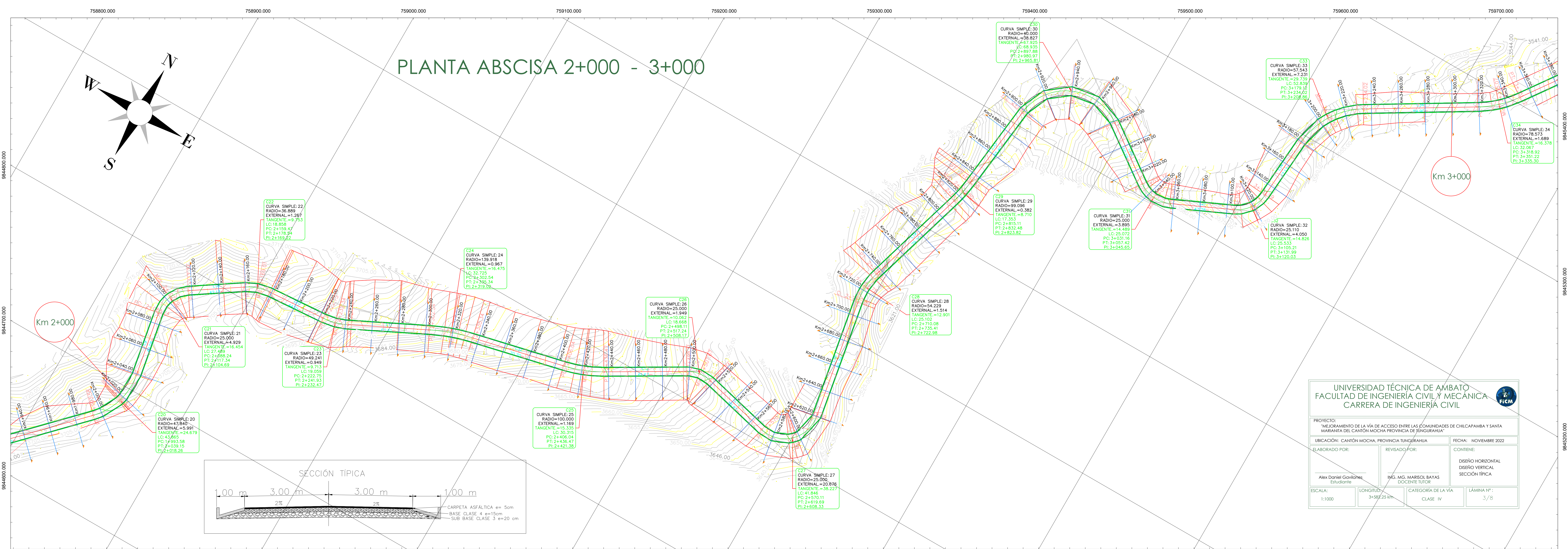
ESCALA: 1:1000
LONGITUD: 3+582.23 m
CATEGORÍA DE LA VÍA: CLASE IV
LÁMINA N°: 1/8



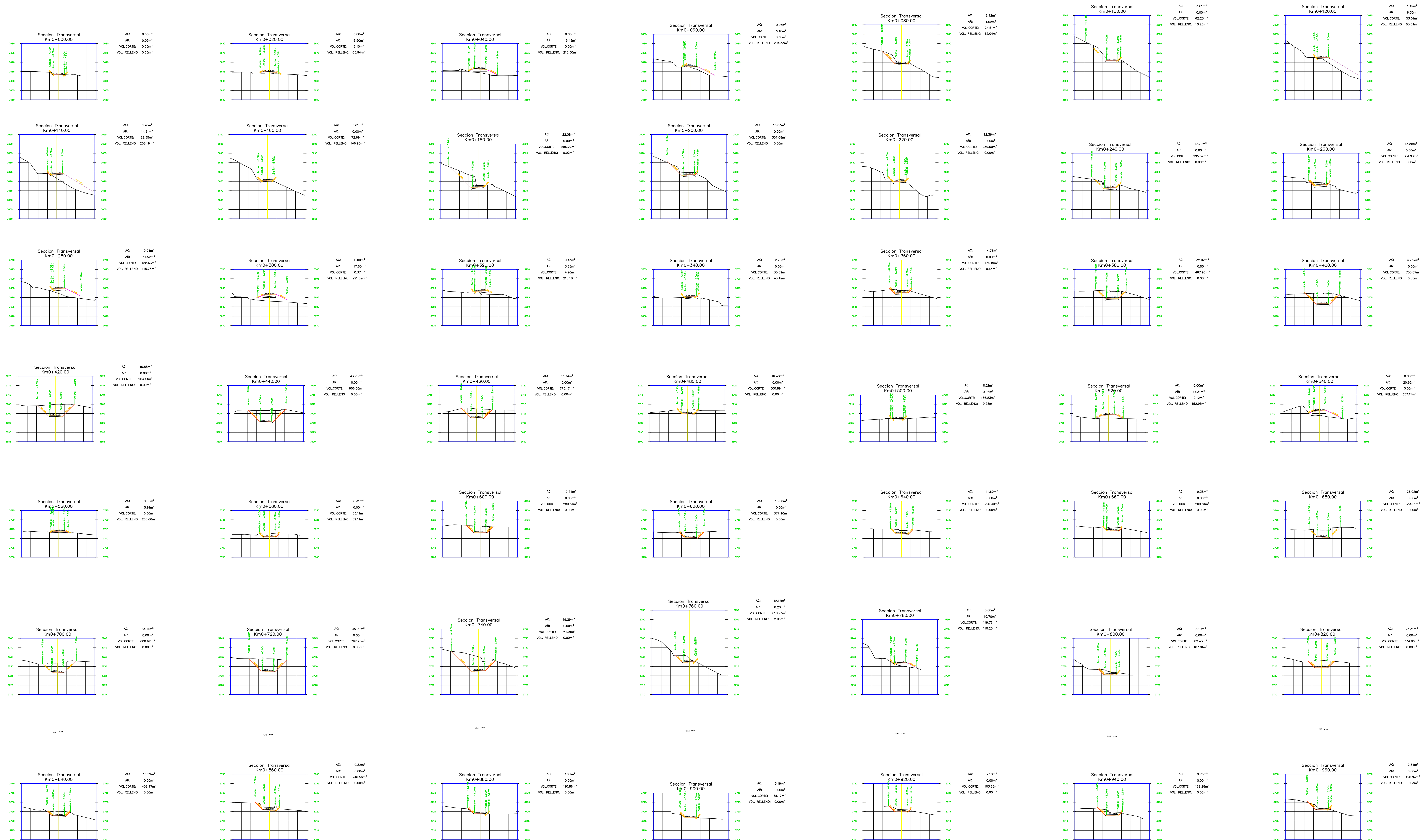
PERFIL LONGITUDINAL ABCISA 0+000 - 1+000



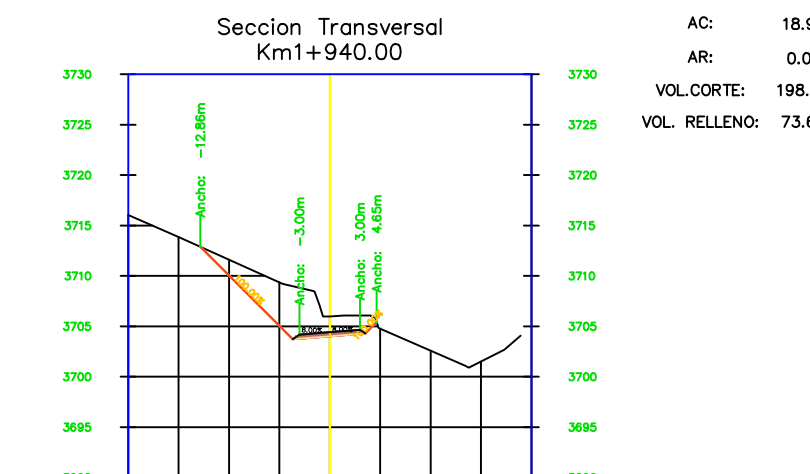
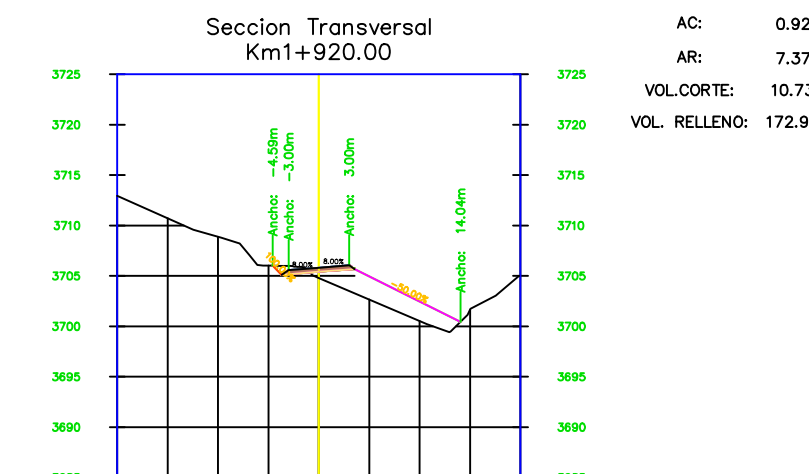
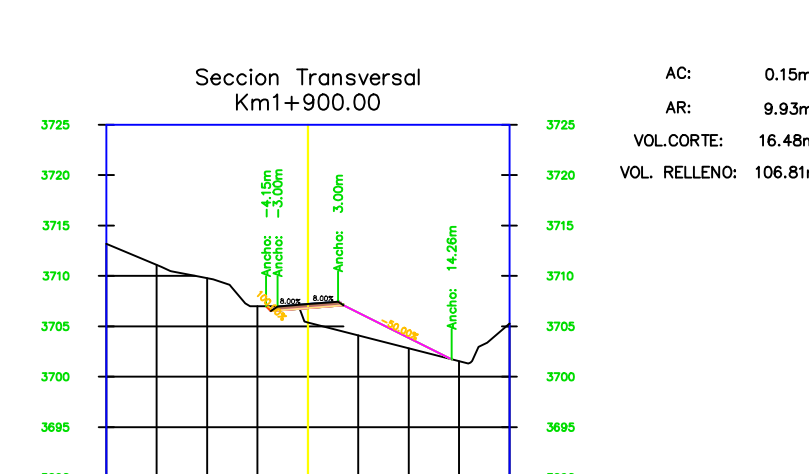
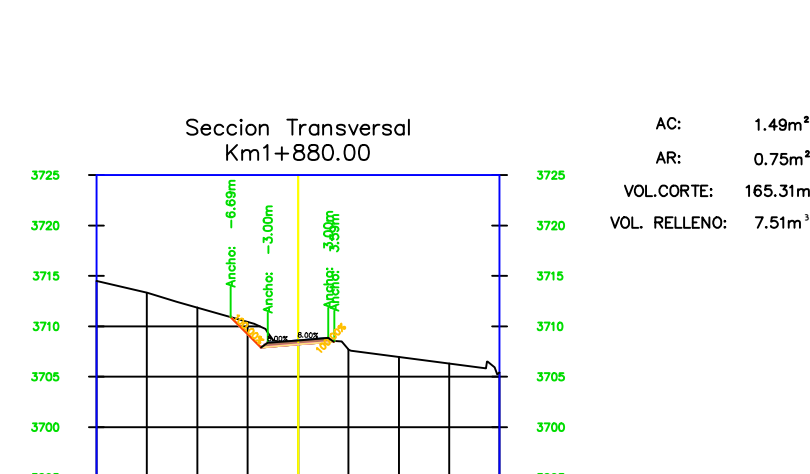
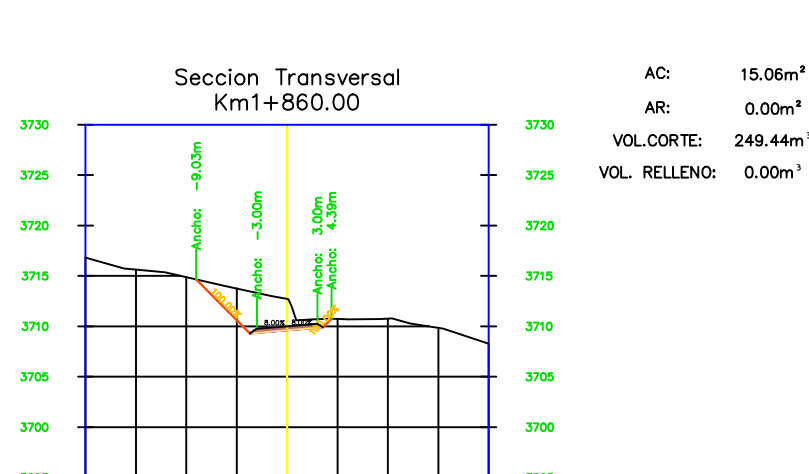
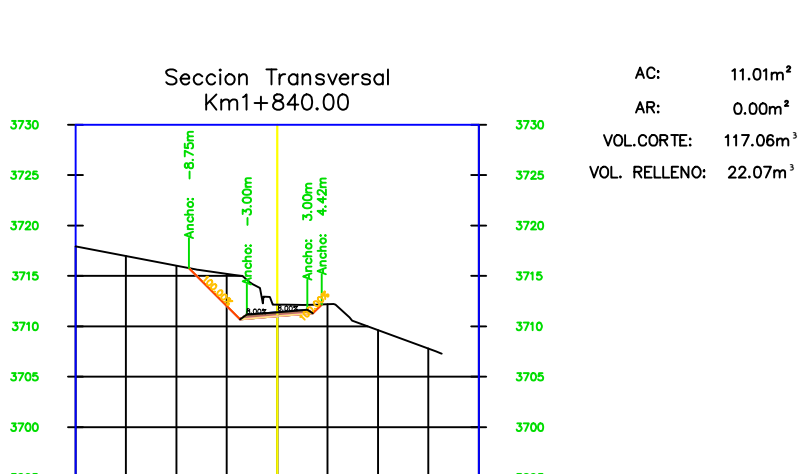
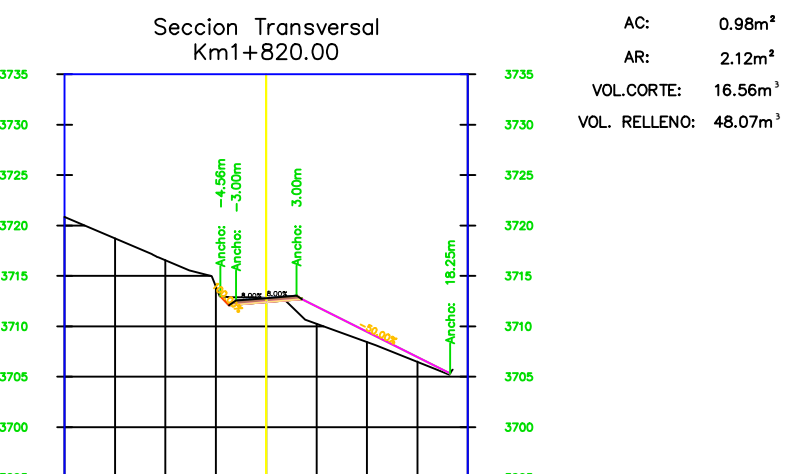
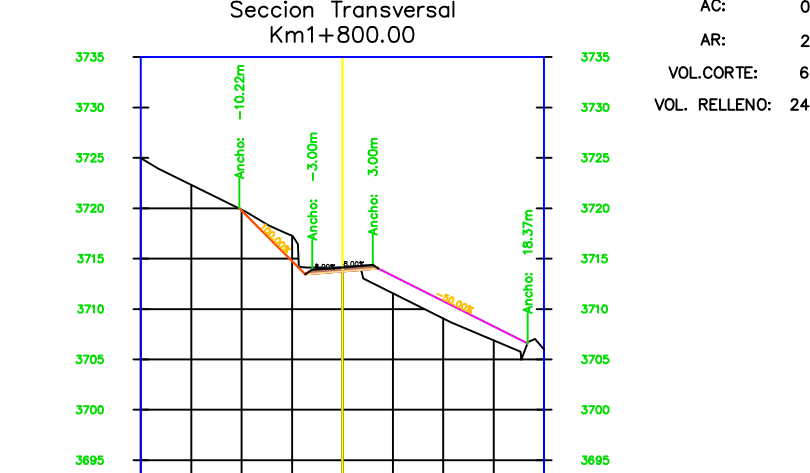
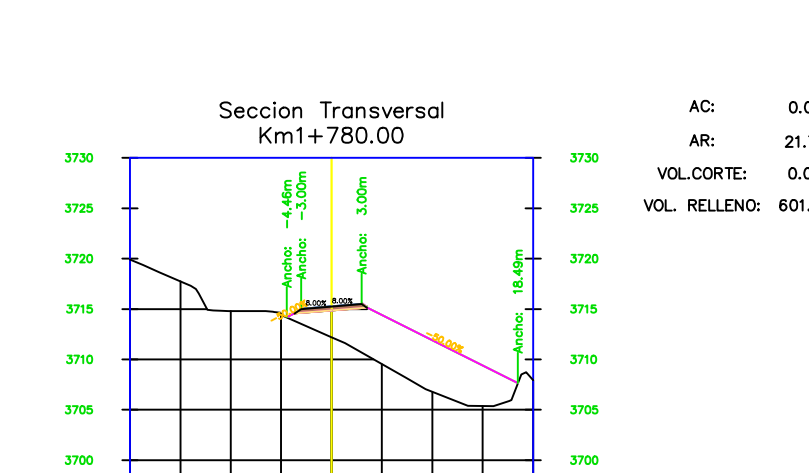
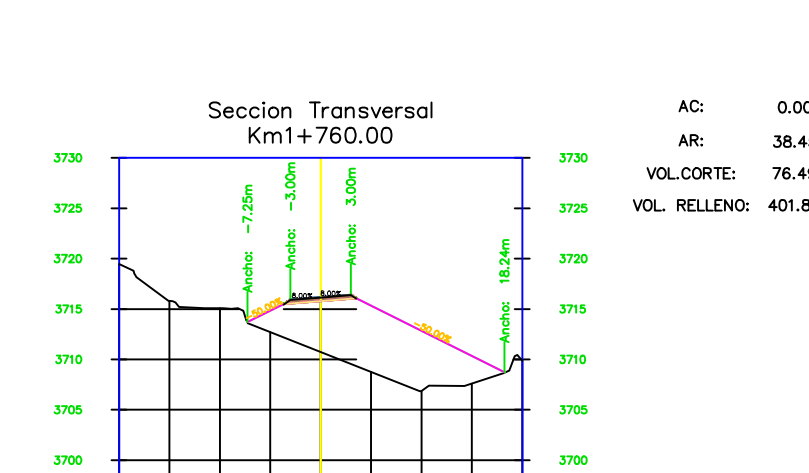
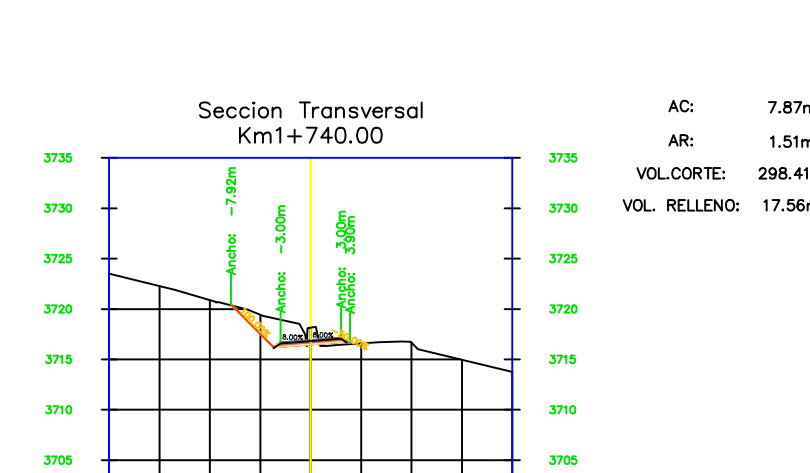
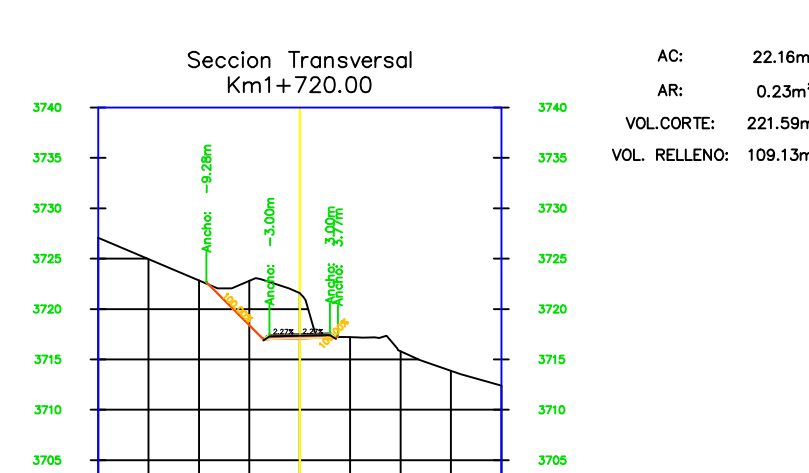
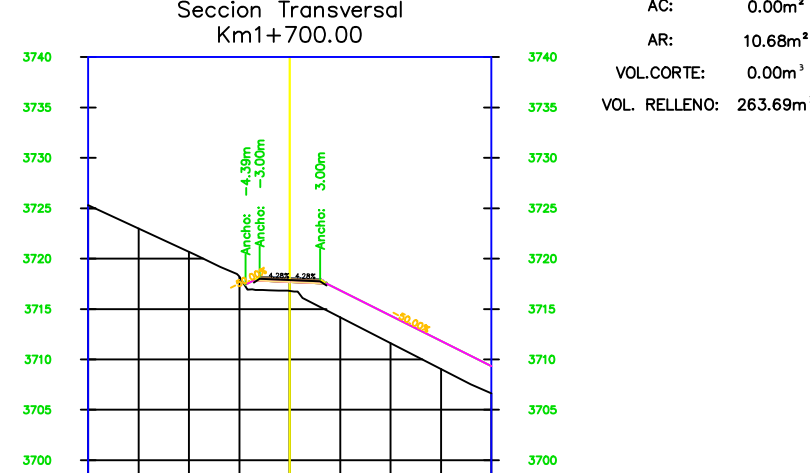
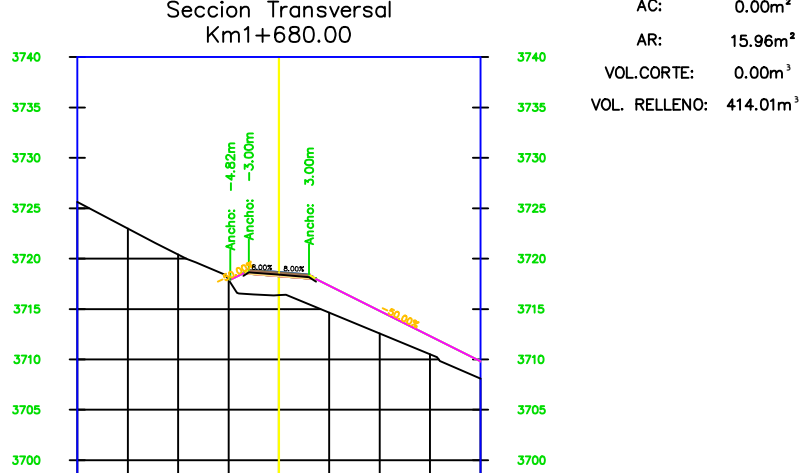
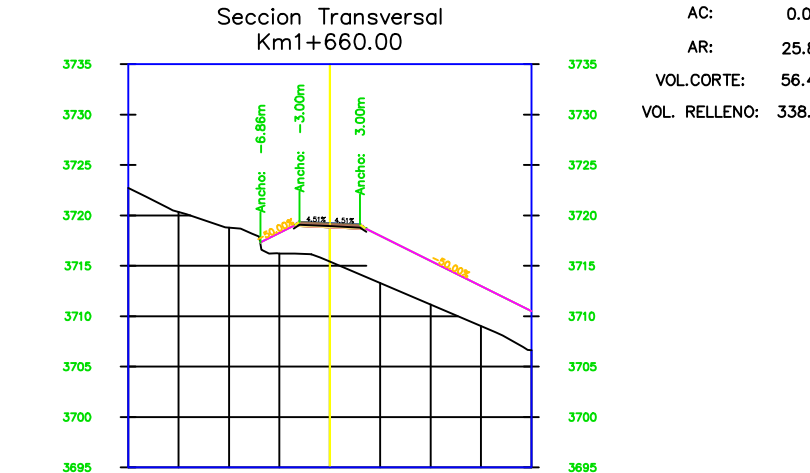
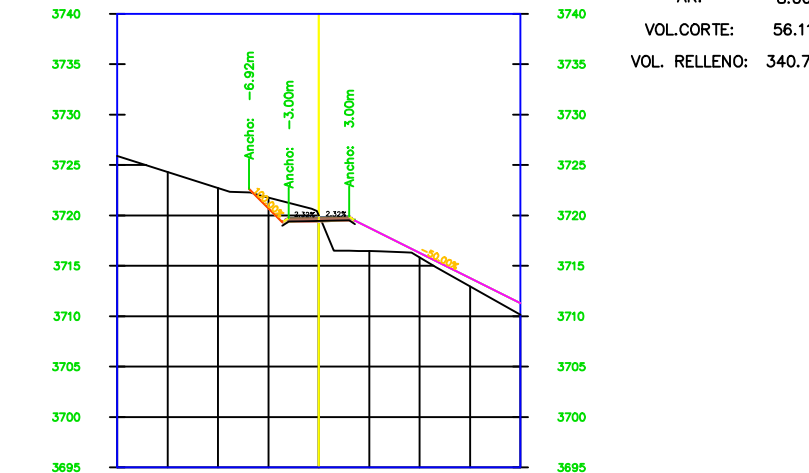
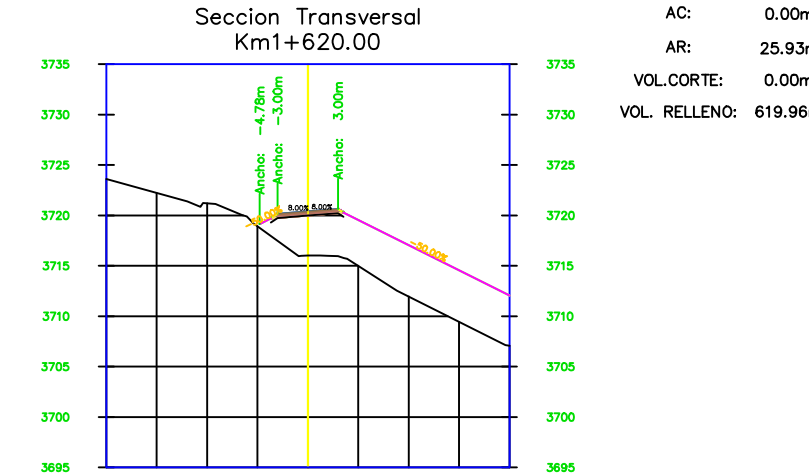
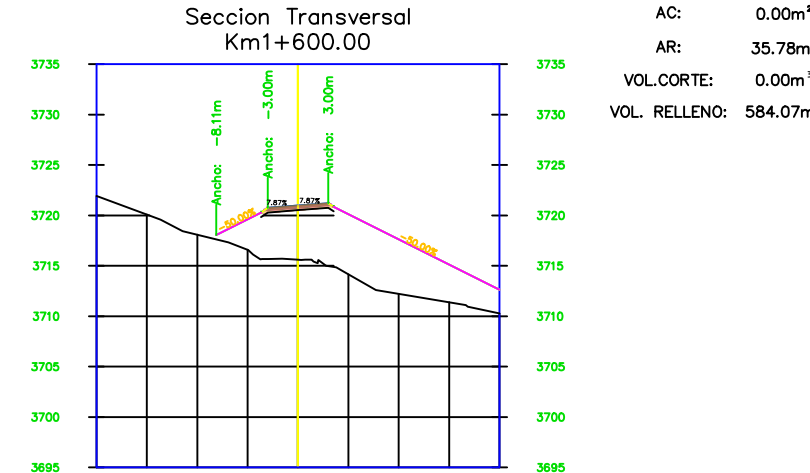
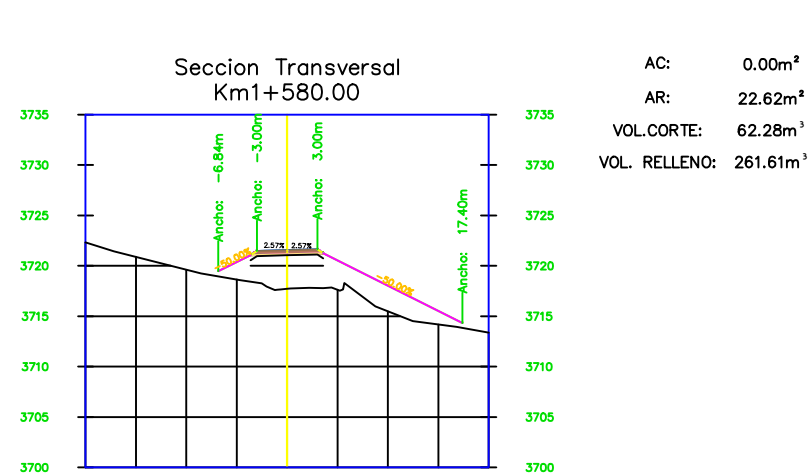
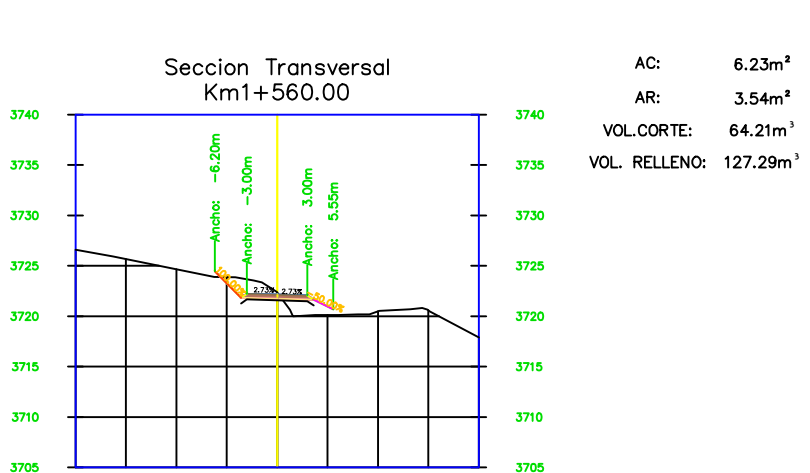
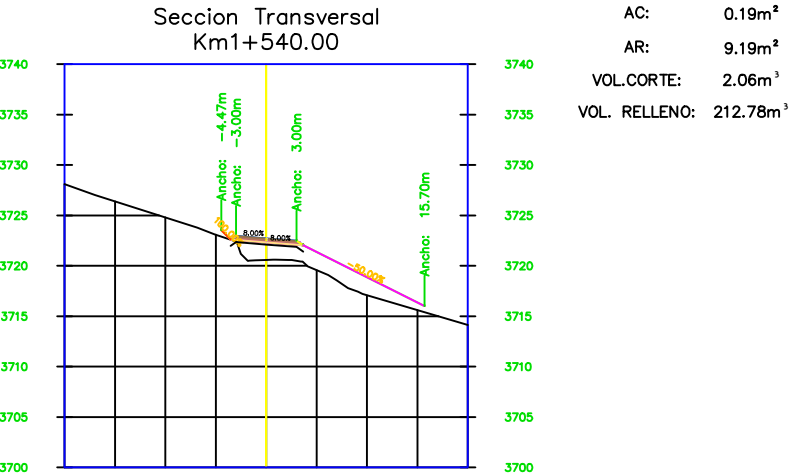
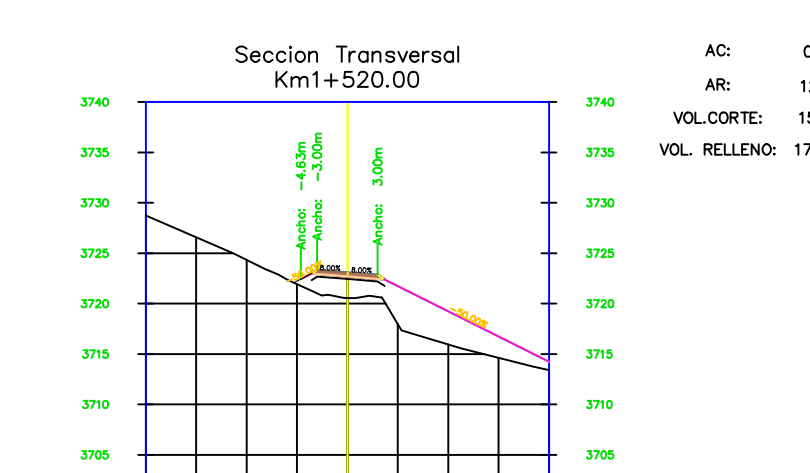
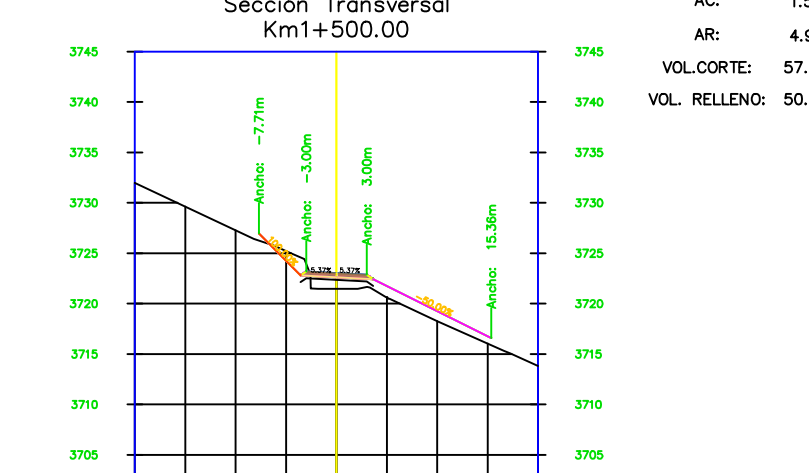
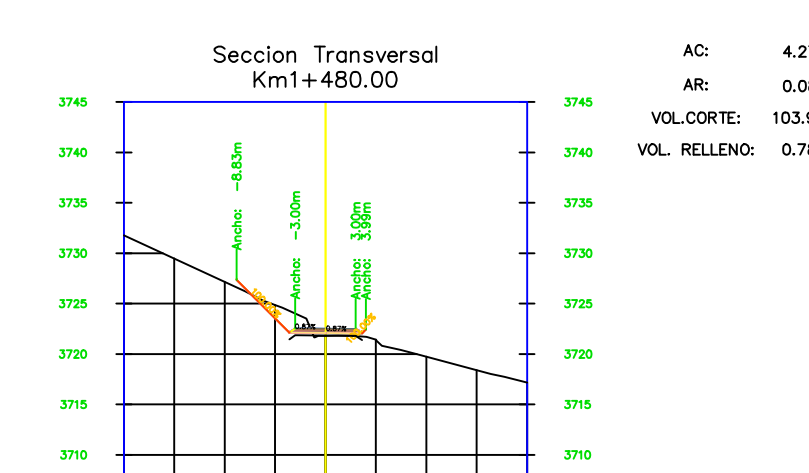
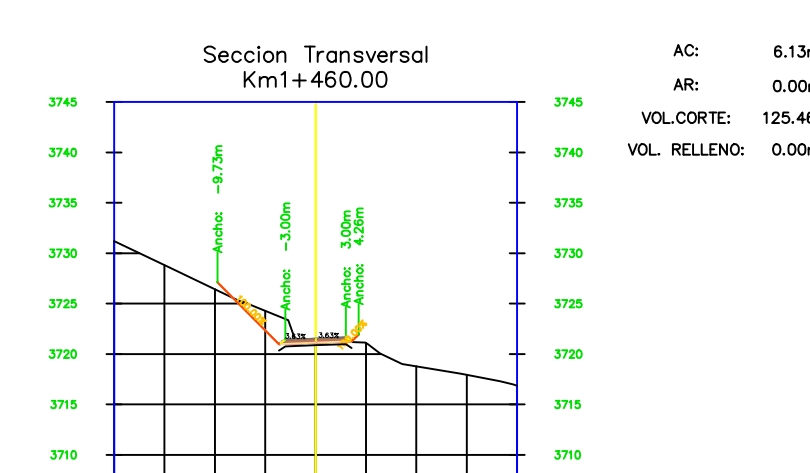
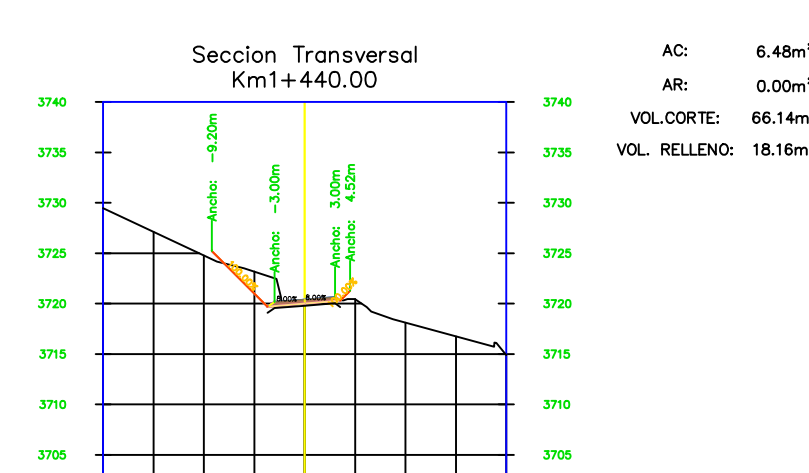
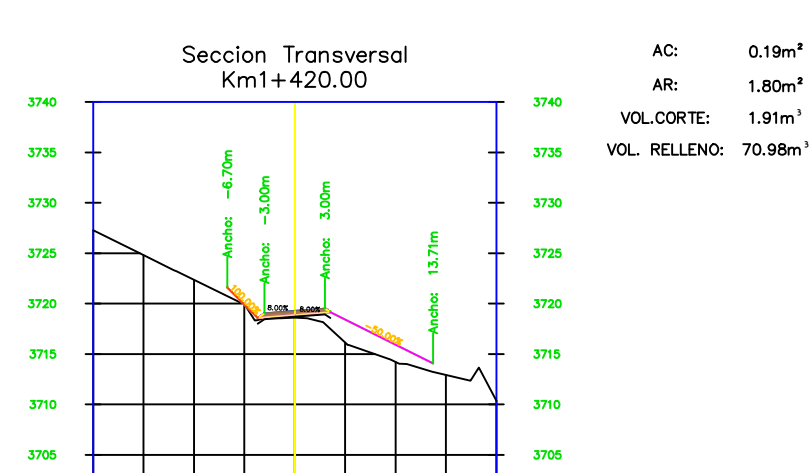
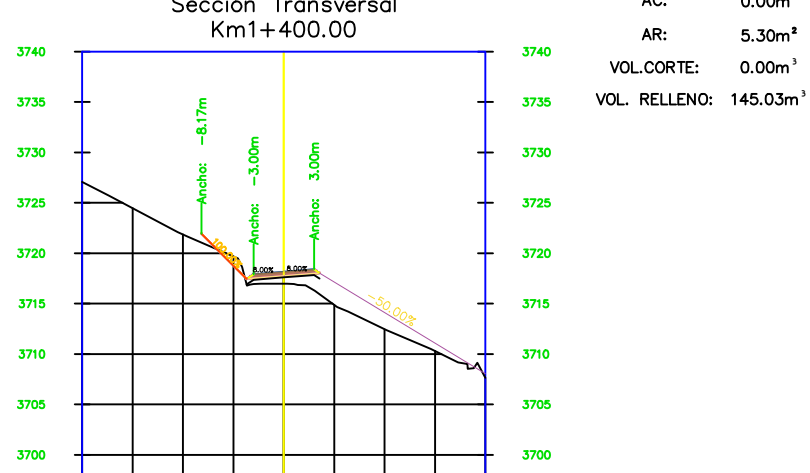
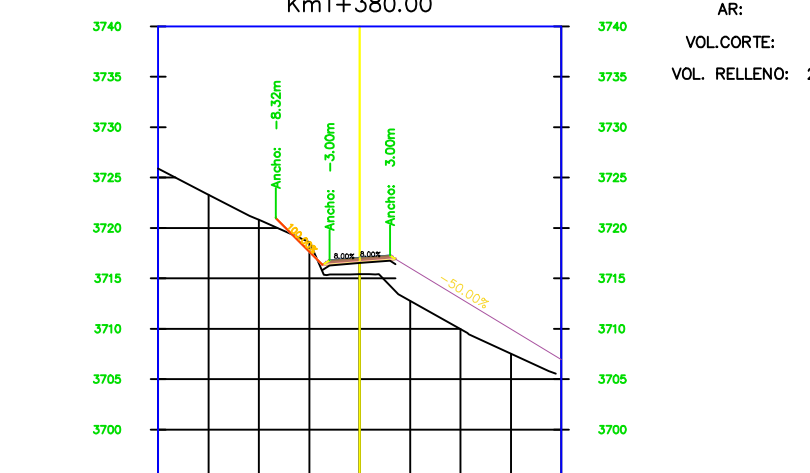
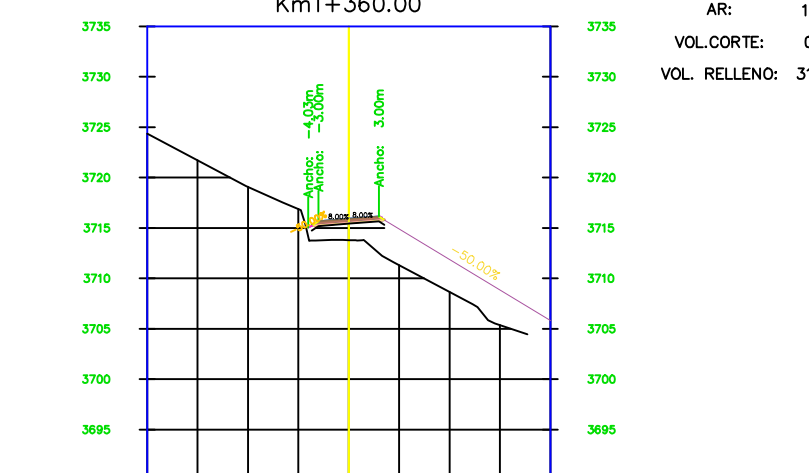
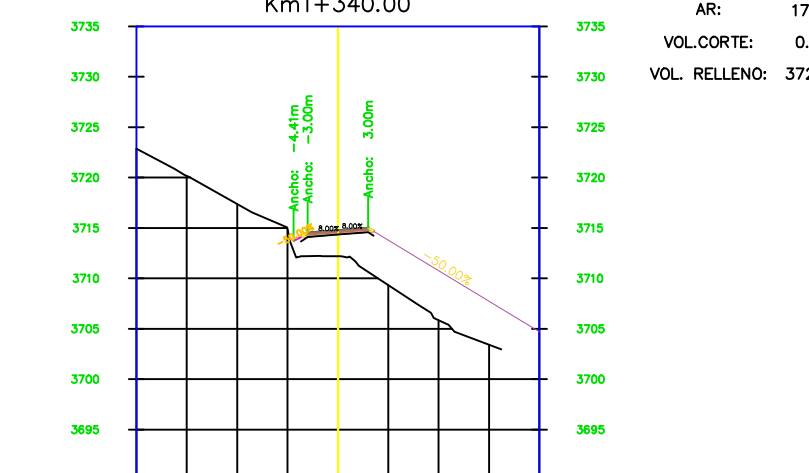
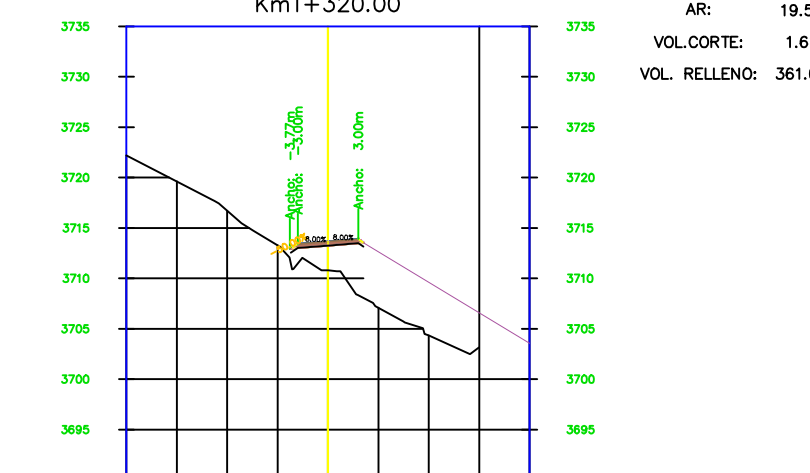
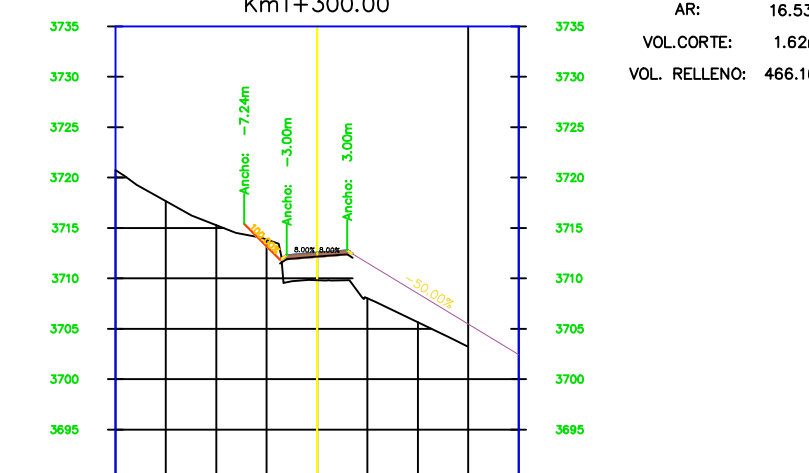
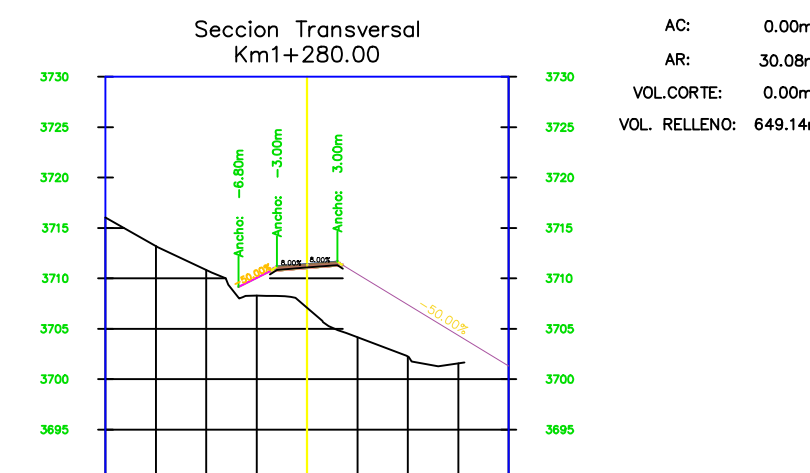
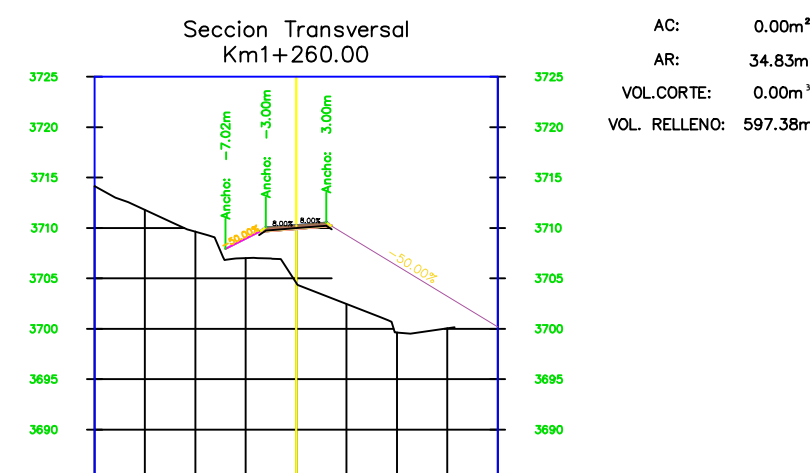
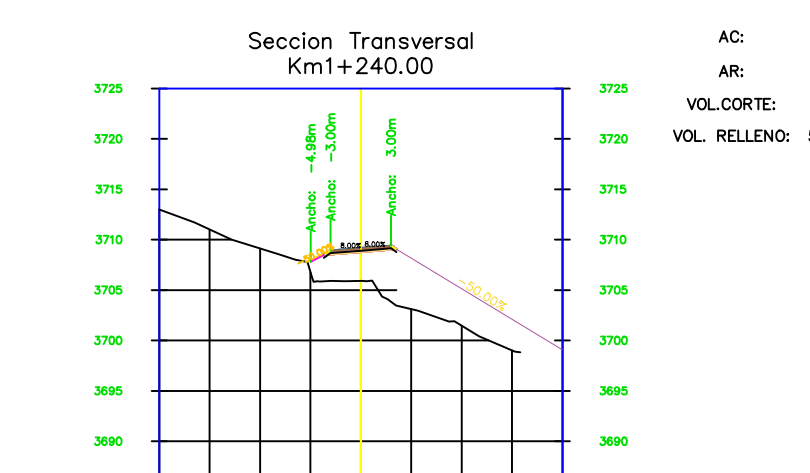
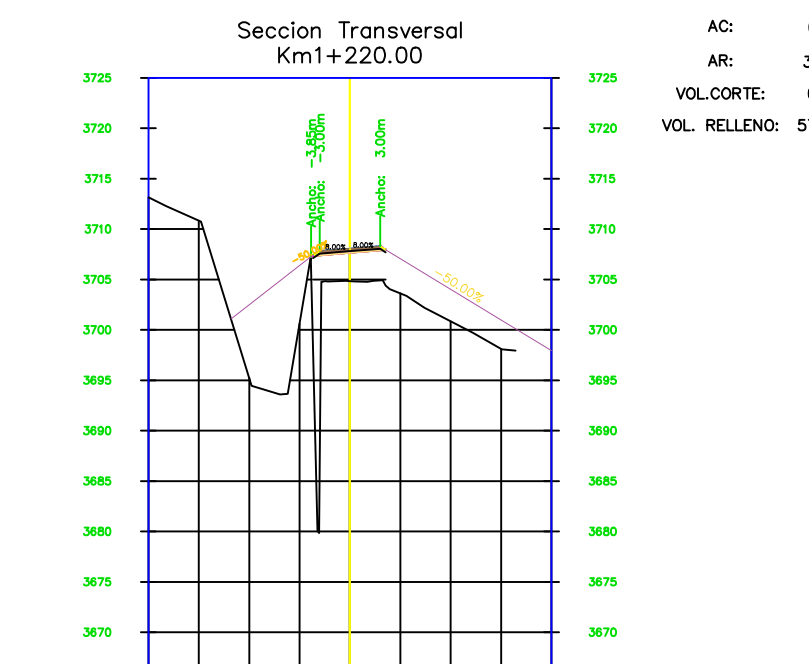
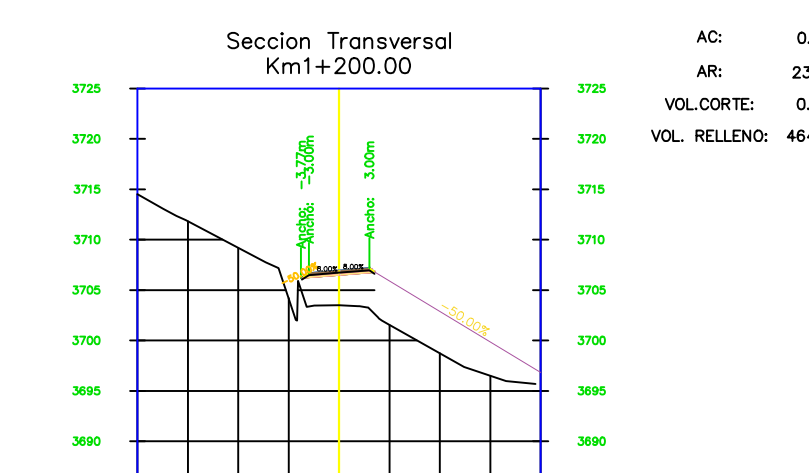
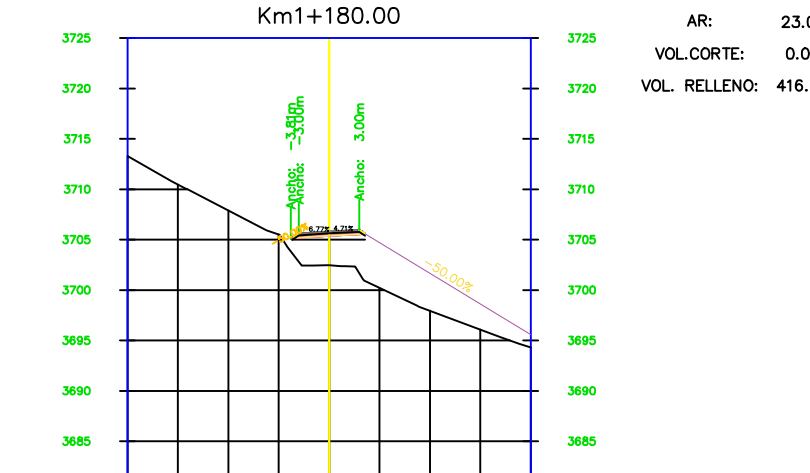
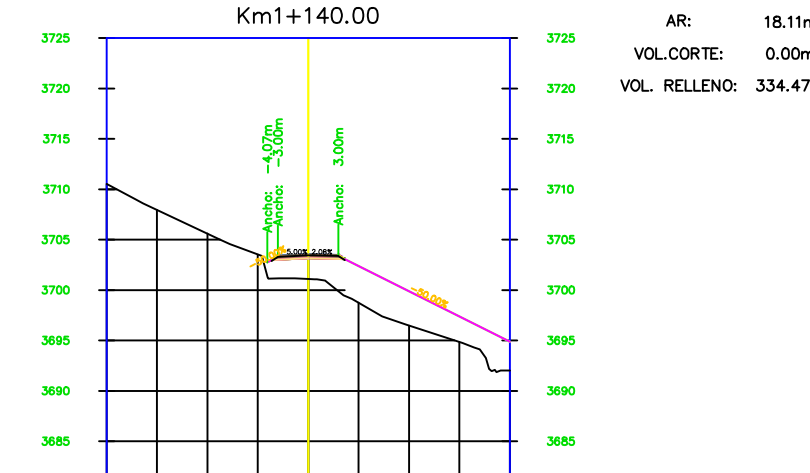
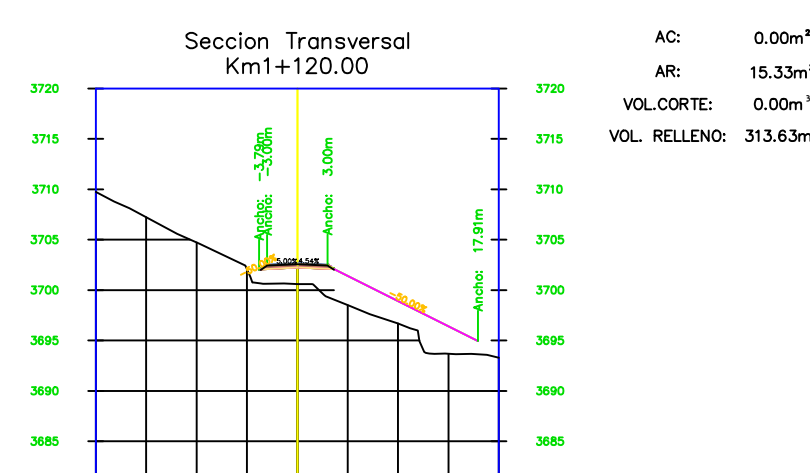
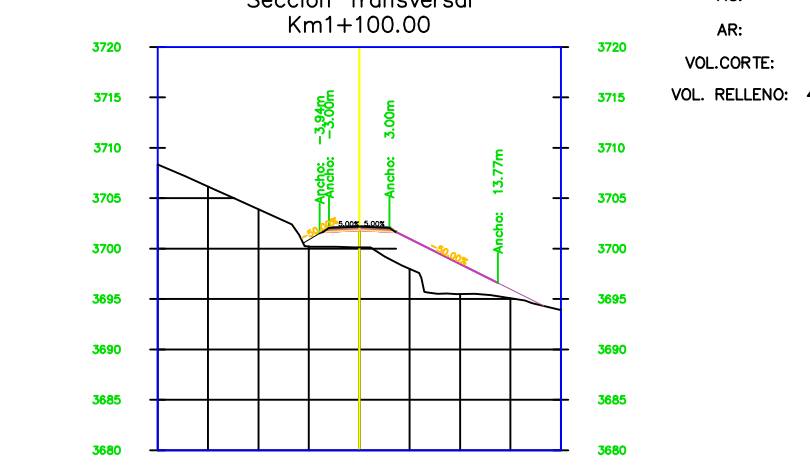
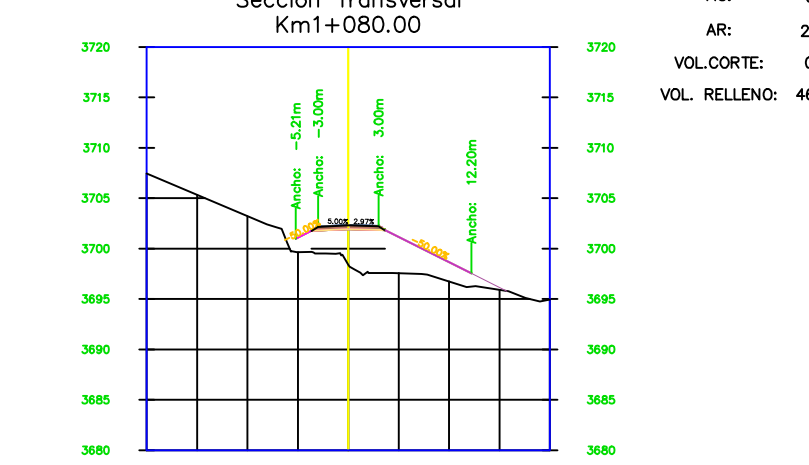
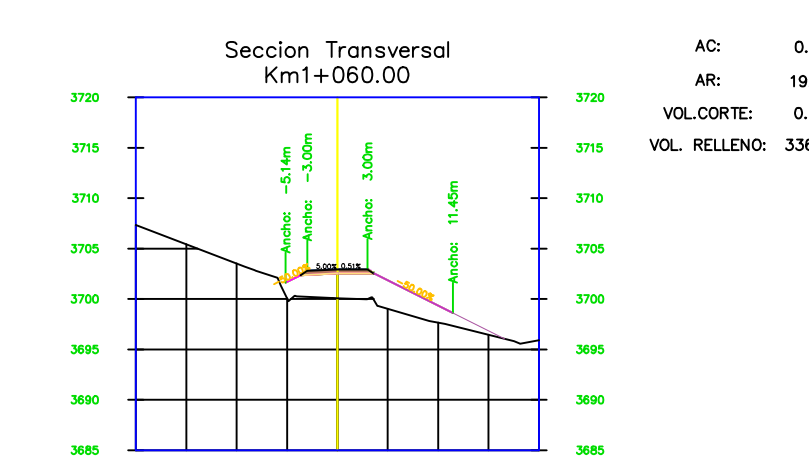
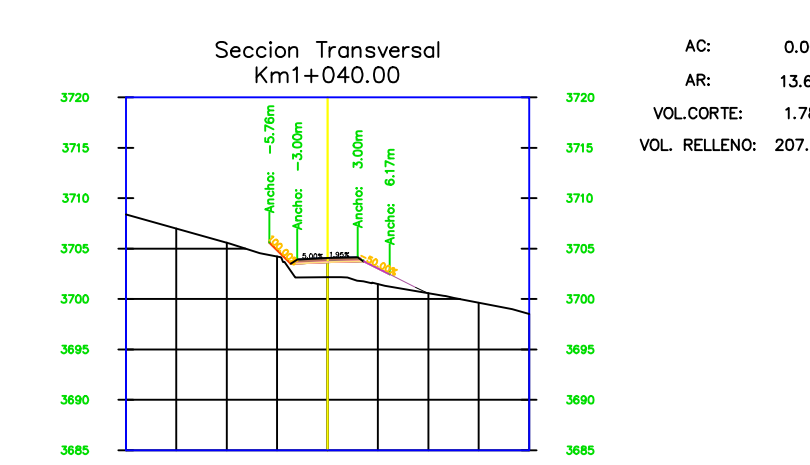
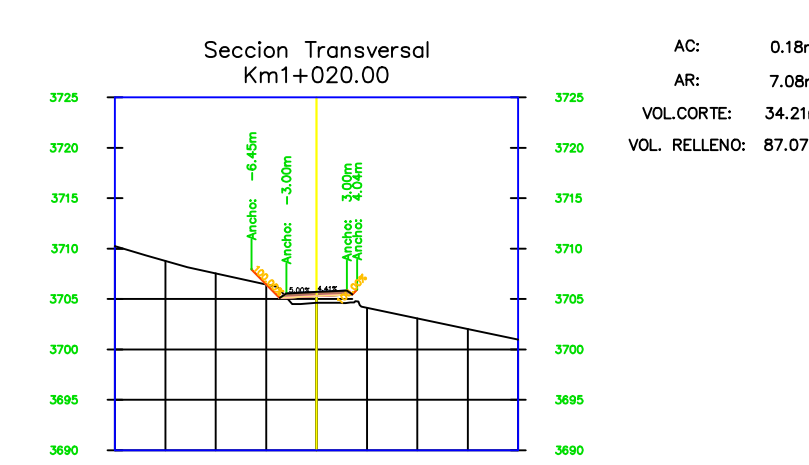
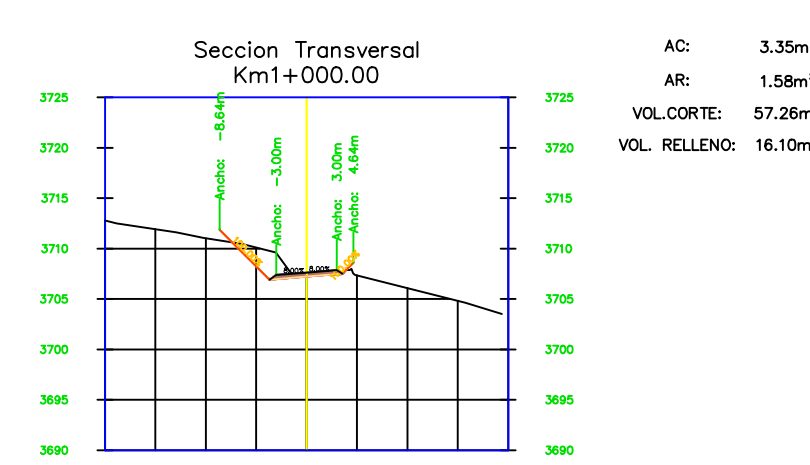
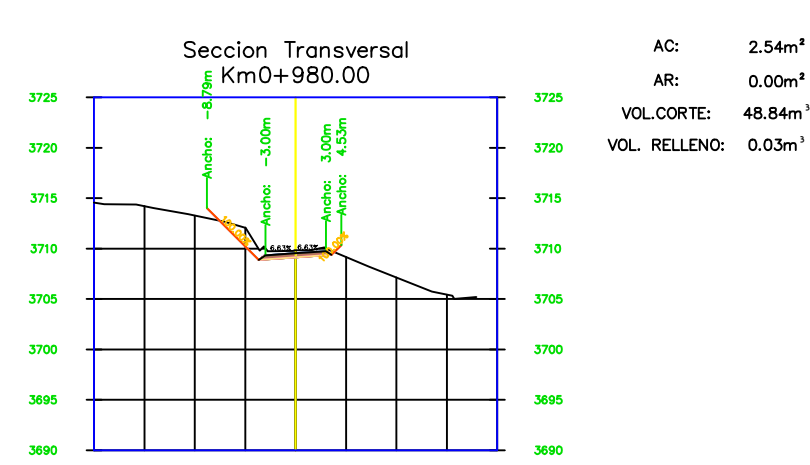
ABCISAS	CORTE	RELLENO	COTA PROYECTO	COTA TERRENO
0+000	0.00	0.00	3663.661	3663.661
0+020	0.00	0.00	3664.21	3664.208
0+040	0.00	0.00	3664.40	3664.403
0+060	0.00	0.00	3667.22	3667.222
0+080	0.00	0.00	3669.03	3669.031
0+100	0.00	0.00	3671.02	3671.018
0+120	0.00	0.00	3671.65	3671.646
0+140	0.00	0.00	3671.58	3671.558
0+160	0.00	0.00	3673.95	3673.954
0+180	0.00	0.00	3677.82	3677.817
0+200	0.00	0.00	3679.69	3679.677
0+220	0.00	0.00	3681.13	3681.131
0+240	0.00	0.00	3683.04	3683.038
0+260	0.00	0.00	3684.29	3684.295
0+280	0.00	0.00	3685.03	3685.145
0+300	0.00	0.00	3684.02	3683.024
0+320	0.00	0.00	3687.42	3687.417
0+340	0.00	0.00	3690.00	3690.003
0+360	0.00	0.00	3693.72	3693.719
0+380	0.00	0.00	3698.11	3698.110
0+400	0.00	0.00	3702.26	3702.217
0+420	0.00	0.00	3704.83	3704.831
0+440	0.00	0.00	3706.67	3706.671
0+460	0.00	0.00	3707.54	3707.535
0+480	0.00	0.00	3707.42	3707.425
0+500	0.00	0.00	3707.17	3707.172
0+520	0.00	0.00	3707.60	3707.595
0+540	0.00	0.00	3708.82	3708.815
0+560	0.00	0.00	3713.13	3713.130
0+580	0.00	0.00	3717.35	3717.346
0+600	0.00	0.00	3721.12	3721.117
0+620	0.00	0.00	3723.23	3723.233
0+640	0.00	0.00	3724.33	3724.326
0+660	0.00	0.00	3726.10	3726.103
0+680	0.00	0.00	3729.45	3729.450
0+700	0.00	0.00	3731.79	3731.788
0+720	0.00	0.00	3734.07	3734.070
0+740	0.00	0.00	3735.12	3735.118
0+760	0.00	0.00	3729.14	3729.137
0+780	0.00	0.00	3726.43	3726.426
0+800	0.00	0.00	3727.11	3727.111
0+820	0.00	0.00	3728.25	3728.245
0+840	0.00	0.00	3729.29	3729.286
0+860	0.00	0.00	3732.00	3732.015
0+880	0.00	0.00	3732.36	3732.359
0+900	0.00	0.00	3731.67	3731.666
0+920	0.00	0.00	3716.18	3716.160
0+940	0.00	0.00	3714.20	3714.202
0+960	0.00	0.00	3711.09	3711.093
0+980	0.00	0.00	3709.82	3709.820
1+000	0.00	0.00	3707.33	3707.333



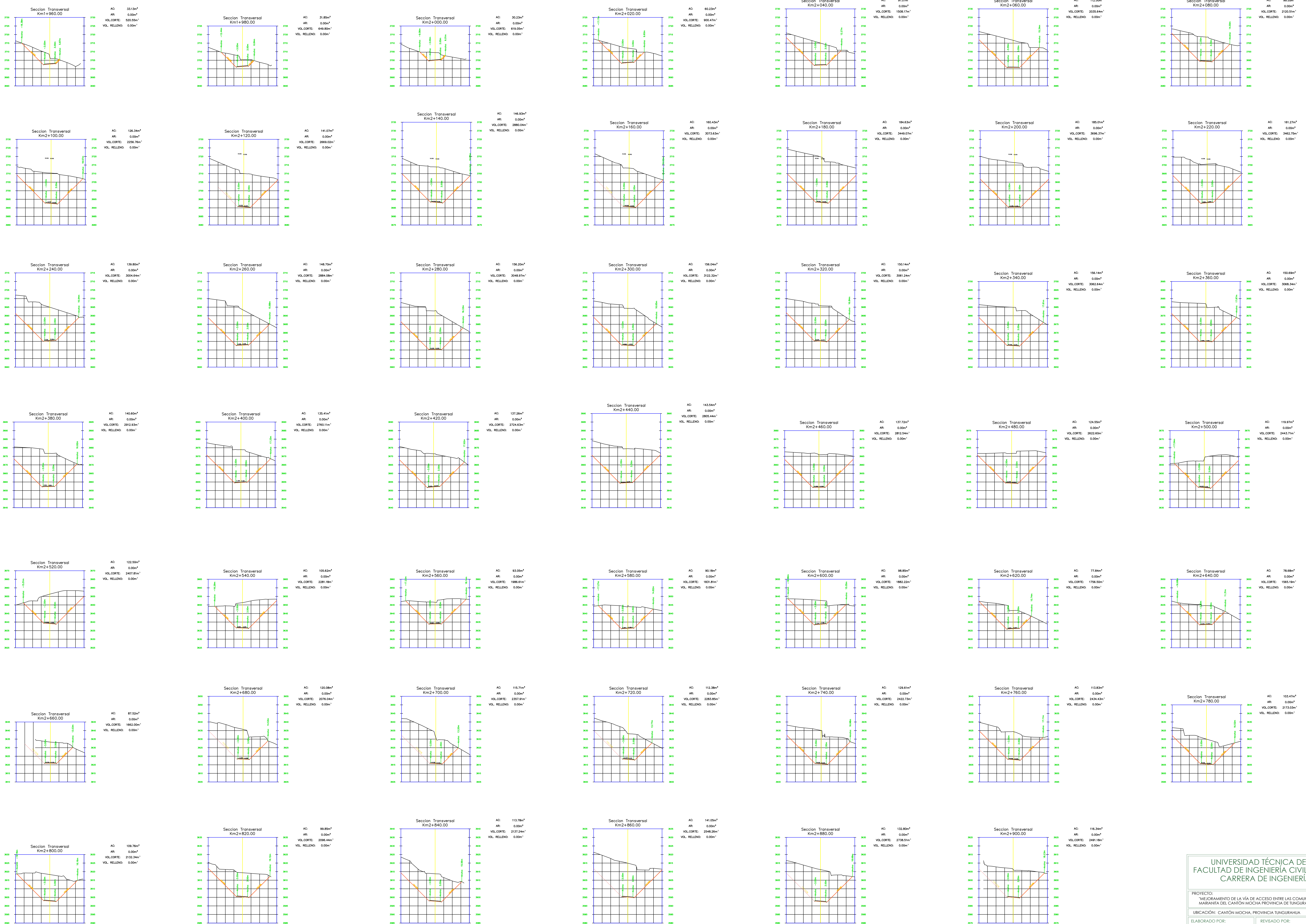
PERFILES TRANSVERSALES



PERFILES TRANSVERSALES



PERFILES TRANSVERSALES



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

PROYECTO:
 MEJORAMIENTO DE LA VÍA DE ACCESO ENTRE LAS COMUNIDADES DE CHILCAPAMBA Y SANTA
 MARIANA DEL CANTÓN MOCHA, PROVINCIA DE TUNGURAHUA

UBICACIÓN: CANTÓN MOCHA, PROVINCIA TUNGURAHUA

ELABORADO POR: Alex Daniel Gaviñanes
 ESTUDIANTE

REVISADO POR: ING. MG. MARISOL BATAS
 SOCIO INGENIERO

FECHA: NOVIEMBRE 2022

CONTIENE:
 PERFILES TRANSVERSALES

ESCALA: 1:750

LONGITUD: 3+582.25 km

CATEGORÍA DE LA VÍA: CLASE IV

LÁMINA N°: 7/8

PERFILES TRANSVERSALES

