



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA INGENIERÍA CIVIL**

**“ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS-
ATAHUALPA UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”**

**TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR
PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:
INGENIERO CIVIL**

AUTORES:

**DUCHICELA MOROCHO ESTEVEN MANUEL
LOPEZ VASQUEZ KLEVER LENIN**

TUTOR:

ING. DANIEL CAMPOVERDE CAMPOVERDE, MSc.

LA LIBERTAD, ECUADOR

2023

UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

**FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL**

“ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS-
ATAHUALPA UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA,
PROVINCIA DE SANTA ELENA”

TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

AUTORES:

DUCHICELA MOROCHO ESTEVEN MANUEL
LOPEZ VASQUEZ KLEVER LENIN

TUTOR:

ING. DANIEL CAMPOVERDE CAMPOVERDE, MSc.

LA LIBERTAD – ECUADOR

2023

TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN

f. 
Ing. Jonny Villao Borbor MSc.
DIRECTOR DE CARRERA

f. 
Ing. Daniel Campoverde Campoverde, MSc.
DOCENTE TUTOR

f. 
Ing. Néstor Orrala Vera MSc.
DOCENTE ESPECIALISTA

f. 
Ing. Lucrecia Moreno Alcivar, PhD.
DOCENTE UIC

DEDICATORIA

A Dios, mi gran inspiración y motivación, a superarme y ser cada vez una mejor persona para el mundo que me rodea.

A mis padres, Klever Lopez y Daysi Vasquez, los mejores padres que Diosito pudo haberme dado. Son excelentes personas que siempre me han demostrado su amor a través de acciones. Mis hermanos, Sarela y Josue, por ser buenas personas conmigo, brindándome aprecio y motivación para seguir adelante.

A mis abuelos, Galo Vasquez y Gloria Pinza, un gran ejemplo de vida que me han enseñado el valor de la unión familiar, siendo como unos padres para mí.

A mi primo, Kenneth Ledesma (+), como un hermano para mí. Aunque no esté aquí, sé que desde el cielo está orgulloso de todo lo que he logrado. Mis primos, Camilo, Luián, Joys, Caleb y Christopher (+), por motivarme a ser un ejemplo de vida.

A mi familia, por cuidarme, quererme y brindarme un lugar rodeado de amor y unión. Han hecho que mi vida tenga sentido y esté llena de felicidad. Mi esfuerzo lo he hecho por ustedes y para ustedes.

A Cristiano Ronaldo, por ser una gran motivación y enseñarme que con esfuerzo y persistencia todo se puede lograr.

Klever Lenin Lopez Vasquez

A Dios:

Por cuidarme, bendecirme, ser mi guía y llenarme de aprendizajes durante todo este tiempo, y por siempre brindarme las fuerzas necesarias para cumplir mis metas y objetivos.

A mis padres:

Manuel Duchicela y Lida Morocho, por llenarme de amor y aprendizajes, por siempre respetar y brindarme su confianza en todas las decisiones que tome, y por acompañarme siempre en mis éxitos y fracasos.

A mis hermanos y sobrina:

Andreina, Junior y Charlotte han sido piezas fundamentales durante mi vida, ya que continuamente me han enseñado, ayudado a crecer y me han brindado apoyo para no desfallecer en la realización de mis propósitos.

A Luna y Panchito:

Por ser unas buenas mascotas, estar conmigo en mis momentos más difíciles y por siempre lograr sacarme una sonrisa con sus locuras y travesuras.

A mis familiares, amigos, y hermanos foráneos por ser una pieza fundamental durante todo mi proceso de estudio y acompañarme durante todo este capítulo de mi vida.

Agradezco a Israel Adesanya, Sergio Pérez y Scott Sonenshein por contribuir a mi crecimiento y por enseñarme que la perseverancia lleva al éxito.

Esteven Manuel Duchicela Morocho

CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO

Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde, MSc.

TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En calidad de tutor del trabajo de investigación para titulación del tema **“ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”** elaborado por los estudiantes, **ESTEVEN MANUEL DUCHICELA MOROCHO** y **KLEVER LENIN LOPEZ VASQUEZ**, con C.I.:1600626673 y C.I.:2200101026, egresados de la Carrera de Ingeniería Civil, de la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, me permito declarar que una vez analizado en el sistema antiplagio COMPILATIO, luego de haber cumplido con los requerimientos exigidos de valoración, la presente tesis, se encuentra con un 6% de la valoración permitida.

Adjunto reporte de similitud

Atentamente,

f. 
Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde, MSc.

DOCENTE TUTOR



TESIS FINAL DUCHICELA Y LOPEZ

6%
Textos
sospechosos



6% Similitudes
< 1% similitudes entre comillas
< 1% Idioma no reconocido
0% Textos potencialmente generados por la IA

Nombre del documento: TESIS FINAL DUCHICELA Y LOPEZ.pdf
ID del documento: eeafd56235e9c9dced77c0309ff6646b7a1ecfd
Tamaño del documento original: 7,42 MB

Depositante: DANIEL ROSENDO CAMPOVERDE CAMPOVERDE
Fecha de depósito: 30/11/2023
Tipo de carga: interface
fecha de fin de análisis: 30/11/2023

Número de palabras: 43.858
Número de caracteres: 301.921

Ubicación de las similitudes en el documento:



Fuentes principales detectadas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	vddocuments.mx Normas de Diseno Geometrico MTOP Ecuador - [PDF Document] https://vdocuments.mx/normas-de-diseno-geometrico-ntop-ecuador.html 32 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (427 palabras)
2	www.obraspublicas.gob.ec https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2013/12/01-12-2013_Manual_NE... 13 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (268 palabras)
3	www.practical-guide-of-design-and-construction.com Normas de diseño vial - A... https://www.practical-guide-of-design-and-construction.com/guia-practica-de-diseño-vial/normas-d... 9 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (257 palabras)
4	Documento de otro usuario #542779 El documento proviene de otro grupo 7 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (250 palabras)
5	dSPACE.ucuenca.edu.ec Efecto de la condición de la superficie de rodamiento en ... http://dSPACE.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/28411/3/TESES.pdf.txt 8 fuentes similares	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (232 palabras)

Fuentes con similitudes fortuitas

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.uide.edu.ec Estudio y diseño del sistema vial de la "Comuna San Vice... https://repositorio.uide.edu.ec/bitstream/37000/2156/3/F-UIDE-1233.pdf.txt	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (36 palabras)
2	repositorio.ucv.edu.pe Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transita... https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/119694?show=full	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (32 palabras)
3	cientecinstrumentos.cl ¿Qué es el levantamiento Topográfico? Cientec https://cientecinstrumentos.cl/que-es-un-levantamiento-topografico/#:~:text=El levantamiento topo...	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (30 palabras)
4	1library.co DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA REBASAMIENTO O PASO https://1library.co/articulo/distancia-de-visibility-para-rebasamiento-o-paso.zx5p76nq	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (27 palabras)
5	repositorio.ucv.edu.pe Estudio técnico para el mejoramiento del camino vecinal ... https://repositorio.ucv.edu.pe/handle/20.500.12692/745197?locale-attribute=es	< 1%		Palabras idénticas: < 1% (33 palabras)

Fuente ignorada Estas fuentes han sido retiradas del cálculo del porcentaje de similitud por el propietario del documento.

Nº	Descripciones	Similitudes	Ubicaciones	Datos adicionales
1	repositorio.upse.edu.ec https://repositorio.upse.edu.ec/bitstream/46000/10032/1/UPSE-TIC-2023-0024.pdf	2%		Palabras idénticas: 2% (567 palabras)

Fuentes mencionadas (sin similitudes detectadas) Estas fuentes han sido citadas en el documento sin encontrar similitudes.

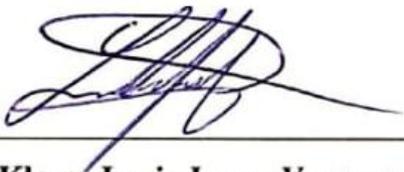
1	https://0a10n73r2-y-https
2	https://0a10n73r2-y-https-elibro
3	https://hdl.handle.net/20.500.12692/119694
4	https://www.caycca.com/cuando-son-necesarias-obras
5	https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05dfba47-0c4a-42e5

DECLARACIÓN DE AUTORÍA

Nosotros, **LOPEZ VASQUES KLEVER LENIN** y **DUCHICELA MOROCHO ESTEVEN MANUEL**, declaramos bajo juramento que el presente trabajo de titulación denominado **“ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS – ATAHUALPA, UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, no tiene antecedentes de haber sido elaborado en la Facultad de Ciencias de la Ingeniería, Carrera de Ingeniería civil, lo cual es un trabajo exclusivamente inédito y perteneciente de mi autoría.

Por medio de la presente declaración cedo los derechos de autoría y propiedad intelectual, correspondientes a este trabajo, a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, según lo establecido por la ley de propiedad intelectual, por su reglamento y por la normativa institucional vigente.

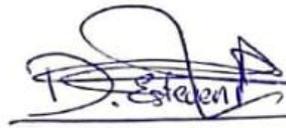
Atentamente,



Klever Lenin Lopez Vasquez

Autor de Tesis

C.I. 2200101026



Esteven Manuel Duchicela Morocho

Autor de Tesis

C.I. 1600626673

CERTIFICACIÓN DEL TUTOR

Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde, MSc.

TUTOR DE TRABAJO DE INTEGRACIÓN CURRICULAR

Universidad Estatal Península de Santa Elena

En mi calidad de Tutor del presente trabajo denominado “ESTUDIOS
TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA UBICADA EN EL
CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”, previo a la
obtención del Título de Ingeniero Civil elaborado por, ESTEVEN MANUEL
DUCHICELA MOROCHO y KLEVER LENIN LOPEZ VASQUEZ, con
C.I.:1600626673 y C.I.:2200101026, egresados de la carrera de Ingeniería Civil,
Facultad de Ciencias de la Ingeniería de la Universidad Estatal Península de Santa
Elena, me permito declarar que luego de haber orientado, estudiado y revisado, la
apruebo en todas sus partes.

Atentamente,

f. 
Ing. Daniel Rosendo Campoverde Campoverde, MSc.

DOCENTE TUTOR

CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA

Certificación de Gramatólogo

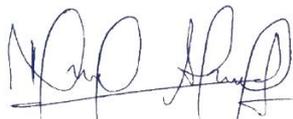
Lic. ALEXI JAVIER HERRERA REYES
Magíster En Diseño Y Evaluación
De Modelos Educativos

La Libertad, noviembre 28 del 2023.

Certifica:

Que después de revisar el contenido del trabajo de integración curricular en opción al título de **INGENIERO/A CIVIL** de: **DUCHILEMA MOROCHO ESTEVEN MANUEL & LOPEZ VASQUEZ KLEVER LENIN**, cuyo tema es: **“ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA”**, me permito declarar que el trabajo investigativo se encuentra idóneo y puede ser expuesto ante el jurado respectivo para la defensa del tema en mención.

Es todo cuanto puedo manifestar en honor a la verdad.



Lic. Alexi Herrera R, MSc.
Docente de Español A: Literatura
Cel: 0962989420

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a Dios por ser mi gran amigo y compañía, por bendecirme y protegerme en el día a día. Le agradezco por brindarme la fortaleza, sabiduría y persistencia a lo largo de mi carrera universitaria.

Expreso mi profundo agradecimiento a mis padres, Klever Lopez y Daysi Vasquez, por su apoyo incondicional tanto económico como moral y espiritual. Aprecio su papel como guías y ejemplos de vida; gracias a ellos, he podido forjar mi camino con responsabilidad y humildad.

Agradezco a mis abuelos, Galo Vasquez y Gloria Pinza, por su apoyo moral y espiritual. Me enseñaron valores fundamentales como el respeto y la empatía hacia mi entorno. Sé que me faltará vida para expresar toda mi gratitud por lo que han hecho por mí. A mis tíos, Eracleo y Jazmín, les agradezco por sus consejos y por brindarme siempre cobijo en su hogar. Su apoyo al inicio de mi carrera.

Quiero expresar mi reconocimiento a la Universidad Estatal Península de Santa Elena, en particular a la Facultad de Ingeniería, por brindarme la oportunidad de prepararme académicamente. Agradezco a mis docentes y compañeros, con un reconocimiento especial para mi compañero de tesis, Esteven Duchicela, por ser parte integral de este proceso académico.

Klever Lenin Lopez Vasquez

Quiero agradecer a Dios por brindarme la salud, la vida, la sabiduría y las fuerzas necesarias para no darme por vencido frente a las adversidades que la vida me ha presentado.

Agradezco a mis padres por cuidarme, llenarme de afecto y enseñarme a ser un buen hijo y hermano. También por inculcarme la valentía para afrontar cualquier proyecto que se presente, ya que, después de todo, como diría mi papá echando a perder se aprende.

A mis hermanos por cuidarme desde que era pequeño y por enseñarme constantemente las lecciones de la vida, tanto las positivas como las negativas. Sobre todo, agradezco por enseñarme que, sin importar la situación, debemos permanecer unidos, ya que la familia es lo primero.

Agradezco a mis amigos por ser quienes me animan y me ayudan a crecer. También por formar parte de los buenos capítulos de mi vida en los que me divertí y aprendí mucho junto a ellos.

A mi compañero de tesis Klever Lopez por ayudarme, enseñarme y brindarme consejos durante mi etapa universitaria.

Agradezco a mis docentes, especialmente a mi tutor de tesis, el Ing. Daniel Campoverde, por enseñarme a tener criterio y no mecanizarme en los cálculos y procesos de trabajo.

Esteven Manuel Duchicela Morocho

TABLA DE CONTENIDO

	Pág.
TRIBUNAL DE SUSTENTACIÓN	ii
DEDICATORIA	iii
CERTIFICADO DE ANTIPLAGIO	v
DECLARACIÓN DE AUTORÍA	vii
CERTIFICACIÓN DEL TUTOR	viii
CERTIFICACIÓN DE GRAMATOLOGÍA.....	ix
AGRADECIMIENTOS	x
LISTA DE FIGURAS	xviii
LISTA DE TABLAS	xix
LISTA DE ECUACIONES	xxi
RESUMEN.....	xxiii
ABSTRACT	xxiv
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN.....	25
1.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN.....	26
1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN	27
1.3. ANTEDECENTES	28
1.4. HIPOTESIS	30
1.4.1. Hipótesis General.	30
1.4.2. Hipótesis Especificas.	30
1.5. OBJETIVOS	31
1.5.1. Objetivo General.	31
1.5.2. Objetivo Específicos.	31
1.6. ALCANCE	32
1.7. VARIABLES.....	33

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	34
2.1. RED VIAL EN EL SECTOR RURAL: VÍAS PARA LA CONECTIVIDAD Y DESARROLLO ECONÓMICO	34
2.1.1. Conectividad.	35
2.1.2. Desarrollo rural.....	35
2.2. TOPOGRAFÍA	36
2.2.1. Levantamiento topográfico.	36
2.2.2. Tipos de levantamiento topográfico.	37
2.3. SISTEMA DE REFERENCIAS	37
2.4. VÍA	38
2.5. DISEÑO GEOMÉTRICO	38
2.6. CLASIFICACIÓN DE VÍAS	38
2.6.1. Clasificación por capacidad (función del TPDA _d).	39
2.6.2. Clasificación funcional por importancia en la red vial.....	40
2.6.3 Clasificación por condiciones orográficas.....	40
2.6.4 Clasificación por número de calzadas.	41
2.6.5. Clasificación en función de la superficie de rodamiento.	41
2.7. ESTUDIO DE TRÁFICO	42
2.7.1. Tráfico.	42
2.7.2. Aforo de Tráfico.	42
2.7.3. Cuento Manual.	43
2.7.4. TPDS.....	43
2.7.5. TPDA.....	43
2.8. CÁLCULO DE VARIACIONES (FACTORES)	44
2.8.1. Factor horario (Fh).	44
2.8.2. Factor diario (Fd).....	44

2.8.3. Factor semanal (Fs).....	45
2.8.4. Factor mensual (Fm).....	45
2.9. VOLUMEN DE TRÁFICO	45
2.9.1. Volumen Horario Máximo o Anual.....	45
2.9.2. Tráfico Actual.....	46
2.9.3. Tráfico Futuro.....	46
2.9.4. Tráfico Generado.....	47
2.9.5. Tráfico por Desarrollo.....	47
2.9.6. Tráfico Asignado.....	47
2.9.7. Crecimiento Normal de Tráfico.....	48
2.10. ALINEAMIENTO HORIZONTAL	48
2.10.1. Tangente.....	48
2.10.2. Curvas circulares.....	49
2.10.3. Elementos de la curva circular.....	49
2.10.4. Velocidad de diseño.....	51
2.10.5. Peralte.....	52
2.10.6. Radio mínimo de curvatura horizontal.....	54
2.11. TANGENTE MÍNIMA INTERMEDIA	55
2.12. SOBREALCHO	56
2.13. ALINEAMIENTO VERTICAL	57
2.13.1. Gradiente Máxima.....	57
2.13.2. Gradiente Mínimas.....	58
2.13.3. Curvas Verticales.....	58
2.13.4. Curvas Simétricas	61
2.13.5. Curvas Asimétricas.....	62
2.14. ALINEAMIENTO TRANSVERSAL.....	63

2.14.1. Calzada.....	64
2.14.2. Bombeo.....	65
2.14.3. Superficie de Rodadura.	65
2.14.4. Berma o Espaldones.	66
2.14.5. Cuneta.	66
2.14.6. Taludes.	67
2.14.7. Diagrama de masas.	68
2.15. DISEÑO DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS	69
2.15.1 Estudio hidrológico.	69
2.15.2. Diseño de cunetas.	70
2.15.3. Diseño de alcantarillas.	79
CAPITULO III: METODOLOGÍA	86
3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACION.....	86
3.1.1. Tipo.....	86
3.1.1. Nivel.....	86
3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN.....	87
3.2.1. Método.....	87
3.2.2. Enfoque.	87
3.2.3. Diseño.	88
3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA.....	88
3.3.1. Población.....	88
3.3.2. Muestra.	88
3.4. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO	89
3.5. METODOLOGÍA DEL OE.1: OBTENER LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA A TRAVÉS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, PARA CONOCER LOS DETALLES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	90

3.5.1. Reconocimiento de la vía.	90
3.5.2. Descripción de la carretera.	90
3.5.3. Equipos y materiales.	92
3.5.4. Levantamiento topográfico.	94
3.5.5. Trabajo en oficina.	96
3.6. METODOLOGÍA DEL OE.2: DETERMINAR EL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) MEDIANTE UN AFORO DE TRÁNSITO PARA SELECCIONAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE ACUERDO A LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12	97
3.6.1. Estudio de tráfico.	97
3.6.2 Tráfico Futuro	102
3.6.3. Clasificación de la vía.....	104
3.7. METODOLOGÍA DEL OE.3: REALIZAR EL TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EXISTENTE, VERIFICANDO QUE CUMPLA CON LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12.	105
3.7.1. Diseño horizontal.....	105
3.7.2. Diseño Vertical	113
3.7.3. Diseño Transversal.....	117
3.8. METODOLOGÍA DEL OE.4: DISEÑAR LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA Y APLICANDO MÉTODOS TEÓRICOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE CON LA FINALIDAD DE GARANTIZAR UN CORRECTO DRENAJE PLUVIAL EN LA VÍA.....	119
3.8.1. Diseño de cunetas.	119
3.8.2. Diseño de alcantarillas.	126
3.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.	134
CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS	136

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1: OBTENER LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA A TRAVÉS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, PARA CONOCER LOS DETALLES DEL ÁREA DE ESTUDIO.....	136
4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2: DETERMINAR EL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) MEDIANTE UN AFORO DE TRÁNSITO PARA SELECCIONAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE ACUERDO A LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12	137
4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3: REALIZAR EL TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EXISTENTE, VERIFICANDO QUE CUMPLA CON LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12.....	139
4.3.1. Alineamiento Horizontal.	140
4.3.2. Alineamiento Vertical.	140
4.3.3. Alineamiento transversal.....	141
4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.4: DISEÑAR LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA Y APLICANDO MÉTODOS TEÓRICOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE CON LA FINALIDAD DE GARANTIZAR UN CORRECTO DRENAJE PLUVIAL EN LA VÍA.....	142
4.4.1. Diseño de cunetas.	143
4.3.2. Diseño de alcantarillas.	146
4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS	149
CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	151
5.1. CONCLUSIONES.....	151
5.2. RECOMENDACIONES.....	152
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	154
ANEXOS	159

LISTA DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1 Curva circular horizontal	49
Figura 2 Fuerza centrífuga en Curvas	52
Figura 3 Transición del peralte	53
Figura 4 Transición del sobreebanco	56
Figura 5 Elementos del alineamiento vertical.....	57
Figura 6 Elementos curva vertical	59
Figura 7 Curva vertical cóncava	60
Figura 8 Curva vertical convexa	60
Figura 9 Curva vertical simétrica.....	61
Figura 10 Curva vertical asimétrica	62
Figura 11 Elementos de la sección transversal	64
Figura 12 Estaciones Pluviométricas del Ecuador.....	74
Figura 13 Cuneta de sección triangular.....	76
Figura 14 Tipos comunes de alcantarillas y materiales	80
Figura 15 Sección de alcantarilla ducto cajón.	83
Figura 16 Ubicación de la vía Entre Ríos-Atahualpa	89
Figura 17 Inicio de la vía hacia la comunidad Entre Ríos	91
Figura 18 Terreno llano.....	91
Figura 19 Pozo petrolero.....	92
Figura 20 Comunidad Entre Ríos.....	92
Figura 21 Levantamiento topográfico con RTK Trimble R10 GNSS	95
Figura 22 Importación de puntos a software civil-3D.	96
Figura 23 Ubicación del punto de conteo vehicular	98
Figura 24 Conteo Vehicular	98
Figura 25 Curva horizontal circular simple	108
Figura 26 Curvas verticales.....	114
Figura 27 Curva vertical convexa	114
Figura 28 Sección transversal típica	118
Figura 29 Mapa de estación pluviométrica más cercana a Santa Elena	120

Figura 30	Diseño de cuneta para el tramo de vía 0+000 hasta 0+192.78.	126
Figura 31	Cauce principal para la alcantarilla 1	128
Figura 32	Desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga.	128
Figura 33	Área de drenaje para la alcantarilla 1	129
Figura 34	Medidas de la cuenca hidrográfica para la alcantarilla-1	130
Figura 35	Predimensionamiento de ducto cajón	131
Figura 36	Sección transversal de Diseño final de ducto cajón	133
Figura 37	Sección longitudinal de ducto cajón.....	133
Figura 38	Valores de Diseño Recomendados para Carretera MTOP	138
Figura 39	Alineamiento horizontal	140
Figura 40	Alineamiento vertical	141
Figura 41	Detalle de sección transversal.....	141
Figura 42	Diagrama de masas	142

LISTA DE TABLAS

	Pág.	
Tabla 1	Clasificación funcional de las vías en base al TPDA.....	39
Tabla 2	Denominación de Carreteras por Condiciones Orográficas.....	41
Tabla 3	Tasa de crecimiento vehicular.....	48
Tabla 4	Velocidad de diseño en Km/h	51
Tabla 5	Coefficiente de fricción lateral máximos f	53
Tabla 6	Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”	55
Tabla 7	Valores de las gradientes longitudinales máximas	58
Tabla 10	Ancho de calzada según el tipo de carretera	64
Tabla 11	Clasificación de las superficies de Rodaduras	65
Tabla 12	Valores de diseño de ancho de espaldones según el tipo de carretera ..	66
Tabla 13	Valores de diseño para taludes según el tipo de carretera.....	67
Tabla 14	Coefficientes de esponjamiento y contracción	68

Tabla 15 Coeficiente de Escorrentía C.....	72
Tabla 16 Coeficiente de rugosidad de Manning “n”	78
Tabla 17 Coordenadas UTM de la vía de estudio	89
Tabla 18 Coordenadas del punto de partida	95
Tabla 19 Coordenadas del punto de llegada	95
Tabla 20 Resumen del aforo vehicular y cálculo del TPDS.	100
Tabla 21 Factor de ajuste diario (Fd)	101
Tabla 22 Factor de Ajuste Mensual (Fm).....	101
Tabla 23 Composición del tráfico asignado	103
Tabla 24 Composición del tráfico asignado.....	104
Tabla 25 Clasificación de la vía en función al TPDA proyectado	105
Tabla 26 Velocidad de circulación.....	107
Tabla 27 Curvas horizontales del alineamiento	111
Tabla 28 Resumen de curvas verticales	116
Tabla 29 Ecuaciones IDF para estación M0056.....	121
Tabla 30 Área de drenaje.	123
Tabla 31 Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.	125
Tabla 32 Variables independientes	134
Tabla 33 Variables dependientes.....	135
Tabla 34 Cálculo de la pendiente del terreno.....	136
Tabla 35 Día y hora con mayor afluencia de vehículos	137
Tabla 36 Composición vehicular.....	138
Tabla 37 Resumen de parámetros de diseño	139
Tabla 38 Caudales probables para las cunetas de la vía Entre Ríos – Atahualpa	144
Tabla 39 Caudales de diseño para las cunetas de la vía Entre Ríos – Atahualpa	145
Tabla 40 Caudales probables para las alcantarillas de la vía Entre Ríos – Atahualpa	147
Tabla 41 Caudales de diseño para las alcantarillas de la vía Entre Ríos – Atahualpa	148

LISTA DE ECUACIONES

	Pág.
Ecuación 1 Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS)	43
Ecuación 2 Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).....	44
Ecuación 3 Factor diario (Fd).....	44
Ecuación 4 Tráfico Futuro.....	46
Ecuación 5 Tráfico Generado.....	47
Ecuación 6 Tráfico por Desarrollo	47
Ecuación 7 Tráfico Asignado.....	47
Ecuación 8 Grado de curvatura	49
Ecuación 9 Ángulo de deflexión	50
Ecuación 10 Ordenada media.....	50
Ecuación 11 Cuerda	50
Ecuación 12 Radio de la curva circular.....	50
Ecuación 13 Longitud de la curva circular.....	50
Ecuación 14 Externa curva horizontal simetrica.....	50
Ecuación 15 Tangente de la curva circular	50
Ecuación 16 Cuerda larga	50
Ecuación 17 Peralte.....	52
Ecuación 18 Longitud de transición.....	53
Ecuación 19 Longitud tangencial.....	54
Ecuación 20 Radio mínimo	54
Ecuación 21 Tangente Mínima Intermedia (TIM) Caso 1	55
Ecuación 22 Tangente Mínima Intermedia (TIM) Caso 2	56
Ecuación 23 Sobreancho	56
Ecuación 24 Longitud de la curva vertical.....	61
Ecuación 25 Inicio de curva vertical	61
Ecuación 26 Final de la curva vertical	61
Ecuación 27 Cota del punto de inicio de la curva vertical	61
Ecuación 28 Cota del punto final de la curva vertical.....	62
Ecuación 29 Externa de la curva vertical simétrica	62

Ecuación 30 Longitud de la curva vertical asimétrica	63
Ecuación 31 Inicio de curva vertical asimétrica.....	63
Ecuación 32 Final de la curva vertical asimétrica.....	63
Ecuación 33 Cota del punto de inicio de la curva vertical asimétrica.....	63
Ecuación 34 Cota del punto final de la curva vertical asimétrica	63
Ecuación 35 Externa de la curva vertical asimétrica.....	63
Ecuación 36 Caudal probable 1.....	71
Ecuación 37 Caudal probable 2.....	71
Ecuación 38 Tiempo de Concentración	75
Ecuación 39 Caudal de diseño	75
Ecuación 40 Espejo de agua.....	77
Ecuación 41 Área mojada (Cuneta)	77
Ecuación 42 Perímetro mojado (Cuneta)	77
Ecuación 43 Radio hidráulico	78
Ecuación 44 Velocidad del fluido por Manning	78
Ecuación 45 Área mojada (Ducto)	84
Ecuación 46 Perímetro mojado (Ducto).....	84
Ecuación 47 Velocidad de circulación.....	106
Ecuación 48 Intensidad de lluvia	121

**“ESTUDIOS TÉCNICOS PARA LA VÍA ENTRE RÍOS – ATAHUALPA,
UBICADA EN EL CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA
ELENA”**

Autores: Lopez Vasquez Klever Lenin y Duchicela Morocho Esteven Manuel

Tutor: Ing. Campoverde Daniel MSc.

RESUMEN

El trabajo de tesis titulado "Estudios Técnicos para la vía Entre Ríos – Atahualpa", ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, abarca una extensión de 4764,643 metros. La importancia de los proyectos viales en el progreso socioeconómico hace imperativo realizar un análisis, investigación y diseño profesional para asegurar una condición de servicio óptima para los usuarios de la vía.

La investigación tiene como objetivo realizar el diseño geométrico de la vía y el diseño de cunetas y alcantarillas, utilizando el software Civil 3D y las normas de la MTOP (2003) y NEVI-12 para lograr un diseño vial adecuado.

Los resultados del aforo vehicular proyectan un Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) de 356 vehículos mixtos, clasificando la vía como de tipo III. El levantamiento topográfico revela un terreno llano con una pendiente promedio de 0,96%, lo que implica gradientes longitudinales máximas del 6% en la vía diseñada. El diseño geométrico incluye 22 curvas horizontales con peraltes y sobreanchos, así como 17 curvas verticales simétricas. Se presenta el diseño de cunetas con sección triangular y 5 alcantarillas de tipo ducto cajón, todas diseñadas para satisfacer la demanda del caudal probable en la zona hidrográfica de la vía.

PALABRAS CLAVE: *Levantamiento topográfico, cuneta, alcantarilla, diseño geométrico, MTOP-2003.*

“TECHNICAL STUDIES FOR THE ROAD ENTRE RÍOS – ATAHUALPA, LOCATED IN THE SANTA ELENA CANTON, SANTA ELENA PROVINCE”

Authors: Lopez Vasquez Klever Lenin y Duchicela Morocho Esteven Manuel

Tutor: Ing. Campoverde Daniel MSc.

ABSTRACT

The thesis titled "Technical Studies for the Entre Ríos – Atahualpa Road," located in the Santa Elena canton, Santa Elena province, spans a length of 4764.643 meters. The significance of road projects in socioeconomic progress makes it imperative to conduct a professional analysis, research, and design to ensure an optimal service condition for road users.

The research aims to carry out the geometric design of the road, as well as the design of gutters and culverts, using Civil 3D software and adhering to the standards of MTOP (2003) and NEVI-12 to achieve an appropriate road design.

The results from the traffic survey project an Annual Average Daily Traffic (AADT) of 356 mixed vehicles, classifying the road as Type III. The topographic survey reveals flat terrain with an average slope of 0.96%, implying maximum longitudinal gradients of 6% on the designed road. The geometric design includes 22 horizontal curves with superelevation and widening, along with 17 symmetrical vertical curves. The design features triangular-section gutters and 5 box culverts, all designed to meet the probable flow demand in the hydrographic area of the road.

KEYWORDS: *Topographic survey, gutter, culvert, geometric design, MTOP.*

CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

El diseño geométrico de una vía según Agudelo (2002, p.43) “se encarga de determinar las características geométricas de una vía a partir de factores como el tránsito, topografía, velocidades, de modo que se pueda circular de una manera cómoda y segura. El diseño geométrico de una carretera está compuesto por tres elementos bidimensionales, alineamiento horizontal, alineamiento vertical y diseño transversal, que se ejecutan de manera individual, pero dependiendo unos de otros, y que al unirlos finalmente se obtiene un elemento tridimensional que corresponde a la vía propiamente”.

Guzmán (2015), en su reporte menciona que el especialista en transporte de la Universidad de Piura el Mgtr. Julián Rivera dice que “La red vial de un país es fundamental para su desarrollo y crecimiento porque es el único medio que posibilita el transporte de las personas y las cargas”. Así como también Jaramillo (2023) dice que los proyectos de viabilidad contribuyen de manera muy significativa al desarrollo socioeconómico de un pueblo, una ciudad y de todo un país, es por ello que resulta de suma importancia la realización de los diversos estudios, investigaciones y de análisis previos que garanticen una vía apta con las condiciones necesarias de seguridad, diseño, bienestar, utilidad y confort para los conductores.

El incremento de infraestructuras viales juega un papel crucial en el desarrollo regional, una planificación adecuada y diseño geométrico de las vías es esencial para garantizar la seguridad vial, la eficiencia del tráfico y la comodidad de los usuarios. Además, es fundamental considerar el diseño de los sistemas de drenajes para evitar problemas de inundaciones y asegurar una larga durabilidad de las vías.

La vía Entre Ríos – Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, es una ruta importante que conecta ambos sectores y es utilizada tanto por residentes locales como turistas nacionales, debido a que la parroquia Atahualpa es denominada como

la capital del mueble, gran parte de su economía gira en torno a la fabricación de muebles. En esta vía se ha observado deficiencias en su diseño geométrico y sistemas de drenaje, lo que ha generado problemas de seguridad vial y dificultades en épocas de lluvia, donde se ha planteado solucionar estos problemas que generan subdesarrollo en esta localidad. En este contexto, la presente tesis “Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena” tiene como objetivo realizar el diseño geométrico vial y los sistemas de drenaje pluvial para la vía Entre Ríos – Atahualpa.

Para la ejecución de esta tesis en primer lugar, se llevó a cabo un estudio topográfico detallado del área de trabajo para recopilar información sobre el relieve del terreno y otros factores relevantes, luego se procedió a ejecutar el aforo de tráfico donde se determinó el tránsito promedio diario anual (TPDA) y en base a este estudio se asignó las dimensiones y requerimientos para el diseño de la vía ya establecidos por la normativa del Ministerio de Transportes y Obras Públicas (MTOPE), con la información obtenida anteriormente se realizó el diseño geométrico de la vía utilizando el software Civil 3d.

Una vez finalizado el diseño geométrico vial, se abordó el sistema de drenaje de la vía, donde se realizó un análisis de las condiciones hidrológicas y se diseñaron las secciones de los elementos necesarios para captar, transportar y desalojar adecuadamente las aguas pluviales, esto implica el diseño de cunetas y alcantarillas.

Es importante destacar que todo el proceso se desarrolló en base a las normativas vigentes del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTOPE) en materia de diseño geométrico vial y sistemas de drenaje, con la finalidad de mejorar la movilidad de los usuarios, la seguridad del sistema vial y el desarrollo socioeconómico de este sector.

1.1. PREGUNTAS DE INVESTIGACIÓN

- ¿En qué condiciones se encuentra la vía Entre Ríos-Atahualpa?
- ¿Qué riesgos corren los habitantes de ambas comunidades al no realizar un diseño geométrico y sistemas de drenaje pluvial?
- ¿Cuál es la topografía que presenta esta vía?

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

El Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) con sus políticas y requerimientos permite garantizar que el sistema vial a nivel nacional sea el más eficiente y seguro, con el objetivo que las comunidades, pueblos y ciudades se encuentren comunicadas entre sí, y las personas que transitan por las distintas rutas gocen de confort y bienestar.

De acuerdo con el periódico La Hora (2023), en el año 2023, el 45,85% de la infraestructura vial estatal en Ecuador se encuentra en condiciones deficientes o representa un riesgo para la circulación vehicular, esto equivale a un total de 4.718,32 kilómetros de carreteras que requieren intervenciones de diversos niveles.

Por lo tanto, actualmente existen deficiencias en la red vial de nuestro país que ocasionan problemas como el embotellamiento vehicular, accidentes de tránsito, la dificultad en el transporte de productos e incluso la disminución del turismo debido a las deficiencias y la poca comodidad al momento de transitar por las carreteras.

La Provincia de Santa Elena enfrenta actualmente la dificultad de una falta de infraestructura vial que permita la comunicación entre las parroquias rurales. Como resultado, estas áreas carecen de un sistema vial óptimo que sea necesario para impulsar el desarrollo de la productividad local.

Un ejemplo de esta situación, es la vía que conecta las comunidades Entre Ríos y Atahualpa, la cual no cuenta con un diseño geométrico seguro y presenta un alto grado de deterioro, esto por condiciones climáticas adversas, desgaste causado por las cargas de los vehículos y transporte pesado que transitan por esta carretera, además la erosión provocada por fuertes vientos, como resultado, los usuarios frecuentes de esta ruta enfrentan dificultades para transitar sobre ella, y no puedan llevar a cabo sus actividades comerciales, agrícolas y ganaderas de manera eficiente, esto afecta negativamente al desarrollo económico y social de los habitantes de esta zona.

Además, otro problema también es que muchos trabajadores, estudiantes e incluso entidades de auxilio y seguridad, no pueden llegar a tiempo a su destino debido a las condiciones que presenta esta vía, lo que puede resultar en pérdida de empleo, descuentos salariales, atrasos e incluso se puede poner en riesgo la vida de las personas.

Se ha observado que esta vía presenta deficiencias en el diseño geométrico, entre las problemáticas identificadas se encuentran las curvas cerradas, pendientes abruptas, mal drenaje pluvial y falta de señalización. Estas deficiencias representan un riesgo para los usuarios de la vía, además, la falta de educación vial y seguridad vial puede ocasionar accidentes de tránsito que como consecuencia dejan pérdidas materiales y humanas.

1.3. ANTEDECENTES

En estudios realizados a nivel internacional, se encontró el trabajo de titulación de Coicaposa y Salazar (2021) concerniente al “Estudio técnico para el mejoramiento del camino vecinal del tramo Pacahuara – Punta Carretera en el distrito de Iberia – Tahuamanu, 2020”. La investigación tuvo como objetivo elaborar el estudio técnico para mejorar el camino vecinal mencionado. Los autores comenzaron con un estudio de tráfico vehicular, seguido de la descripción de las características topográficas. Posteriormente, formularon el diseño geométrico y plantearon técnicas alternativas para mejorar el camino en el tramo estudiado. Entre las conclusiones y resultados de este estudio se incluye la clasificación del camino vecinal como Trocha Carrozable, con una longitud de 4.20 km, un ancho de calzada entre 4.0 m y 5.0 m, una pendiente máxima del 8%, con excepción de un 12 %, un bombeo del 3%, sobreechornos de 0.50 m, una velocidad de diseño de 30 km/h y, finalmente, un radio mínimo de curvas de 15.0 m.

Continuando con el ámbito internacional, se puede resaltar la tesis de Carrasco y Rojas (2022) acerca de “Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular en el tramo Cutervo – Angurra – San Cristóbal de Nudillo km 0+000 – 11+050, Cajamarca”. Esta investigación tuvo como objetivo el diseño de un pavimento flexible para mejorar la transitabilidad en dicho tramo. Los autores

llevaron a cabo una inspección en campo, estudios de ingeniería básica, diseño de la infraestructura, evaluación del impacto ambiental, análisis de costos y presupuestos. Como resultados, se obtuvo una clasificación de carretera de Tercera Clase, con una velocidad de diseño de 40 km/h, un ancho de calzada de 7 m que incluye bermas, una pendiente longitudinal entre 8% y 10%, así como cunetas de 0,75 m de ancho y 0,30 m de profundidad.

En relación al tema de investigación en el ámbito nacional, se puede hacer hincapié en el trabajo de titulación de Lozada (2022) sobre “Diseño geométrico y estructural de la vía de 5.3 km que une las comunidades Lushanta – Ardilla Urku perteneciente a la parroquia San Pablo de Ushpayacu en el cantón Archidona de la provincia de Napo”, con el propósito de realizar el diseño geométrico y estructural de la vía que une las comunidades antes mencionadas. Algunos de los resultados de este trabajo fueron una clasificación de vía Clase IV, con velocidad de diseño de 35 km/h, ancho de calzada de 6 m, 1.0 m de espaldones a cada lado de la vía, con un caudal máximo obtenido para el diseño de cunetas de 0.08 m³/s dando como resultado una cuneta de 1.0 m de ancho.

Así mismo en el trabajo de titulación de Gavilanes (2015) “Estudio técnico vial de la carretera el Santuario – Hualcanga San Francisco – Hualcanga Santa Anita y su influencia en el desarrollo socioeconómico del sector en el cantón Quero, provincia de Tungurahua”, cuya finalidad fue realizar un estudio técnico vial de la carretera El Santuario – Hualcanga San Francisco – Hualcanga Santa, concluyendo con una propuesta de diseño en base a una clasificación de carretera tipo IV, con una velocidad de diseño de 25 km/h, un radio mínimo de curvatura de 20 m, una pendiente longitudinal entre 8% y 12%, un ancho de calzada de 6 m, y cunetas de 0.70 m de ancho y 0.45 m de profundidad.

En el ámbito local, se puede resaltar la tesis de titulación de Lainez y Liriano (2023) acerca de “Diseño geométrico de la vía Baños de San Vicente – Sayá del cantón Santa Elena”. Investigación que tuvo como objetivo elaborar el trazado y diseño mediante el software Civil Cad 3D para el modelo geométrico de la vía. Estudio que se realizó en 3 etapas: 1) Estudio de tráfico, 2) Obtención de características de la vía mediante el levantamiento topográfico, 3) Diseño geométrico de la vía.

Obteniendo como resultados en este estudio una vía de clase III con longitud de 6.264 km, una velocidad de diseño de 80 km/h, velocidad de circulación de 72km/h, 6.0 m de ancho de calzada con 2% de bombeo y 4% de gradiente longitudinal, 1.50 m de ancho de bermas a los lados de la calzada, taludes de corte y relleno con inclinación 2:1 (H:V), y con un volumen excedente de corte de 3748.22 m³.

De igual forma en el mismo ámbito local existe otra tesis de titulación que tiene varios puntos de relación con el enfoque propuesto por la investigación, y es la tesis de Hermida y Yagual (2015), en su “Estudio y diseño geométrico de la vía San Pablo – San Miguel ubicado en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena”, con el objetivo de realizar el trazado y diseño de la vía cumpliendo requisitos: técnico, económico y ambiental que facilite la comunicación segura y eficiente entre las poblaciones de San Pablo y San Miguel, concluyendo en el estudio con una vía Colectora de Clase II de longitud de 7.26 km, con velocidad de diseño de 80 km/h y velocidad de circulación de 71 km/h, un ancho de calzada de 6.70 m, con bombeo del 2 %, berma de 2 m de ancho con gradiente transversal del 4 %, talud de corte con inclinación 2:1 (H:V) y de relleno 3:1 (H:V), y finalmente las obras de drenaje están conformadas por 4 alcantarillas de acero comercial galvanizado de diámetro 0.80 m.

1.4. HIPOTESIS

1.4.1. Hipótesis General.

La elaboración del diseño de la vía Entre Ríos- Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, mejorará la circulación de los usuarios ofreciendo rapidez, seguridad y confort al transitar por esta vía.

1.4.2. Hipótesis Específicas.

H.E1.: La obtención de las características de la vía a través del levantamiento topográfico ayudará a su entendimiento altimétrico y planimétrico.

H.E2.: La determinación de tráfico vehicular permitirá la respetiva clasificación de la vía y selección de parámetros de diseño geométrico.

H.E3.: La realización del trazado y diseño geométrico de la vía, verificando que se cumpla la normativa técnica vial ecuatoriana beneficiará a tener un correcto diseño y desempeño de la vía.

H.E4.: La ejecución del diseño de cunetas y alcantarillas evitará que la vía se deteriore por inundaciones.

1.5. OBJETIVOS

1.5.1. Objetivo General.

Elaborar el diseño de la vía Entre Ríos- Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena por medio del software Civil 3D, las normativas MTOP y NEVI-12, para mejorar la circulación de los usuarios.

1.5.2. Objetivo Específicos.

O.E1.: Obtener las características de la vía a través del levantamiento topográfico, para conocer los detalles del área de estudio.

O.E2.: Determinar el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) mediante un aforo de tránsito para seleccionar los parámetros de diseño de acuerdo a la normativa MTOP y NEVI-12.

O.E3.: Realizar el trazado y diseño geométrico de la vía existente, verificando que cumpla con la normativa MTOP y NEVI-12.

O.E4.: Diseñar la sección transversal de cunetas y alcantarillas mediante el estudio hidrológico de la zona y aplicando métodos teóricos de diseño de sistemas de drenaje con la finalidad de garantizar un correcto drenaje pluvial en la vía.

1.6. ALCANCE

El alcance del tema de tesis “Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena”, tiene como objetivo principal elaborar estudios técnicos para el mejoramiento de la vía Entre Ríos-Atahualpa, el cual se limita específicamente en el diseño geométrico de la vía y los sistemas de drenaje en la ruta ya mencionada, teniendo en cuenta aspectos como la seguridad vial, la eficiencia del tráfico y la comodidad de los usuarios.

Para lograr estos objetivos, se llevará a cabo una revisión exhaustiva de la normativa del MTOP y la literatura especializada en diseño geométrico vial y sistemas de drenaje, así con el fin de establecer las mejores prácticas y estándares recomendados. Se recopilará información de campo, como mediciones topográficas, aforo de tráfico, entre otros, así mismo se investigará información ya existente para ejecutar el estudio hidrológico, con la finalidad de obtener datos aproximados sobre el terreno y las condiciones actuales de drenaje. La metodología de investigación realiza tanto el análisis cuantitativo como cualitativo de los datos recopilados. Se utilizará software civil 3D especializado en diseño geométrico vial para realizar simulaciones y evaluar diferentes escenarios de diseño.

Es importante destacar que el alcance de esta tesis se limitará específicamente a la vía que conecta las comunidades de Entre Ríos y Atahualpa, no se abordarán otros aspectos relacionados con la infraestructura vial, como puentes o túneles, ni se extenderá el análisis a otras rutas o carreteras. El enfoque se centrará específicamente en el diseño geométrico y el diseño de las secciones transversales de las cunetas y alcantarillas, sin adentrarse al diseño estructural del sistema de cunetas y alcantarillas, para esta vía en particular.

1.7. VARIABLES

1.7.1. Variable Independiente.

- Estudio topográfico.
- Estudio de tráfico.

1.7.2. Variable Dependiente.

- Diseño geométrico.
- Diseño de sistemas de drenaje.

CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

“Un sistema nacional de vías transforma el tiempo y el espacio de la integración nacional; potencia las oportunidades de dinamizar el mercado interno, de integrar la diversidad y las diferencias identitarias. Por eso no son simples obras de vialidad sino el entramado para mejorar las comunicaciones a todo nivel”(Vásquez, 2023).

Con el objetivo de llevar a cabo un trabajo de investigación impecable, utilizaremos la teoría e información disponible, ya sea proveniente de textos, libros, tesis, artículos, sitios web, revistas, publicaciones científicas, entre otros. Estos recursos serán fundamentales y de gran importancia para el desarrollo óptimo de nuestro proyecto de tesis titulado "Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa, ubicados en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena".

2.1. RED VIAL EN EL SECTOR RURAL: VÍAS PARA LA CONECTIVIDAD Y DESARROLLO ECONÓMICO

La conectividad vial en el sector rural es de gran importancia debido a diversos factores, entre los cuales se incluye la mejora en la calidad de vida de sus habitantes, el acceso a nuevas oportunidades y la facilitación del transporte comercial. Dado que una parte significativa de la economía del sector rural se basa en actividades como la agricultura, ganadería y pesca. Los productos generados por estas actividades son transportados a distintos mercados con el propósito de abastecer de alimentos a los habitantes de las ciudades en nuestro país. En resumen, el campo desempeña un papel crucial en la alimentación de la ciudad. Sin una vía de acceso que no garantice que sea óptima, segura y confortable, lamentablemente, los habitantes de la ciudad no podrán disfrutar de una soberanía alimentaria.

2.1.1. Conectividad.

“La mejora de la conectividad en áreas rurales puede afectar de manera dispar a la población, dependiendo de factores como el género, la edad, la pertenencia a distintos grupos étnicos o de castas, así como los ingresos familiares. Por lo tanto, se sugiere que las intervenciones en transporte se implementen en conjunto con otras políticas complementarias. Por ejemplo, el mejoramiento de los servicios de conectividad podría facilitar la migración temporal de hombres hacia lugares con empleos mejor remunerados, lo que podría resultar en un aumento de la carga de trabajo para las mujeres que permanecen en sus hogares originales. Del mismo modo, una mayor accesibilidad a los bienes de consumo puede beneficiar a los hogares, pero podría afectar a los artesanos rurales y a aquellos cuyos medios de vida dependen del transporte. Asimismo, la mejora en la conectividad puede dar lugar a nuevos conflictos que requieren medidas de mitigación y control. Por ejemplo, un auge en la exportación agrícola puede aumentar el flujo de vehículos en las carreteras rurales, generando quejas por congestión, mayor cantidad de polvo en suspensión e inseguridad vial debido a una infraestructura vial que no se ajusta a los nuevos requerimientos” (CEPAL, 2020,p.5).

2.1.2. Desarrollo rural.

"El Desarrollo Rural se presenta como un proyecto significativo en medio de las incertidumbres sobre el futuro del entorno rural y las necesidades de una mejor calidad de vida en estas áreas. Representa un desafío crucial, ya que implica la vida digna de muchas personas. Aunque existe una aparente preocupación y se implementan políticas, inversiones, iniciativas y programas destinados al mundo rural, muchos de estos espacios experimentan un proceso de decadencia. Esta situación plantea la oportunidad y la necesidad de desaprender y abrirse a nuevas investigaciones, ya que la investigación es fundamentalmente un ejercicio de creatividad. Como se ha expresado, investigar implica ver lo que otros no ven y pensar en lo que otros no han considerado"(Martin, 2000, p.1).

2.2. TOPOGRAFÍA

Como expresa Alcántara (2014, p.2) la topografía se define como una disciplina práctica que se encarga de establecer las posiciones relativas o absolutas de puntos en la Tierra y de representar en un plano una porción limitada de su superficie. En otras palabras, se ocupa de investigar los métodos y procesos para medir el terreno y representar dichas mediciones de manera gráfica o analítica a una escala específica. Además, realiza replanteos o trazos en el terreno para llevar a cabo diversas obras de ingeniería, basándose en las condiciones del proyecto delineadas en un plano. También se dedica a realizar trabajos como deslindes, divisiones de tierras (agrodesia), catastros rurales y urbanos, así como levantamientos y trazos en proyectos subterráneos.

2.2.1. Levantamiento topográfico.

Como plantea el sitio web CIENTEC (2021) de acuerdo con la descripción proporcionada por CIENTEC (2021), el levantamiento topográfico, que constituye la fase inicial del estudio técnico y descriptivo de un terreno, implica la evaluación minuciosa de las características físicas, geográficas y geológicas de dicho terreno, así como de las variaciones o alteraciones presentes en él. Durante este proceso, se recurre a una serie de métodos y operaciones destinados a medir, procesar y comunicar de manera efectiva los datos relevantes del terreno. Este enfoque posibilita la creación de una representación gráfica detallada y precisa en un plano de escala reducida. El plano resultante identifica con precisión todos los puntos relevantes del terreno y subraya las posibles modificaciones realizadas por la intervención humana, como construcciones o excavaciones.

De acuerdo a Alcántara (2014, p.164) en cualquier proyecto de infraestructura, como la construcción de un camino, la topografía juega un papel crucial. La topografía realiza estudios preliminares para identificar la ruta óptima mediante levantamientos y el establecimiento de un banco de nivel de referencia. Posteriormente, se llevan a cabo levantamientos detallados, y una vez que el proyecto está en marcha, se realiza el trazado sobre el terreno. Además, se realiza la nivelación del perfil del eje del camino y se generan secciones transversales para

calcular volúmenes y gestionar el movimiento de tierras. Durante la fase de construcción, se realizan verificaciones planimétricas y altimétricas para asegurar la correspondencia entre lo construido y lo proyectado, realizando las correcciones necesarias.

2.2.2. Tipos de levantamiento topográfico.

Según CIENTEC (2021), se hacen referencia a dos tipos fundamentales de levantamiento topográfico para analizar un terreno. El levantamiento topográfico planimétrico implica una serie de métodos y procedimientos destinados a obtener la representación a escala de los puntos y detalles del terreno en una superficie plana, sin tener en cuenta su relieve, y se proyecta horizontalmente. Por otro lado, el levantamiento topográfico altimétrico tiene como objetivo determinar la diferencia de alturas entre diferentes puntos del espacio con respecto al plano utilizado como referencia.

2.3. SISTEMA DE REFERENCIAS

De acuerdo a Morales (2022), un Sistema de Referencia de Coordenadas se define como un sistema vinculado a la Tierra mediante un Datum geodésico, el cual consiste en un conjunto de parámetros que establecen la posición en relación con la Tierra. Este sistema emplea uno o varios números (coordenadas) para identificar de manera única la ubicación de un objeto.

Para los levantamientos topográficos en el Ecuador se deberá usar el sistema ecuatoriano de unidades permitido, el mismo que usa como referencia el Sistema Internacional de Unidades, para referenciar los trabajos topográficos se toma el sistema de posicionamiento global (GPS) el mismo que trabaja mediante el sistema geodésico WGS84 (*World Geodetic System 84*) y el sistema de coordenadas en unidades UTM (*Universal Tranverse Mercator*).

Morales (2022) afirma que el WGS84 es un sistema global de coordenadas geográficas que permite la precisa localización de cualquier punto en la Tierra. Las siglas WGS84 representan el acrónimo en inglés "World Geodetic System 84"

(Sistema Geodésico Mundial 1984). Este sistema de coordenadas de referencia es ampliamente utilizado en la comunidad de Sistemas de Información Geográfica (SIG) y se fundamenta en una proyección cilíndrica equidistante simple.

2.4. VÍA

Como plantea Cárdenas (2013, p.1) una carretera se configura como una infraestructura de transporte especialmente preparada en una franja de terreno designada como derecho de vía. Su objetivo es facilitar la circulación ininterrumpida de vehículos en el espacio y el tiempo, garantizando niveles apropiados de seguridad y comodidad.

2.5. DISEÑO GEOMÉTRICO

Según Cárdenas (2013, p.37) para realizar el diseño geométrico se debe llevar a cabo una evaluación entre los elementos físicos de las carreteras y las características operativas de los vehículos, empleando principios matemáticos, físicos y geométricos. En este contexto, la configuración geométrica de una carretera se determina por el trazado de su eje tanto en planta como en perfil, así como por la delineación de su sección transversal.

2.6. CLASIFICACIÓN DE VÍAS

Citando al MTOP(2003, p.63) las carreteras en el País se las clasificara principalmente por:

- Clasificación por Capacidad (Función del TPDA)
- Clasificación por jerarquía en la red vial
- Clasificación por condiciones Orográficas
- Clasificación por Numero de Calzadas
- Clasificación en función de la Superficie de rodamiento

2.6.1. Clasificación por capacidad (función del TPDA_d).

Según el Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2013), con el propósito de normalizar la estructura de la red vial del país en el siglo actual, se ha implementado una clasificación de las vías basada en el volumen de tráfico que manejan durante el año de diseño. De acuerdo con esta clasificación, es necesario que las vías sean planificadas considerando las características funcionales y geométricas correspondientes a su categoría. Además, se destaca la posibilidad de construir las vías por etapas, teniendo en cuenta el aumento del tráfico y las limitaciones presupuestarias (p. 64).

En la tabla 1 se presenta la respectiva clasificación funcional propuesta de las carreteras y caminos en función del TPDA.

Tabla 1

Clasificación funcional de las vías en base al TPDA

Descripción	Clasificación funcional	Tráfico promedio diario anual (TPDA _d) al año de horizonte	
		Límite Inferior	Límite Superior
Autopista	AP2	80000	120000
	AP1	50000	80000
Autovía o carretera multicarril	AV2	26000	50000
	AV1	8000	26000
Carretera de 2 carriles	C1	1000	8000
	C2	500	1000
	C3	0	500

Nota. Citado de la normativa NEVI-12-MTOP (2013, p.64), Vol.2A.

2.6.2. Clasificación funcional por importancia en la red vial.

Corredores Arteriales: Según el MTOP (2013, p.69), los corredores arteriales son caminos de alta jerarquía funcional que conectan en el Continente a las Capitales de Provincia, los principales puertos marítimos con los del Oriente, y pasos de frontera utilizados para viajes de larga distancia. Estos deben tener alta movilidad, accesibilidad reducida y/o controlada en su recorrido, giros y maniobras controladas, así como estándares geométricos adecuados para proporcionar una operación de tráfico eficiente y segura.

Vías Colectoras: En base al MTOP (2013, p.69)., las vías colectoras son caminos de mediana jerarquía funcional que se constituyen por aquellos cuya función principal es recolectar el tráfico de la zona rural o una región. Llegan a través de los caminos locales para conducirlo a la malla estratégica o esencial de corredores arteriales. Estos caminos se utilizan para servir el tráfico de recorridos intermedios o regionales, requiriendo estándares geométricos adecuados para cumplir con esta función.

Caminos Vecinales: Estas vías, según el MTOP (2013, p.69), son las carreteras convencionales básicas que incluyen todos los caminos rurales no clasificados en las denominaciones anteriores. Están destinadas a recibir el tráfico doméstico de poblaciones rurales, zonas de producción agrícola y accesos a sitios turísticos.

2.6.3 Clasificación por condiciones orográficas.

“La clasificación de las vías se realizará según las características topográficas del terreno natural por el cual se extenderá la vía. Dicha clasificación se basará en la máxima inclinación media de la línea de pendiente más pronunciada, la cual corresponde a la franja original de terreno atravesada por la explicación de la carretera “MTOP (2013, p.69).

En la tabla 2 se muestra la clasificación de las carreteras propuestas por la MTOP (2013, p.69).

Tabla 2*Denominación de Carreteras por Condiciones Orográficas*

Tipo de Relieve	Máxima Inclinación Media
Llano	$i \leq 5$
Ondulado	$5 < i \leq 15$
Accidentado	$15 < i \leq 25$
Muy accidentado	$25 < i$

Nota. Citado de la normativa NEVI-12-MTOP (2013, p.69), Vol.2A.

2.6.4 Clasificación por número de calzadas.

a) Carreteras de calzadas separadas: Según el MTOP (2013, p.69), estas son vías que cuentan con calzadas diferenciadas para cada sentido de circulación, con una separación física entre ambas. Se señala que, de manera excepcional, podrían tener más de una calzada para cada sentido de circulación. Es importante destacar que no se considera como separación física aquella constituida exclusivamente por marcas viales sobre el pavimento o bordillos montables, siempre que la altura de estos últimos sea inferior a 15 cm.

b) Carreteras de calzada única: De acuerdo con el MTOP (2013, p.69) “este tipo de carreteras se caracterizan por tener una sola calzada que se utiliza para ambos sentidos de circulación, sin contar con una separación física entre ellas. Esta definición se mantiene independientemente del número de carriles que pueda tener la carretera”.

2.6.5. Clasificación en función de la superficie de rodamiento.

Pavimentos Flexibles: Según el MTOP (2013, p.70) “se define como aquellos pavimentos que cuentan con una capa de rodadura formada por una mezcla bituminosa de asfalto altamente resistente a los ácidos, álcalis y sales”.

Pavimentos Rígidos: De acuerdo con el MTOP (2013, p.70) “este tipo de pavimentos se caracteriza por tener una capa de rodadura formada por una losa de concreto hidráulico, compuestas por agua, cemento, arena y grava, con o sin refuerzo estructural. Esta losa se apoya sobre la subrasante de material granular”.

Afirmados: Según el MTOP (2013, p.70) “los pavimentos afirmados son aquellos en los que la superficie de rodadura está compuesta por una capa de material granular con tamaño máximo de dos y media pulgadas (2½") y con proporción de finos, debidamente compactado”.

Superficie Natural: En base al MTOP (2013, p.70) “se define como pavimentos de superficie natural aquellos cuya capa de rodadura está compuesta por el terreno natural del lugar, debidamente conformado”.

2.7. ESTUDIO DE TRÁFICO

El estudio de tráfico proporciona información sobre el flujo vehicular en la vía o área de estudio, siendo esta información fundamental para el diseño eficiente y seguro de vías y la colocación de señalización de tráfico.

2.7.1. Tráfico.

Según Lozada (2022, p.15), el flujo vehicular es un factor fundamental para la calidad del servicio en una carretera y desempeña una función vital en la configuración de los elementos geométricos del diseño de la vía. Para poder elaborar el diseño geométrico de una carretera de manera adecuada, resulta fundamental contar con información exacta sobre los volúmenes de tráfico actuales y los tipos de vehículos que transitan por ella.

2.7.2. Aforo de Tráfico.

Lainez y Liriano (2023, p.19) resaltan que al calcular el TPDA, uno de los primeros pasos esenciales en cualquier investigación de tráfico consiste en analizar el movimiento vehicular en el área de interés. Esto implica la medición de la

cantidad de automóviles que circulan por cada carril durante un lapso de tiempo determinado. Estas mediciones se llevan a cabo mediante observaciones en el sitio, lo que proporciona una comprensión del flujo de tráfico presente en la zona.

2.7.3. Conteo Manual.

MTOP (2003, p.13) señala que el conteo manual se realiza en un punto estratégico de la carretera con la finalidad de recoger toda la información sobre el tráfico de vehículos en un determinado número de días laborables, información que se necesita para obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA).

2.7.4. TPDS.

Lainez y Liriano (2023, p.21) indican que el Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS) experimenta variaciones en función de los días considerados para su cálculo. Sin embargo, proponen una ecuación que toma en cuenta exclusivamente los días hábiles de la semana, es decir, de lunes a viernes, y los días no laborables, como sábado y domingo. La ecuación 1 es empleada para calcular el TPDS.

$$TPDS = \frac{TS}{7} \quad (1)$$

Donde:

$TPDS$ = Tráfico promedio diario semanal

TS = Es el tráfico semanal

7 = Días de la semana aforado

2.7.5. TPDA.

Jiménez (2016, p.19) caracteriza el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) como la suma total de vehículos que atraviesan un punto específico o una sección de carretera dentro de un lapso temporal que excede un día, pero no supera un año. La ecuación 2 se utiliza para el cálculo del TPDA.

$$TPDA = TPDS * Fd * Fm \quad (2)$$

Donde:

TPDA = Tráfico promedio diario anual

TPDS = Tráfico promedio diario semanal

Fd = Factor de ajuste diario

Fm = Factor de ajuste mensual

2.8. CÁLCULO DE VARIACIONES (FACTORES)

Para realizar el cálculo del TPDA se tienen que tener en cuenta estos 4 factores que se presentan a continuación:

2.8.1. Factor horario (Fh).

Gordillo y Miguitama (2018, p.10) establecen que este factor permite transformar la cantidad de tráfico observada por hora en un promedio diario de volumen de tráfico.

2.8.2. Factor diario (Fd).

Gordillo y Miguitama (2018, p.11) sugieren que el factor de ajuste diario simplifica la transformación del volumen diario de tráfico a un promedio semanal, derivado de la relación entre el promedio de vehículos en una semana determinada y el volumen diario de vehículos durante ese mismo periodo. Esta metodología permite calcular factores de ajuste individuales para cada día de la semana y se calcula con la ecuación 3.

$$Fd = \frac{TPDS}{TD_d} \quad (3)$$

Donde:

Fd = Factor Diario

TPDS = Tráfico promedio diario en la semana

TDd = Es el tráfico diario

2.8.3. Factor semanal (Fs).

Gordillo y Miguitama (2018, p.12) explican que este método se emplea para transformar el volumen de tráfico de una semana a un promedio mensual. Este factor se determina al dividir el tráfico promedio diario anual entre el tráfico promedio diario semanal, generando así 52 factores que corresponden a las 52 semanas del año.

2.8.4. Factor mensual (Fm).

Gordillo y Miguitama (2018, p.13) mencionan que el factor de ajuste mensual se emplea para convertir un volumen promedio mensual en un promedio anual, y se calcula a partir de la relación entre el volumen promedio diario anual y el volumen promedio mensual de tráfico.

2.9. VOLUMEN DE TRÁFICO

El término "volumen de tráfico" alude a la cantidad de vehículos que atraviesan una vía en un lapso determinado. Según Ortiz (2023, p.23), las investigaciones sobre volúmenes buscan obtener información precisa sobre la circulación de vehículos y peatones en puntos concretos dentro de una vía o carretera, representando estos resultados en relación al tiempo.

2.9.1. Volumen Horario Máximo o Anual.

De acuerdo con año Lainez y Liriano (2023, p.22) se refiere a la hora del día con la mayor concentración de tráfico vehicular, considerando las 8,760 horas que componen un año.

2.9.2. Tráfico Actual.

Según lo definido por las Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP (2003, p.17), el tráfico actual se refiere al número real de vehículos que circulan de manera continua por una carretera, es decir, la cantidad de vehículos que transitan por una vía antes de que se realicen mejoras en la misma.

2.9.3. Tráfico Futuro.

Conforme al Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP (2003, p.16), la predicción del volumen y la composición del tráfico futuro se basa en el análisis del tráfico actual. Los diseños viales se sustentan en la proyección del flujo vehicular a un plazo de 15 o 20 años, considerando el crecimiento típico del tráfico, el tráfico generado y el aumento del tráfico debido al desarrollo. Estas previsiones de tráfico juegan un papel crucial en la clasificación de las carreteras y tienen un impacto significativo en la determinación de la velocidad de diseño y otros parámetros geométricos del proyecto.

Además, la predicción del tráfico también se utiliza para determinar cuándo una carretera necesita mejoras en su superficie de rodadura o para aumentar su capacidad MTOP (2003). Para el cálculo del tráfico futuro se utiliza la ecuación 4.

$$TF = Ta(1 + i)^n \quad (4)$$

Donde

TF = Tráfico futuro o proyectado

Ta = Tráfico anual

n = número de años en que será diseñado el proyecto

i = Tasa de crecimiento vehicular

2.9.4. Tráfico Generado.

Lainez y Liriano (2023, p.24) mencionan que es el que se calcula para los dos años siguientes a la finalización del proyecto vial, estimando la cantidad de viajes que se realizarán y los que no se llevarán a cabo antes y después de la conclusión de la obra. Puede determinarse mediante la ecuación 5.

$$Tg = 0,20 Ta \quad (5)$$

2.9.5. Tráfico por Desarrollo.

Lainez y Liriano (2023, p.24) explican que se produce durante la ejecución del proyecto vial y está relacionado con las zonas circundantes, determinando si los sectores productivos han logrado sus metas. Este flujo vehicular se define a través de la ecuación 6.

$$Td = 0,05 Ta \quad (6)$$

2.9.6. Tráfico Asignado.

Según la explicación de Lainez y Liriano (2023, p.24) es imprescindible determinar el valor del tráfico asignado, el cual se calcula mediante la suma del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), el tráfico generado (Tg) y el tráfico por desarrollo (Td), como se presenta en la ecuación 7.

$$T.Asignado = TPDA + Tg + Td \quad (7)$$

Donde:

$TPDA$ = Tráfico promedio diario anual

Tg = Tráfico generado

Td = Tráfico desarrollado

2.9.7. Crecimiento Normal de Tráfico.

El crecimiento del tráfico está limitando el aumento en la utilización de vehículos en Ecuador. De acuerdo con una investigación llevada a cabo por el Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP (2013), se ha registrado un incremento del 6% anual en un lapso de 14 años. En la tabla 3 se presenta la tasa de crecimiento vehicular estimados para los próximos años.

Tabla 3

Tasa de crecimiento vehicular

Periodo	Automóviles	Buses	Camiones
2010-2015	4.47%	2.22%	2.18%
2015-2020	3.97%	1.97%	1.94%
2020-2025	3.57%	1.78%	1.74%
2025-2030	3.25%	1.62%	1.58%

Nota. Tomada de la Norma para estudios y diseños viales (MTOP, 2013).

2.10. ALINEAMIENTO HORIZONTAL

La proyección del eje central de la carretera sobre un plano horizontal depende en gran medida de la topografía del terreno, las condiciones de drenaje y la velocidad de circulación para la cual se quiera diseñar la vía; estos factores determinarán las tangentes y curvas circulares o de transición, elementos que componen el alineamiento horizontal MTOP (2003, p.35).

2.10.1. Tangente.

Las tangentes son segmentos de línea recta que unen curvas. Los puntos en los cuales dos tangentes se cruzan se conocen como puntos de intersección o PI, y el ángulo formado por la proyección de una tangente y la siguiente se identifica como ángulo de deflexión, representado por el símbolo (α) alfa (McCormac, n.d.).

2.10.2. Curvas circulares.

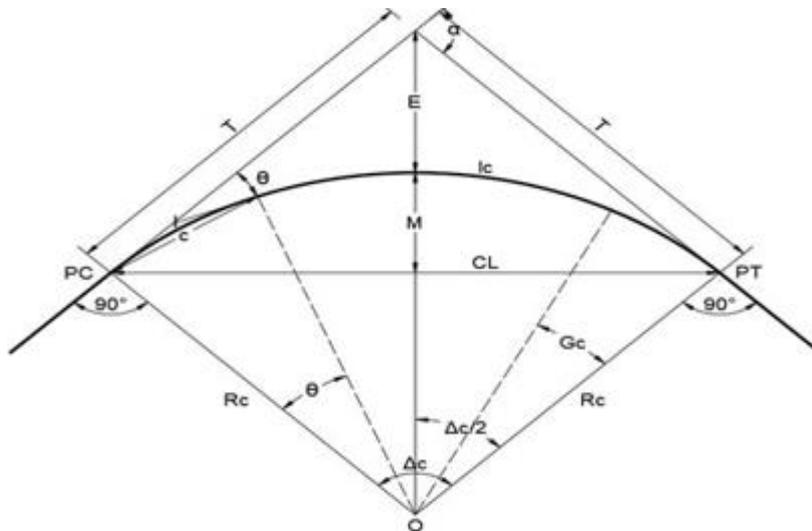
El trazado del eje de la carretera se crea mediante la unión de tramos rectos conocidos como tangentes, los cuales se enlazan mediante curvas circulares. Estas curvas circulares posibilitan la modificación de la dirección del eje de la carretera, ajustándose para garantizar el rendimiento óptimo de la vía. Las curvas circulares se clasifican en tres tipos: simples, compuestas y reversas (Navarro, 2008).

2.10.3. Elementos de la curva circular.

Una curva circular está conformada por varios puntos y elementos que sirven para el replanteo de la misma, elementos que se muestran en la figura 1 que se presenta a continuación:

Figura 1

Curva circular horizontal



Nota. Tomado por la Normas de diseño geométrico de vías MTOP (2013)

PI = Punto de intersección de la continuación de las tangentes.

PT = Punto en donde termina la curva simple.

PC = Punto en el que empieza la curva simple.

Gc = Grado de la curvatura.

$$Gc = \frac{1145.92}{R} \quad (8)$$

α = Es conocido como el ángulo de deflexión de las tangentes.

Δc = Ángulo central.

θ = Ángulo de deflexión.

$$\theta = \frac{Gc * 1}{20} \quad (9)$$

M = Ordenada media.

$$M = R - R * \cos \frac{\alpha}{2} \quad (10)$$

C = Cuerda.

$$C = 2 * R * \sen \frac{\theta}{2} \quad (11)$$

R = Radio de la curva circular.

$$R = \frac{1145.92}{Gc} \quad (12)$$

Lc = Longitud de la curva circular.

$$Lc = \frac{\pi * R * \alpha}{180} \quad (13)$$

E = Externa.

$$E = R * (\sec \frac{\alpha}{2} - 1) \quad (14)$$

T = Tangente de la curva.

$$T = R * \tan \frac{\alpha}{2} \quad (15)$$

CL = Cuerda larga.

$$CL = 2 * R * \sen \frac{\alpha}{2} \quad (16)$$

2.10.4. Velocidad de diseño.

Correa (2017, p.13) estaca que la velocidad de diseño, identificada también como velocidad directriz, representa la máxima velocidad que puede ser sostenida en una sección específica de una carretera, siempre y cuando las condiciones sean seguras y permitan la prevalencia de las características del diseño aplicado. La tabla 4 presenta las velocidades de diseño permisibles de acuerdo al tipo de terreno y clasificación de vía.

Tabla 4

Velocidad de diseño en Km/h

Permisible en tramos difíciles												
Categoría	(Relieve llano)				(Relieve ondulado)				(Relieve montañoso)			
	Para los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.		Para el cálculo de los elementos del trazado del perfil longitudinal.		Para el cálculo de la sección transversal y otros dependientes de la velocidad.	
	Abs	Rec	Abs	Rec	Abs	Rec	Rec	Abs	Abs	Rec	Abs	Rec
RI o RII	110	120	95	100	90	110	95	85	80	90	80	90
I	100	110	90	100	80	100	90	80	60	80	60	80
II	90	100	85	90	80	90	85	80	50	70	50	70
III	80	90	80	85	60	80	80	60	40	60	40	60
IV	60	80	60	80	35	60	60	35	25	50	25	50
V	50	60	50	60	35	50	50	35	25	40	25	40

Nota. Tomado de la Norma de Diseño Geométrico (MTO, 2003).

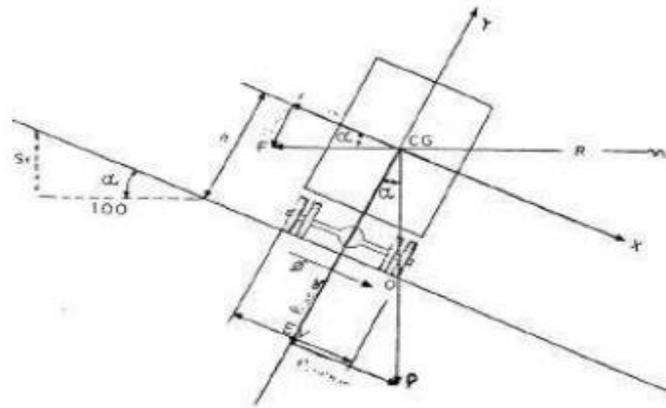
2.10.5. Peralte.

Hermida y Yagual (2015, p.77) explican que la inclinación de la carretera proporciona seguridad al tráfico al asegurar la estabilidad de los vehículos al tomar curvas, contrarrestando la fuerza centrífuga y evitando así posibles volcamientos. La ecuación 17 se utiliza para el cálculo del peralte y en la figura 2 muestra cómo actúan la fuerza centrífuga al momento de un vehículo transitar una curva peraltada.

$$e = \frac{V^2}{127 * R} - f \quad (17)$$

Figura 2

Fuerza centrífuga en Curvas



Nota. Tomado por la Norma de Diseño geométrico de vías MTOP (2003, p.52)

2.10.5.1. Coeficiente de fricción lateral.

El coeficiente de fricción lateral guarda una estrecha relación con la velocidad de diseño requerida para que un vehículo pueda atravesar el peralte máximo al ingresar o salir de una curva sin experimentar un deslizamiento gradual de los neumáticos. Los valores específicos de este coeficiente se encuentran detallados en la tabla 5 correspondiente dentro de las Normas de Diseño Geométrico del MTOP (2013, p.132).

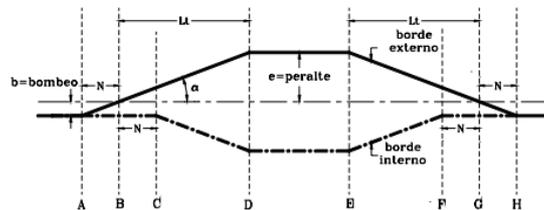
Tabla 5*Coefficiente de fricción lateral máximos f*

Velocidad específica <i>V (Km/h)</i>	30	40	50	60	70	80	90	100	110
Coefficiente de fricción lateral máximo <i>f</i>	0.18	0.17	0.16	0.157	0.149	0.141	0.13	0.126	0.118

Nota. Tomado de la Norma de Diseño Geométrico del MOTP (2013, p.132).

2.10.5.2. Transición del Peralte.

La transición del peralte se refiere a la forma en que la vía se adapta a una curva cambiando de manera gradual su pendiente transversal (Agudelo, 2002). En la figura 3 se detalla cada uno de los puntos que existe en la transición del peralte de una curva.

Figura 3*Transición del peralte*

Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de Agudelo (2002, p.310)

2.10.5.3. Longitud de transición.

Se llama longitud de transición, o simplemente transición, a la distancia en que se efectúa el cambio de la sección normal en tangente a la sección con peralte pleno en la curva. Dicha transición está compuesta por dos distancias que se calcula con la ecuación 6 (Agudelo, 2002).

$$L_{min} = 0,56 * V \quad (18)$$

Donde:

L_{min} = Longitud mínima de transición.

V = velocidad de Diseño, en Km/h.

2.10.5.4. Longitud tangencial.

El MTOP (2003) define la longitud requerida para iniciar la inclinación lateral de la carretera en la tangente desde un punto previo al "TE" de la curva espiral, donde se aplicará el peralte. En el caso de la curva circular, esta longitud se toma desde un punto antes del comienzo de la transición, permitiendo que el carril exterior pase de estar inclinado por la elevación a estar horizontal en el inicio de la transición. Para determinar el valor de la longitud tangencial se puede utilizar la ecuación 19.

$$X = \frac{e' * L}{e} \quad (19)$$

Donde:

e = Pendiente lateral de bombeo, %.

e' = Peralte en la curva circular, %.

L = Longitud de transición del peralte, m.

2.10.6. Radio mínimo de curvatura horizontal.

Corral (2015), en su tesis, expone que los radios mínimos de curvatura horizontal representan los radios más pequeños que pueden ser transitados a la velocidad de diseño y con la tasa máxima de peralte, manteniendo niveles aceptables de seguridad y confort durante el trayecto. La MTOP presenta valores mínimos de radios de acuerdo a peraltes y velocidad de diseño, estos valores se detallan en la tabla 6. Para la estimación del radio mínimo se puede utilizar la ecuación 20.

$$R = \frac{V^2}{127 * (e + f)} \quad (20)$$

Donde:

V = Velocidad de diseño, km/h.

e = Peralte en la curva circular, %.

f = Coeficiente de fricción.

Tabla 6

Radios mínimos de curvas en función del peralte “e” y del coeficiente de fricción lateral “f”

Velocidad (Km/h)	“f”	Radio mínimo calculado					Radio mínimo recomendado			
		e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	e = 0.10	e = 0.08	e = 0.06	e = 0.04	
20	0,350		7,32	7,68	8,08	15	18	20	20	
25	0,315		12,46	13,12	13,86	15	20	25	25	
30	0,284		19,47	20,60	21,87	20	25	30	30	
35	0,255		28,79	30,62	32,70	30	30	35	36	
40	0,221		41,86	44,83	48,27	40	42	45	50	
45	0,206		55,75	59,94	64,82	55	58	60	66	
50	0,190		72,91	78,74	85,59	70	75	80	90	
60	0,165	106,9	115,70	125,98	138,28	110	120	130	140	
70	0,150	154,3	167,75	183,73	203,07	160	170	185	205	
80	0,140	209,9	229,06	251,97	279,97	210	230	255	280	
90	0,134	272,5	298,04	328,76	366,55	275	300	330	370	
100	0,130	342,3	374,95	414,42	463,18	350	375	415	465	
110	0,124	425,3	467,04	517,80	580,95	430	470	520	585	
120	0,120	515,3	566,39	629,92	708,66	520	570	630	710	

Nota. Tomado por la Norma de Diseño geométrico de vías MTOP (2013, p.134)

2.11. TANGENTE MÍNIMA INTERMEDIA

La MTOP (2003, p.71) indica que secciones rectas que conectan el término de una curva circular o espiral con el inicio de la próxima se denominan "tangentes intermedias". La seguridad que ofrecen está limitada por su longitud máxima, ya que una tangente intermedia demasiado extensa puede generar fatiga y cansancio en los conductores. La ecuación 21 permite calcular la Tangente Mínima Intermedia en casos normales.

$$TIM = \frac{2L_1}{3} + \frac{2L_2}{3} + X_1 + X_2 \quad (21)$$

Para casos donde se tiene que adaptarse el proyecto a las condiciones topográficas tenemos la ecuación 22.

$$TIM = \frac{L_1}{2} + \frac{L_2}{2} + X_1 + X_2 \quad (22)$$

Donde:

$L_{1,2}$: longitud de transición, m

$X_{1,2}$: Longitud tangencial, m

2.12. SOBREALCHO

Fienco et al. (2017, p.70) explican que la razón para requerir un sobrealcho se debe a que los vehículos ocupan un espacio más amplio al circular en una curva en comparación con las secciones rectas del camino. Asimismo, los conductores enfrentan más dificultades para mantener el vehículo en el centro del carril mientras circulan. La figura 4 detalla cómo se presenta la transición del sobre ancho en una curva y la ecuación 21 enseña como se debe calcular el sobrealcho.

$$S = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad (23)$$

Donde:

S = Sobrealcho (m)

R = Radio de curvatura (m)

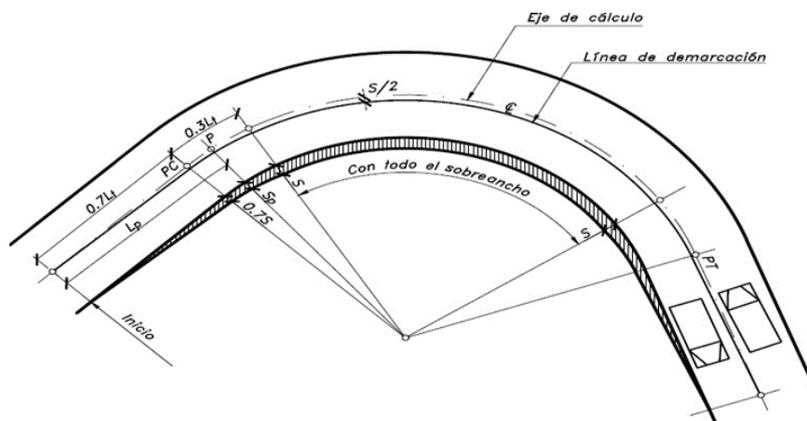
n = Número de carriles de la carretera

L = Longitud del eje posterior al eje frontal del vehículo de diseño (m)

V = Velocidad de diseño (km/h)

Figura 4

Transición del sobrealcho



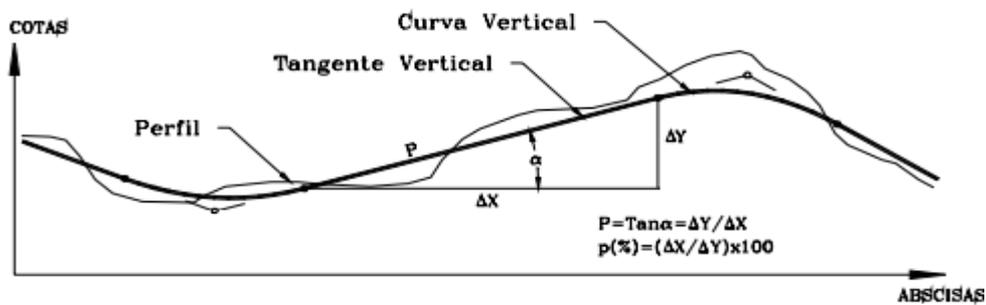
Nota. Diseño Geométrico de Carreteras de J. Cárdenas (2013, p.406)

2.13. ALINEAMIENTO VERTICAL

El alineamiento vertical de una vía implica proyectar su eje sobre una superficie vertical que se encuentra paralela a dicho eje. Esta representación paralela permite visualizar la longitud real de la vía a lo largo de su eje. En este tipo de alineación, el eje es denominado Rasante o Subrasante, dependiendo del nivel considerado en el diseño (Agudelo, 2002, p.397). En la figura 5 se detallan cada uno de los elementos del alineamiento vertical.

Figura 5

Elementos del alineamiento vertical



Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de J. Agudelo (2002, p.397).

2.13.1. Gradiente Máxima.

El término gradiente se refiere al grado de inclinación presente en la tangente que conecta los puntos de intersección (PI) en la alineación vertical de una carretera. Estos valores de gradiente se determinan en función de las características topográficas del terreno y deben cumplir con las normativas, manteniéndolos lo más bajos posible sin exceder los límites establecidos por la regulación. El Ministerio de Transporte y Obras Públicas MTOP (2003) proporciona los valores de diseño de las gradientes longitudinales que se presenta en la tabla 7.

Tabla 7*Valores de las gradientes longitudinales máximas*

Clase de carreteras		Valor Recomendable			Valor Absoluto		
		L	O	M	L	O	M
R-I o R-II → Mas de 8000	TPDA	2	3	4	3	4	6
I → De 3000 a 8000	TPDA	3	4	6	3	5	7
II → De 1000 a 3000	TPDA	3	4	7	4	6	8
III → De 300 a 1000	TPDA	4	6	7	6	7	9
IV → De 100 a 300	TPDA	5	6	8	6	8	12
V → Menos de 100	TPDA	5	6	8	6	8	14

Nota. Manual de diseño Geométrico del MTOP (2013, p. 204).

2.13.2. Gradiente Mínimas.

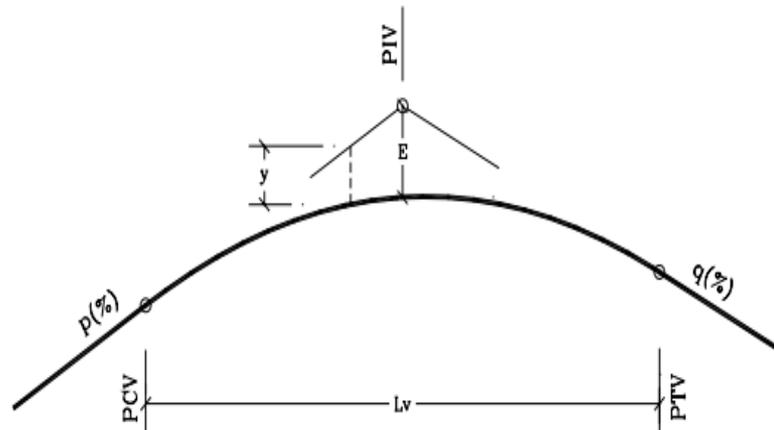
En lo que respecta según la MTOP (2003, p.205) a los valores de las gradientes, se emplea un valor mínimo del 0.5%. Sin embargo, en situaciones particulares, como rellenos que superan un metro de altura o cuando es necesario garantizar un drenaje adecuado del agua de lluvia a través de gradientes transversales en el pavimento, se puede optar por utilizar un valor de 0%.

2.13.3. Curvas Verticales.

En su libro Agudelo (2002, p.412) menciona que las curvas verticales son segmentos de carretera que conectan dos tangentes adyacentes en el alineamiento vertical. Estas curvas permiten una transición gradual de la pendiente de la tangente de entrada a la de salida, creando así una carretera segura y cómoda para los usuarios. El punto donde comienza la curva vertical y se encuentra con la tangente se conoce como PCV, el punto donde termina la curva y se une con la tangente se llama PTV, y la unión de las dos tangentes se denomina PIV. En la figura 6 se presenta cada uno de los elementos de la curva vertical.

Figura 6

Elementos curva vertical



Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de J. Agudelo (2002, p.402).

PCV = Principio de curva vertical.

PIV= Punto de intersección vertical

PTV = Principio de tangente vertical. Final de la curva vertical

E= Externa. Distancia vertical entre el PIV y la curva.

Lv= Longitud de curva vertical

p(%)= Pendiente inicial o de llegada expresada en porcentaje.

q(%)= Pendiente final o de salida expresada en porcentaje.

y= Corrección vertical

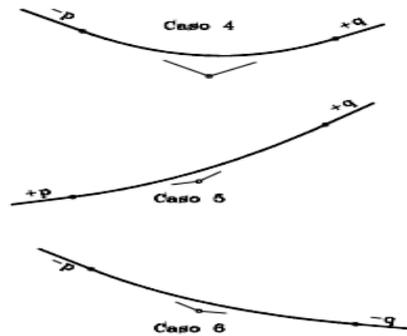
A= Diferencia algebraica de pendientes = $q - p$

2.13.3.1. Curva vertical cóncava.

Según Agudelo (2002, p.413), una curva vertical es considerada cóncava cuando su curvatura se dirige hacia el interior, en dirección al eje vertical, independientemente de si esa orientación es ascendente o descendente. En resumen, se puede identificar como cóncava si al dibujar la curva, su parte interna está orientada hacia el eje vertical. En la figura 7 se define cada uno de los casos en los que se puede presentar una curva vertical cóncava.

Figura 7

Curva vertical cóncava



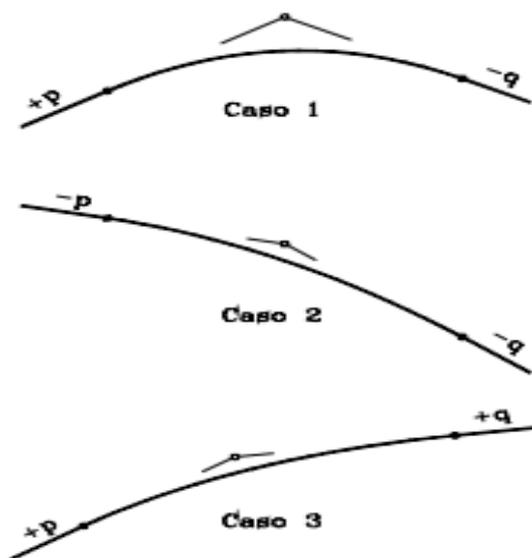
Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de J. Agudelo (2002, p.414).

2.13.3.2. Curva vertical convexa.

Agudelo (2002, p.413) también define que una curva vertical es convexa si su curvatura apunta hacia afuera, alejándose del eje vertical. Es decir, cuando al trazar la curva, la parte exterior de la curva está hacia el eje vertical. En la figura 8 se define cada uno de los casos en los que se puede presentar una curva vertical convexa.

Figura 8

Curva vertical convexa



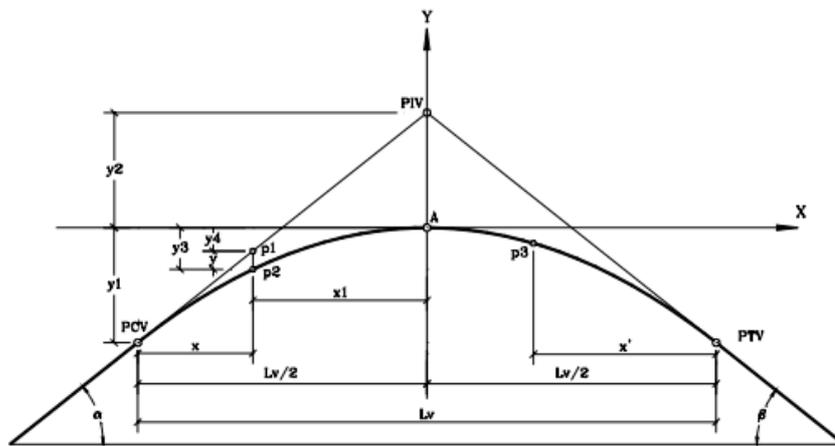
Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de Agudelo (2002, p.413).

2.13.4. Curvas Simétricas

Agudelo (2002, p.402) menciona que se denomina curva vertical simétrica aquella donde la proyección horizontal de la distancia PCV – PIV es igual a la proyección horizontal de la distancia PIV – PTV. En la figura 9 se presenta una curva vertical simétrica.

Figura 9

Curva vertical simétrica



Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de J. Agudelo (2002, p.402).

Lv= Longitud de la curva vertical

$$Lv = K * A \quad (24)$$

PCV= Inicio de curva vertical

$$PCV = PIV - \frac{Lv}{2} \quad (25)$$

PTV= Final de la curva vertical

$$PTV = PCV + Lv \quad (26)$$

CPCV= Cota del punto de inicio

$$CPCV = CPIV - \frac{Lv * p}{200} \quad (27)$$

CPTV= Cota del punto final

$$CPCV = CPIV + \frac{Lv * q}{200} \quad (28)$$

E= Externa

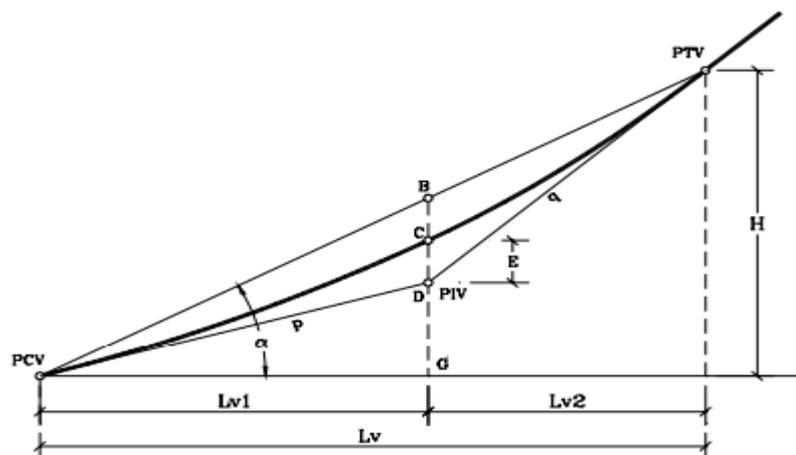
$$E = \frac{Lv * (q - p)}{800} \quad (29)$$

2.13.5. Curvas Asimétricas.

Según Agudelo (2002, p.409), una curva vertical asimétrica se caracteriza por tener proyecciones de longitud desigual en las dos tangentes que la conforman. En otras palabras, esta curva vertical se distingue por presentar una distancia horizontal diferente entre el punto de inicio de la curva (PCV) y el punto de intersección de las tangentes (PIV), en comparación con la distancia horizontal entre el punto de intersección de las tangentes (PIV) y el punto final de la curva (PTV). En la figura 10 se presenta una curva vertical asimétrica.

Figura 10

Curva vertical asimétrica



Nota. Tomado de Diseño geométrico de vías de J. Agudelo, (2002, p.410)

L_v= Longitud de la curva vertical

$$L_v = K * A \quad (30)$$

PCV= Inicio de curva vertical

$$PCV = PIV - Lv1 \quad (31)$$

PTV= Final de la curva vertical

$$PTV = PCV + Lv \quad (32)$$

CPCV= Cota del punto de inicio

$$CPCV = CPIV - \frac{Lv1 * p}{200} \quad (33)$$

CPTV= Cota del punto final

$$CPCV = CPIV + \frac{Lv2 * q}{200} \quad (34)$$

E= Externa

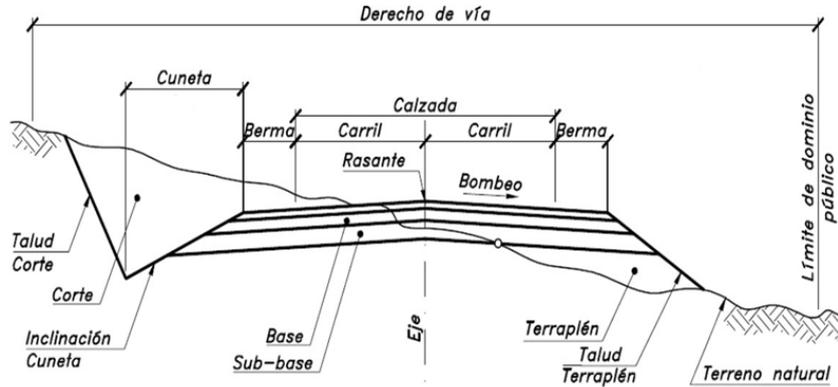
$$E = \frac{Lv1 * Lv2 * (q - p)}{800} \quad (35)$$

2.14. ALINEAMIENTO TRANSVERSAL

Agudelo (2002, p.58) explica que el alineamiento transversal de una carretera se refiere a la configuración geométrica de la superficie de la vía en dirección perpendicular a su eje longitudinal. Este diseño engloba aspectos como la inclinación, la pendiente y cualquier otro detalle que influya en la forma transversal de la carretera, tales como los peraltes, las curvas y la super elevación. En esencia, describe cómo varía la forma de la carretera de un lado a otro, asegurando condiciones adecuadas para el drenaje del agua, la comodidad del vehículo y la seguridad del tráfico en diversos entornos topográficos y geográficos. La figura 11 presenta cada uno de los elementos del alineamiento transversal.

Figura 11

Elementos de la sección transversal



Nota. Tomado de Diseño Geométrico de Carreteras de J. Cárdenas (2013, p.58)

2.14.1. Calzada.

El carril en una vía es la parte de la carretera por la que transitan los vehículos, y puede consistir en uno o varios carriles destinados a uno o ambos sentidos del tráfico. Cada carril tiene un ancho específico diseñado para permitir la circulación segura de una fila de vehículos. La dimensión de estos carriles se determina en base a un estudio de tráfico y el nivel de servicio necesario, teniendo en cuenta un período de diseño específico (Cárdenas, 2015). La tabla 8 presenta las dimensiones del ancho de calzada de acuerdo al tipo de vía y su clasificación.

Tabla 8

Ancho de calzada según el tipo de carretera

Clase de carretera		Recomendable	Absoluto
R-I o R-II → Mas de 8000	TPDA	7.30	7.30
I → De 3000 a 8000	TPDA	7.30	7.30
II → De 1000 a 3000	TPDA	7.30	6.70
III → De 300 a 1000	TPDA	6.70	6.00
IV → De 100 a 300	TPDA	6.00	6.00
V → Menos de 100	TPDA	4.00	4.00

Nota. Tomado de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, (MTO, 2003)

2.14.2. Bombeo.

Se trata de una pendiente lateral presente en la carretera que se extiende desde el centro de la vía hacia los bordes de la calzada. Su principal propósito es permitir un adecuado drenaje del agua superficial, lo que contribuye a mejorar las condiciones de manejo en períodos de lluvia. La magnitud de esta inclinación se determina considerando varios aspectos, como el tipo de pavimento, la precipitación anual y la ubicación geográfica de la carretera (Cárdenas, 2015).

2.14.3. Superficie de Rodadura.

La superficie de rodadura dependerá del volumen de tráfico, la velocidad de diseño y el diseño geométrico de la vía, esto para tener un buen escurrimiento de aguas lluvias, disminuir las deformaciones y generar confort a la hora de transitar por la vía (MTOP, 2013). La tabla 9 presenta la superficie de rodadura que se puede utilizar de acuerdo al tipo de vía y a la cantidad de vehículos que van a transitar.

Tabla 9

Clasificación de las superficies de Rodaduras

Clase de carreteras	Tipo de superficie	Gradiente transversal (%)
RI o RII > 8000 TPDA	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1.5 – 2.0
I → De 3000 a 8000 TPDA	Alto grado estructural: Concreto asfáltico u hormigón	1.5 – 2.0
II → De 1000 a 3000 TPDA	Grado estructural intermedio	2.0
III → De 300 a 1000 TPDA	Bajo grado estructural: Doble tratamiento superficial Bituminoso D.T.S.B	2.0
IV → De 100 a 300 TPDA	Grava o D.T.S.B	2.5-4.0*
V → Menos de 100 TPDA	Grava, Empedrado, Tierra	4.0

Nota. Tomado de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, (MTOP, 2003)

2.14.4. Berma o Espaldones.

Estas zonas se sitúan entre los bordes viales y las líneas demarcadas por los hombros de la carretera. Su propósito abarca varias funciones, como servir de límites laterales para la superficie de circulación, controlar la humedad y prevenir posibles erosiones en la calzada. Además, en ciertas circunstancias, pueden destinarse para estacionamiento temporal y mejorar la seguridad de los usuarios de la vía al ofrecer espacio adicional para evitar accidentes o mitigar su impacto (Cárdenas, 2015). La dimensión de espaldones se presenta en la tabla 10 que son valores propuestos por el MTOP.

Tabla 10

Valores de diseño de ancho de espaldones según el tipo de carretera

Clase de carreteras	Valores de diseño para el ancho de espaldones (m)					
	Recomendada			Absoluto		
	L	O	M	L	O	M
R-I o R-II → Mas de 8000	3.0	3.0	2.5	3.0	3.0	2.0
I → De 3000 a 8000	2.5	2.5	2.0	2.5	2.0	1.5
II → De 1000 a 3000	2.5	2.5	1.5	2.5	2.0	1.5
III → De 300 a 1000	2.0	1.5	1.0	1.5	1.0	0.5
IV → De 100 a 300	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6	0.6
V → Menos de 100	Una parte del soporte lateral está incorporado en el ancho de la superficie de rodadura. (No se considera el espaldón como tal)					

Nota. Tomado de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, (MTOP, 2003)

2.14.5. Cuneta.

De acuerdo con Cárdenas (2013) las cunetas son canales, ya sea con revestimiento o no, que se construyen de manera paralela a las áreas de borde de la carretera. Su propósito principal es permitir un drenaje eficiente de agua a lo largo de la superficie de la carretera. Las dimensiones de estas cunetas se establecen en

base a evaluaciones hidráulicas específicas del lugar. A menudo, tienen una forma triangular, pero se prefiere que tengan una forma trapezoidal.

La normativa del MTOP (2003) expresa que son canales que se construyen, en las zonas de corte, a uno o a ambos lados de una carretera, con el propósito de interceptar el agua de lluvia que escurre de la corona de la vía, del talud del corte y de pequeñas áreas adyacentes, para conducirla a un drenaje natural o a una obra transversal, con la finalidad de alejarla rápidamente de la zona que ocupa la carretera.

2.14.6. Taludes.

Son planos laterales que demarcan la explanación de la vía y varía según sus condiciones de la sección, desarrollándose como un talud de corte (desmonte) o talud de relleno (terraplén) (Cárdenas, 2015). Sus valores de diseño deben estar relacionados a la topografía del sector, evitando deslizamientos de tierra. En la tabla 11 el MTOP presenta valores que se pueden tomar para taludes corte y relleno, para el diseño de una vía.

Tabla 11

Valores de diseño para taludes según el tipo de carretera

Clase de carreteras		Talud	
		Corte	Relleno
R-I o R-II → Mas de 8000	TPDA	3:1	4:1
I → De 3000 a 8000	TPDA	3:1	4:1
II → De 1000 a 3000	TPDA	2:1	3:1
III → De 300 a 1000	TPDA	2:1	2:1
IV → De 100 a 300	TPDA	1.8- 1:1	1.5- 2:1
V → Menos de 100	TPDA	1.8- 1:1	1.5- 2:1

R = Relleno, H= Horizontal, V= Vertical

Nota. Tomado de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras, (MTOP, 2003)

2.14.7. Diagrama de masas.

Alvarado et al.,(2013) señalan que la curva de masa proporciona una representación exacta de las cantidades de tierra que deben ser excavadas y rellenadas entre puntos específicos en una vía, además de mostrar las distancias promedio de transporte. Esto facilita el cálculo de los volúmenes de corte, relleno, préstamos y desperdicios, así como la dirección y el transporte de estas masas de tierra. Esta herramienta es esencial para una planificación precisa de las operaciones relacionadas con los movimientos de tierra, lo que garantiza una utilización eficiente de maquinaria, equipos de construcción y recursos asignados, resultando en una notable reducción de los costos de construcción del proyecto.

En la tabla 12 se muestran coeficientes de esponjamiento y contracción de acuerdo al tipo de suelo que se tiene.

Tabla 12

Coefficientes de esponjamiento y contracción

Material	Esponjamiento	Contracción
Arena y grava limpia	1.07 a 1.15	0.93 a 0.87
Tierra y grava limpia	1.09 a 1.18	0.92 a 0.85
Capa vegetal	1.11 a 1.20	0.90 a 0.84
Tierra común	1.20	0.84
Marga arenosa	1.18	0.83
Marga arcillosa	1.25	0.80
Tierra margosa	1.20	0.84
Lodo	1.24 a 1.35	0.81 a 0.74
Arcilla con arena y grava	1.30 a 1.45	0.77 a 0.69
Arcilla blanda y friable densa	1.35 a 1.55	0.74 a 0.75
Arcilla dura tenaz	1.42 a 1.50	0.70 a 0.67
Arcilla dura con piedras y raíces	1.62	0.62
Roca friable blanda	1.50 a 0.75	0.67 a 0.68
Roca dura muy partida	1.58	0.65
Roca dura partida en grandes trozos	1.98	0.50
Caliche	1.20	0.92

Nota. Tomado del libro Ingeniería Vial I de Morales Sosa (2006).

2.15. DISEÑO DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS

El diseño de una vía debe garantizar una transitabilidad óptima, rápida y segura. Para cumplir con estos parámetros, es fundamental que la vía cuente con un sistema de drenaje eficaz para las aguas pluviales. Según la normativa MTOP-2003, se sugiere que las vías incorporen un sistema de bombeo para asegurar que el agua de la carpeta de rodadura se drene adecuadamente. Además, se propone la implementación de sistemas de drenaje, como cunetas, alcantarillas, subdrenes, zanjas de coronación, entre otros.

En el caso específico de este proyecto, se diseñarán las secciones transversales de las cunetas y alcantarillas que se encargarán de drenar tanto el agua de la calzada como la de la cuenca hidrográfica del área de estudio. Este enfoque busca prevenir el deterioro de la vía debido a inundaciones y garantizar una circulación segura para los usuarios.

Se realizó el diseño de cunetas y alcantarillas basándose en los métodos Racional y Manning, los cuales son empleados conforme a la normativa del MTOP (2003). En relación al caudal probable, es necesario llevar a cabo un estudio hidrológico siguiendo la metodología del método racional. Este método se fundamenta en las características hidrográficas de la zona de estudio. Para calcular el caudal de diseño, se emplea el método de Manning, el cual considera tanto las características geométricas transversales como longitudinales del elemento de drenaje. Es imperativo que el caudal de diseño sea mayor al caudal probable para garantizar un flujo adecuado del agua.

2.15.1 Estudio hidrológico.

De acuerdo al sitio web PadIngenieria (2021), un Estudio Hidrológico o Hidráulico se configura como un documento de considerable complejidad. En este, se recopilan todas las posibles afectaciones e impactos hidráulicos que una construcción o terreno pueda experimentar, e incluso los beneficios que podrían obtener, debido a la influencia de una masa de agua. La finalidad principal de este

estudio radica en permitirnos determinar la intensidad de lluvia específica para la zona de análisis, tomando en consideración un período de diseño predeterminado. La cuantificación de esta intensidad de lluvia se realiza mediante las ecuaciones y la metodología propuestas por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (IMAMHI).

2.15.2. Diseño de cunetas.

Según la empresa CIDHMA (2023), el concepto de cuneta se refiere a la zanja situada a los lados de una carretera o camino destinado a recibir el agua de la lluvia. Estos canales, al recoger y redirigir el agua hacia áreas que no causen inconvenientes, evitarán inundaciones en la vía de circulación. Al presentar un nivel más bajo que el resto de la calzada, la cuneta facilita la acumulación del agua pluvial. Además, gracias a su diseño, la cuneta posibilita canalizar eficientemente el agua hacia un lugar seguro. La ausencia de cunetas podría resultar en inundaciones en las calles, ya que el agua no tendría un medio para drenar adecuadamente.

Una cuneta constituye un componente esencial de drenaje pluvial en una vía, desempeñando la función crucial de evacuar las aguas lluvias tanto de la carpeta de rodadura como del talud adyacente a la carretera. Para el diseño adecuado de una cuneta, es imperativo calcular tanto el caudal probable como el caudal de diseño. El caudal probable representa el agua proveniente tanto de la vía como del talud colindante con la cuneta. En contraste, el caudal de diseño se refiere al volumen de agua que la cuneta debe ser capaz de drenar de manera efectiva. La determinación de ambos parámetros requiere la realización previa de un estudio hidrológico, el cual proporcionará el caudal probable, seguido por el cálculo del caudal de diseño.

2.15.2.1. Caudal probable.

El caudal probable se refiere a la estimación de la cantidad de agua que se espera que fluya en un río, arroyo u otra fuente de agua en un momento determinado, en función de las condiciones hidrológicas y otros factores. Asimismo, es crucial destacar que el cálculo del caudal probable implica la

consideración de datos históricos de precipitación, condiciones climáticas actuales, características geográficas del área y otros factores que puedan influir en el flujo pluvial en un cuerpo de agua.

En el diseño de una vía, llevar a cabo un estudio hidrológico es de vital importancia, ya que este estudio proporcionará los caudales probables que deben ser drenados por los sistemas de drenaje. Para el presente proyecto, se diseñarán las cunetas utilizando el método racional, un enfoque respaldado por la normativa MTOP-2003.

Como lo menciona Cereque (1989) el método de la fórmula racional posibilita realizar estimaciones de los caudales máximos de corriente utilizando las intensidades máximas de precipitación. Básicamente, establece que el caudal máximo de escorrentía guarda una relación directamente proporcional con la intensidad máxima de la lluvia para un período de duración equivalente al tiempo de concentración, y al área de la cuenca. El tiempo de concentración representa el lapso que una partícula de agua requiere para desplazarse desde el punto más alejado de la cuenca hasta el punto de desagüe. Al transcurrir este tiempo, toda la cuenca contribuirá a la formación del caudal de la escorrentía, el cual alcanzará un valor máximo, con la ecuación 36 se calculará el caudal probable, que corresponde al método racional.

$$Q = CIA \quad (36)$$

Donde:

Q: Caudal máximo de escorrentía.

C: Coeficiente de escorrentía.

I: Intensidad máxima de la lluvia para un período de duración igual al tiempo de concentración, y para la frecuencia deseada en el diseño.

A: Área de la cuenca.

Si I está en m/seg y A en m², Q resulta en m³/seg. Si I está en mm/h y A en Ha, entonces Q en m³/seg viene dado por:

$$Q = \frac{CIA}{360} \quad (37)$$

Según Wender (1989, p. 133), el uso del método racional debe restringirse a áreas pequeñas. La extensión máxima de aplicación está fuertemente vinculada a la pendiente, la naturaleza de la superficie, la configuración de la cuenca y la precisión requerida.

La normativa MTOP(2003, p.300) establece de manera similar que el método racional solo puede aplicarse a cuencas pequeñas que no excedan las 400 hectáreas de área.

2.15.2.2. Coeficiente de escorrentía C.

De acuerdo con la normativa MTOP (2003, p.299) , el coeficiente de escorrentía establece la relación entre la cantidad total de lluvia que cae y la que se escurre superficialmente. En la tabla 13 se muestra el coeficiente de escorrentía y su valor dependerá de diversos factores, tales como la permeabilidad del suelo, la morfología de la cuenca, las pendientes longitudinales y la cobertura vegetal.

Tabla 13

Coeficiente de Escorrentía C

Coeficiente de escorrentía c						
Cobertura vegetal	Tipo Suelo	Pendiente del terreno				Despre- -ciable
		Pronunciada 50%	Alta 20%	Media 15%	Suave 5%	
Sin vegetación	Impermeable	0.80	0.75	0.70	0.65	0.60
	Semipermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Permeable	0.50	0.46	0.40	0.35	0.30
Cultivos	Impermeable	0.70	0.65	0.60	0.55	0.50
	Semipermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Permeable	0.40	0.35	0.30	0.25	0.20
Pastos vegetación ligera	Impermeable	0.65	0.60	0.55	0.50	0.45
	Semipermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Permeable	0.35	0.30	0.25	0.20	0.15
Hierba, grama	Impermeable	0.60	0.55	0.50	0.45	0.40
	Semipermeable	0.50	0.45	0.40	0.35	0.30
	Permeable	0.30	0.25	0.20	0.15	0.1
Bosques densa vegetación	Impermeable	0.55	0.50	0.45	0.40	0.35
	Semipermeable	0.45	0.40	0.35	0.30	0.25
	Permeable	0.25	0.20	0.15	0.10	0.05

Nota. Citado de la Normativa MTOP (2003, p.299).

2.15.2.3. *Intensidad de lluvia.*

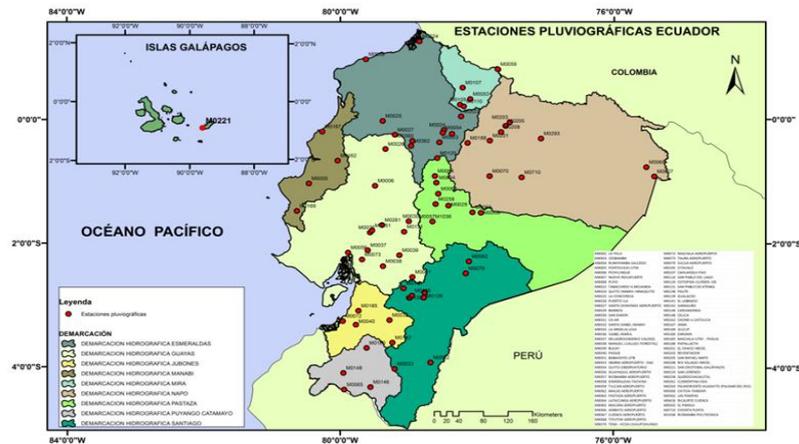
La intensidad de lluvia se define como la cantidad de agua que se precipita en un área y tiempo específico, y su unidad de medida es mm/h. En Ecuador, las estaciones pluviométricas se encargan de registrar las intensidades de lluvia en cada región. Según Pérez (2013, p. 33), las precipitaciones son originadas por fenómenos atmosféricos. La medición de las precipitaciones se realiza mediante la altura en milímetros de agua caída durante una lluvia, en un periodo de tiempo determinado, o a través de la intensidad en milímetros por hora durante un aguacero.

Según la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (2003, p.296), se determinarán las intensidades de precipitación y se relacionarán con su frecuencia y duración. Aunque la información hidrológica disponible no es suficiente, el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI) publica periódicamente análisis estadísticos de intensidades que permiten calcular, por medio de las ecuaciones pluviométricas, la relación intensidad-frecuencia-duración para cada una de las denominadas " zonas de intensidades" en que está dividida el país.

En la figura 12, se presenta las distintas estaciones pluviográficas ubicadas en puntos específicos dentro del territorio ecuatoriano. Se deberá utilizar la información proveniente de la estación más cercana al lugar de estudio, donde se podrá obtener la intensidad de lluvia de acuerdo con la ecuación correspondiente. Esta ecuación varía en función del tiempo de concentración y del periodo de retorno, dos variables que se eligen de acuerdo al tipo de elementos que se están diseñando.

Figura 12

Estaciones Pluviográficas del Ecuador



Nota. Citado de INAMHI(2019, p.18).

2.15.2.4. Período de Retorno.

Según Aristizábal Murillo (2012), el periodo de retorno se define como un porcentaje de los años en los que se espera que ocurra un evento extremo. En otras palabras, si un evento extraordinario se presenta cada T años, su probabilidad se expresa como el inverso de ese período.

Según lo indicado por las regulaciones del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2003, p. 296), se establecerán los siguientes lapsos de retorno en función del tipo de carretera: (1) Para carreteras arteriales, no será inferior a 200 años; (2) Para carreteras colectoras, no será inferior a 150 años; (3) Para carreteras vecinales, no será inferior a 100 años.

2.15.2.5. Tiempo de Concentración.

Según Pérez (2013, p. 33), el tiempo de concentración es el tiempo de recorrido superficial, desde la caída de una gota de agua en el punto más alejado de un área de drenaje o cuenca hidrográfica, hasta el punto de salida considerado. La normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2003) utiliza la ecuación de Rowe para determinar el tiempo de concentración, especificada en la ecuación 38.

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{L^3}{H}\right)^{0.385} \quad (38)$$

Donde:

tc = Tiempo de concentración, en min.

L = Longitud del cauce principal, en m.

H = Desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga, en m.

2.15.2.6. Área de drenaje.

Según el sitio web IndustriaPedia (2023), se entiende por área de drenaje un espacio destinado a la gestión y control de la recolección y flujo de agua de lluvia. Su propósito fundamental consiste en prevenir la acumulación excesiva de agua, con el objetivo de evitar inundaciones y los inconvenientes relacionados. El área de drenaje de la cuneta es la media calzada y el talud adyacente a la vía.

2.15.2.7. Caudal de diseño.

Según el sitio web Cueva del ingeniero civil (2010), el caudal de diseño se refiere al volumen de agua que alcanzará las instalaciones de drenaje. El propósito del cálculo de la crecida de diseño es asignar una probabilidad de ocurrencia a las diversas magnitudes de la crecida. Es esencial que su determinación sea precisa con el fin de establecer económicamente las dimensiones necesarias de la estructura y prevenir daños en la carretera. Determinamos el caudal probable de las cunetas a través del método de Manning, metodología empleada por el MTOP (2003, p.300). Con la ecuación 39, se determina el caudal de diseño.

$$Q = \frac{(A)(R)^{\frac{2}{3}}(S)^{\frac{1}{2}}}{n} \quad (39)$$

Donde:

Q = Caudal de diseño (m^3/s).

A = Área mojada (m^2).

R = Radio hidráulico (m).

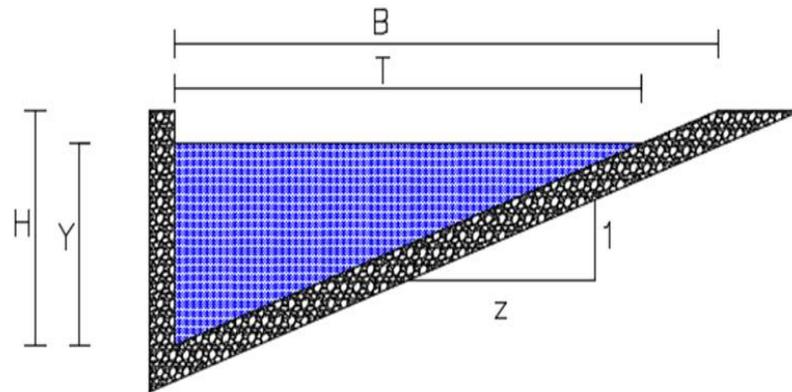
n = Coeficiente de rugosidad de Manning.

S = Pendiente de la planicie (m/m)

Para este proyecto de tesis, se diseñarán cunetas de sección triangular, siendo esta geometría la más utilizada en el sector de la construcción de carreteras en nuestro país y aprobada por la normativa MTOP-2003, la cual se muestra en la siguiente figura 13.

Figura 13

Cuneta de sección triangular



Donde:

T : Espejo de Agua (m).

B : Ancho de Solera (m).

y : Tirante de agua (m).

H : Altura (m).

z : Pendiente del talud.

Con base en la geometría de la cuneta de sección triangular, determinamos las variables para el caudal probable.

2.15.2.8. Espejo de agua.

El concepto de espejo de agua, según Delgadillo (2017), se refiere a una superficie de agua, como una piscina o estanque, que cumple la función de un espejo convencional al reflejar los elementos presentes en su entorno, como piedras y plantas. En resumen, el reflejo visible en este espejo acuático representa todo lo que está situado a su nivel. Su determinación se lleva a cabo mediante la siguiente ecuación.

$$T = y * z \quad (40)$$

2.15.2.9. Área mojada.

El área mojada de una cuneta se refiere a la superficie de la sección transversal de la alcantarilla que está en contacto con el flujo de agua. En otras palabras, es la parte de la alcantarilla que está sumergida o en contacto directo con el agua que fluye a través de ella. Cuanto mayor sea el área mojada, mayor será la capacidad de la alcantarilla para manejar el flujo de agua.

$$A_m = \frac{T * y}{2} \quad (41)$$

2.15.2.10. Perímetro mojado.

De acuerdo a Yepes (2023) El perímetro mojado de un conducto se refiere a la sección del perímetro donde la pared entra en contacto con el fluido, excluyendo la superficie libre del líquido. Especificado en la ecuación 42.

$$P_m = y + \sqrt{y^2 + T^2} \quad (42)$$

2.15.2.11. Radio hidráulico.

Citando a Yepes (2023) es la relación entre el área mojada y el perímetro mojado. Este radio se utiliza en el cálculo de las pérdidas de carga según la fórmula de Manning. Se calcula con la ecuación 43.

$$Rh = \frac{Am}{Pm} \quad (43)$$

2.15.2.12. Velocidad.

Es la relación entre la distancia que recorre el fluido en un determinado tiempo, calculamos la velocidad del fluido mediante la ecuación de Manning. Especificado en la ecuación 44.

$$V = \frac{(Rh^{\frac{2}{3}})(S^{\frac{1}{2}})}{n} \quad (44)$$

Donde:

Rh = Radio hidráulico en m.

S = Pendiente en %.

n = Coeficiente de Rugosidad de Manning.

Obtenemos el coeficiente de rugosidad de Manning "n" en la tabla 14.

Tabla 14

Coeficiente de rugosidad de Manning "n"

Tipo de canal y descripción	Mínimo	Normal	Máximo
5. Canales revestidos o construidos			
a. Cemento			
1. Superficie limpia	0.010	0.011	0.013
2. Mortero	0.011	0.013	0,015
b. Madera			
1. Cepillado, sin tratar	0.010	0.012	0.014
2. Cepillado, creosotado	0.011	0.012	0,015
3. No planeado	0.011	0.013	0,015

4. Tablón con listones	0.012	0,015	0,018
5. Forrado con papel para techos	0.010	0.014	0,017
C. Concreto			
1. Acabado con llana	0.011	0.013	0,015
2. Acabado flotado	0.013	0,015	0,016
3. Terminado, con grava en el fondo	0,015	0,017	0,020
4. Inacabado	0.014	0,017	0,020
5. Gunita, buena sección	0,016	0.019	0,023
6. Gunita, sección ondulada	0,018	0.022	0,025
7. Sobre buena roca excavada	0,017	0.020	
8. Sobre roca excavada irregular	0.022	0,027	

Nota. Citado de Chow(1959).

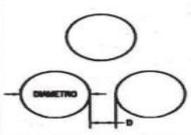
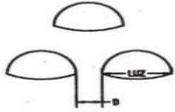
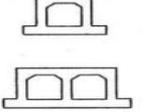
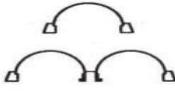
2.15.3. Diseño de alcantarillas.

Según Ponce (2017), las alcantarillas se definen como conductos de drenaje de longitud reducida, situados en las intersecciones de la red natural de drenaje (quebradas, arroyos, ríos) con las redes de transporte (carreteras, caminos, vías de ferrocarril, etc.). Esta definición coincide con la proporcionada por la normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO, 2003, p. 280), que las describe como conductos cerrados de diversas formas, instalados o construidos transversalmente y por debajo del nivel de subrasante de una carretera. Su objetivo es dirigir el agua de lluvia proveniente de pequeñas cuencas hidrográficas, arroyos, esteros, canales de riego, cunetas o el escurrimiento superficial de la carretera hacia cauces naturales. Dependiendo de las condiciones topográficas del corredor de la carretera, las alcantarillas pueden ser utilizadas para drenar planicies de inundación, zonas inundables, cuencas pequeñas definidas o para recoger aguas de cunetas. El diseño de las alcantarillas debe adaptarse a las características específicas de la cuenca hidráulica que se va a drenar y de la carretera a la que proporcionarán servicio. Dado que los sistemas de drenaje influyen en los costos de conservación y mantenimiento de las carreteras, es esencial que el diseño de las alcantarillas considere su funcionamiento en consonancia con las limitaciones establecidas por los sistemas de conservación y los métodos de mantenimiento.

Al igual que en el diseño de cunetas, en el caso de las alcantarillas, es necesario determinar tanto el caudal probable como el caudal de diseño. El caudal probable por el método Racional y dependerá de las características hidrológicas de la zona, y para obtener esta información se llevará a cabo un estudio hidrológico basado en la metodología establecida por el Instituto Nacional de Meteorología e Hidrología (INAMHI). Posteriormente, se determinará el caudal de diseño con el método de Manning, que estará condicionado por el caudal probable de la cuenca hidrográfica y por el caudal de diseño de las cunetas. La figura 14 muestra los tipos de secciones típicas para alcantarillas, clasificadas según los materiales con los que están fabricados.

Figura 14

Tipos comunes de alcantarillas y materiales

TIPO DE ALCANTARILLA	SECCION TIPICA	MATERIALES COMUNES
TUBO CIRCULAR SIMPLE O MULTIPLE		HORMIGON ARMADO METAL ⁽¹⁾ CORRUGADO
TUBO EN ARCO, DE TRAMO SIMPLE O MULTIPLE		METAL ⁽¹⁾ CORRUGADO
ALCANTARILLA DE CAJON SIMPLE O MULTIPLE		HORMIGON ARMADO
BOVEDA SIMPLE O MULTIPLE		METAL ⁽¹⁾ CORRUGADO SOBRE BASE DE HORMIGON ARMADO

Nota. Citado de la normativa MTOP(2003, p.282).

2.15.3.1. Caudal Probable.

El caudal probable hace referencia a la aproximación de la cantidad de agua que se espera que fluya en un río, arroyo u otra fuente de agua en un momento dado, esto en función de las condiciones hidrológicas y de otros factores. El cálculo del caudal probable implica considerar datos históricos

de precipitación, condiciones climáticas actuales, características geográficas del área y otras causas que puedan afectar el flujo de pluvial.

Como lo expresa la normativa MTOP (2003, pág. 300) un método adecuado y ampliamente utilizado para estimar el caudal máximo en cuencas pequeñas, que no excedan a 400 Ha, es el denominado “Método Racional” que permite determinar el caudal en función de los datos de precipitación pluvial en el lugar, del área de la cuenca, de la topografía y del tipo de suelo, determinamos el caudal probable con la Ecuación 37.

2.15.3.2. Coeficiente de escorrentía C.

Según GRAF (2022), el coeficiente de escorrentía pluvial constituye un factor vinculado a la superficie de recolección y se emplea como multiplicador de la cantidad de aguas pluviales generadas para determinar la cantidad efectiva de escorrentía pluvial que se descarga en el sistema de drenaje. Este coeficiente de corriente pluvial se utiliza como un factor para calcular la superficie efectivamente impermeable, variando según el tipo de superficie. En la Tabla 13 encontramos los valores correspondientes al coeficiente de escorrentía C.

2.15.3.3. Intensidad de lluvia.

La intensidad de lluvia se refiere a la cantidad de precipitación de agua en una región específica durante un período determinado. Su unidad de medida está expresada en milímetros por hora (mm/h). En Ecuador, existen estaciones pluviométricas encargadas de medir estas intensidades de lluvia en distintas regiones del país, se escoge la estación pluviográfica de la Figura 12.

2.15.3.4. Período de Retorno.

Como expresa la normativa MTOP (2003, pág. 296) de acuerdo al tipo de carretera, se asignan los siguientes períodos de retorno: (1) Para carreteras

arteriales, será no menor a 200 años; (2) para carreteras colectoras, será no menor a 150 años; (3) Para carreteras vecinales, será no menor de 100 años.

2.15.3.5. Tiempo de Concentración.

Según Aristizábal Murillo, V. M (2012), el tiempo de concentración se define como el período que una gota de agua de lluvia tarda en desplazarse superficialmente desde el punto más alejado de una cuenca hasta el punto de salida. Este concepto refleja el tiempo de viaje de la gota a lo largo de la cuenca antes de alcanzar su destino final. Determinamos el tiempo de concentración con la Ecuación 38.

2.15.3.6. Área de drenaje.

Según Aristizábal Murillo (2012), la superficie de la cuenca se define como el área delimitada por la divisoria de aguas de la zona de estudio, y se expresa combinada en kilómetros cuadrados. La precisión de esta medida es fundamental, ya que cualquier error en su cálculo afecta directamente a los resultados. Por lo tanto, es crucial llevar a cabo mediciones contrastadas para garantizar una mayor confiabilidad en este valor. En este contexto, se destaca la importancia de prestar atención especial a la medición, validación y corrección de las áreas de drenaje, siendo aceptable un error de menos del 3% entre dos tipos de mediciones.

Citando a la normita MTOP (2003) el área de drenaje se puede determinar en las cartas topográficas del IGM (escala 1:25.000), o en fotografías aéreas, y se considerará como la superficie en proyección horizontal limitada por el parte-aguas. Esta área se calculará por cualquier método y se expresará en hectáreas o en kilómetros cuadrados.

Cabe recalcar que de acuerdo a Ramírez (2023) también es válido calcular el área de drenaje a través de la plataforma virtual Google Earth Pro.

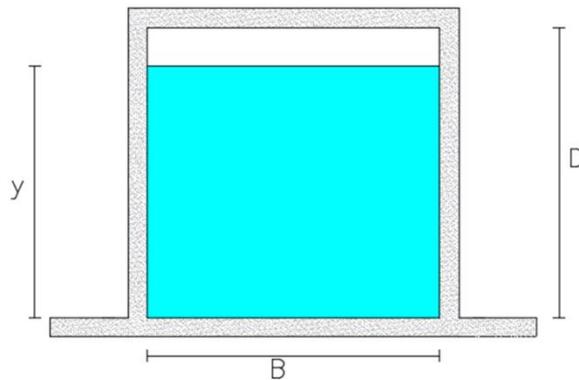
2.15.3.7 Caudal de diseño.

El caudal de diseño para una alcantarilla constituye una estimación aproximada que se basa en los caudales probables que drenarán en una obra civil específica, correspondiente a una zona determinada. Además, se suman los caudales de diseño de elementos como cunetas, subdrenes y zanjas de coronación. Es fundamental que el caudal de diseño supere al caudal probable, y su determinación se lleva a cabo al considerar la geometría del elemento de drenaje, la pendiente y el material de construcción. La cuantificación del caudal de diseño de la alcantarilla se realiza mediante la aplicación de la Ecuación 39.

Para este proyecto de tesis, diseñaremos una alcantarilla tipo ducto cajón, ya que, según nuestro criterio, creemos que es la mejor opción. En la figura 15, se presentan las distintas partes de este elemento de drenaje.

Figura 15

Sección de alcantarilla ducto cajón.



Donde:

D: Altura de cajón (m).

B: Base de cajón (m).

y: Tirante de agua (m).

En función de la sección del cajón del ducto, determinamos las variables para el caudal de diseño.

2.15.3.8. Área mojada.

El término "área mojada" en el contexto de un ducto cajón se refiere a la sección transversal del conducto que está en contacto directo con el agua o cualquier otro líquido transportado a través del ducto. En otras palabras, es la parte del ducto que está sumergida o expuesta al flujo del líquido que se está transportando.

En un ducto cajón, que generalmente se utiliza para el drenaje pluvial u otros propósitos hidráulicos, el área mojada sería la sección transversal de la parte del conducto que está ocupada por el agua o el líquido en cuestión cuando el sistema está en funcionamiento. El diseño y dimensionamiento adecuados de esta área mojada son esenciales para garantizar un flujo eficiente y seguro del líquido a través del ducto cajón. Con la ecuación 45 se calcula el área mojada del ducto cajón.

$$Am = B * y \quad (45)$$

2.15.3.9. Perímetro mojado.

El perímetro mojado en el contexto de un cajón de ducto se refiere a la longitud de la interfaz entre la sección transversal del conducto y el agua o cualquier otro líquido transportado a través del ducto. En otras palabras, es la longitud de la línea que delimita la sección del conducto que está en contacto directo con el líquido transportado. Con la ecuación 46 se obtiene el perímetro mojado.

$$Pm = 2y + B \quad (46)$$

2.15.3.10. Radio hidráulico.

El radio hidráulico es un parámetro importante en la hidráulica y se utiliza para describir la eficiencia de un canal o conducto en el transporte de agua u otro líquido. En el contexto de un ducto cajón, el radio hidráulico se define como el cociente entre el área mojada y el perímetro mojado se lo obtiene de la Ecuación 43.

2.15.3.11. Velocidad.

Se refiere a la velocidad del flujo del agua o de otro líquido a través de un ducto, canal o conducto, y se calcula utilizando la Fórmula de Manning. Para determinar la velocidad de diseño se empleará la Ecuación 44, para ello necesitaremos el coeficiente de rugosidad de Manning “n” y se lo obtiene de la Tabla 14.

CAPITULO III: METODOLOGÍA

3.1. NIVEL Y TIPO DE INVESTIGACION

3.1.1. Tipo.

De acuerdo con Lozada (2014), la investigación aplicada busca la generación de conocimiento con aplicación directa a los problemas de la sociedad o el sector productivo. Esta se basa fundamentalmente en los hallazgos tecnológicos de la investigación básica, ocupándose del proceso de enlace entre la teoría y el producto.

Por ello la investigación actual es de tipo aplicado, ya que se centra en la aplicación y el empleo de conocimientos previamente adquiridos tras sistematizar e implementar prácticas basadas en la investigación. El uso de este conocimiento y la obtención rigurosa, metódica y sistemática de los resultados de la investigación permite comprender de manera precisa la realidad presente en una determinada comunidad. El fundamento de este estudio es aplicar los conocimientos adquiridos en el diseño geométrico para resolver problemas prácticos y mejorar la movilidad de los usuarios que transitan por la vía Entre Ríos-Atahualpa.

3.1.1. Nivel.

Para Morales (2012), el nivel exploratorio se realiza cuando el objetivo es examinar un tema o problema de investigación poco estudiado, del cual se tienen muchas dudas o no se ha abordado antes. De igual forma el nivel explicativo está dirigido a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Se enfoca en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

En base a lo mencionado anteriormente la investigación se caracteriza por tener un nivel exploratorio-explicativo, ya que implica la recopilación meticulosa de datos como el tráfico y la obtención precisa de puntos planimétricos y altimétricos provenientes del levantamiento topográfico. Estos datos proporcionan una base sustancial, de la cual se extraen y analizan minuciosamente los factores fundamentales incorporados en la configuración geométrica de una carretera mediante el empleo del software Civil 3D.

3.2. MÉTODO, ENFOQUE Y DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

3.2.1. Método.

En este proyecto, se llevará a cabo la planificación de la geometría vial y las obras de arte de la misma, siguiendo rigurosamente las directrices establecidas por las normativas. El propósito es garantizar los niveles adecuados de seguridad, comodidad y facilidad de tránsito. Además, se considera esencial fundamentar el marco teórico en investigaciones previas recopiladas de fuentes como libros, normativas, documentos científicos y tesis académicas.

3.2.2. Enfoque.

De acuerdo con Hernández (2014) el enfoque mixto permite combinar las fortalezas de ambos enfoques (cualitativo y cuantitativo) para abordar las limitaciones individuales de cada uno, ofreciendo una perspectiva más completa y enriquecedora del fenómeno estudiado.

Por ello el método de investigación adoptado se caracteriza por su enfoque mixto, ya que se apoya en la medición de variables y la formulación de hipótesis utilizando métodos de recolección de datos. Estos resultados se presentan en forma de números o cantidades y se centran en normativas, técnicas, cálculos y la validación de la conformidad con los parámetros de diseño.

3.2.3. Diseño.

El diseño de investigación de este proyecto es experimental, ya que se emplea para analizar cómo el diseño geométrico y sistemas de drenaje de la vía incide en la mejora de la movilidad de los usuarios en la zona de estudio. Además, se clasifica como investigación cualitativa, lo que implica recolectar datos y observar los resultados a través de análisis matemáticos.

3.3. POBLACIÓN Y MUESTRA

3.3.1. Población.

Según Wigodski (2010) la población es el conjunto total de individuos, objetos o medidas que poseen algunas características comunes observables en un lugar y en un momento determinado. Cuando se vaya a llevar a cabo alguna investigación debe de tenerse en cuenta algunas características esenciales al seleccionarse la población bajo estudio.

En función a la definición anterior de población, se precisa que para esta investigación la población de estudio son las vías rurales de la Provincia de Santa Elena.

3.3.2. Muestra.

De acuerdo a Wigodski (2010) la muestra es un subconjunto fielmente representativo de la población. Así mismo lo define López (2004) la muestra es un subconjunto o parte del universo o población en que se llevará a cabo la investigación.

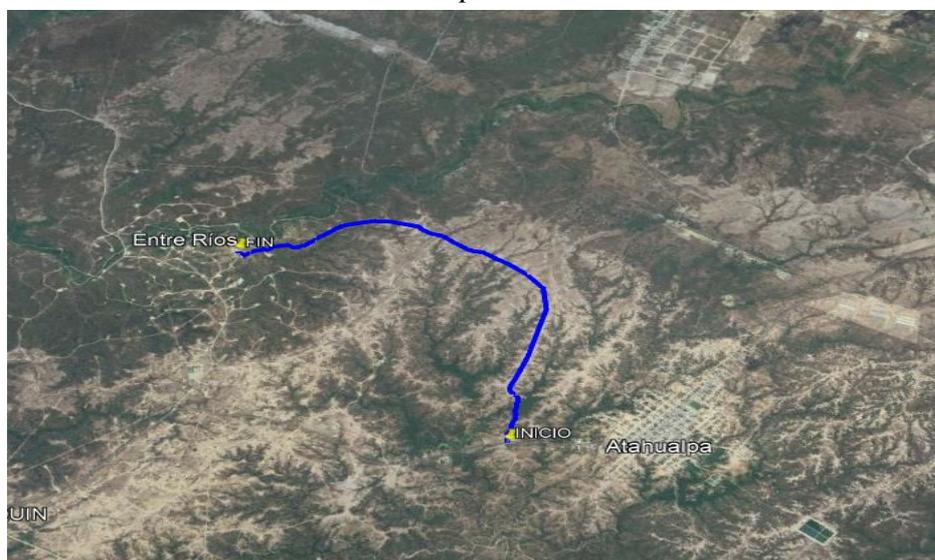
Para esta investigación se determinó como la muestra de estudio la vía rural que conecta las comunidades Entre Ríos-Atahualpa, ubicada en la parroquia Atahualpa del cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena.

3.4. UBICACIÓN DE LA ZONA DE ESTUDIO

En la costa ecuatoriana se encuentra ubicada la provincia de Santa Elena, esta posee tres cantones, La Libertad, Salinas y Santa Elena, siendo esta última cabecera cantonal la capital de esta provincia costera. El cantón Santa Elena tiene a la parroquia rural Atahualpa, en esta parroquia se encuentra la vía de estudio para esta investigación, la misma que cuenta con una longitud de 4.764km, que conecta el centro poblado de la parroquia Atahualpa con la comuna Entre Ríos.

Figura 16

Ubicación de la vía Entre Ríos-Atahualpa



Nota. Virtual Google Earth Pro.

En la siguiente tabla se presentan las coordenadas UTM de la vía de estudio para este proyecto de tesis.

Tabla 15

Coordenadas UTM de la vía de estudio

	Sector	Coordenadas UTM		Cota m s.n.m
		Este (m)	Norte (m)	
Inicio	Atahualpa	523927.141	9744263.355	44.732
Fin	Comuna Entre Ríos	521680.314	9746464.454	34.899

3.5. METODOLOGÍA DEL OE.1: OBTENER LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA A TRAVÉS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, PARA CONOCER LOS DETALLES DEL ÁREA DE ESTUDIO

El levantamiento topográfico nos permitirá conocer la planimetría y altimetría de la ruta en base a la recolección de datos mediante el equipo de topografía, tomamos puntos del eje de la vía y a los costados, los que constituyen la faja topográfica, cada punto se lo levanto referenciado con el sistema de posicionamiento global (GPS) el mismo que usa el sistema geográfico WGS-84 y el sistema de unidades UTM (*Universal Tranverse Mercator*).

3.5.1. Reconocimiento de la vía.

Como primera actividad se realizó la visita de la vía, donde se recorrió toda la extensión de la ruta, desde el inicio en la parroquia Atahualpa hasta el final en la comunidad Entre Ríos, el objetivo de este recorrido fue reconocer el trazado y la topografía que presenciaba esta ruta y así contrastar el estado en el que se encontraba la vía, así mismo como segundo objetivo fue para identificar el lugar donde se iba a realizar el aforo de tránsito.

3.5.2. Descripción de la carretera.

La vía que une la comunidad Entre Ríos con el centro poblado de la parroquia Atahualpa actualmente se encuentra en subrasante el cual no cumple con la normativa de diseño geométrico del MTOP-2003. Esta vía tiene una longitud aproximada de 4.764km y en función a sus características físicas la hemos determinado como terreno llano.

Toda la extensión de la vía está rodeada por vegetación, pastos de ganadería y viviendas. Al inicio de la vía se presencian viviendas tipo villa y el terreno presenta unas pequeñas ondulaciones como se observará en la figura 17 a medida que se recorre la ruta, la mayor parte del terreno presenta una topografía plana se

puede observar en la Figura 18, antes de llegar al final de la carretera, a un costado derecho se sitúa un pozo petrolero y como punto de llegada del recorrido está la comunidad Ente Ríos como se observa en la figura 19. Esta comunidad cuenta con una población aproximada de 110 habitantes, las actividades económicas de esta comunidad son la ganadería bovina, ganadería caprina y cultivo de árboles maderables para la fabricación de muebles, cabe recalcar que parte de su población se traslada diariamente a la parroquia Atahualpa y al cantón Santa Elena para realizar sus distintas labores.

Figura 17

Inicio de la vía hacia la comunidad Entre Ríos



Figura 18

Terreno llano



Figura 19

Pozo petrolero



Figura 20

Comunidad Entre Ríos



3.5.3. Equipos y materiales.

Para el levantamiento topográfico de la vía Entre Ríos-Atahualpa se realizó con los siguientes equipos, materiales y recursos humanos.

1. Equipos de topografía

DOS RTK TRIMBLE R10 GNSS

Características:

- Rastreo satelital avanzado con tecnología de receptor Trimble 360 y la última generación de ASIC GNSS topográfico personalizado Trimble con 672 canales GNSS.
- Protección mejorada contra fuentes de interferencia y señales falsas.
- Radio de la señal de frecuencia de 4 km.
- Captura de posición precisa centimétrica y compensación completa de la inclinación con tecnología Trimble SurePoint.
- Precisión de nivel RTK en cualquier lugar del mundo sin necesidad de una estación base o una red VRS
- Batería con duración de 5 horas.

Controlador

Características:

- Pantalla táctil.
- Teclado alfanumérico.
- Software Microsoft
- Duración de batería de 5 horas

2. Recursos humanos

- Topógrafo
- Dos Cadeneros
- Dos Ayudantes
- Chofer.

3. Transporte

- Pick up Chevrolet D-max 4x4

4. Materiales

- Clavo
- Flexómetro
- Trípode
- Batón de carbono
- Machete
- Martillo

Es importante mencionar que el Gobierno Autónomo Provincial de Santa Elena apoyó con el equipo topográfico, recursos humanos y medio de transporte para el levantamiento de la vía.

3.5.4. Levantamiento topográfico.

Para iniciar el levantamiento topográfico con el equipo RTK TRIMBLE R10 GNSS, se procede primero a anclar el primer equipo sobre el trípode, que actuará como la base fija. Luego, se ancla el segundo equipo al bastón de carbono, que servirá como la base móvil. Posteriormente, se cala la base fija utilizando un clavo, y se procede a anclar y nivelar la base fija con dicho clavo.

Es importante destacar que la base fija se coloca a una distancia aproximada de 1 km desde el inicio de la vía. Esto se realiza con el propósito de evitar puntos de cambio, considerando que este equipo topográfico cuenta con una señal de frecuencia que abarca un radio de 4 km.

Una vez que los equipos han sido calados, se procede a encenderlos conjuntamente con el controlador. Desde este último, se vinculan los equipos mediante conexión bluetooth. Después de realizar la vinculación de los equipos, se configura el sistema de referencias WGS-84 y el sistema de coordenadas UTM para la zona Este 17, correspondiente a la ubicación de la vía en estudio.

Posteriormente, se inicia el levantamiento topográfico colocando la base móvil sobre el terreno natural en la ubicación que se desea levantar. A través del

controlador, se procede a guardar cada punto relevante. El levantamiento de la vía se lleva a cabo tomando puntos hasta 20 metros desde el eje de la vía en ambas direcciones, manteniéndose dentro de la distancia límite del derecho de vía y abscisado a una distancia aproximada de cada 20 metros. En la Tabla 16 se muestra el punto de partida, y en la Tabla 17 se presenta el punto de llegada de todo el levantamiento topográfico.

De acuerdo al MTOP(2011) el derecho de vía comprende una distancia de 25 metros desde el eje de la vía hacia ambos lados de la vía y dentro de este límite no se puede construir o invadir y solo es permitido construir viviendas a una distancia de 30 metros desde el eje de la vía.

Tabla 16

Coordenadas del punto de partida

Coordenadas UTM		Cota
Este (m)	Norte (m)	m.s.n.m
523927.141	9744263.355	44.732

Tabla 17

Coordenadas del punto de llegada

Coordenadas UTM		Cota
Este (m)	Norte (m)	m.s.n.m
521680.314	9746464.454	34.899

Figura 21

Levantamiento topográfico con RTK Trimble R10 GNSS



3.5.5. Trabajo en oficina.

Luego de finalizar con el levantamiento topográfico de la vía, se procede a importar la información desde el equipo topográfico, este emite los datos recolectados a través de una extensión XLS que corresponde al formato Excel, el cual ordena los puntos en 5 columnas donde se describe el número del punto, coordenada este, coordenada norte, cota y nombre del punto. El archivo XLS se lo transforma a la extensión CSV que corresponde al formato texto, finalmente este archivo es importado al software de diseño Civil-3d, que es la herramienta digital con la que se desarrollará el diseño geométrico de la vía.

Figura 22

Importación de puntos a software civil-3D.



3.6. METODOLOGÍA DEL OE.2: DETERMINAR EL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) MEDIANTE UN AFORO DE TRÁNSITO PARA SELECCIONAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE ACUERDO A LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12

Para lograr este objetivo, se llevó a cabo un estudio de tráfico que abarcó la estimación del tráfico promedio diario semanal (TPDS), los factores de ajuste diario y mensual, así como la composición vehicular. Una vez calculados estos valores, se procedió con el cálculo del Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), un punto fundamental para determinar el tráfico asignado. Este valor es utilizado para proyectar los años para los cuales se diseñará la vía.

El tráfico proyectado se describirá en función del tipo y la cantidad de vehículos que se estima transitarán diariamente en ese año por la vía que está siendo objeto de este estudio.

3.6.1. Estudio de tráfico.

El estudio de tráfico tiene como parte fundamental obtener el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), que es una medida utilizada para evaluar el volumen de tráfico que circula por una carretera o una vía en un año determinado. Calcular el TPDA es fundamental para la planificación y el diseño de carreteras, así como para la gestión del tráfico.

3.6.1.1. Estimación del Tránsito Existente.

La estimación del tráfico existente en la vía Entre Ríos-Atahualpa se calcula mediante un conteo manual realizado en un punto estratégico de una vía cercana al proyecto de investigación. Se llevó a cabo la contabilización del número de vehículos, clasificándolos según su tipo y composición, considerando que las motocicletas equivalen a la mitad de un vehículo liviano. Este estudio se efectuó en ambos sentidos de circulación durante 7

días consecutivos, con intervalos de 12 horas por cada día, comenzando el viernes 25 y finalizando el lunes 31 de agosto de 2023.

Figura 23

Ubicación del punto de conteo vehicular



Nota. Tomado de Google Earth.

Figura 24

Conteo Vehicular



Nota. Estación de conteo manual de vehículos.

3.6.1.2. Tráfico Promedio Diario Semanal (TPDS).

Para el cálculo del (TPDS), primero se sumó la cantidad de vehículos aforados en cada día para obtener el valor total aforado de vehículos de la semana. Como siguiente paso, se procedió a dividir este valor entre el número de días de la semana en los que se realizó el aforo de tráfico, utilizando la Ecuación 1.

$$TPDS = \frac{1901}{7}$$

$$TPDS = 272 \text{ veh/día}$$

Se obtuvo un (TPDS) de 272 vehículos mixtos por día transitando en ambos sentidos de la vía. Este valor es importante para determinar el valor del TPDA y, posteriormente, clasificar la vía. En la Tabla 18 se encuentra el resumen de vehículos aforados, su composición porcentual y el (TPDS). En el Anexo 5 se encuentra detallado el registro diario de aforo vehicular.

Tabla 18

Resumen del aforo vehicular y cálculo del TPDS.

Fechas	Día	Livianos			Bus	Camiones									Total
		Moto	Auto	Camioneta	Bus	2D	2DA	2DB	3-A	V2DB	VZS	3S2	3S3		
															
25/8/2023	Viernes	52	82	71	11	4	14	8	20	3	5	6	9	285	
26/8/2023	Sábado	53	69	56	12	7	19	15	18	0	2	0	4	255	
27/8/2023	Domingo	36	80	71	6	3	2	5	9	0	0	0	2	214	
28/8/2023	Lunes	53	76	71	12	5	14	17	14	3	0	5	11	290	
29/8/2023	Martes	52	78	81	12	4	14	8	20	3	5	6	9	283	
30/8/2023	Miércoles	50	82	81	12	5	14	17	14	3	0	5	4	287	
31/8/2023	Jueves	53	83	73	10	5	14	17	14	3	0	5	10	287	
Total		349	550	504	75	33	91	87	109	15	12	27	49	1901	
TPDS		87	138	126	19	8	23	22	27	4	3	7	12	272	
% Específico		18,35%	28,92%	26,50%	3,94%	1,74%	4,78%	4,57%	5,73%	0,79%	0,68%	1,42%	2,58%	100,00%	
% General			73,76%		3,94%				22,29%					100,00%	

3.6.1.3. *Facto diario (Fd).*

El factor diario se calcula utilizando la Ecuación 3, que establece la relación entre el (TPDS) y el (TDd), obteniendo así los resultados que se muestran en la Tabla 19. A partir de estos resultados, se obtiene un promedio que se considera como el valor del factor de ajuste diario.

Tabla 19

Factor de ajuste diario (Fd)

TPDS	Días	TD_a	Td
272	Viernes	285	0,95
	Sábado	255	1,07
	Domingo	214	1,27
	Lunes	290	0,94
	Martes	283	0,96
	Miércoles	288	0,94
	Jueves	287	0,95
Total		1902	1,012

3.6.1.4. *Factor Mensual (Fm).*

Una vez calculado el (Fd), queda encontrar el factor mensual (Fm) para poder determinar el valor del TPDA. Para esto, es necesario seleccionar de la Tabla 20 el valor del (Fm) correspondiente al mes en que se realizó el aforo de tráfico, que en este caso sería agosto, obteniendo un valor de 0.974.

Tabla 20

Factor de Ajuste Mensual (Fm)

Mes	Factor
Enero	1.07
Febrero	1.132
Marzo	1.085
Abril	1.093
Mayo	1.012
Junio	1.034

Julio	1.982
Agosto	0.974
Septiembre	0.923
Octubre	0.931
Noviembre	0.953
Diciembre	0.878

Nota. Tomado del (MTO, 2013) junto con Barzola y Navas (2021) basado en el factor de estacionalidad mensual.

3.6.1.5. Cálculo del TPDA.

Teniendo ya todos los valores necesarios para el cálculo del tráfico promedio diario anual, se procede a calcularlo con la Ecuación 2, obteniendo el siguiente valor para TPDA:

$$TPDA = 272 * 1.012 * 0.974$$

$$TPDA = 268 \text{ vehículos mixtos por día en ambos sentidos}$$

3.6.2 Tráfico Futuro

Estimar el tráfico futuro es crucial para asegurar que el diseño de una vía sea eficaz y eficiente, proporcionando confort y seguridad a quienes la transitan. Por ello, es necesario comenzar determinando los valores del tráfico generado y el tráfico por desarrollo. Esto permite establecer el tráfico asignado a la vía y proyectarlo a 20 años en el futuro, lo cual es fundamental para realizar un diseño adecuado de la infraestructura vial.

3.6.2.1. Tráfico Generado.

El tráfico generado, que sería el flujo de tráfico nuevo que surge durante la etapa del proyecto, se determina tomando una tasa de crecimiento del 20 % con respecto al (TPDA). Utilizando la Ecuación 5, se determinó un tráfico generado de 54 vehículos como se muestra en la expresión siguiente:

$$Tg = 0,20 * 268$$

$$Tg = 54 \text{ vehículos mixtos por día en ambos sentidos}$$

3.6.2.2. Tráfico por Desarrollo.

El tráfico por desarrollo, al tratarse de un sector productivo, se estima que tendrá una tasa de crecimiento de alrededor del 5% con respecto al TPDA. Por ello, es necesario estimar esa cantidad de vehículos con la Ecuación 6. Se calculó el valor de vehículos que se muestra a continuación:

$$Td = 0,05 * 268$$

$$Td = 13 \text{ vehículos mixtos por día en ambos sentidos}$$

3.6.2.3. Tráfico Asignado.

El tráfico asignado es importante para proyectar el flujo vehicular durante el número específico de años para los cuales estará diseñado la vía. Este cálculo se realiza utilizando la Ecuación 7, y como resultado obtenemos 335 vehículos mixtos por día en ambos sentidos de la vía.

$$T. \text{Asignado} = 268 + 54 + 13$$

$$T. \text{Asignado} = 335 \text{ vehículos mixtos por día en ambos sentidos}$$

De acuerdo con el valor de tráfico asignado obtenido, debemos distribuir el número de vehículos según su composición vehicular como se muestra en la Tabla 21.

Tabla 21

Composición del tráfico asignado

Vehículos	%	TA
Livianos	73,76%	247
Buses	3,94%	13
Camiones	22,29%	75
TPDA año 0	100%	335

3.6.2.4. Tráfico Projectado.

El tráfico proyectado depende del número de años para los cuales se diseñará la vía. En este estudio, se proyectará el diseño para un período de 20 años. Utilizando los valores del tráfico asignados en conjunto con la Ecuación 4 y las tasas de crecimiento vehicular de la Tabla 3, se obtuvieron los resultados que se muestran en la Tabla 22.

Tabla 22

Composición del tráfico asignado

Tráfico Projectado								
Periodo	n	Tasa Crec.	Livianos	Tasa Crec.	Buses	Tasa Crec.	Camiones	Total
Año 0 20223	0	3,57%	247	1,78%	13	1,74%	75	335
2023 - 2024	1	3,57%	256	1,78%	13	1,74%	76	346
2024-2025	2	3,57%	265	1,78%	14	1,74%	77	356
2025-2026	3	3,25%	274	1,62%	14	1,58%	78	366
2026-2027	4	3,25%	283	1,62%	14	1,58%	80	377
2027-2028	5	3,25%	292	1,62%	14	1,58%	81	387
2028-2029	6	3,25%	302	1,62%	15	1,58%	82	398
2029-2030	7	3,25%	311	1,62%	15	1,58%	84	410
2030-2031	8	3,25%	322	1,62%	15	1,58%	85	421
2031-2032	9	3,25%	332	1,62%	15	1,58%	86	434
2032-2033	10	3,25%	343	1,62%	16	1,58%	88	446
2033-2034	11	3,25%	354	1,62%	16	1,58%	89	459
2034-2035	12	3,25%	365	1,62%	16	1,58%	90	472
2035-2036	13	3,25%	377	1,62%	16	1,58%	92	485
2036-2037	14	3,25%	390	1,62%	17	1,58%	93	499
2037-2038	15	3,25%	402	1,62%	17	1,58%	95	514
2038-2039	16	3,25%	415	1,62%	17	1,58%	96	529
2039-2040	17	3,25%	429	1,62%	17	1,58%	98	544
2040-2041	18	3,25%	443	1,62%	18	1,58%	99	559
2041-2042	19	3,25%	457	1,62%	18	1,58%	101	576
2042-2043	20	3,25%	472	1,62%	18	1,58%	102	592

3.6.3. Clasificación de la vía.

Tras obtener un tráfico proyectado de 592 vehículos mixtos por día en ambos sentidos, se considerará únicamente el 60% de este tráfico para el diseño y la clasificación de la vía. Esto se debe a que el estudio de tráfico se llevó a cabo en una vía adyacente al proyecto, lo que arrojó un tráfico asignado de 356 vehículos

mixtos por día en ambos sentidos. Para la clasificación de la vía, se empleará la Tabla 23 y se seleccionarán los parámetros de diseño conforme a las especificaciones de la Normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO) para carreteras de dos carriles.

Tabla 23

Clasificación de la vía en función al TPDA proyectado

Tipo de vía	Tráfico proyectado (TPDA)
R – I o R – II	Más de 8000
I	De 3000 a 8000
II	De 1000 a 3000
III	De 300 a 1000
IV	De 100 a 300
V	Menos de 100

3.7. METODOLOGÍA DEL OE.3: REALIZAR EL TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EXISTENTE, VERIFICANDO QUE CUMPLA CON LA NORMATIVA MTO Y NEVI-12.

Una vez que se lograron los objetivos específicos 1 y 2, necesarios para la ejecución de este objetivo, se introdujeron los puntos topográficos en el software Civil 3D. Luego, se procedió con el trazado del eje de la vía y se utilizaron los parámetros seleccionados en base al tráfico proyectado para obtener tangentes y curvas que cumplieron con los criterios establecidos por las normativas del MTO y NEVI-12. Esto resultó en el diseño horizontal, vertical y transversal de la vía.

3.7.1. Diseño horizontal.

En el diseño horizontal se tuvo en cuenta la velocidad de diseño para el trazado y diseño de las tangentes y curvas horizontales, así como también se tiene que tener en cuenta el tipo de terreno en el cual se está realizando el diseño, que en

este caso está conformado por un terreno ondulado en los extremos de la vía y llano en la parte central.

3.7.1.1. Velocidad de diseño.

El establecimiento de la velocidad de diseño es crucial en la planificación vial, dado que una vía mal diseñada puede propiciar accidentes. Si la carretera se proyecta para velocidades superiores a la capacidad segura de manejo de los conductores, se incrementa significativamente el riesgo de sufrir accidentes graves. Por ejemplo, en el proyecto actual, la velocidad de diseño se fija en 60 km/h para los sectores donde el terreno es ondulado y en 80 km/h para las áreas de terreno llano, de acuerdo con los parámetros definidos en la Tabla 4.

Esto se hace considerando el relieve y la clasificación de la vía como Colectora Clase III (Absoluta). Este ajuste busca garantizar un equilibrio entre la seguridad vial y la eficiencia en el desplazamiento, adaptando la infraestructura a las condiciones reales de la vía y al comportamiento de los conductores.

3.7.1.2. Velocidad de circulación.

Para determinar la velocidad de circulación se debe considerar la velocidad de diseño que es de 80 Km/h, y se calcula con la ecuación 47.

$$Vc = 0.80Vd + 6.5 \quad (47)$$

Donde:

Vd = Velocidad de diseño (km/h).

$$Vc = 0.80\left(80 \frac{km}{h}\right) + 6.5$$

$$Vc = 70.5 \text{ km/h}$$

De acuerdo a la tabla 14 del MTOP la velocidad de circulación será de 71 km/h, manifestando que es un volumen de tránsito bajo que circula por la vía.

Tabla 24

Velocidad de circulación

Velocidad de diseño en km/h	Volumen de Tránsito bajo	Volumen de Tránsito intermedio	Volumen de Tránsito alto
30	24	23	22
30	28	27	26
40	37	35	34
50	46	44	42
60	55	51	48
70	63	59	53
80	71	66	57
90	79	73	59
100	86	79	60
110	92	85	61

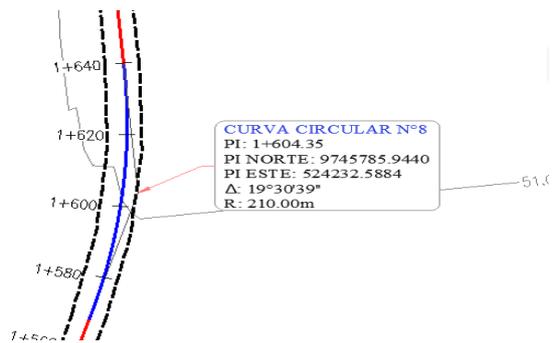
Nota. Normas de Diseño Geométrico de Carreteras MTOP (2003, p.32)

3.7.1.3. Curvas horizontales circulares.

Las curvas circulares desempeñan un papel crucial al facilitar transiciones suaves entre direcciones, lo que permite un movimiento seguro y eficiente. En este proyecto vial, se han incluido 22 curvas horizontales simples. En algunas de ellas, se ha optado por diseñar curvas con radios menores al mínimo recomendado y velocidades inferiores a las establecidas debido a que el alineamiento presenta tangentes con ángulos cerrados en ciertas secciones de la ruta. A continuación, se detalla el cálculo específico para la curva 8 que se presenta en la figura 25.

Figura 25

Curva horizontal circular simple



Nota. Datos para el calculo de elemntos de la curva circular numero 8

Donde:

$$PI = 1+604.35 \text{ m}$$

$$\Delta = 19^\circ 30' 39''$$

$$R = 210 \text{ m}$$

Longitud de la curva

$$L_c = \frac{\pi * 210 * 19^\circ 30' 39''}{180}$$

$$L_c = 71.51 \text{ m}$$

Tangente

$$T = 80 * \tan \frac{19^\circ 30' 39''}{2}$$

$$T = 36.11 \text{ m}$$

Cuerda larga

$$CL = 2 * 210 * \text{sen} \frac{19^\circ 30' 39''}{2}$$

$$CL = 71.17 \text{ m}$$

Externa

$$E = 210 * \left(\text{sec} \frac{19^\circ 30' 39''}{2} - 1 \right)$$

$$E = 3.08 \text{ m}$$

3.7.1.4. Peralte.

Para el cálculo del peralte en este caso se debe tomar en cuenta la velocidad de diseño que en este caso es de 80.00 km/h, el radio de curvatura que es de 210.00 m y el coeficiente de fricción que es 0.141 tomado de la Tabla 5. Utilizando la Ecuación 17 se obtiene el valor de peralte siguiente:

$$e = \frac{80^2}{127 * 210} - 0.141$$
$$e = 10\%$$

3.7.1.5. Longitud de transición.

La longitud de transición es fundamental para el desarrollo del peralte, haciendo uso de la Ecuación 18, se calcula la longitud de transición para las curvas con velocidad de diseño de 80 km/h y para las curvas con radios que se encuentran alrededor de 40-80 m menores al mínimo con velocidad de 40 km/h.

Caso de velocidad de 80 km/h.

$$L_{min} = 0,56 * 80$$

$$L_{min} = 45.0 \text{ m}$$

Caso de 40 km/h.

$$L_{min} = 0,56 * 40$$

$$L_{min} = 22.0 \text{ m}$$

3.7.1.6. *Tangente intermedia.*

La tangente intermedia mínima solo se analizó en los sectores donde, debido a la topografía del terreno y al respeto de los límites de linderos, fue necesario utilizar radios menores a los mínimos permitidos. Es importante señalar que en esas curvas se deberá colocar señalización para reducir la velocidad y barreras de protección, con el fin de preservar la seguridad de los usuarios. Tomando una velocidad de diseño de 40.00 km/h para esos sectores, una longitud de transición de 22.00 m y una longitud tangencial de 4.50 m, al utilizar la Ecuación 22, se obtuvo el siguiente valor como tangente intermedia mínima:

$$TIM = \frac{22}{2} + \frac{22}{2} + 4.50 + 4.50$$
$$TIM = 31.00 \text{ m}$$

3.7.1.7. *Sobreancho.*

El cálculo del sobreancho en una curva es sumamente importante, ya que contribuye a mejorar la seguridad y comodidad del usuario al transitar por la misma. En este sentido, utilizando la Ecuación 23, para el caso específico de la curva 8, se determina que el sobreancho necesario para dicha curva sería de 0.70 m.

$$S = 2(210 - \sqrt{210^2 - 5^2}) + \frac{80}{10\sqrt{210}}$$
$$S = 0.70 \text{ m}$$

El cálculo de elementos necesarios para el replanteo de cada curva horizontal se encuentra detallado en el Anexo 12. A continuación, en la Tabla 25 se presenta un resumen de los elementos y puntos que conforman las curvas circulares horizontales.

Tabla 25*Curvas horizontales del alineamiento*

Diseño Geométrico Horizontal											
No. Curva	PI Norte	PI Este	Deflexión	Peralte (%)	Radio (m)	Longitud de la curva (m)	Sobreeancho (m)	PC	PI	PT	TIM (m)
1	9744330,8171	523923,9868	15°55'45°	6%	80,00	22,24	0,80	0+056,36	0+067,55	0+078,60	
2	9744457,9119	523952,9276	19°31'39°	10%	80,00	27,27	0,80	0+183,98	0+197,75	0+211,25	105,39
3	9744518,2609	523991,1608	36°53'23°	10%	80,00	51,51	0,80	0+242,25	0+268,93	0+293,76	31,00
4	9744600,2652	523984,6578	14°28'53°	10%	110,00	27,80	0,70	0+335,35	0+349,33	0+363,16	41,60
5	9744765,8832	524013,7037	53°00'03°	4%	50,00	46,25	0,80	0+492,40	0+517,33	0+538,65	129,24
6	9744848,3080	523936,6970	64°23'44°	4%	50,00	56,20	0,80	0+595,04	0+626,52	0+651,23	56,38
7	9745206,8290	524076,7810	6°17'00°	10%	210,00	23,03	0,70	0+993,14	1+004,67	1+016,17	341,91
8	9745785,9440	524232,5884	19°30'39°	10%	210,00	71,51	0,70	1+568,24	1+604,35	1+639,76	552,07
9	9746021,2692	524214,2651	36°44'51°	10%	110,00	70,55	0,80	1+803,15	1+839,69	1+873,70	163,40
10	9746189,0482	524067,3867	12°41'24°	10%	210,00	46,51	0,70	2+036,80	2+060,15	2+083,31	163,09

No. Curva	PI Norte	PI Este	Deflexión	Peralte (%)	Radio (m)	Longitud de la curva (m)	Sobreechancho (m)	PC	PI	PT	TIM (m)
11	9746448,9926	523711,0471	17°47'21°	10%	210,00	65,20	0,70	2+468,18	2+501,04	2+533,38	384,87
12	9746495,2100	523571,4700	14°55'42°	10%	210,00	54,72	0,70	2+620,03	2+647,54	2+674,74	86,65
13	9746777,3173	523141,1712	19°15'13°	10%	210,00	70,57	0,70	3+126,14	3+161,76	3+196,71	451,40
14	9746838,6340	522895,1623	13°25'33°	10%	210,00	49,21	0,70	3+389,90	3+414,62	3+439,11	193,19
15	9746839,8710	522770,7640	14°29'31°	10%	210,00	53,12	0,70	3+512,10	3+538,80	3+565,22	72,99
16	9746780,4900	522531,2150	23°02'57°	10%	210,00	84,48	0,70	3+742,50	3+785,32	3+826,98	177,29
17	9746506,6228	522167,4034	60°01'18°	6%	80,00	83,81	0,80	4+193,32	4+239,53	4+277,13	366,34
18	9746546,8859	522072,7805	32°41'36°	6%	80,00	45,65	0,80	4+310,29	4+333,75	4+355,93	33,16
19	9746532,1934	521986,3075	20°51'33°	10%	110,00	40,05	0,80	4+399,93	4+420,18	4+439,98	44,00
20	9746491,8559	521917,8340	27°26'35°	10%	110,00	52,69	0,80	4+472,35	4+499,21	4+525,04	32,37
21	9746486,6105	521819,6876	29°33'30°	10%	110,00	56,75	0,80	4+567,44	4+596,46	4+624,19	42,40
22	9746422,8949	521720,1259	78°46'38°	10%	40,00	55,00	0,90	4+680,53	4+713,37	4+735,52	56,34

3.7.2. Diseño Vertical

Un diseño vertical meticuloso y bien planificado es esencial para garantizar la seguridad, la funcionalidad y la durabilidad de una infraestructura vial. En este punto, se considerarán cuidadosamente las pendientes y curvas verticales, lo que no solo minimiza los riesgos y mejora la experiencia de conducción, sino que también logra un equilibrio entre los volúmenes de corte y relleno a lo largo de la vía.

3.7.2.1. Gradientes.

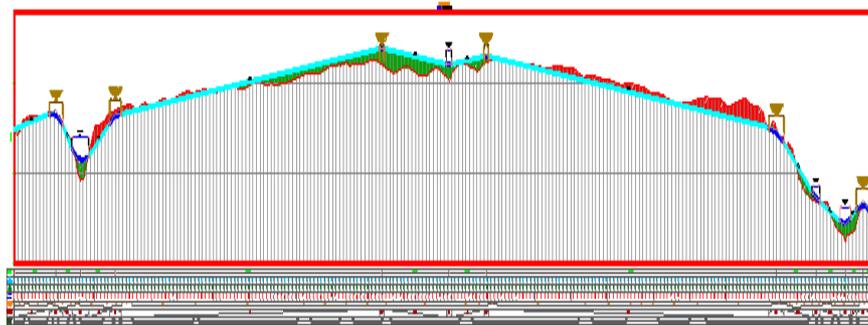
La gradiente longitudinal en una vía juega un papel crucial al asegurar el correcto drenaje, garantizando la seguridad de los usuarios, optimizando la fluidez del tráfico y mejorando la accesibilidad. Estos aspectos se ven directamente influenciados por las particularidades topográficas y están respaldados por los estándares de diseño, según lo establecido en la Tabla 7. Se ha determinado que la pendiente mínima de la vía será de 0,5 %, garantizando condiciones de desagüe adecuadas, mientras que la pendiente máxima se fija en 6.0 %, asegurando un equilibrio entre la eficiencia del tráfico y la comodidad de los usuarios.

3.7.2.2 Curvas verticales.

El diseño de curvas verticales eficientes y seguras es crucial para garantizar una transición sin problemas entre diferentes alturas en una vía, proporcionando un tráfico fluido y seguro para los usuarios. Es por esto que se considerarán meticulosamente todos estos criterios, junto con los parámetros de diseño proporcionados por la MTOP y Nevi-12. Como resultado, se implementaron un total de 17 curvas simétricas, algunas cóncavas y otras convexas, asegurando así un tránsito confiable y acorde con las normativas establecidas para la vía en cuestión.

Figura 26

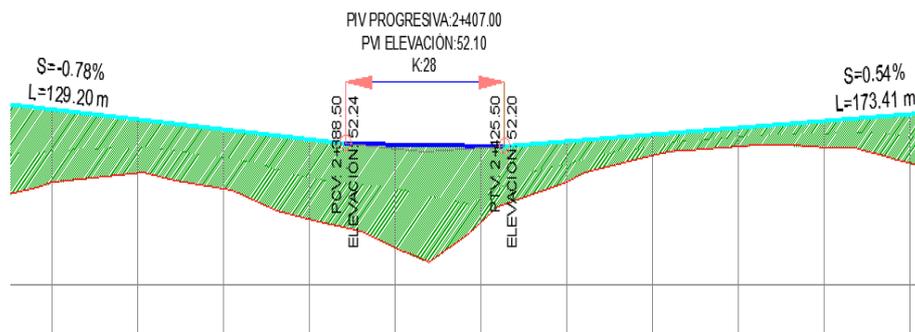
Curvas verticales



A continuación, se presenta el cálculo de los elementos de una curva tomada del alineamiento vertical, con el fin de mostrar cómo se calcula cada uno de los elementos indispensables para el replanteo de las curvas verticales.

Figura 27

Curva vertical convexa



Nota. Datos para cálculo de los elementos de la curva vertical 9.

Donde:

PIV= 2+407.00 m

CPIV= 52.10 m

K= 37.00 m

p= -0.78%

q= 0.54%

L_v= Longitud de la curva vertical

$$L_v = 28 * 1.32$$

$$L_v = 37.00 \text{ m}$$

PCV= Inicio de curva vertical

$$PCV = 2407 - \frac{37}{2}$$

$$PCV = 2388.50 \text{ m}$$

PTV= Final de la curva vertical

$$PTV = 2388.50 + 37$$

$$PTV = 2425.50 \text{ m}$$

CPCV= Cota del punto de inicio

$$CPCV = 52.10 - \frac{37 * (-0.78)}{200}$$

$$CPCV = 52.24 \text{ m}$$

CPTV= Cota del punto final

$$CPCV = 52.10 + \frac{37 * 0.54}{200}$$

$$CPCV = 52.20 \text{ m}$$

E= Externa

$$E = \frac{37 * (0.54 - (-0.78))}{800}$$

$$E = 0.06 \text{ m}$$

En la Tabla 26 se presenta el resumen de curvas verticales con cada uno de sus elementos, en el Anexo 13 se detalla cada uno de los cálculos realizados para cada una de las curvas.

Tabla 26*Resumen de curvas verticales*

Diseño Geométrico Vertical										
No.	Tipo de curva	Pendiente de entrada (%)	Pendiente de salida (%)	PCV (m)	PIV (m)	PTV (m)	CPCV (ms.n.m)	CPIV (ms.n.m)	CPTV (ms.n.m)	Long. de la curva (m)
1	Convexa	0,91	-4,81	0+192,80	0+230,00	0+267,20	46,76	47,10	45,31	74,40
2	Cóncava	-4,81	3,07	0+317,70	0+365,00	0+412,30	42,88	40,60	42,05	94,60
3	Convexa	3,07	0,65	0+529,95	0+559,00	0+588,05	45,66	46,55	46,74	58,10
4	Convexa	0,65	-0,50	1+186,20	1+200,00	1+213,80	50,61	50,70	50,63	27,60
5	Cóncava	-0,50	0,84	1+421,25	1+440,00	1+458,75	49,59	49,50	49,66	37,50
6	Convexa	0,84	-0,72	1+861,30	1+880,00	1+898,70	53,04	53,20	53,07	37,40
7	Cóncava	-0,72	0,83	2+038,30	2+060,00	2+081,70	52,06	51,90	52,08	43,40
8	Convexa	0,83	-0,78	2+220,70	2+240,00	2+259,30	53,24	53,40	53,25	38,60
9	Cóncava	-0,78	0,54	2+388,50	2+407,00	2+425,50	52,24	52,10	52,20	37,00
10	Convexa	0,54	-0,55	2+598,90	2+612,00	2+625,10	53,13	53,20	53,13	26,20
11	Cóncava	-0,55	0,64	2+723,35	2+740,00	2+756,65	52,59	52,50	52,61	33,30
12	Convexa	0,64	-1,01	2+860,20	2+880,00	2+899,80	53,27	53,40	53,20	39,60
13	Cóncava	-1,01	-0,53	3+141,30	3+148,00	3+154,70	50,77	50,70	50,66	13,40
14	Convexa	-0,53	-4,37	4+173,90	4+220,00	4+266,10	45,24	45,00	42,99	92,20
15	Cóncava	-4,37	-1,67	4+363,80	4+380,00	4+396,20	38,71	38,00	37,73	32,40
16	Cóncava	-1,67	2,83	4+575,00	4+602,00	4+629,00	34,75	34,30	35,06	54,00
17	Convexa	2,83	-3,14	4+662,20	4+701,00	4+739,80	36,00	37,10	35,88	77,60

3.7.3. Diseño Transversal.

Durante esta etapa, se llevó a cabo la representación de la sección transversal de la vía, la cual comprende el ancho de la calzada, el bombeo, los espaldones y los taludes de corte o relleno. Esta acción, combinada con las dimensiones del perfil horizontal, permitió calcular la cantidad de movimiento de tierra necesario a lo largo de la ruta trazada.

3.7.3.1. Ancho de calzada.

El ancho de la calzada en este proyecto está determinado por el tipo de vía, ya que debe ofrecer suficiente amplitud para garantizar la eficiencia del tránsito y la comodidad de los usuarios. Para una vía de clase III (Absoluta), según lo estipulado en la Tabla 8, se establece un ancho de calzada de 6.00 m. En consecuencia, al considerar dos carriles, cada uno tendrá un ancho de 3.00 m con un bombeo del 2%.

3.7.3.2. Espaldones.

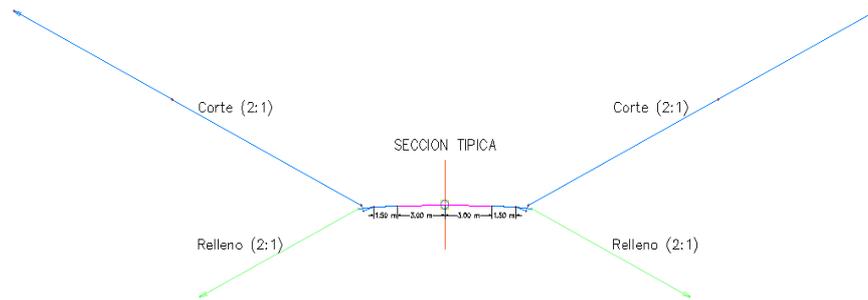
Para garantizar la seguridad, proteger el área adyacente a la carretera y asegurar un drenaje eficiente de las aguas pluviales, se determina que el ancho de los espaldones, según lo sugerido en la Tabla 10 que especifica los valores de diseño para el ancho de espaldones según el tipo de carretera, en este caso será de 1,50 m.

3.7.3.3. Taludes.

Considerando que los taludes en una vía son esenciales para garantizar la estabilidad del terreno, controlar la erosión y optimizar el espacio disponible, la Tabla 11 tomada de la Norma de Diseño Geométrico de Carreteras establece, de acuerdo a la clasificación de la vía, que los taludes en corte serán de 2:1 y en relleno de 2:1. La figura 28 detalla como se puede presentar la sección transversal de la vía en corte y relleno.

Figura 28

Sección transversal típica



3.7.3.4. Diagrama de masas.

Con el fin de calcular y estimar la cantidad de material que se debe remover o agregar durante la construcción de la vía se calculó en base a datos asumidos con respecto al factor de esponjamiento y compactación del material visto en campo, por ello en base a la Tabla 12 al tener un suelo de arcilla blanda friable densa el factor de esponjamiento será de 1.35, y el de compactación de 0.77.

La realización del diagrama de masas del proyecto reveló los valores asociados al movimiento de tierra, presentados en el Anexo 20. Se constató un volumen de corte de 22980.98 m³ y de relleno de 23299.60 m³. La diferencia entre estos volúmenes determinará el volumen no compensado del proyecto.

3.8. METODOLOGÍA DEL OE.4: DISEÑAR LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA Y APLICANDO MÉTODOS TEÓRICOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE CON LA FINALIDAD DE GARANTIZAR UN CORRECTO DRENAJE PLUVIAL EN LA VÍA.

3.8.1. Diseño de cunetas.

Para el diseño de las cunetas se determinarán dos variables, la primera variable es el caudal probable por el método racional y la segunda variable es el caudal de diseño por el método de la ecuación de continuidad, cabe recalcar que el caudal de diseño deberá ser mayor al caudal probable, de esta forma garantizaremos un drenaje seguro y óptimo, ambas metodologías son usadas por la normativa MTOP-2003. La geometría de la cuneta será de sección triangular con ángulo recto, así mismo es importante precisar que se diseñará el paso a paso de las cunetas para el primer tramo de vía que se encuentra entre las abscisas 0+000 hasta 0+149 para ambos lados, luego se presentará una tabla resumida con los tramos restantes de la vía, y se tomará como diseño final el caudal probable más crítico y así mismo el caudal de diseño más crítico para toda la vía.

3.8.1.1. Caudal probable.

Para el cálculo del caudal probable se empleará la Ecuación 37.

3.8.1.2 Coeficiente De Escorrentía C.

En la Tabla 13, se elige el coeficiente de escorrentía que mejor se adapta a las características físicas del terreno circundante a la vía. En relación a la cobertura vegetal, en la zona se observa la presencia de pastos y vegetación ligera, junto con un tipo de suelo semipermeable y una pendiente suave que

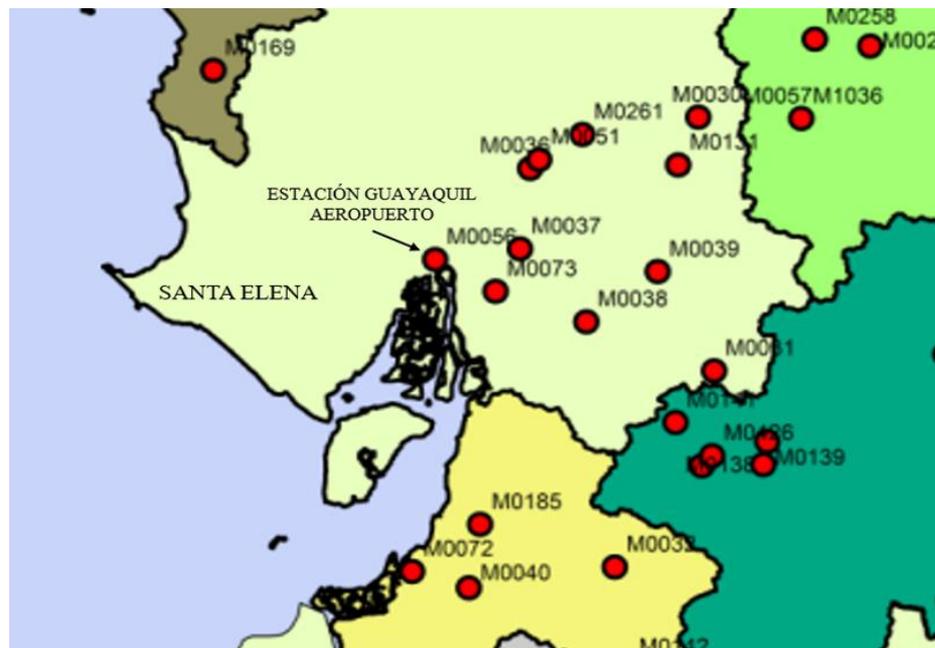
varía entre el 1% y el 5%. En consecuencia, se determina un coeficiente de escorrentía de 0.4.

3.8.1.3. Intensidad de lluvia.

Para determinar la intensidad de la lluvia, se ha basado en la información proporcionada por la estación pluviográfica más cercana a la parroquia Atahualpa, que es la ubicación de la vía de estudio. Esta información es suministrada por el INAMHI. En la figura 29 se presenta el mapa que muestra la ubicación de la estación pluviográfica M0056 GUAYAQUIL AEROPUERTO, la cual es la más cercana a la localidad y de donde se obtendrán los datos necesarios para calcular la intensidad de la lluvia.

Figura 29

Mapa de estación pluviográfica más cercana a Santa Elena



Nota. Citado de INAMHI (2019, p.18)

De acuerdo con la selección de la estación M0056, obtenemos las ecuaciones de intensidad-duración-frecuencia (IDF). Elegimos la ecuación que se encuentra dentro de los intervalos de tiempo de 5 minutos a 30 minutos, como se muestra en la Tabla 27.

Tabla 27*Ecuaciones IDF para estación M0056.*

Estación		Intervalos de tiempo (minutos)	Ecuaciones	R	R ²
Código	Nombre				
		5<30	$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$	0.9840	0.9683
M0056	Guayaquil Aeropuerto	30<120	$i = 203.0259 * T^{0.2169} * t^{-0.417068}$	0.9944	0.9889
		120<1440	$i = 1113.4537 * T^{0.2169} * t^{-0.7779}$	0.9992	0.9984

Nota: citado de INAMHI (2019, p.21).

De la Tabla 27, se escoge la siguiente ecuación que es la que se encuentra en el intervalo de tiempo entre 5min – 30min.

$$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063} \quad (48)$$

Donde:

i = intensidad de lluvia.

T = Periodo de retorno

t = Tiempo de concentración.

3.8.1.4. Período de retorno.

El período de retorno para calcular el caudal de diseño, conforme a la normativa MTOP (2003), debe considerarse para un tiempo de diseño de 100 años.

3.8.1.5. Tiempo de Concentración.

Para calcular el tiempo de concentración total, primero determinaremos el tiempo de concentración de la calzada y luego el tiempo de concentración

del talud de corte. Al final, sumaremos ambos resultados utilizando la Ecuación 38 para obtener el tiempo de concentración total.

- Tiempo de concentración de la media calzada:

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{(192.78)^3}{(1.76)} \right)^{0.385}$$

$$tc = 6.83min$$

- Tiempo de concentración del talud de corte:

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{(0.50)^3}{(1.76)} \right)^{0.385}$$

$$tc = 0.01min$$

Se suma el resultado del tiempo de concentración tanto de la media calzada, que es de 6.83 minutos, como el del talud, que es de 0.01 minutos. Como resultado final, se obtiene un tiempo de concentración total de 6.84 minutos.

Una vez que se han determinado todas las variables de la ecuación de intensidad, se procede a realizar el reemplazo en la ecuación de intensidad de lluvia y como resultado se tiene 204.55 mm/h.

$$i = 135.7748 * T^{0.2169} * t^{-0.3063}$$

$$i = 135.7748 * (100)^{0.2169} * (6.84)^{-0.3063}$$

$$i = 204.55 mm/h$$

3.8.1.6. Área De Drenaje.

El área de drenaje para la cuneta será la mitad de la calzada, que incluye la mitad del carril más el espaldón. A esto se le suma el área del talud de corte, y se lo determina en la Tabla 28.

Tabla 28

Área de drenaje.

Área de drenaje			
Áreas de aporte	Largo (m)	Ancho (m)	Área Parcial (m²)
Media calzada	192.78	3.30	636.17
Talud de corte	192.78	0.50	96.39
Área Total			732.56

Como resultado del cálculo se obtiene un área de drenaje igual a 732.56 m². Posteriormente, se convierte esta área de metros cuadrados a hectáreas, lo que arroja un área total de 0.0733 hectáreas.

Como última etapa del cálculo, después de haber determinado la intensidad de lluvia, el coeficiente de escorrentía (C) y el área de drenaje, se procede a calcular el caudal probable mediante la Ecuación 37.

$$Q = \frac{(0.4)(204.55)(0.0733)}{360}$$

$$Q = 0.017 \frac{m^3}{s}$$

Como resultado, se obtiene un caudal probable de 0.017 m³/s para el primer tramo de la vía, que corresponde a las abscisas 0+00 hasta 0+192.78.

3.8.1.7. Caudal de diseño.

Para el cálculo del caudal de diseño se usarán las ecuaciones planteadas en el marco teórico por el método de Manning, la cuneta será de geometría triangular tomado como modelo de referencia en la figura 13.

3.8.1.8. Espejo de agua.

Como primer paso se asigna un tirante “y” de 15 cm, para este proyecto el talud de relleno será con una pendiente de 2H:1V, se determina el espejo de agua “T” con la Ecuación 40.

$$T = 0.15 * 2$$

$$T = 0.30 \text{ m}$$

3.8.1.9. Área mojada.

Luego se determina el Área mojada (A_m) con la Ecuación 41.

$$A_m = (0.30) \left(\frac{0.15}{2} \right)$$

$$A_m = 0.0225 \text{ m}^2$$

3.8.1.10. Perímetro mojado.

A continuación, se calcula el perímetro mojado (P_m) con la Ecuación 42.

$$P_m = 0.30 + \sqrt{0.30^2 + 0.15^2}$$

$$P_m = 0.485 \text{ m}$$

3.8.1.11. Radio hidráulico.

Luego se determina el radio hidráulico (R_h) con la Ecuación 43.

$$R_h = \frac{0.0225 \text{ m}^2}{0.485 \text{ m}}$$

$$R_h = 0.046 \text{ m}$$

Como siguiente paso, se obtiene el coeficiente de rugosidad de Manning, representado por "n", basándose en la Tabla 16. La cuneta a diseñar

contará con revestimiento de concreto y acabado flotado. Como resultado, se obtiene un coeficiente de Manning "n" que se encuentra en el rango de mínimo: 0.013, normal: 0.015 y máximo: 0.016. Para este diseño, se selecciona el valor normal, es decir, un coeficiente de rugosidad de Manning "n" de 0.015.

La pendiente "s" para el tramo de vía entre las abscisas 0+000 hasta 0+192.78 es igual a 0.91%.

3.8.1.12. Velocidad.

La velocidad del fluido se la obtiene mediante la Ecuación 44.

$$V = \frac{(0.0541^{\frac{2}{3}})(0.91^{\frac{1}{2}})}{0.015}$$

$$V = 0.821 \text{ m/s}$$

La velocidad calculada está por debajo del límite permisible permitido. Por lo tanto, la velocidad del fluido no erosionará la cuneta. En la Tabla 29, se pueden observar los rangos permisibles de acuerdo al tipo de material de las cunetas.

Tabla 29

Velocidades del agua con que se erosionan diferentes materiales.

Material	Velocidad m/s	Material	Velocidad m/s
Arena fina	0.45	Pizarra suave	2.0
Arcilla arenosa	0.50	Grava gruesa	3.50
Arcilla ordinaria	0.85	Zampeado	3.4-4.5
Arcilla firme	1.25	Roca sana	4.5 - 7.5
Grava fina	2.00	Hormigón	4.5-7.5

Nota. Citado de la normativa del MTOP (2003).

3.8.1.13. Resultado.

El caudal de diseño se calcula con el resultado de las variables determinadas anteriormente, reemplazando en la Ecuación 39.

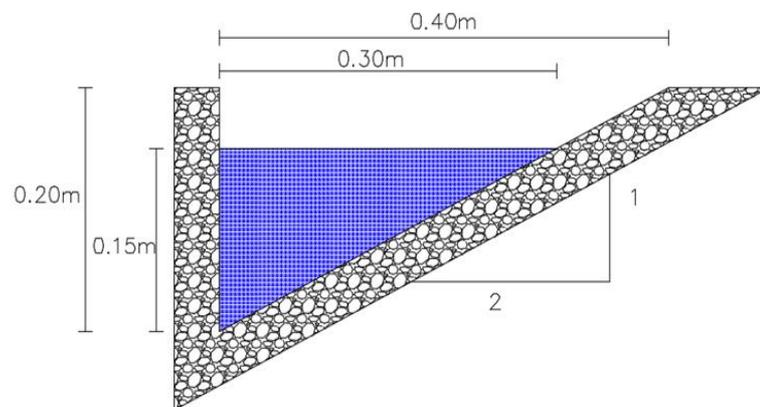
$$Q = 0.0225m^2 * 0.821m^3/s$$

$$Q = 0.018m^3/s$$

Como resultado, se obtiene un caudal de diseño de 0.018 m³/s, el cual cumple con la normativa al ser superior al caudal probable de 0.017 m³/s. Por ende, la cuneta está en conformidad con las normas de diseño. En la figura 30 se detalla la cuneta para el primer tramo de la vía, presentando dimensiones basadas en los cálculos realizados.

Figura 30

Diseño de cuneta para el tramo de vía 0+000 hasta 0+192.78.



3.8.2. Diseño de alcantarillas.

Para el diseño de las alcantarillas, se seguirá la misma metodología empleada en el diseño de las cunetas. La geometría de la alcantarilla será tipo ducto cajón. Es importante señalar que se diseñará detalladamente la primera alcantarilla ubicada en la abscisa 0+370. Posteriormente, se presentará una tabla resumida con los resultados de todas las alcantarillas presentes en la vía.

3.8.2.1. Caudal probable.

Se calcula el caudal probable para la alcantarilla por el método racional planteada en la Ecuación 37.

3.8.2.2. Coeficiente De Escorrentía C.

Se toma el mismo coeficiente de escorrentía, que es 0.4, utilizado en el diseño de las cunetas.

3.8.2.3. Intensidad de lluvia.

Para determinar la intensidad de lluvia, se lo realiza en base a la Ecuación 48.

3.8.2.4. Período de retorno.

El período de retorno para el cálculo del caudal de diseño de acuerdo a la normativa MTOP (2003) se debe tomar para un tiempo de diseño de 100 años.

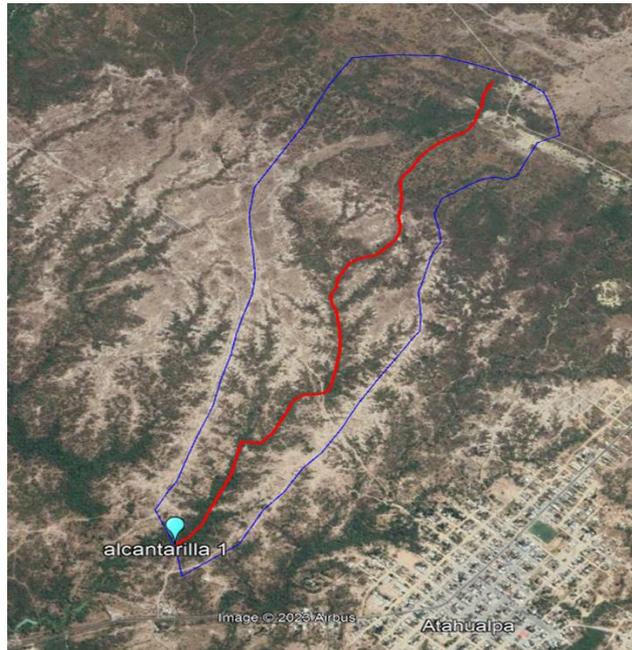
3.8.2.5. Tiempo de concentración.

Para el cálculo del tiempo de concentración primero se debe determinar la longitud del cauce que va a lo largo de la cuenca y luego se calcula el desnivel de la cuenca, este proceso se lo hace mediante la plataforma virtual Google Earth Pro, finalmente se reemplaza las variables en la Ecuación 38.

La longitud del cauce principal “L”, se la determina través de la plataforma virtual Google Earth Pro, donde se realiza el trazado del cauce desde la entrada de la alcantarilla hasta el punto más alto de la cuenca hidrográfica, en la figura 31 se muestra el trazado del cauce y está representado por la línea continua de color rojo. Como resultado se tiene una longitud del cauce de 2995m.

Figura 31

Cauce principal para la alcantarilla 1



Nota. Obtenido de Google Earth Pro

El desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga “H”, se lo determina a través de la plataforma Google Earth Pro, en la Figura 32 se muestra el trazado del perfil de elevación desde el punto más alto de la cuenca hasta la entrada de la alcantarilla, y como resultado se obtiene un desnivel de 26.0 m.

Figura 32

Desnivel entre el extremo de la cuenca y el punto de descarga.



Nota. Obtenido de Google Earth Pro.

Una vez determinadas las variables del tiempo de concentración, se procede a reemplazar en la Ecuación 38.

$$tc = 0,0195 * \left(\frac{2995^3}{26} \right)^{0.385}$$

$$tc = 57.61 \text{ min.}$$

Para determinar la intensidad de lluvia se reemplaza los valores calculados en la Ecuación 48, dando como resultado una intensidad de lluvia de 106.51 mm/h.

$$i = 135.7748 * (100)^{0.2169} * (57.61)^{-0.3063}$$

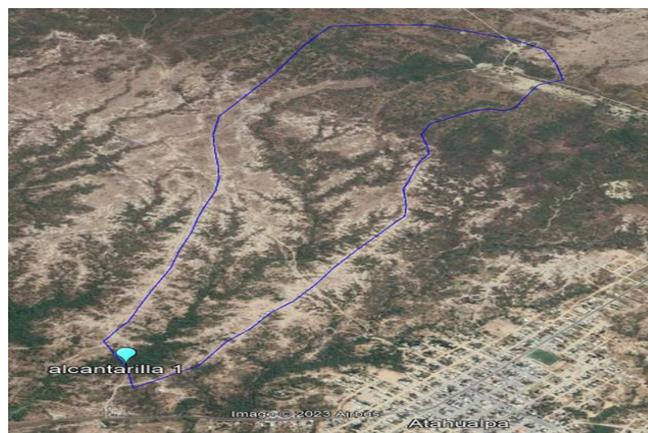
$$i = 106.51 \text{ mm/h}$$

3.8.2.6. Área de drenaje.

El área de drenaje para la alcantarilla la determinamos mediante la plataforma virtual Google Earth Pro, trazamos el área de la cuenca siguiendo el perímetro del parte aguas, en base a ese procedimiento se obtuvo un área de drenaje de 178 ha, en la siguiente figura se muestra la cuenca hidrográfica para la alcantarilla 1 representada por la línea continua de color azul.

Figura 33

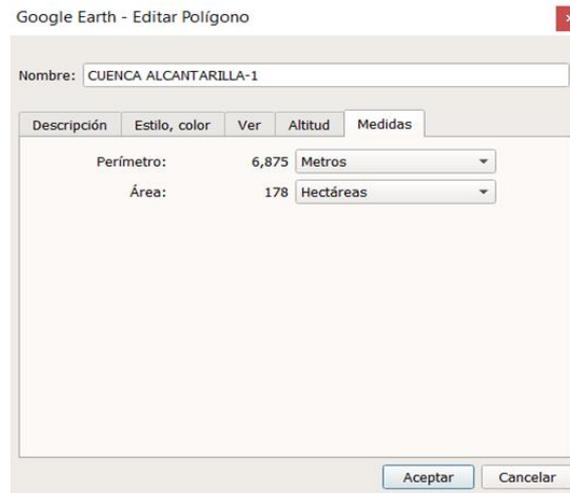
Área de drenaje para la alcantarilla 1



Nota. Obtenido de Google Earth Pro.

Figura 34

Medidas de la cuenca hidrográfica para la alcantarilla-1



Nota. Obtenido de Google Earth Pro.

Como parte final del cálculo luego de haber determinado la intensidad de lluvia, el coeficiente de escorrentía C y el área de drenaje, se procede a calcular el caudal probable con la Ecuación 37.

$$Q = \frac{(0.4)(106.51)(182)}{360}$$
$$Q = 21.54 \frac{m^3}{s}$$

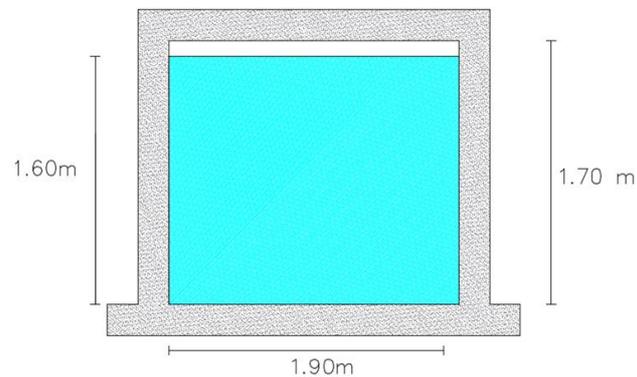
Ah este caudal le suma los caudales de aporte de las cunetas, estas aportan al ducto un caudal de $0.058 m^3/s$, donde el caudal probable final para la primera alcantarilla será de $21.59 m^3/s$.

3.8.2.7. Caudal de diseño.

Para calcular el caudal de diseño, se utilizará el método de Manning. La alcantarilla será de tipo ducto cajón y, según el cálculo, se diseñará uno o más ductos en función de la demanda del caudal que necesite ser drenado. En la Figura 35, se presenta el predimensionamiento del ducto cajón que se diseñará.

Figura 35

Predimensionamiento de ducto cajón



Como primer paso del cálculo del caudal de diseño, se establece un predimensionamiento del ducto cajón con una base de 1.90m, altura de 1.70m, bordo libre de 0.10 y el tirante de agua de 1.60m.

3.8.2.8. Área mojada

Luego se calcula el Área mojada (A_m) con la Ecuación 41.

$$A_m = (1.90)(1.60)$$

$$A_m = 3.04 \text{ m}^2$$

3.8.2.9. Perímetro mojado.

A continuación, se obtiene el perímetro mojado (P_m) con la Ecuación 46.

$$P_m = 2(1.60) + 1.90$$

$$P_m = 5.10 \text{ m}$$

3.8.2.10. Radio hidráulico.

Luego se determina el radio hidráulico (R_h) mediante la Ecuación 43.

$$R_h = \frac{3.04 \text{ m}^2}{5.10 \text{ m}}$$

$$R_h = 0.596 \text{ m}$$

Como siguiente paso, se determina el coeficiente de rugosidad de Manning, representado como "n" en la Tabla 14 y para la alcantarilla a diseñar, que estará construida de concreto con acabado flotado, se selecciona un coeficiente de rugosidad de 0.015. La pendiente "s" para la alcantarilla será del 0.6%. En la figura 37 se muestra la representación gráfica de la pendiente.

3.8.2.11. Velocidad

Luego se calcula la velocidad del fluido con la Ecuación 44.

$$V = \frac{(0.596^{\frac{2}{3}})(0.6^{\frac{1}{2}})}{0.013}$$
$$V = 3.66 \text{ m/s}$$

La velocidad obtenida se encuentra por debajo del límite permisible, por lo tanto, la velocidad del fluido no erosionará la alcantarilla, en la Tabla 29 podemos observar los rangos permisibles de erosión.

3.8.2.12. Resultado.

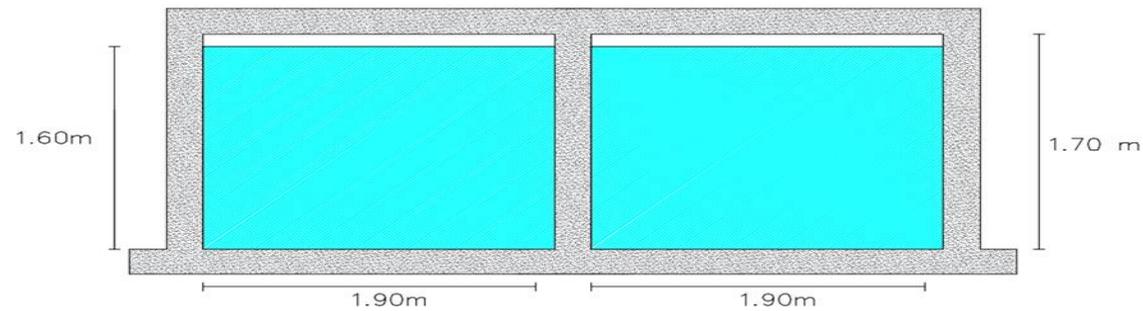
Como paso final se calcula el caudal de diseño con el resultado de las variables determinadas anteriormente, reemplazando en la Ecuación 39.

$$Q = 3.04\text{m}^2 * 3.66\text{m/s}$$
$$Q = 11.12 \text{ m}^3/\text{s}$$

Como resultado, se obtiene un caudal de diseño de 11.12 m³/s. Por ende, se optará por utilizar dos ductos cajón, cuya suma proporciona un caudal de diseño total de 22.24 m³/s. Este valor cumple con la normativa, al ser superior al caudal probable de 21.59 m³/s. En la figura 36 se presenta el diseño final del ducto cajón para la primera cuenca hidrográfica.

Figura 36

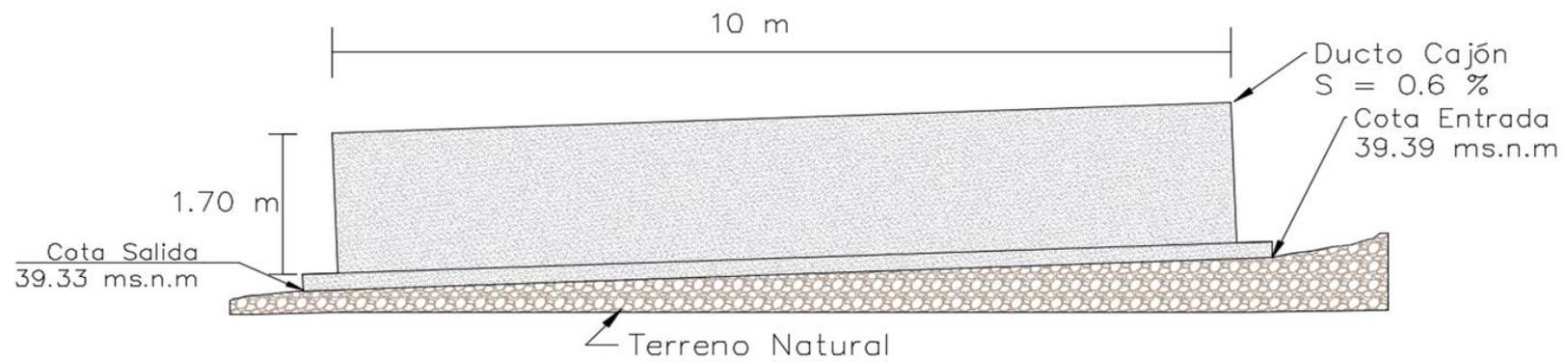
Sección transversal de Diseño final de ducto cajón



Nota. Ducto cajón para la primera cuenca de drenaje

Figura 37

Sección longitudinal de ducto cajón



3.9. OPERACIONALIZACIÓN DE VARIABLES.

Tabla 30

Variables independientes

Variabes Independientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Estudio Topográfico	De acuerdo a la empresa EIGO (2020), el estudio topográfico es la etapa inicial de un análisis técnico de un terreno, que implica la evaluación de la superficie terrestre mediante el levantamiento altimétrico y planimétrico.	Se llevará a cabo el estudio topográfico mediante el levantamiento planimétrico y altimétrico de la carretera.	Levantamiento Planimétrico	Coordenadas Georreferenciadas	m
			Levantamiento Altimétrico	Cotas	m s.n.m
Estudio de Tráfico	Según la institución pública MIMG (2022), la evaluación del tráfico ofrece información sobre los volúmenes actuales y futuros de tráfico, sirviendo como base para la clasificación de las vías de acceso en una población o ciudad. Este proceso tiene como objetivo lograr un diseño geométrico eficiente de calles o avenidas.	Se realizará la determinación del TPDA mediante la estimación del tráfico actual y el tráfico futuro.	Tráfico Actual	Aforo vehicular TPDS	veh/día
				Trafico Asignado	
			Trafico Futuro	Crecimiento vehicular	%
				TPDA	veh/día

Tabla 31

Variables dependientes

Variables Dependientes	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Escala
Diseño geométrico	Según el sitio web Ingegeek (2022), el diseño geométrico de carreteras se refiere a la especificación del diseño y las características visibles en la vía, abarcando aspectos como los anchos de la calzada, la alineación horizontal y vertical, la canalización de pendientes, las intersecciones y otras características.	Para realizar el diseño geométrico se deberá hacer el diseño horizontal, diseño vertical y diseño transversal.	Diseño Horizontal	Radio mínimo	m
				Peralte	%
				Curvas circulares	adimensional
			Diseño Vertical	Longitud de tangente	%
				Sobreechancho	m
				Curvas Verticales	adimensional
Diseño Transversal	Gradiente longitudinal	%			
	Ancho de calzada	m			
	Bombeo	%			
	Bermas	m			
Diseño de sistemas de drenaje	Según la empresa CA&CCA (2019), el propósito del diseño de las estructuras de drenaje es dirigir y gestionar el exceso de flujo de agua con el fin de prevenir posibles daños estructurales que podrían resultar en interrupciones del tráfico y afectaciones al entorno. Esto se logra a través de la implementación de elementos como cunetas, alcantarillas, zanjas de coronación, entre otros.	Se llevará a cabo el diseño de cunetas y alcantarillas como elementos de drenaje vial.	Diseño de Cunetas y Alcantarillas	Talud	adimensional
				Sección transversal	m ²
				Caudal probable	m ³ /s
Caudal de diseño					

CAPITULO IV: ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

4.1. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.1: OBTENER LAS CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA A TRAVÉS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO, PARA CONOCER LOS DETALLES DEL ÁREA DE ESTUDIO

Los resultados obtenidos a través del estudio topográfico realizado en la carretera Entre Ríos – Atahualpa indican que la topografía de la vía es llana. Esto se debe a que la pendiente promedio del terreno es del 0,95%. En la Tabla 32 se presenta un resumen del cálculo de la pendiente del terreno, y con base en esta tabla, se elige el tipo de terreno correspondiente a la pendiente calculada. La longitud total de la carretera abarca 4764,643 metros, extendiéndose desde las coordenadas E523927.141m, N 9744263.355m y cota 44.732 m hasta las coordenadas E521680.314m, N9746464.454 m y cota 34.899m.

Tabla 32

Cálculo de la pendiente del terreno.

Abscisa	Longitud Transversal m	Cota lado Izquierdo ms.n.m	Cota lado Derecho ms.n.m	Pendiente %
0+200	100	45,947	46,035	0,088
0+400	100	43,376	39,961	3,42
0+600	100	45,014	47,160	2,15
0+800	100	47,632	48,097	0,5
1+000	100	49,225	48,925	0,3
1+200	100	49,693	49,647	0,046
1+400	100	50,357	49,976	0,38
1+600	100	50,587	50,892	0,305
1+800	100	51,552	52,451	0,899
2+000	100	52,084	52,685	0,601
2+200	100	51,190	51,573	0,383
2+400	100	51,584	50,577	1

Abscisa	Longitud Transversal	Cota lado Izquierdo	Cota lado Derecho	Pendiente
2+600	100	52,154	52,438	0,284
2+800	100	52,261	52,081	0,180
3+000	100	51,699	52,056	0,357
3+200	100	50,723	51,071	0,348
3+400	100	49,545	50,213	0,668
3+600	100	48,465	48,626	0,161
3+800	100	47,890	48,245	0,355
4+000	100	48,148	48,034	0,114
4+200	100	45,335	45,348	0,013
4+400	100	40,086	37,291	2,795
4+600	100	39,042	32,505	6,537
Promedio				0,95%

4.2. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.2: DETERMINAR EL TRÁFICO PROMEDIO DIARIO ANUAL (TPDA) MEDIANTE UN AFORO DE TRÁNSITO PARA SELECCIONAR LOS PARÁMETROS DE DISEÑO DE ACUERDO A LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12

A partir del aforo manual del flujo de tráfico, se identificaron el día y hora más concurrido durante un período de 12 horas cada día, revelando los momentos de mayor afluencia de vehículos en esa zona. Los datos recopilados se detallan en la tabla 33, señalando el día y la hora pico de mayor actividad vehicular.

Tabla 33

Día y hora con mayor afluencia de vehículos

Día	Hora
Lunes	12:00 – 13:00
290 veh.mixtos	29 veh.mixtos

Para alcanzar el objetivo establecido, luego de calcular el tráfico promedio diario anual proyectado para los próximos 20 años, el cual arrojó un total de 356 vehículos mixtos en ambos sentidos por día, se realizó la tabla 34 en la que presenta la nueva distribución o composición vehicular.

Tabla 34

Composición vehicular

Vehiculos	%	Cantidad
Livianos	73,76%	263
Buses	3,94%	14
Camiones	22,29%	79
TPDA en 20 años	100%	356

Una vez calculado el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA), en base a la Figura 38 se procedió a realizar la clasificación vial siguiendo las directrices establecidas en la Normativa del Ministerio de Transporte y Obras Públicas (MTO). Se obtuvieron los parámetros esenciales para facilitar y realizar el diseño geométrico seguro y eficiente de la vía Entre Ríos-Atahualpa, parámetros que se resumen en la tabla 35.

Figura 38

Valores de Diseño Recomendados para Carretera MTO



República del Ecuador
MINISTERIO DE OBRAS PÚBLICAS

VALORES DE DISEÑO RECOMENDADOS PARA CARRETERAS DE DOS CARRILES Y CAMINOS VECINALES DE CONSTRUCCIÓN

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

Nota. Norma de Diseño Geométrico de Carreteras (MTO, 2003)

Tabla 35*Resumen de parámetros de diseño*

Camino vecinal Clase III (Absoluto)	
Terreno	Llano
Velocidad de diseño	80 km/h
Radio mínimo de curvas horizontales	210 m
Distancia mínima de visibilidad para parada	110 m
Distancia mínima de visibilidad para rebasamiento	565 m
Peralte	10%
Coefficiente K para curvas verticales convexas	28
Coefficiente K para curvas verticales cóncavas	24
Gradiente longitudinal máxima (%)	6 %
Gradiente longitudinal mínima (%)	0,5 %
Ancho de pavimento	6 m
Ancho de bermas o espaldones	1,5 m
Gradiente transversal para pavimento (%)	2 %
Gradiente transversal para espaldones (%)	2% - 4%

4.3. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.3: REALIZAR EL TRAZADO Y DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA EXISTENTE, VERIFICANDO QUE CUMPLA CON LA NORMATIVA MTOP Y NEVI-12

El tercer objetivo fue cumplido exitosamente al lograr completar el diseño geométrico horizontal, vertical y transversal del proyecto de investigación de la vía Atahualpa-Entre Ríos en el Cantón Santa Elena. Este diseño fue elaborado de manera que cumpla con los requisitos de funcionalidad y cumpla cabalmente con las demandas de servicio requeridas por la comunidad en esa área.

4.3.1. Alineamiento Horizontal.

El alineamiento horizontal incluye un total de 22 curvas circulares, entre las cuales 12 no alcanzan el radio mínimo de 210.00 m debido a las características topográficas del terreno y la necesidad de respetar las intersecciones y límites de sectores previamente construidos. Estas curvas se han diseñado para una velocidad de 40 km/h. Es importante destacar que todos los tramos cumplen con el criterio de tener una tangente mínima intermedia entre las curvas, lo cual se ha considerado para garantizar la seguridad de los usuarios. En la figura 39 se presenta como fue el trayecto del alineamiento horizontal.

Figura 39

Alineamiento horizontal



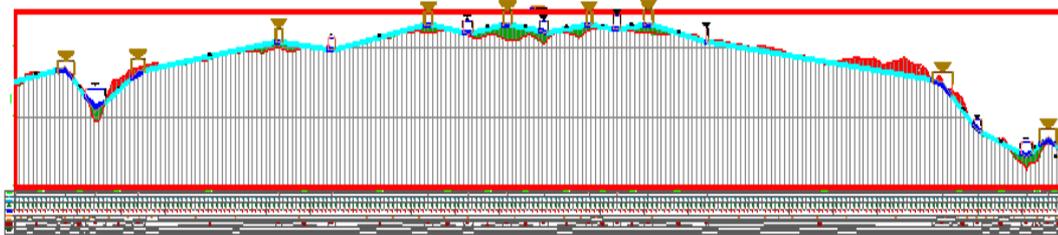
Nota. Diseño geométrico horizontal

4.3.2. Alineamiento Vertical.

El alineamiento vertical se compone de 17 curvas verticales, todas simétricas. Además, incluye tramos rectos con gradientes longitudinales que oscilan entre el 0.50 % y el 4.81 %, siendo este último el más crítico, aunque se ajusta a los criterios establecidos para gradientes mínimas y máximas, así como al criterio de diseño referente a la compensación de materiales de corte y relleno. Se consideró la instalación de 5 alcantarillas, cuya ubicación y dimensiones se detallarán en los resultados correspondientes al objetivo número 4. En la figura 40 se presenta el alineamiento vertical de la vía.

Figura 40

Alineamiento vertical



4.3.3. Alineamiento transversal.

El alineamiento transversal se estableció siguiendo la sección típica definida utilizando los parámetros derivados del resultado obtenido en el objetivo 2. Esto incluye un ancho de calzada de 6.00 m, un ancho de espaldones de 1.50 m y gradientes transversales del 2% para la calzada y del 3% para los espaldones, con taludes de corte y relleno de 2:1 (H:V). Se prestó especial atención a los taludes más críticos, tanto en las áreas de corte como en las de relleno, detallados en la figura 41. Tras analizar el movimiento de tierras, se confirmó un volumen compensado de 20454.74 m³, indicando una compensación casi completa, conforme a lo previsto inicialmente, y una falta de material de relleno estimada en 526.01 m³.

Figura 41

Detalle de sección transversal

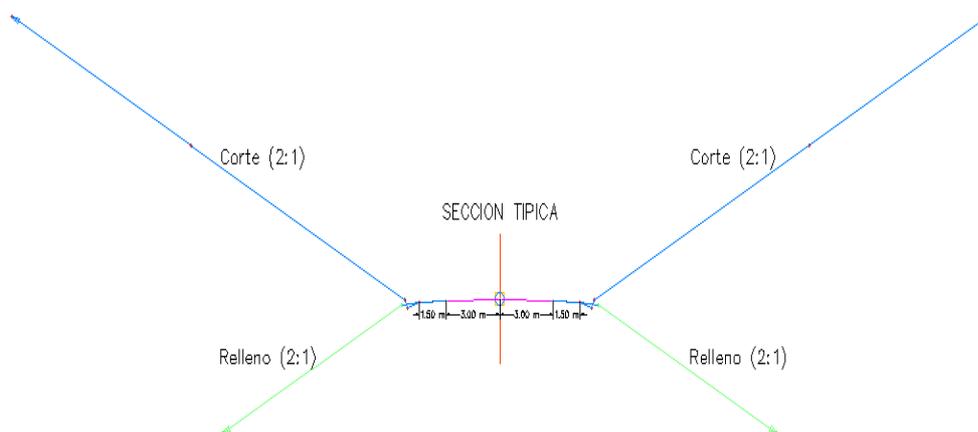
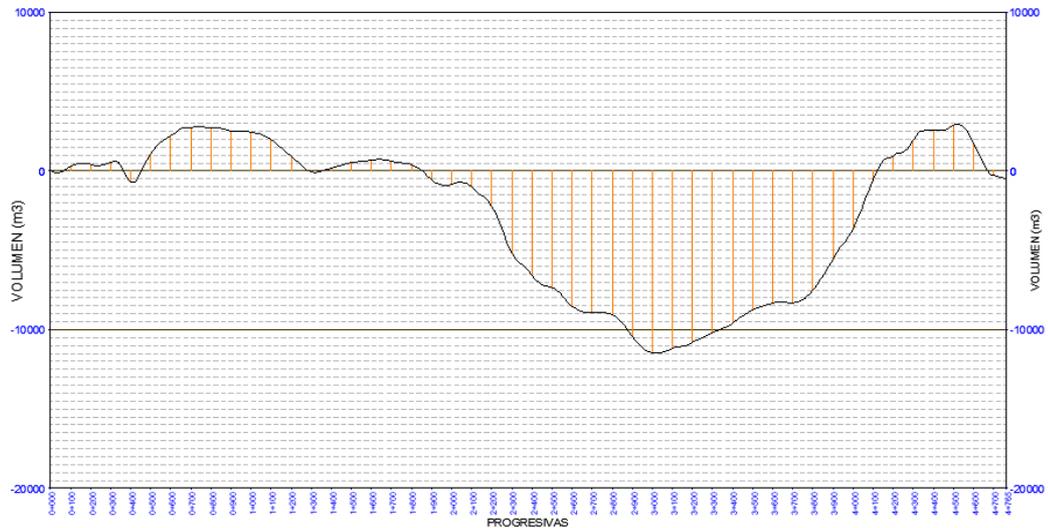


Figura 42

Diagrama de masas



4.4. ANÁLISIS DE RESULTADOS OE.4: DISEÑAR LA SECCIÓN TRANSVERSAL DE CUNETAS Y ALCANTARILLAS MEDIANTE EL ESTUDIO HIDROLÓGICO DE LA ZONA Y APLICANDO MÉTODOS TEÓRICOS DE DISEÑO DE SISTEMAS DE DRENAJE CON LA FINALIDAD DE GARANTIZAR UN CORRECTO DRENAJE PLUVIAL EN LA VÍA.

Los resultados derivados del diseño de cunetas y alcantarillas comprenden la creación de cunetas con sección triangular específicamente planificadas para los segmentos de carretera que presentan taludes de corte. En relación a las alcantarillas, se diseñaron ductos tipo cajón situados estratégicamente en las áreas donde se prevé el drenaje del agua.

4.4.1. Diseño de cunetas.

Se llevó a cabo el diseño de cunetas de hormigón con una sección triangular, cuyas dimensiones se ajustaron según la demanda del caudal probable. Se utilizaron dos tipos de secciones para las cunetas: una con 20 cm de altura y 40 cm de ancho, y otra con 30 cm de altura y 60 cm de ancho. Ambas secciones presentan una hipotenusa con una pendiente de 2H:1V hacia la vía, y la unión de los extremos forma la cuneta de sección triangular. El tirante de agua para la sección menor es de 15 cm, y para la sección mayor es de 25 cm.

Se realizó una verificación para garantizar que la velocidad del agua se mantuviera dentro de los límites permisibles, como se detalla en la Tabla 29. La velocidad más alta registrada fue de 2,18 m/s, mientras que la más baja fue de 0,72 m/s. En relación con los caudales probables, estos varían en un intervalo de 0,013 m³/s a 0,036 m³/s, y la Tabla 36 presenta el cálculo del caudal probable para todas las cunetas. En cuanto al caudal de diseño, se sitúa en el rango de 0,016 m³/s a 0,063 m³/s. Los caudales de diseño específicos para cada cuneta se detallan en la Tabla 37.

Tabla 36*Caudales probables para las cunetas de la vía Entre Ríos – Atahualpa*

Abscisa		Talud		Media calzada		Pendiente longitudinal	Desnivel	Tiempo de concentración		
Entrada	Salida	Ancho	Longitud	Ancho	Longitud			Parcial		Total
m	m	m	m	m	m	%	m	Talud min	Media calzada min	Min
0+000	0+192.78	0.50	192.78	3.30	192.78	0.91	1.76	0.007	6.8353	6.84
0+192.78	0+365.00	0.35	172.22	3.30	172.22	4.81	5.13	0.003	3.9748	3.98
0+365.00	0+589.86	1.05	224.86	3.30	224.86	3.07	5.07	0.011	5.4333	5.44
3+360.00	3+500	0.60	140.00	3.30	140.00	0.53	0.74	0.012	6.5941	6.61
3+760.00	4+160.00	1.70	400.00	3.30	400.00	0.53	2.23	0.026	14.4983	14.52
4+180.00	4+340.00	1.00	160.00	3.30	160.00	4.37	5.45	0.010	3.5668	3.58
4+460.00	4+520.00	0.60	60.00	3.30	60.00	1.67	1.00	0.011	2.2070	2.22

Abscisa		Área de drenaje			Intensidad de lluvia	Coeficiente de escorrentía	Caudal probable
Entrada	Salida	Talud	Media calzada	Área total			
m	m	m	m	Ha	mm/h	-	m ³ /s
0+000	0+192.78	96.39	636.17	0.0733	204.55	0.4	0.017
0+192.78	0+365.00	60.28	568.33	0.0629	241.52	0.4	0.017
0+365.00	0+589.86	236.10	742.04	0.0978	219.38	0.4	0.024
3+360.00	3+500	84.00	462.00	0.0546	206.76	0.4	0.013
3+760.00	4+160.00	680.00	1320.00	0.2000	162.43	0.4	0.036
4+180.00	4+340.00	160.00	528.00	0.0688	249.50	0.4	0.019
4+460.00	4+520.00	36.00	198.00	0.0234	288.84	0.4	0.008

Tabla 37*Caudales de diseño para las cunetas de la vía Entre Ríos – Atahualpa*

Abscisa		Pendiente talud		Pendiente longitudinal	Tirante	Espejo de agua	Área mojada	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Coefficiente de rugosidad de Manning	Velocidad	Caudal de diseño
Entrada	Salida	Corte	Relleno	s	y	T	Am	Pm	Rh	n	v	Q
m	m	-	-	%	m	m	m ²	m	m	-	m/s	m ³ /s
0+000	0+192.78	2H: 1V	2H: 1V	0.91	0.15	0.30	0.0225	0.485	0.046	0.015	0.821	0.018
0+192.78	0+365.00	2H: 1V	2H: 1V	4.81	0.15	0.30	0.023	0.485	0.046	0.015	1.89	0.042
0+365.00	0+589.86	2H: 1V	2H: 1V	3.07	0.15	0.30	0.023	0.485	0.046	0.015	1.51	0.034
3+360.00	3+500	2H: 1V	2H: 1V	0.53	0.15	0.30	0.023	0.485	0.046	0.015	0.63	0.014
3+760.00	4+160.00	2H: 1V	2H: 1V	0.53	0.25	0.50	0.063	0.809	0.077	0.015	0.88	0.055
4+180.00	4+340.00	2H: 1V	2H: 1V	4.37	0.15	0.30	0.023	0.485	0.046	0.015	1.80	0.040
4+460.00	4+520.00	2H: 1V	2H: 1V	1.67	0.15	0.30	0.023	0.485	0.046	0.015	1.11	0.025

4.3.2. Diseño de alcantarillas.

En el diseño de las alcantarillas, se ha optado por la utilización de hormigón, eligiendo la geometría de ducto cajón. Tras la realización de los cálculos correspondientes, se determinó un caudal de diseño que supera al caudal probable, asegurando así la capacidad necesaria para satisfacer dicha demanda. La primera alcantarilla, ubicada en la abscisa 0+370, cuenta con dos ductos cajón, cada uno con dimensiones de 1.90 m x 1.70 m. La segunda alcantarilla, situada en la abscisa 2+260, posee un ducto cajón con dimensiones de 1.50 m x 1.70 m. La tercera alcantarilla, localizada en la abscisa 2+410, cuenta con un ducto cajón de dimensiones de 1.50 m x 1.50 m. La cuarta alcantarilla, en la abscisa 2+880, tiene un ducto cajón con dimensiones de 1.30 m x 1.30 m, y la quinta alcantarilla, con dos ductos cajón, se ubica en la abscisa 4+600 con dimensiones de 1.70 m x 1.70 m.

Las áreas de drenaje de las cuencas oscilan entre 27.20 hectáreas y 182 hectáreas, con desniveles que varían entre 7 m y 26 m. El tirante de agua varía entre 1.30 m y 1.45 m, y su geometría satisface plenamente la demanda del caudal probable. Los resultados del caudal probable se presentan en la Tabla 38, mientras que en la Tabla 39 se detallan los resultados del caudal de diseño para todas las alcantarillas de este proyecto.

Tabla 38*Caudales probables para las alcantarillas de la vía Entre Ríos – Atahualpa*

Alcantarilla	Abscisa	Cuenca Hidrográfica				Intensidad de lluvia	Coeficiente de escorrentia	Caudal probable parcial	Caudal de aporte de cunetas	Caudal probable final
		Área de drenaje	Longitud del cauce	Desnivel	Tiempo de concentración					
	m	Ha	m	m	min	mm/h	-	m ³ /s	m ³ /s	m ³ /s
Alcantarilla 1	0+370	182.00	2995	26	57.611	106.51	0.4	21.54	0.058	21.60
Alcantarilla 2	2+260	56.80	1805	19	36.220	122.78	0.4	7.75	0	7.75
Alcantarilla 3	2+410	36.60	1829	22	34.758	124.33	0.4	5.06	0	5.06
Alcantarilla 4	2+880	27.20	738	7	18.936	149.76	0.4	4.53	0	4.53
Alcantarilla 5	4+600	165.00	1293	18	25.157	137.28	0.4	25.17	0	25.17

Tabla 39*Caudales de diseño para las alcantarillas de la vía Entre Ríos – Atahualpa*

Alcantarilla	Abscisa	Cota de entrada TN	Cota de salida TN	Pendiente	Tirante	Espejo de agua	Base	Altura	Área mojada
	m	m s.n.m	m s.n.m	%	m	m	m	m	m²
Alcantarilla 1	0+370	39.39	39.33	0.60	1.60	1.90	1.90	1.70	3.0400
Alcantarilla 2	2+260	50.98	50.90	0.80	1.40	1.50	1.50	1.70	2.1000
Alcantarilla 3	2+410	50.45	50.37	0.75	1.30	1.50	1.50	1.50	1.9500
Alcantarilla 4	2+880	52.05	51.98	0.65	1.20	1.30	1.30	1.30	1.5600
Alcantarilla 5	4+600	32.55	32.48	0.67	1.60	2.00	2.00	1.70	3.2000

Alcantarilla	Abscisa	Perímetro mojado	Radio hidráulico	Coefficiente de rugosidad de Manning	Velocidad	Caudal de diseño parcial	Cantidad de ductos cajón	Caudal de diseño final
	m	m	m²	-	m/s	m³/s	Ud.	m³/s
Alcantarilla 1	0+370	5.100	0.596	0.015	3.66	11.12	2	22.24
Alcantarilla 2	2+260	4.300	0.488	0.015	3.70	7.766	1	7.77
Alcantarilla 3	2+410	4.100	0.476	0.015	3.52	6.860	1	6.86
Alcantarilla 4	2+880	3.700	0.422	0.015	3.02	4.715	1	4.71
Alcantarilla 5	4+600	5.200	0.615	0.015	3.95	12.634	2	25.27

4.5. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

En respuesta al primer objetivo, podemos constatar que, según el estudio topográfico llevado a cabo por Lainez y Liriano (2023) en la vía San Vicente – Saya, se evidencian resultados similares en la topografía en comparación con la vía de estudio Entre Ríos – Atahualpa. Ambos estudios determinan el terreno como llano, lo cual es consistente, dado que ambos proyectos están ubicados en el cantón Santa Elena y muestran topografías similares con pendientes menores al 7%.

Con respecto al objetivo 2, se puede contrastar con el estudio hecho por Lainez y Liriano (2023) a la vía San Vicente-Saya, ya que muestran similitudes con los resultados que se obtuvieron en este estudio realizado a la vía Entre Ríos-Atahualpa, al clasificar las vías como Clase III. En ambos se calculó el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) en relación con el 60% del flujo vehicular registrado en vías cercanas. A pesar de tener diferencias en la composición vehicular, se resalta la preponderancia de vehículos livianos y velocidades de diseño.

Es relevante notar que, aunque las proporciones de vehículos varían entre los estudios, la predominancia de vehículos livianos y la similitud en las velocidades de diseño y circulación sugieren una concordancia en la clasificación vial. Esto señala la importancia de considerar no solo el flujo vehicular general, sino también la composición específica de los vehículos al determinar la categoría de la vía, ya que puede influir en la seguridad y el diseño de la infraestructura vial.

Referente al objetivo 3, los alineamientos mostraron diferencias en su composición geométrica, dado que el diseño de Lainez y Liriano (2023) cumplió con radios mínimos, a diferencia del diseño realizado en este estudio. Aun así, es importante recordar que en ambos diseños se preservó la seguridad de los transeúntes en la vía. Además, en ambos estudios se respetaron las pendientes para no exceder el 6%, conforme a la normativa según el tipo de terreno. Respecto al volumen excedente, el proyecto presentó una menor cantidad de relleno, lo que reduce los costos asociados al movimiento de tierras en una posible ejecución del proyecto.

En respuesta al cuarto objetivo, podemos constatar que, según el diseño de cunetas y alcantarillas llevado a cabo por Hermida y Yagual (2015) en la vía San Pablo – San Miguel, las cunetas presentan dimensiones similares, ya que ambos proyectos están ubicados en el cantón Santa Elena y los caudales probables son comparables según el estudio hidrológico. En cuanto a las alcantarillas, los resultados difieren, ya que ellos optan por diseñar alcantarillas de sección circular, mientras que en este proyecto se utilizó ductos cajón. No obstante, es importante destacar que el diseño satisface plenamente la demanda del caudal probable para todas las zonas de drenaje.

CAPITULO V: CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- En relación con el primer objetivo planteado para este proyecto, se puede concluir, a partir de los resultados del estudio topográfico llevado a cabo en la carretera Entre Ríos – Atahualpa, que la vía presenta una topografía llana, con una pendiente promedio de 0,96%, proporcionando una clasificación acorde con la pendiente calculada. La longitud total de la carretera es de 4764,643 metros, extendiéndose desde las coordenadas E523927.141m, N 9744263.355m y cota 44.732 m hasta las coordenadas E521680.314m, N9746464.454 m y cota 34.899m, estos datos brindan una visión detallada de la extensión y elevación de la vía, fundamentales para comprender la topografía del terreno.

- Con respecto al segundo objetivo, el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) proyectado a 20 años es de 356 vehículos por día, mayormente compuesto por un 73,76% de vehículos livianos. Esto categoriza la vía como una "Carretera Clase III Absoluta de 2 carriles ", con una velocidad de diseño de 80 km/h, y una velocidad de circulación de 71 km/h, un ancho de calzada de 6.00 m con un bombeo del 2%. Las bermas a ambos lados de la calzada son de una medida de 1,50 m y un gradiente del 3%.

- La conclusión con respecto al tercer objetivo es que la vía tendrá una longitud de 4764,64 m. El alineamiento presenta pendientes que varían entre 0,50% y 4,81%, y está compuesto por 22 curvas horizontales y 17 curvas verticales. Los taludes de corte y relleno son de 2:1 (H: V). El volumen faltante de relleno fue de 526,01 m³.

- En relación al cuarto objetivo se concluye que el diseño de cunetas y alcantarillas, demuestra un enfoque integral y efectivo para la conducción del agua superficial en la carretera. Las cunetas, diseñadas de sección triangular, han sido estratégicamente ubicadas en tramos donde hay taludes de corte, para satisfacer la demanda del caudal probable. En cuanto a las alcantarillas, se han diseñado cinco alcantarillas del tipo ducto cajón para gestionar el paso del agua de manera óptima. Tanto la primera como la quinta alcantarilla constan de dos ductos, mientras que la segunda, la tercera y la cuarta alcantarilla tienen un solo ducto. Todas las secciones de las alcantarillas, han sido dimensionadas para abastecer la demanda del caudal probable de acuerdo con la cuenca geográfica específica, promoviendo la seguridad y la eficiencia del sistema hidráulico en el entorno vial.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se sugiere que para llevar a cabo un levantamiento topográfico preciso y eficiente utilizando el equipo RTK, es esencial contar con personal altamente capacitado y experimentado en la operación de este tipo de equipo con la finalidad de aprovechar correctamente esta herramienta tecnológica.
- También que se gestione con las autoridades pertinentes la construcción de la carretera con las especificaciones del diseño geométrico elaborado en la presente tesis.
- Se recomienda presentar opciones de diseño de pavimento para garantizar la viabilidad de la estructura vial. Además, se sugiere colocar respectivas señaléticas de reducción de velocidad en las abscisas 0+067, 0+197, 0+492 y 0+595, así como también guardacarriles en las abscisas 4+193, 4+310, 4+399, 4+472 y 4+567 en donde las curvas no cumplen con el radio mínimo, esto con el fin de preservar la seguridad de los usuarios.

- Se recomienda llevar a cabo el diseño estructural de todas las alcantarillas, dado que en este estudio no se abordó, con la finalidad de garantizar la durabilidad y eficiencia hidráulica de estas infraestructuras de drenaje.
- Se recomienda realizar un estudio hidrológico con la intensidad de lluvia específica de la localidad. Esto permitirá obtener datos más precisos y cercanos al área de estudio, ya que hasta ahora se ha calculado la intensidad de lluvia utilizando la ecuación correspondiente a la provincia del Guayas, la cual es la más cercana.
- Finalmente se recomienda utilizar la cantera Juan Montalvo para cubrir el material de relleno faltante que se encuentra a 17 km de distancia desde la abscisa 3+200 km que es el centro de gravedad de donde comienza a ver el volumen faltante.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Agudelo, J. J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías Ajustado al Manual Colombiano*. Universidad Nacional de Colombia.
- Alcántara, D. (2014). *Topografía y sus aplicaciones* (Grupo Editorial Patria, Ed.). ALCÁNTARA GARCÍA, D. Topografía y sus aplicaciones. ed. México D.F: Grupo Editorial Patria, 2014. 400 p. Disponible en: <https://0a10n73r2-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/ereader/upse/98297?page=1>. Consultado en: 28 Nov 2023. <https://0a10n73r2-y-https-elibro-net.itmsp.museknowledge.com/es/ereader/upse/98297?page=4>
- Alvarado Yépez, I. I., Suarez Muñoz, J. A., & Ubilla Haz, G. S. (2013). *Cálculo y Análisis de Diagrama de Masas para Construir la Subrasante de un Proyecto Vial*. <http://www.dspace.espol.edu.ec/handle/123456789/24786>
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras, 2da Edición*.
- Cárdenas Grisales, J. (2015). *Diseño geométrico de carreteras*. ECOE ediciones.
- Carrasco, J. K., & Rojas, J. H. (2022). *Diseño de la infraestructura vial para mejorar la transitabilidad vehicular en el tramo Cutervo – Angurra – San Cristóbal de Nudillo km 0+000 – 11+050, Cajamarca*. <https://hdl.handle.net/20.500.12692/119694>
- CAYCCA. (2019, September 6). *Cuándo son necesarias las obras de drenaje y cómo acometerlas*. https://www.caycca.com/cuando-son-necesarias-obras-drenaje-como-acometerlas/#Elementos_de_canalizacion_desague_y_evacuacion_de_las_obras_de_drenaje
- CEPAL. (2020). *Caminos rurales: vías claves para la producción, la conectividad y el desarrollo territorial*. <https://repositorio.cepal.org/server/api/core/bitstreams/05dfba47-0c4a-42e5-a77d-feabc108a05b/content>
- Chereque, W. (1989). *Hidrología para estudiantes de ingeniería civil*. <https://repositorio.pucp.edu.pe/index/bitstream/handle/123456789/28689/hidrologia.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Chow. (1959). Valores n de Manning. *Oregon State University*.
https://www.fsl.orst.edu/geowater/FX3/help/8_Hydraulic_Reference/Mannings_n_Tables.htm
- CIDHMA. (2023, January 10). *¿QUÉ ES UN CUNETETA?*
<https://www.cidhma.edu.pe/producto/que-es-un-cuneta/>
- CIENTEC. (2021, June 22). *¿Qué es el levantamiento Topográfico?*
<https://cientecinstrumentos.cl/que-es-un-levantamiento-topografico/>
- Coicaposa, G. M., & Salazar, E. I. (2021). *Estudio técnico para el mejoramiento del camino vecinal del tramo Pacahuara – Punta Carretera en el distrito de Iberia – Tahuamanu, 2020*.
- Correa Saldaña, K. Y. (2017). *Evaluación de las características geométricas de la carretera Cajamarca - Gavilán (km 173 - km 158) de acuerdo con las normas de diseño geométrico de carreteras DG-2013*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Cueva del ingeniero civil. (2010, April 5). *Caudal de diseño*.
<https://www.cuevadelcivil.com/2010/04/caudal-de-diseno.html>
- Delgadillo, A. (2017). *Espejo de agua, todo lo que tienes que saber - Albercas.mx*.
<https://www.albercas.mx/articulos/espejo-de-agua-todo-lo-que-tienes-que-saber>
- EIGO. (2020). *¿PARA QUÉ SIRVE UN ESTUDIO TOPOGRÁFICO?*
<https://eigoconstrucciones.com/noticia/para-que-sirve-estudio-topografico/>
- Gavilanes, B. J. (2015). *Estudio técnico vial de la carretera el Santuario – Hualcanga San Francisco – Hualcanga Santa Anita y su influencia en el desarrollo socioeconómico del sector en el cantón Quero, provincia de Tungurahua*. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/10323>
- Gordillo, D., & Miguitama, B. (2018). Determinación de los factores de mayoración del tráfico promedio diario anual (TPDA) partiendo de datos históricos de zonas representativas de la ciudad de Cuenca. *UNIVERSIDAD DE CUENCA*.
<http://dspace.ucuenca.edu.ec/bitstream/123456789/30317/1/Trabajo%20de%20Titulaci%c3%b3n.pdf>
- GRAF. (2022, October 6). *Coefficiente de escorrentía pluvial*.
<https://www.graf.info/es/depositos-soterrados/como-recuperar-agua-de-lluvia/lexico/coeficiente-de-escorrentia-pluvial.html>

- Guzmán, A. (2015). *La red vial es imprescindible para el desarrollo y crecimiento de un país*. <https://www.udep.edu.pe/hoy/2015/12/la-red-vial-es-imprescindible-para-el-desarrollo-y-crecimiento-de-un-pais/>
- Hermida, J. L., & Yagual, J. J. (2015). *Estudio y diseño geométrico de la vía San Pablo – San Miguel ubicado en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena*.
- INAMHI. (2019). *DETERMINACIÓN DE ECUACIONES PARA EL CÁLCULO DE INTENSIDADES MÁXIMAS DE PRECIPITACIÓN*. https://www.inamhi.gob.ec/Publicaciones/Hidrologia/ESTUDIO_DE_INTENSIDADES_V_FINAL.pdf
- IndustriaPedia. (2023, September 9). *¿Qué es un área de drenaje?* <https://industriapedia.com/que-es-un-area-de-drenaje/>
- IngeGeek. (2022, March 15). *Diseño Geométrico de Carreteras*. <https://www.ingegeek.site/2022/03/15/disenio-geometrico-de-carreteras-explicacion/>
- Jaramillo Peñalosa, B. D. (2023). *Diseño de enlace vial para completar el acceso de la calle 31 con la nueva autopista Guayaquil-Salinas del sector San Vicente en el cantón La Libertad, provincia de Santa Elena* [Universidad Estatal Península de Santa Elena]. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/9207>
- Jiménez, V. (2016). *Análisis del diseño urbano y su influencia en el aforo vehicular en las Vialidades Metropolitanas del Municipio de Metepec*. Universidad Autónoma del Estado de México.
- La Hora. (2023, January 2). *El 45,85% de la red vial estatal está en malas condiciones o de peligro para la circulación*. <https://www.lahora.com.ec/pais/red-vial-estatal-malas-condiciones-carreteras/>
- Lainez, J. C., & Liriano, D. A. (2023). *Diseño geométrico de la vía Baños de San Vicente – Sayá del cantón Santa Elena*. <https://repositorio.upse.edu.ec/handle/46000/10032>
- Lainez Yagual, J. C., & Liriano Ricardo, D. A. (2023). *Diseño geométrico de la vía Baños de San Vicente - Sayá del cantón Santa Elena*. Universidad Estatal Península de Santa Elena.

- López, P. (2004). *Población Muestra y Muestreo*. Scielo. http://www.scielo.org.bo/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1815-02762004000100012
- Lozada, P. M. (2022). *Diseño geométrico y estructural de la vía de 5.3 km que une las comunidades Lushanta – Ardilla Urku perteneciente a la parroquia San Pablo de Ushpayacu en el cantón Archidona de la provincia de Napo*. <https://repositorio.uta.edu.ec/jspui/handle/123456789/35212>
- Martin, J. (2000). *LOS RETOS DEL DESARROLLO RURAL*. <https://core.ac.uk/download/pdf/38823158.pdf>
- McCormac, J. (n.d.). *Topografía*.
- MIMG. (2022). INFORME ESTUDIO DE TRÁFICO. *MUY ILUSTRE MUNICIPALIDAD DE GUAYAQUIL*. <https://www.guayaquil.gob.ec/wp-content/uploads/Documentos/UPFE-CAF/UPFE%202022/LICO-MIMG-067-2022/INFORME%20DE%20TRAFICO-signed.pdf>
- MOP. (2003). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*.
- Morales, A. (2022, February 2). *Diferencias entre los sistemas de coordenadas geográficas y proyectadas*. <https://mappinggis.com/2022/02/diferencias-entre-los-sistemas-de-coordenadas-geograficas-y-proyectadas/>
- Morales Sosa, H. A. (2006). *Ingeniería Vial I* (Búho, Ed.). Instituto Tecnológico de Santo Domingo .
- MTOP. (2003). Normas de Diseño Geométrico de Carreteras. In *Ministerio de Transporte y Obras Públicas*. https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/manual-dedisec3b1o-de-carretera_2003-ecuador.pdf
- MTOP. (2011). *LEY DE CAMINOS*. https://www.obraspublicas.gob.ec/wp-content/uploads/downloads/2012/10/12-03-2011_Especial_LEY-DE-CAMINOS.pdf
- MTOP. (2013a). *Norma Ecuatoriana Vial NEVI-12-V2A*.
- MTOP. (2013b). *Normas para estudios y diseños viales*.
- Navarro, S. (2008). *Manual de Topografía-Planimetría*. 2008. <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/apuntes-topografia-i.pdf>
- Ortiz, E. V. (2023). *Estudio de tráfico y soluciones al congestionamiento vehicular (Av. Paseo de los Cañaris y Cacique Chamba), de la ciudad de Cuenca*.

- PadIngenieria. (2021). *ESTUDIOS HIDROLÓGICOS*.
https://padingenieria.com/?page_id=735
- Vásquez, W. (2023, October 3). *Infraestructura vial es justicia social*. Presidencia de La República Del Ecuador.
<https://www.presidencia.gob.ec/infraestructura-vial-es-justicia-social-un-analisis-de-werner-vasquez/#:~:text=Un%20sistema%20nacional%20de%20v%C3%ADas,las%20comunicaciones%20a%20todo%20nivel>.
- Wigodski, J. (2010, July 14). *Población y muestra*. Blogger.Com.
<https://metodologiaeninvestigacion.blogspot.com/2010/07/poblacion-y-muestra.html>
- Yepes, V. (2023, January 17). *El radio hidráulico y el perímetro mojado de una sección*. Universidad Politécnica de Valencia.
<https://victoryepes.blogs.upv.es/2023/01/17/el-radio-hidraulico-y-el-perimetro-mojado-de-una-seccion/>

ANEXOS

ANEXO I.

LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

Anexo 1 *Levantamiento topográfico.*



Anexo 2 *Toma de puntos con equipo RTK*



ANEXO II.
REGISTRO DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS.

Anexo 3 Registro de puntos topográficos.

		UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO			
PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena					
TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho					
FECHA: ago-23					
PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN	
1	523927,141	9744263,355	44,732	BM	
2	523931,866	9744263,448	44,568	ASF	
3	523922,250	9744263,248	44,918	ASF	
4	523922,149	9744267,048	44,707	PL	
5	523920,253	9744278,011	44,798	TN	
6	523926,660	9744275,102	44,375	TN	
7	523934,160	9744276,808	44,152	TN	
8	523932,796	9744295,404	44,918	TN	
9	523925,806	9744295,179	44,853	TN	
10	523921,245	9744296,024	45,686	TN	
11	523922,936	9744307,707	46,062	PL	
12	523921,056	9744315,334	46,392	TN	
13	523926,821	9744316,097	45,786	TN	
14	523932,174	9744316,363	45,805	TN	
15	523917,931	9744327,748	46,399	CERCA	
16	523919,458	9744337,879	46,319	TN	
17	523924,851	9744337,638	46,239	TN	
18	523930,096	9744337,509	46,322	TN	
19	523931,324	9744346,354	46,493	CERCA	
20	523933,261	9744356,467	46,509	TN	
21	523927,911	9744358,009	46,460	TN	
22	523923,689	9744358,862	46,519	TN	
23	523924,648	9744362,479	46,469	CERCA	
24	523936,012	9744367,892	46,454	CERCA	
25	523939,749	9744375,984	46,415	TN	
26	523934,769	9744378,111	46,359	TN	
27	523930,074	9744379,970	46,438	TN	
28	523938,171	9744399,963	46,359	TN	
29	523945,756	9744397,344	46,379	TN	
30	523950,680	9744396,066	46,329	TN	
31	523956,162	9744417,050	46,609	TN	
32	523946,289	9744418,639	46,462	TN	
33	523939,268	9744420,044	46,331	TN	
34	523943,539	9744440,716	46,474	TN	



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
35	523955,136	9744439,014	46,532	TN
36	523961,290	9744437,880	46,350	TN
37	523962,832	9744459,429	46,549	TN
38	523954,133	9744460,524	46,422	TN
39	523947,187	9744460,521	46,197	TN
40	523973,258	9744473,548	46,361	TN
41	523966,239	9744478,775	46,434	TN
42	523960,957	9744482,475	46,490	TN
43	523970,598	9744498,603	46,458	TN
44	523980,296	9744495,267	46,531	TN
45	523985,603	9744493,193	46,542	TN
46	523992,396	9744514,441	45,838	TN
47	523987,326	9744515,247	45,801	TN
48	523982,859	9744516,200	45,815	TN
49	523992,568	9744536,741	44,649	TN
50	523989,171	9744536,899	44,625	TN
51	523985,899	9744537,210	44,755	TN
52	523989,672	9744558,611	44,027	TN
53	523993,655	9744558,216	43,940	TN
54	523998,282	9744558,075	43,812	TN
55	523992,720	9744580,137	42,535	TN
56	523989,693	9744579,417	42,428	TN
57	523987,580	9744579,334	42,616	TN
58	523988,891	9744599,744	40,411	TN
59	523985,956	9744600,157	40,184	TN
60	523983,500	9744600,155	40,485	TN
61	523982,871	9744610,285	39,640	TN
62	523985,724	9744610,142	39,525	TN
63	523988,279	9744609,959	39,531	TN
64	523993,114	9744618,089	39,394	RIO
65	523985,967	9744615,490	39,249	RIO
66	523980,098	9744620,284	39,160	RIO
67	523986,940	9744624,432	39,510	TN
68	523989,346	9744624,017	39,407	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
69	523994,606	9744624,171	39,446	TN
70	523990,047	9744632,806	39,464	TN
71	523993,802	9744631,659	39,540	TN
72	523996,390	9744630,465	39,506	TN
73	523998,894	9744638,581	39,817	TN
74	523995,648	9744639,144	39,820	TN
75	523992,128	9744639,491	39,810	TN
76	523992,897	9744648,822	41,028	TN
77	523996,786	9744648,791	40,813	TN
78	523999,959	9744649,101	40,914	TN
79	523998,768	9744668,208	42,939	TN
80	523994,699	9744667,592	42,748	TN
81	523992,110	9744667,998	43,033	TN
82	523999,069	9744687,353	44,669	TN
83	523995,208	9744687,927	44,756	TN
84	523991,787	9744688,013	44,988	TN
85	523996,315	9744698,357	45,392	TN
86	523999,490	9744697,089	45,296	TN
87	524003,146	9744695,452	45,223	TN
88	524006,968	9744705,078	45,330	TN
89	524002,797	9744706,678	45,386	TN
90	523999,155	9744708,025	45,273	TN
91	524002,719	9744717,217	45,197	TN
92	524006,498	9744716,728	45,377	TN
93	524010,371	9744715,690	45,479	TN
94	524012,077	9744726,259	45,541	TN
95	524007,505	9744726,491	45,505	TN
96	524003,015	9744726,792	45,429	TN
97	524002,077	9744745,839	46,046	TN
98	524006,497	9744746,647	45,957	TN
99	524010,420	9744747,630	45,866	TN
100	524009,538	9744767,587	46,602	TN
101	524003,656	9744766,219	46,535	TN
102	523997,987	9744764,637	46,593	TN



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA EL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
103	523993,933	9744772,834	46,819	TN
104	524000,929	9744776,286	46,795	TN
105	524006,344	9744778,554	46,812	TN
106	524000,147	9744789,071	46,872	TN
107	523994,887	9744784,678	46,896	TN
108	523989,829	9744780,488	46,939	TN
109	523976,406	9744793,539	47,099	TN
110	523981,115	9744799,388	47,060	TN
111	523985,339	9744804,004	47,028	TN
112	523968,190	9744817,913	47,265	TN
113	523963,632	9744812,379	47,247	TN
114	523959,680	9744807,637	47,201	TN
115	523946,474	9744822,806	47,408	TN
116	523952,562	9744829,000	47,424	TN
117	523958,233	9744832,703	47,445	TN
118	523951,927	9744841,405	47,481	TN
119	523944,181	9744838,983	47,515	TN
120	523938,070	9744836,186	47,506	TN
121	523936,697	9744848,308	47,656	TN
122	523943,457	9744848,946	47,634	TN
123	523949,731	9744848,285	47,571	TN
124	523944,276	9744869,091	47,760	TN
125	523949,450	9744867,878	47,637	TN
126	523941,552	9744869,482	47,870	TN
127	523935,542	9744871,934	47,993	TN
128	523942,816	9744890,340	47,719	TN
129	523948,442	9744889,343	47,428	TN
130	523954,020	9744887,810	47,253	TN
131	523959,784	9744906,448	47,118	TN
132	523954,948	9744909,239	47,332	TN
133	523950,761	9744910,783	47,594	TN
134	523958,512	9744930,132	47,961	TN
135	523963,897	9744928,146	47,753	TN
136	523970,014	9744925,576	47,578	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
137	523977,443	9744945,053	47,751	TN
138	523971,134	9744948,363	47,972	TN
139	523966,517	9744950,435	48,120	TN
140	523974,100	9744969,640	47,653	TN
141	523979,970	9744967,683	47,615	TN
142	523986,015	9744964,900	47,608	TN
143	523993,546	9744983,913	47,490	TN
144	523987,467	9744987,450	47,532	TN
145	523982,295	9744990,472	47,582	TN
146	523989,531	9745008,779	47,697	TN
147	523996,375	9745006,883	47,794	TN
148	524001,802	9745005,085	47,893	TN
149	524009,318	9745024,365	48,308	TN
150	524002,642	9745026,967	48,099	TN
151	523997,611	9745029,157	47,998	TN
152	524005,660	9745049,136	48,099	TN
153	524011,847	9745046,741	48,249	TN
154	524017,715	9745044,730	48,435	TN
155	524025,421	9745063,835	48,246	TN
156	524018,532	9745067,249	47,922	TN
157	524013,796	9745069,316	47,820	TN
158	524021,489	9745088,652	48,026	TN
159	524027,128	9745086,449	48,013	TN
160	524033,534	9745084,145	48,201	TN
161	524041,479	9745104,442	48,513	TN
162	524034,497	9745106,711	48,477	TN
163	524029,388	9745108,816	48,462	TN
164	524036,828	9745128,336	48,825	TN
165	524042,883	9745126,305	48,740	TN
166	524049,191	9745124,269	48,771	TN
167	524056,718	9745144,241	49,086	TN
168	524049,906	9745146,917	49,023	TN
169	524044,551	9745149,338	49,114	TN
170	524051,939	9745168,955	49,048	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
171	524059,371	9745166,633	49,159	TN
172	524064,602	9745165,157	49,217	TN
173	524071,891	9745185,397	48,994	TN
174	524066,107	9745187,525	48,985	TN
175	524059,681	9745189,937	48,984	TN
176	524066,944	9745209,365	49,191	TN
177	524073,575	9745207,429	49,114	TN
178	524079,767	9745206,297	49,101	TN
179	524086,609	9745225,336	49,215	TN
180	524080,322	9745227,904	49,241	TN
181	524074,727	9745230,499	49,207	TN
182	524082,063	9745250,720	49,408	TN
183	524088,233	9745248,708	49,411	TN
184	524094,618	9745246,595	49,381	TN
185	524102,008	9745266,886	49,297	TN
186	524095,902	9745270,106	49,242	TN
187	524090,018	9745272,221	49,313	TN
188	524096,894	9745291,266	49,299	TN
189	524103,471	9745289,350	49,243	TN
190	524109,483	9745287,324	49,300	TN
191	524116,312	9745306,246	49,412	TN
192	524109,650	9745309,340	49,350	TN
193	524104,602	9745311,354	49,314	TN
194	524116,686	9745329,551	48,950	TN
195	524111,559	9745331,564	48,937	TN
196	524123,951	9745327,373	49,271	TN
197	524130,577	9745348,666	49,208	TN
198	524122,210	9745350,463	48,853	TN
199	524118,295	9745351,140	48,780	TN
200	524132,096	9745370,690	49,529	TN
201	524127,703	9745371,246	49,505	TN
202	524124,959	9745371,731	49,561	TN
203	524128,281	9745393,166	49,861	TN
204	524130,138	9745392,746	49,853	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
205	524134,029	9745392,002	49,835	TN
206	524137,813	9745391,503	49,872	TN
207	524141,056	9745391,145	49,839	TN
208	524142,187	9745412,658	49,770	TN
209	524137,832	9745413,627	49,723	TN
210	524134,762	9745414,131	49,801	TN
211	524138,457	9745435,991	49,493	TN
212	524139,844	9745435,739	49,407	TN
213	524143,858	9745434,477	49,319	TN
214	524147,183	9745433,538	49,230	TN
215	524150,641	9745433,153	49,007	TN
216	524153,144	9745454,841	48,975	TN
217	524148,077	9745456,070	49,051	TN
218	524144,883	9745456,913	49,161	TN
219	524148,471	9745477,965	49,683	TN
220	524149,665	9745477,626	49,664	TN
221	524153,540	9745476,727	49,562	TN
222	524157,689	9745475,660	49,524	TN
223	524161,159	9745475,168	49,505	TN
224	524166,153	9745495,926	49,897	TN
225	524162,410	9745496,631	49,921	TN
226	524157,928	9745497,628	49,845	TN
227	524155,073	9745498,582	49,871	TN
228	524153,722	9745498,971	49,952	TN
229	524243,686	9746007,982	52,662	EST
230	524170,207	9745515,449	50,212	TN
231	524167,460	9745516,215	50,232	TN
232	524163,478	9745517,695	50,154	TN
233	524160,904	9745518,257	50,158	TN
234	524158,850	9745518,783	50,211	TN
235	524164,331	9745540,157	50,272	TN
236	524166,805	9745539,486	50,267	TN
237	524169,726	9745538,625	50,327	TN
238	524172,949	9745537,806	50,420	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
239	524175,410	9745537,672	50,397	TN
240	524180,197	9745557,782	50,386	TN
241	524177,407	9745558,915	50,358	TN
242	524173,592	9745560,132	50,221	TN
243	524170,458	9745561,063	50,111	TN
244	524169,122	9745561,088	50,132	TN
245	524173,507	9745581,665	49,738	CERCA
246	524177,283	9745580,852	49,747	TN
247	524181,093	9745579,933	49,755	TN
248	524184,650	9745579,382	49,897	TN
249	524186,316	9745579,387	49,913	CERCA
250	524189,901	9745598,825	50,114	TN
251	524187,366	9745599,101	49,994	TN
252	524183,217	9745600,465	49,865	TN
253	524180,408	9745601,493	49,862	TN
254	524179,049	9745601,832	49,831	TN
255	524180,898	9745610,027	50,194	TN
256	524183,245	9745609,565	50,169	TN
257	524186,698	9745609,020	50,173	TN
258	524189,681	9745608,209	50,359	TN
259	524192,822	9745607,926	50,343	TN
260	524195,250	9745620,116	50,029	TN
261	524192,159	9745620,995	49,985	TN
262	524188,447	9745621,913	49,829	TN
263	524185,704	9745622,501	49,806	TN
264	524183,739	9745622,706	49,871	TN
265	524199,795	9745641,805	50,060	TN
266	524197,214	9745642,218	49,938	TN
267	524193,763	9745643,069	49,788	TN
268	524191,198	9745643,737	49,793	TN
269	524189,233	9745643,848	49,732	TN
270	524194,880	9745665,702	49,846	TN
271	524197,221	9745665,161	49,922	TN
272	524199,949	9745664,306	50,010	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la via Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
273	524203,022	9745663,613	50,269	TN
274	524205,947	9745663,294	50,300	TN
275	524211,412	9745683,601	50,237	CERCA
276	524208,671	9745684,121	50,132	TN
277	524204,610	9745684,645	49,979	TN
278	524200,358	9745685,152	50,037	TN
279	524198,524	9745685,246	50,042	CERCA
280	524204,112	9745701,712	50,012	PL
281	524215,373	9745704,181	50,334	TN
282	524212,525	9745704,713	50,284	TN
283	524209,448	9745705,539	50,121	TN
284	524206,360	9745706,394	50,202	TN
285	524204,334	9745706,786	50,211	TN
286	524209,640	9745728,678	50,262	TN
287	524211,863	9745727,584	50,194	TN
288	524216,120	9745726,372	50,382	TN
289	524218,887	9745725,962	50,455	TN
290	524220,660	9745725,798	50,607	TN
291	524214,430	9745748,594	50,646	TN
292	524217,107	9745747,890	50,646	TN
293	524220,939	9745747,295	50,661	TN
294	524223,586	9745746,905	50,717	TN
295	524225,236	9745746,457	50,717	TN
296	524229,942	9745767,786	50,855	TN
297	524224,655	9745768,965	50,771	TN
298	524222,030	9745769,543	50,786	TN
299	524219,722	9745769,953	50,759	TN
300	524236,554	9745791,416	51,170	CERCA
301	524232,034	9745791,026	51,114	TN
302	524227,770	9745791,194	50,986	TN
303	524225,421	9745791,950	50,989	TN
304	524223,859	9745792,284	50,992	CERCA
305	524223,338	9745811,973	51,118	TN
306	524226,540	9745812,273	51,093	TN



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA EL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
307	524229,333	9745812,426	51,133	TN
308	524231,749	9745812,552	51,273	TN
309	524233,920	9745812,612	51,204	TN
310	524232,187	9745834,685	51,225	TN
311	524229,985	9745834,305	51,174	TN
312	524225,471	9745833,668	51,123	TN
313	524222,711	9745833,622	51,131	TN
314	524220,970	9745833,152	51,142	TN
315	524218,263	9745855,060	51,108	CERCA
316	524221,240	9745855,013	51,141	TN
317	524226,087	9745855,404	51,193	TN
318	524229,316	9745855,772	51,303	TN
319	524231,231	9745856,085	51,343	CERCA
320	524228,290	9745876,725	51,211	TN
321	524224,933	9745876,512	51,172	TN
322	524221,209	9745876,253	51,090	TN
323	524218,783	9745876,049	51,100	TN
324	524217,016	9745875,592	51,022	CERCA
325	524216,899	9745897,190	51,382	TN
326	524215,445	9745896,476	51,430	TN
327	524220,781	9745897,344	51,439	TN
328	524223,537	9745897,991	51,517	TN
329	524226,005	9745898,342	51,500	TN
330	524225,648	9745920,341	51,939	CERCA
331	524220,835	9745919,998	51,822	TN
332	524216,966	9745919,114	51,807	TN
333	524213,426	9745918,475	51,846	TN
334	524212,208	9745919,217	51,931	CERCA
335	524221,537	9745940,499	52,050	TN
336	524218,800	9745940,035	52,049	TN
337	524216,279	9745939,730	51,936	TN
338	524213,501	9745939,590	51,899	TN
339	524211,100	9745939,261	51,965	TN
340	524220,632	9745958,887	52,029	CERCA



**UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA/
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO**



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
341	524218,162	9745959,850	52,028	TN
342	524213,315	9745959,735	51,969	TN
343	524210,974	9745959,764	51,972	TN
344	524209,257	9745960,111	52,051	CERCA
345	524207,584	9745981,276	52,012	TN
346	524211,693	9745981,582	52,032	TN
347	524215,428	9745981,628	52,126	TN
348	524217,810	9745981,594	52,129	TN
349	524219,880	9745981,817	52,108	CERCA
350	524217,893	9746001,577	52,172	CERCA
351	524212,869	9746001,237	52,382	TN
352	524209,860	9746001,542	52,186	TN
353	524206,568	9746001,493	52,199	TN
354	524204,429	9746001,300	52,245	CERCA
355	524215,591	9746023,869	52,331	CERCA
356	524214,884	9746029,632	52,054	ESQ CERCA
357	524211,854	9746023,605	52,320	TN
358	524208,709	9746023,220	52,296	TN
359	524204,445	9746022,140	52,293	TN
360	524202,416	9746022,010	52,285	ESQ CERCA
361	524206,347	9746008,271	52,324	TN
362	524216,149	9746018,817	52,362	TN
363	524218,263	9746020,767	52,365	TN
364	524220,736	9746022,495	52,421	TN
365	524229,160	9746028,229	52,472	TN
366	524197,751	9746036,618	52,004	TN
367	524203,028	9746042,857	52,185	TN
368	524208,118	9746050,665	52,341	TN
369	524194,834	9746064,323	52,248	TN
370	524189,121	9746058,154	52,110	TN
371	524183,129	9746051,241	52,080	TN
372	524168,425	9746066,127	52,129	TN
373	524173,632	9746072,372	52,200	TN
374	524178,925	9746080,420	52,310	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
375	524165,411	9746094,201	52,387	TN
376	524159,613	9746088,584	52,257	TN
377	524152,823	9746081,580	52,112	TN
378	524150,016	9746109,831	52,553	TN
379	524144,522	9746104,678	52,364	TN
380	524136,824	9746097,632	52,335	TN
381	524123,351	9746111,411	52,557	TN
382	524128,773	9746117,466	52,538	TN
383	524135,188	9746125,070	52,660	TN
384	524121,826	9746138,712	52,801	TN
385	524116,400	9746134,255	52,668	TN
386	524107,912	9746127,235	52,681	TN
387	524107,060	9746153,605	52,648	TN
388	524102,479	9746149,616	52,554	TN
389	524092,884	9746142,421	52,261	TN
390	524079,902	9746155,864	52,373	TN
391	524085,802	9746162,701	52,253	TN
392	524092,168	9746168,777	52,340	TN
393	524077,360	9746183,709	51,991	TN
394	524072,523	9746178,308	51,917	TN
395	524064,970	9746171,151	52,184	TN
396	524050,331	9746186,211	51,817	TN
397	524056,938	9746192,153	51,478	TN
398	524062,397	9746198,778	51,691	TN
399	524043,397	9746207,971	51,357	TN
400	524041,700	9746205,911	51,134	TN
401	524040,101	9746203,611	51,345	TN
402	524021,446	9746214,839	51,140	TN
403	524026,583	9746220,568	51,234	TN
404	524031,612	9746228,960	51,538	TN
405	524014,577	9746242,393	51,868	TN
406	524009,736	9746233,744	51,515	TN
407	524005,798	9746227,569	51,629	TN
408	523988,649	9746240,919	51,912	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
409	523992,976	9746246,651	51,853	TN
410	523998,914	9746254,829	52,064	TN
411	523983,448	9746267,186	51,974	TN
412	523977,319	9746261,126	51,898	TN
413	523972,262	9746254,242	51,846	TN
414	523966,028	9746281,157	51,762	TN
415	523960,258	9746273,092	51,547	TN
416	523953,290	9746269,922	51,592	TN
417	523939,499	9746281,039	51,324	TN
418	523944,163	9746286,147	51,317	TN
419	523950,488	9746293,877	51,490	TN
420	523934,858	9746306,339	51,211	TN
421	523929,886	9746300,676	50,951	TN
422	523923,786	9746294,152	50,918	TN
423	523916,902	9746319,907	49,946	RIO
424	523912,357	9746315,965	49,965	RIO
425	523907,713	9746309,700	49,902	RIO
426	523895,208	9746323,302	50,609	TN
427	523896,955	9746325,581	50,419	TN
428	523898,722	9746327,380	50,835	TN
429	523883,308	9746343,495	51,281	TN
430	523879,619	9746337,144	51,117	TN
431	523874,105	9746328,671	51,277	TN
432	523856,334	9746340,951	51,617	TN
433	523860,618	9746348,343	51,620	TN
434	523864,808	9746356,087	51,701	TN
435	523847,613	9746367,858	51,805	TN
436	523843,715	9746360,793	51,778	TN
437	523838,796	9746352,727	51,785	TN
438	523821,491	9746364,294	51,548	TN
439	523825,918	9746370,603	51,435	TN
440	523831,603	9746378,550	51,582	TN
441	523813,409	9746390,846	51,226	TN
442	523809,198	9746383,466	51,092	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
443	523805,262	9746375,460	50,941	TN
444	523788,984	9746388,727	50,810	TN
445	523790,971	9746390,731	50,518	TN
446	523793,343	9746393,337	50,768	TN
447	523790,180	9746398,730	50,266	RIO
448	523786,330	9746393,977	50,350	RIO
449	523783,195	9746390,865	50,289	RIO
450	523780,445	9746413,087	51,299	TN
451	523776,103	9746405,901	51,163	TN
452	523769,569	9746400,194	51,316	TN
453	523752,397	9746409,891	52,030	TN
454	523757,974	9746416,865	51,719	TN
455	523762,310	9746425,168	51,612	TN
456	523745,350	9746436,395	51,946	TN
457	523740,429	9746429,336	52,101	TN
458	523734,241	9746421,874	52,215	TN
459	523718,055	9746432,186	52,293	TN
460	523722,283	9746440,465	52,219	TN
461	523727,478	9746448,339	52,246	TN
462	523711,192	9746459,041	52,464	TN
463	523705,953	9746452,676	52,152	TN
464	523700,127	9746444,072	52,182	TN
465	523686,426	9746450,295	51,852	TN
466	523687,362	9746456,333	51,829	TN
467	523688,668	9746464,250	52,067	TN
468	523669,019	9746466,894	51,793	TN
469	523667,959	9746461,082	51,634	TN
470	523666,277	9746450,399	51,638	TN
471	523645,680	9746454,170	51,364	TN
472	523647,087	9746460,657	51,300	TN
473	523649,640	9746469,293	51,340	TN
474	523629,645	9746474,597	51,970	TN
475	523626,952	9746467,435	51,793	TN
476	523624,025	9746458,380	51,826	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
477	523603,940	9746468,740	52,142	TN
478	523607,701	9746475,856	52,151	TN
479	523611,372	9746485,417	52,423	TN
480	523594,769	9746494,707	52,635	TN
481	523590,035	9746486,024	52,431	TN
482	523586,369	9746478,778	52,296	TN
483	523568,286	9746488,753	52,466	TN
484	523571,470	9746495,210	52,521	TN
485	523576,350	9746505,065	52,812	TN
486	523559,611	9746514,305	52,964	TN
487	523554,806	9746506,963	52,810	TN
488	523550,512	9746499,788	52,773	TN
489	523541,687	9746523,222	52,784	TN
490	523537,585	9746518,361	52,642	TN
491	523531,172	9746512,867	52,636	TN
492	523516,001	9746523,548	52,542	TN
493	523520,148	9746529,164	52,587	TN
494	523525,806	9746536,878	52,854	TN
495	523509,927	9746549,486	52,689	TN
496	523505,639	9746543,728	52,530	TN
497	523500,203	9746536,402	52,544	TN
498	523485,082	9746549,550	52,517	TN
499	523489,414	9746555,486	52,453	TN
500	523492,859	9746560,278	52,579	TN
501	523476,594	9746572,730	52,330	TN
502	523473,439	9746566,621	52,311	TN
503	523469,431	9746562,146	52,313	TN
504	523454,078	9746575,702	52,383	TN
505	523457,909	9746580,647	52,119	TN
506	523464,378	9746589,115	52,169	TN
507	523451,221	9746600,528	51,897	TN
508	523444,266	9746594,600	51,853	TN
509	523438,450	9746588,546	52,021	TN
510	523423,006	9746601,421	51,858	TN



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA EL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
511	523428,109	9746606,968	51,838	TN
512	523435,539	9746615,436	51,703	TN
513	523418,059	9746630,861	51,464	TN
514	523410,818	9746623,540	51,501	TN
515	523404,926	9746616,151	51,378	TN
516	523394,288	9746626,918	51,201	TN
517	523395,985	9746629,733	51,246	TN
518	523397,685	9746633,149	51,301	TN
519	523381,336	9746644,546	51,229	TN
520	523379,444	9746642,405	51,024	TN
521	523376,801	9746638,843	50,897	TN
522	523365,706	9746659,620	51,398	TN
523	523363,324	9746655,059	51,236	TN
524	523361,006	9746649,921	51,175	TN
525	523341,557	9746658,095	51,310	TN
526	523343,808	9746663,253	51,475	TN
527	523346,053	9746669,597	51,625	TN
528	523325,650	9746673,375	51,674	TN
529	523323,861	9746667,485	51,565	TN
530	523320,681	9746659,319	51,682	TN
531	523301,685	9746666,833	51,881	TN
532	523303,221	9746672,178	51,758	TN
533	523305,821	9746679,438	51,986	TN
534	523286,413	9746686,736	52,063	TN
535	523284,670	9746679,693	51,912	TN
536	523282,068	9746674,682	51,990	TN
537	523264,249	9746681,855	51,872	TN
538	523265,986	9746687,217	51,800	TN
539	523268,562	9746692,919	52,040	TN
540	523250,290	9746700,458	51,869	TN
541	523248,933	9746698,113	51,738	TN
542	523247,673	9746695,173	51,667	TN
543	523244,427	9746690,039	51,677	TN
544	523226,723	9746700,468	51,599	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
545	523230,514	9746706,072	51,550	TN
546	523233,517	9746711,477	51,719	TN
547	523215,449	9746720,461	51,865	TN
548	523212,851	9746716,335	51,659	TN
549	523210,219	9746711,621	51,441	TN
550	523193,498	9746723,669	51,490	TN
551	523197,023	9746728,488	51,524	TN
552	523200,652	9746732,992	51,804	TN
553	523188,396	9746748,309	51,531	TN
554	523182,829	9746743,052	51,404	TN
555	523176,279	9746737,308	51,266	TN
556	523162,350	9746749,711	51,013	TN
557	523168,039	9746756,305	51,032	TN
558	523172,536	9746762,087	51,136	TN
559	523150,445	9746767,822	50,553	TN
560	523152,908	9746770,127	50,836	TN
561	523154,886	9746772,992	50,835	TN
562	523136,115	9746785,509	51,216	TN
563	523135,208	9746780,188	50,996	TN
564	523130,867	9746771,171	50,803	TN
565	523113,393	9746776,208	50,943	TN
566	523114,709	9746781,628	50,984	TN
567	523116,386	9746790,988	51,120	TN
568	523098,886	9746793,070	51,036	TN
569	523096,256	9746786,703	50,873	TN
570	523094,910	9746781,201	50,853	TN
571	523074,819	9746786,788	50,713	TN
572	523077,073	9746791,352	50,669	TN
573	523079,794	9746798,249	50,969	TN
574	523059,616	9746803,568	50,982	TN
575	523057,936	9746798,450	50,591	TN
576	523055,273	9746791,787	50,542	TN
577	523037,154	9746793,855	49,965	TN
578	523038,421	9746802,756	50,404	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
579	523039,051	9746811,858	50,750	TN
580	523020,477	9746817,121	50,646	TN
581	523018,347	9746806,861	50,462	TN
582	523015,792	9746795,554	50,176	TN
583	522997,592	9746796,670	50,002	TN
584	522998,218	9746811,515	50,275	TN
585	523000,223	9746823,272	50,479	TN
586	522978,675	9746818,512	50,141	TN
587	522978,255	9746815,229	50,093	TN
588	522976,058	9746804,102	49,890	TN
589	522955,405	9746810,521	49,714	TN
590	522957,252	9746819,814	49,927	TN
591	522958,013	9746826,864	49,956	TN
592	522940,079	9746835,596	49,913	TN
593	522936,325	9746824,694	49,922	TN
594	522933,283	9746812,469	49,837	TN
595	522912,823	9746819,872	50,096	TN
596	522915,838	9746830,308	50,024	TN
597	522917,607	9746838,456	50,240	TN
598	522897,139	9746847,525	50,161	TN
599	522895,799	9746835,869	50,033	TN
600	522893,300	9746823,116	50,017	TN
601	522874,303	9746829,774	49,712	TN
602	522875,128	9746838,634	49,917	TN
603	522876,763	9746852,276	50,023	TN
604	522853,646	9746847,911	49,891	TN
605	522853,716	9746839,198	49,751	TN
606	522855,241	9746829,610	49,450	TN
607	522832,097	9746829,634	49,454	TN
608	522832,863	9746838,648	49,638	TN
609	522832,913	9746844,345	49,766	TN
610	522811,505	9746843,295	49,437	TN
611	522811,532	9746838,653	49,322	TN
612	522811,974	9746830,885	49,347	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
613	522790,720	9746830,211	48,882	TN
614	522791,065	9746839,749	49,090	TN
615	522791,005	9746846,686	49,181	TN
616	522771,574	9746852,976	48,968	TN
617	522770,764	9746839,871	48,961	TN
618	522771,075	9746830,814	48,764	TN
619	522752,017	9746827,995	48,805	TN
620	522750,272	9746836,913	48,937	TN
621	522748,909	9746844,508	49,071	TN
622	522728,438	9746838,807	49,005	TN
623	522729,868	9746832,576	48,748	TN
624	522731,502	9746824,802	48,893	TN
625	522729,876	9746832,602	48,740	TN
626	522709,082	9746833,284	48,705	TN
627	522710,539	9746828,440	48,539	TN
628	522712,190	9746817,723	48,379	TN
629	522692,694	9746819,386	48,400	TN
630	522690,317	9746823,042	48,209	TN
631	522689,099	9746828,271	48,434	TN
632	522669,445	9746821,115	48,171	TN
633	522670,650	9746816,284	47,908	TN
634	522673,192	9746807,653	47,716	TN
635	522655,976	9746807,386	47,676	TN
636	522650,843	9746810,697	47,650	TN
637	522650,128	9746813,107	47,692	TN
638	522631,050	9746808,548	47,592	TN
639	522631,096	9746805,027	47,592	TN
640	522630,505	9746799,939	47,593	TN
641	522607,828	9746788,742	47,820	TN
642	522606,441	9746799,755	47,937	TN
643	522604,790	9746806,324	48,108	TN
644	522585,267	9746800,036	48,174	TN
645	522586,431	9746796,482	48,014	TN
646	522587,092	9746792,719	47,918	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
647	522569,227	9746788,074	47,969	TN
648	522568,218	9746792,322	48,045	TN
649	522567,041	9746795,982	48,256	TN
650	522549,067	9746792,337	48,455	TN
651	522550,645	9746786,996	48,170	TN
652	522551,483	9746781,955	48,136	TN
653	522533,315	9746776,272	48,295	TN
654	522531,215	9746780,490	48,310	TN
655	522528,173	9746786,795	48,483	TN
656	522510,241	9746775,085	48,192	TN
657	522512,737	9746771,153	48,331	TN
658	522514,799	9746767,905	48,344	TN
659	522499,206	9746754,055	48,507	TN
660	522495,521	9746759,898	48,453	TN
661	522493,062	9746763,123	48,508	TN
662	522475,484	9746751,267	48,655	TN
663	522478,418	9746748,651	48,465	TN
664	522481,464	9746745,528	48,579	TN
665	522456,154	9746742,163	48,603	TN
666	522462,148	9746737,258	48,105	TN
667	522464,958	9746733,928	48,071	TN
668	522447,483	9746721,741	48,064	TN
669	522445,213	9746725,288	47,981	TN
670	522441,972	9746728,720	48,377	TN
671	522423,609	9746720,958	48,295	TN
672	522429,081	9746712,626	48,240	TN
673	522434,783	9746705,884	48,463	TN
674	522418,039	9746695,944	47,960	TN
675	522415,178	9746697,635	47,735	TN
676	522410,920	9746701,949	47,504	TN
677	522399,266	9746687,618	47,281	TN
678	522402,906	9746683,388	47,547	TN
679	522406,612	9746679,449	47,929	TN
680	522390,618	9746665,387	47,429	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA.
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
681	522387,153	9746671,391	47,573	TN
682	522385,594	9746676,125	47,342	TN
683	522366,701	9746666,784	47,944	TN
684	522369,417	9746661,731	47,759	TN
685	522372,674	9746655,926	47,734	TN
686	522355,657	9746646,057	48,028	TN
687	522352,638	9746651,299	47,963	TN
688	522348,352	9746657,957	48,106	TN
689	522332,408	9746645,902	48,198	TN
690	522335,640	9746640,090	48,119	TN
691	522338,434	9746634,352	48,102	TN
692	522322,340	9746624,740	48,515	TN
693	522318,534	9746630,487	48,537	TN
694	522316,136	9746634,035	48,651	TN
695	522300,149	9746616,416	48,104	TN
696	522304,867	9746614,621	48,011	TN
697	522307,795	9746612,365	47,958	TN
698	522299,572	9746592,893	47,740	TN
699	522295,526	9746596,881	47,520	TN
700	522292,576	9746599,266	47,592	TN
701	522278,146	9746586,387	47,264	TN
702	522279,359	9746583,759	47,399	TN
703	522280,768	9746579,618	47,646	TN
704	522266,905	9746566,027	47,660	TN
705	522262,279	9746571,253	47,340	TN
706	522259,422	9746575,006	47,368	TN
707	522244,066	9746563,672	46,866	TN
708	522247,655	9746559,438	46,805	TN
709	522250,740	9746554,964	47,096	TN
710	522234,428	9746542,779	46,190	TN
711	522232,188	9746547,659	45,347	TN
712	522229,324	9746552,609	45,336	TN
713	522221,131	9746544,688	45,259	TN
714	522222,764	9746541,792	45,277	TN



UNIVERSIDAD ESTADAL PENÍNSULA DE SANTA EL
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la via Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
715	522225,577	9746537,890	45,791	TN
716	522211,972	9746543,351	45,003	TN
717	522213,613	9746538,348	45,223	TN
718	522215,276	9746533,367	45,914	TN
719	522204,016	9746535,978	45,412	TN
720	522201,539	9746541,681	45,113	TN
721	522206,320	9746528,740	46,147	TN
722	522197,117	9746525,253	46,105	TN
723	522193,978	9746533,408	45,477	TN
724	522191,953	9746539,417	44,953	TN
725	522185,076	9746528,619	45,190	TN
726	522188,829	9746519,831	45,844	TN
727	522182,644	9746535,821	44,343	TN
728	522172,205	9746523,690	44,320	TN
729	522174,757	9746516,856	44,550	TN
730	522171,330	9746527,847	44,776	TN
731	522166,277	9746522,746	43,785	TN
732	522165,978	9746524,593	43,934	TN
733	522166,627	9746519,981	43,764	TN
734	522156,344	9746521,356	43,362	TN
735	522155,908	9746523,559	43,362	TN
736	522156,529	9746512,949	44,343	TN
737	522135,640	9746521,052	43,618	TN
738	522135,713	9746525,420	43,046	TN
739	522135,403	9746518,259	44,494	TN
740	522125,233	9746520,477	44,027	TN
741	522124,400	9746524,296	43,132	TN
742	522125,381	9746516,372	44,993	TN
743	522116,318	9746522,376	44,173	TN
744	522118,635	9746527,710	43,502	TN
745	522114,350	9746517,770	44,871	TN
746	522100,843	9746535,650	42,704	TN
747	522103,496	9746538,322	42,786	TN
748	522098,222	9746532,756	43,327	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
749	522093,601	9746541,606	42,209	TN
750	522095,348	9746544,618	42,543	TN
751	522090,226	9746535,700	42,013	TN
752	522084,725	9746544,864	41,396	TN
753	522085,344	9746548,750	41,912	TN
754	522083,874	9746540,843	41,873	TN
755	522064,774	9746544,488	39,667	TN
756	522064,480	9746547,221	39,925	TN
757	522066,077	9746541,487	40,107	TN
758	522043,963	9746541,465	38,488	TN
759	522043,671	9746544,456	39,853	TN
760	522044,296	9746538,026	38,651	TN
761	522023,662	9746538,290	37,896	TN
762	522023,037	9746542,041	37,842	TN
763	522020,776	9746536,183	37,846	TN
764	522004,975	9746526,667	37,813	TN
765	522003,642	9746535,006	37,406	TN
766	522002,564	9746537,846	37,550	TN
767	521984,738	9746534,106	37,241	TN
768	521985,250	9746531,327	37,004	TN
769	521985,664	9746529,668	37,162	TN
770	521969,258	9746523,342	36,880	TN
771	521968,183	9746524,895	38,604	TN
772	521964,048	9746525,172	36,840	TN
773	521948,742	9746516,108	36,689	TN
774	521950,294	9746513,908	36,519	TN
775	521949,973	9746512,261	36,660	TN
776	521936,632	9746500,198	37,207	TN
777	521934,450	9746503,963	36,697	TN
778	521932,207	9746505,733	36,711	TN
779	521925,273	9746497,272	36,806	TN
780	521927,082	9746495,436	36,821	TN
781	521929,616	9746493,156	37,003	TN
782	521920,007	9746485,317	37,153	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
783	521918,997	9746489,587	36,967	TN
784	521917,834	9746493,014	36,856	TN
785	521913,241	9746493,574	36,789	PL
786	521910,605	9746494,015	36,763	TN
787	521909,131	9746490,746	36,516	TN
788	521907,673	9746487,146	36,413	TN
789	521898,574	9746491,110	35,738	TN
790	521899,270	9746494,242	35,764	TN
791	521899,735	9746496,915	36,170	TN
792	521887,405	9746497,926	35,150	TN
793	521889,221	9746495,670	34,920	TN
794	521889,113	9746492,852	34,965	TN
795	521869,596	9746495,830	34,180	TN
796	521870,186	9746493,055	34,040	TN
797	521871,211	9746490,373	34,285	TN
798	521846,307	9746491,104	33,622	TN
799	521847,223	9746488,871	33,616	TN
800	521847,362	9746486,116	33,564	TN
801	521826,880	9746484,067	33,149	TN
802	521825,633	9746485,669	33,244	TN
803	521824,253	9746488,968	33,107	TN
804	521809,894	9746487,147	32,457	RIO
805	521702,420	9746420,919	37,504	EST
806	521815,899	9746478,968	32,393	TN
807	521820,389	9746470,430	32,137	RIO
808	521814,829	9746480,032	32,397	RIO
809	521808,945	9746472,593	33,289	RIO
810	521807,209	9746475,194	32,911	RIO
811	521805,226	9746477,661	33,246	TN
812	521787,129	9746465,865	33,411	TN
813	521789,137	9746464,084	33,400	TN
814	521791,184	9746461,460	33,571	TN
815	521771,872	9746454,032	33,692	TN
816	521773,212	9746451,638	33,736	TN



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA INGENIERÍA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos - Atahualpa, ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Klever Lenin Lopez Vasquez - Esteven Manuel Duchicela Morocho

FECHA: ago-23

PUNTO	ESTE (m)	NORTE (m)	COTA (ms.n.m)	DESCRIPCIÓN
817	521774,337	9746449,394	33,780	TN
818	521755,781	9746438,728	34,792	TN
819	521754,801	9746442,149	35,126	TN
820	521752,835	9746445,175	35,491	TN
821	521734,778	9746436,658	36,224	TN
822	521736,445	9746433,700	36,261	TN
823	521737,902	9746430,650	36,113	TN
824	521715,556	9746426,591	36,725	TN
825	521718,732	9746431,440	36,357	TN
826	521721,888	9746437,016	36,231	TN
827	521712,086	9746444,113	35,931	TN
828	521710,282	9746441,597	35,866	TN
829	521708,067	9746439,284	35,990	TN
830	521693,299	9746445,819	35,645	TN
831	521694,391	9746450,015	35,319	TN
832	521696,018	9746456,021	35,305	TN
833	521683,975	9746466,733	34,875	TN
834	521680,314	9746464,454	34,899	TN
835	521674,562	9746461,592	34,921	TN
836	521674,641	9746464,976	34,843	TN
837	521677,209	9746467,585	34,770	TN
838	521682,175	9746471,224	34,681	TN
839	521661,467	9746482,675	34,452	TN
840	521636,133	9746479,743	34,719	TN
841	521616,971	9746478,692	35,126	TN
842	521616,029	9746488,747	34,885	TN

Nomenclatura de puntos topográficos.

TN: Punto levantado en terreno natural. **ASF:** Punto tomado en pavimento.

BM: Punto tomado al inicio de la vía. **PL:** Punto tomado en poste eléctrico.

CERCA: Punto tomado en cerco perimetral.

RIO: Punto tomado en cauce o paso de agua.

EST: Punto tomado en estaca.

ESQ CERCA: Punto tomado en esquina de cerco perimetral.

ANEXO III.

EQUIPOS Y MATERIALES DE TOPOGRAFIA.

Anexo 4 Equipos para el levantamiento topografico utilizados



RTK TRIMBLE R10 GNSS



CONTROLADOR



TRIPODE



BASTÓN DE CARBONO



MACHETE



CLAVO



MARTILLO



FLEXÓMETRO

ANEXOS IV.
REGISTO DE AFORO VEHICULAR.

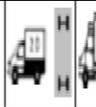
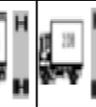
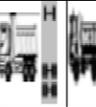
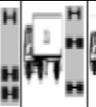
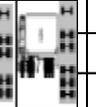
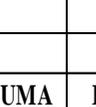
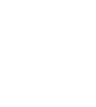
Anexo 5 Aforo vehicular viernes 25 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																							
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1	VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS							FECHA	25/8/2023	DIA DE SEMANA	VIERNES									
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																	
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3				
																							SUMA
7:00 - 8:00	5,0	9	6	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25,0	3,83
8:00 - 9:00	2,5	6	3	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	18,5	5,18	
9:00 - 10:00	4,0	7	7	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	27	3,55	
10:00 - 11:00	2,0	6	4	0	0	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	2	20	4,79	
11:00 - 12:00	4,0	6	5	0	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	25	3,83	
12:00 - 13:00	6,0	5	3	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	1	22	4,36	
13:00 - 14:00	5,0	6	5	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	18	5,32	
14:00 - 15:00	3,0	9	8	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	25	3,83	
15:00 - 16:00	4,0	7	5	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	22	4,36	
16:00 - 17:00	4,5	8	9	0	1	2	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	1	31,5	3,04	
17:00 - 18:00	4,5	6	10	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	25,5	3,76	
18:00 - 19:00	7,5	7	6	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	1	25,5	3,76	
SUMA	52	82	71	0	11	4	14	8	20	0	3	0	5	0	0	0	0	6	9	9	285,0	49,62	
% ESPECIFICO	4,5%	7,1%	6,2%	0,0%	1,0%	0,3%	1,2%	0,7%	1,7%	0,0%	0,3%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,8%	0,8%	24	4,13	
% GENERAL	71,9%			3,9%		24,2%															PROMEDIO		

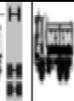
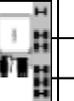
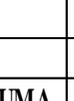
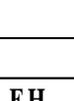
Anexo 6 Aforo vehicular sábado 26 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																						
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1		VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS						FECHA	26/8/2023		DIA DE SEMANA	SABADO							
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3			
																				SUMA	F.H	
7:00 - 8:00	5,5	4	7	0	1	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,5	4,91	
8:00 - 9:00	5,5	5	6	0	1	0	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	23,5	4,08	
9:00 - 10:00	3,5	8	6	0	1	1	3	1	3	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	28,5	3,36	
10:00 - 11:00	4,5	7	4	0	1	1	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23,5	4,08	
11:00 - 12:00	4,5	5	4	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20,5	4,67	
12:00 - 13:00	7	6	3	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22	4,36	
13:00 - 14:00	5,5	5	3	0	1	0	2	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	5,48	
14:00 - 15:00	3,5	6	4	0	1	1	3	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	23,5	4,08	
15:00 - 16:00	3,5	6	5	0	1	1	1	2	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	21,5	4,46	
16:00 - 17:00	3	7	5	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4,79	
17:00 - 18:00	4,5	5	4	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,5	5,81	
18:00 - 19:00	2,5	5	5	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,5	5,18	
SUMA	53	69	56	0	12	7	19	15	18	0	0	0	2	0	0	0	0	0	4	255	55,26	
% ESPECIFICO	4,6%	6,0%	4,9%	0,0%	1,0%	0,6%	1,7%	1,3%	1,6%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,3%	21	4,60	
% GENERAL	69,8%			4,7%		25,5%															PROMEDIO	

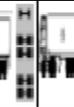
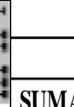
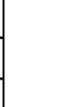
Anexo 7 Aforo vehicular domingo 27 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																								
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1	VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS								FECHA	27/8/2023	DIA DE SEMANA		DOMINGO								
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																		
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3					
																						SUMA	F.H	
7:00 - 8:00	3,5	7	4	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,5	5,81		
8:00 - 9:00	4,5	7	6	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	18,5	5,18		
9:00 - 10:00	1,5	5	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13,5	7,10		
10:00 - 11:00	3	6	3	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	13	7,37		
11:00 - 12:00	2,5	6	6	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	17,5	5,48		
12:00 - 13:00	3,5	6	7	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	18,5	5,18		
13:00 - 14:00	4	8	7	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21	4,56		
14:00 - 15:00	3,5	8	5	0	0	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19,5	4,91		
15:00 - 16:00	1,5	6	5	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	14,5	6,61		
16:00 - 17:00	2,5	9	8	0	1	2	1	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27,5	3,48		
17:00 - 18:00	3,5	5	9	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	17,5	5,48		
18:00 - 19:00	2,5	7	6	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	16,5	5,81		
SUMA	36	80	71	0	6	3	2	5	9	0	2	214	66,97											
% ESPECIFICO	3,1%	7,0%	6,2%	0,0%	0,5%	0,3%	0,2%	0,4%	0,8%	0,0%	0,2%	18	5,58											
% GENERAL	87,4%			2,8%		9,8%															PROMEDIO			

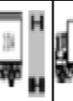
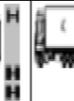
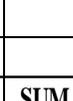
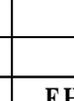
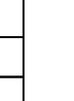
Anexo 8 Aforo vehicular lunes 28 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																						
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1		VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS						FECHA	28/8/2023		DIA DE SEMANA	LUNES							
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3			
																				SUMA	F.H	
7:00 - 8:00	4,5	7	8	0	1	1	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5	3,91	
8:00 - 9:00	4,5	7	9	0	1	0	2	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	27,5	3,48	
9:00 - 10:00	3,5	5	6	0	1	0	2	1	1	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	23,5	4,08	
10:00 - 11:00	3,5	5	5	0	1	0	2	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	1	2	22,5	4,26	
11:00 - 12:00	4,5	6	5	0	1	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	25,5	3,76	
12:00 - 13:00	6,5	8	6	0	1	0	1	0	2	0	1	0	1	0	0	0	0	1	1	28,5	3,36	
13:00 - 14:00	5,5	8	7	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22,5	4,26	
14:00 - 15:00	4,5	6	6	0	1	0	1	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	21,5	4,46	
15:00 - 16:00	2,5	5	6	0	1	0	1	1	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	19,5	4,91	
16:00 - 17:00	2,5	5	5	0	1	2	0	1	4	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	22,5	4,26	
17:00 - 18:00	5,5	7	10	0	1	0	1	0	2	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27,5	3,48	
18:00 - 19:00	4,5	7	8	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	24,5	3,91	
SUMA	52	76	81	0	12	4	14	8	20	0	3	0	5	0	0	0	0	6	9	290	48,14	
% ESPECIFICO	4,5%	6,6%	7,0%	0,0%	1,0%	0,3%	1,2%	0,7%	1,7%	0,0%	0,3%	0,0%	0,4%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,5%	0,8%	24	4,01	
% GENERAL	72,1%			4,1%		23,8%														PROMEDIO		

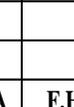
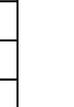
Anexo 9 Aforo vehicular martes 29 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																						
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1	VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS							FECHA	29/8/2023	DIA DE SEMANA	MARTES								
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3			
																						
																					SUMA	F.H
7:00 - 8:00	5,5	6	7	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	24,5	3,91	
8:00 - 9:00	5,5	7	4	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	23,5	4,08	
9:00 - 10:00	3,5	7	5	0	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	24,5	3,91	
10:00 - 11:00	3,5	5	5	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	22,5	4,26	
11:00 - 12:00	4	6	5	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	25	3,83	
12:00 - 13:00	4,5	5	4	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	18,5	5,18	
13:00 - 14:00	4,5	9	6	0	1	0	3	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	26,5	3,62	
14:00 - 15:00	3	8	8	0	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	27	3,55	
15:00 - 16:00	3	6	7	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	20	4,79	
16:00 - 17:00	5,5	7	5	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22,5	4,26	
17:00 - 18:00	5,5	6	10	0	1	0	1	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	26,5	3,62	
18:00 - 19:00	4,5	6	5	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	22,5	4,26	
SUMA	53	78	71	0	12	5	14	17	14	0	3	0	0	0	1	0	0	5	11	283,5	49,27	
% ESPECIFICO	4,6%	6,8%	6,2%	0,0%	1,0%	0,4%	1,2%	1,5%	1,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%	1,0%	24	4,11	
% GENERAL	71,3%			4,2%		24,7%															PROMEDIO	

Anexo 10 Aforo vehicular miércoles 30 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																						
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1		VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS						FECHA	30/8/2023		DIA DE SEMANA	MIERCOLES							
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3			
																				SUMA	F.H	
7:00 - 8:00	5,5	6	8	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24,5	3,91	
8:00 - 9:00	6	8	6	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	27	3,55	
9:00 - 10:00	4,5	8	5	0	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	25,5	3,76	
10:00 - 11:00	3	5	5	0	1	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20	4,79	
11:00 - 12:00	2,5	5	5	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	20,5	4,67	
12:00 - 13:00	4,5	10	8	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	26,5	3,62	
13:00 - 14:00	4,5	11	8	0	1	0	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	27,5	3,48	
14:00 - 15:00	2,5	6	8	0	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25,5	3,76	
15:00 - 16:00	3	6	7	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	21	4,56	
16:00 - 17:00	3,5	7	5	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	0	19,5	4,91	
17:00 - 18:00	4,5	5	10	0	1	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	27,5	3,48	
18:00 - 19:00	5,5	5	6	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	22,5	4,26	
SUMA	50	82	81	0	12	5	14	17	14	0	3	0	1	0	0	0	0	5	4	287,5	48,77	
% ESPECIFICO	4,3%	7,1%	7,0%	0,0%	1,0%	0,4%	1,2%	1,5%	1,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,4%	0,3%	24	4,06	
% GENERAL	74,1%			4,2%		21,9%															PROMEDIO	

Anexo 11 Aforo vehicular jueves 31 de agosto

CONTEO VOLUMÉTRICO DE TRÁNSITO HORARIO																						
ESTACIÓN DE AFORO N°:		1		VÍA:	ATAHUALPA - ENTRE RIOS						FECHA	31/8/2023		DIA DE SEMANA	JUEVES							
HORA	LIVIANOS			BUSES		CAMIONES																
	MOTOS	AUTOS	CAMIONETAS	BUSETA	BUS	2D	2D A	2DB	3 - A	4 - C	V2DB	V3A	VZS	2S1	2S2	2S3	3S1	3S2	3S3			
																					SUMA	F.H
7:00 - 8:00	5,5	7	7	0	1	1	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	25,5	3,76	
8:00 - 9:00	5,5	7	5	0	1	0	1	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	23,5	4,08	
9:00 - 10:00	3	5	5	0	1	0	1	2	2	0	1	0	0	0	0	0	0	1	1	22	4,36	
10:00 - 11:00	3,5	6	5	0	0	0	2	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	22,5	4,26	
11:00 - 12:00	3,5	6	4	0	1	1	2	1	2	0	0	0	0	0	0	0	0	1	2	23,5	4,08	
12:00 - 13:00	4,5	8	7	0	1	0	0	1	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	1	24,5	3,91	
13:00 - 14:00	5,5	7	7	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	1	24,5	3,91	
14:00 - 15:00	4	6	6	0	1	1	2	3	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	24	3,99	
15:00 - 16:00	3	6	6	0	1	0	1	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	19	5,04	
16:00 - 17:00	3	9	5	0	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	1	1	22	4,36	
17:00 - 18:00	4,5	11	9	0	0	0	3	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	30,5	3,14	
18:00 - 19:00	7	5	7	0	1	2	0	2	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1	26	3,69	
SUMA	53	83	73	0	10	5	14	17	14	0	3	0	0	0	1	0	0	5	10	287,5	48,57	
% ESPECIFICO	4,6%	7,2%	6,3%	0,0%	0,9%	0,4%	1,2%	1,5%	1,2%	0,0%	0,3%	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	0,0%	0,0%	0,4%	0,9%	24	4,05	
% GENERAL	72,7%			3,5%		24,0%															PROMEDIO	

ANEXO V.
CURVAS HORIZONTALES.

Anexo 12 Curvas horizontales del diseño geométrico



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA

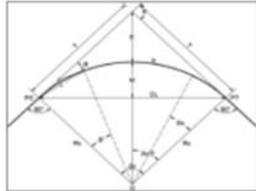
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL

CURVAS HORIZONTALES

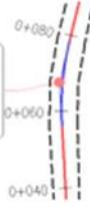


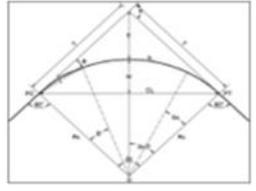
PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven – López Vásquez Klever



CURVA CIRCULAR N°1
 PI: 0+067,55
 PI NORTE: 9744330,8171
 PI ESTE: 523923,9868
 Δ : 15°55'45"
 R: 80,00m





CURVA CIRCULAR N°2
 PI: 0+197,75
 PI NORTE: 9744457,9119
 PI ESTE: 523952,9276
 Δ : 19°31'39"
 R: 80,00m



CURVA HORIZONTAL 1			
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 0+067,55
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9744330,8171
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523923,9868
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	15°55'45°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	11,19 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	0,78 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	22,24 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larza	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	22,170 m
F	Flecha	$F=R*(1-\cos \Delta/2)$	88,830 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 0+056,36
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 0+078,60
e	Peralte		6,00%
S	Sobreeancho	$S=r(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,80 m

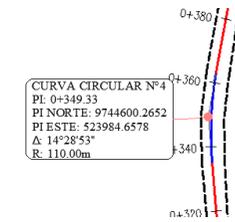
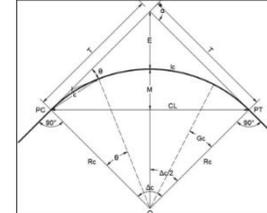
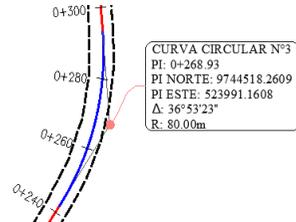
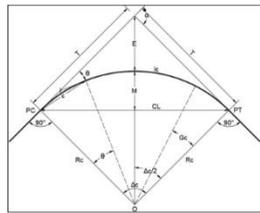
CURVA HORIZONTAL 2			
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 0+197,75 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9744457,9119
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523952,9276
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	19°31'39°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	13,77 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	1,18 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	27,27 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larza	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	27,134 m
F	Flecha	$F=R*(1-\cos \Delta/2)$	155,448 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 0+183,98
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 0+211,25
e	Peralte		10,00%
S	Sobreeancho	$S=r(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,80 m



UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena
TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA HORIZONTAL 3

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 0+268,93 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9744518,2609
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523991,1608
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	36°53'23°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	26,68 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	4,33 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	51,51 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	50,623 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos} \Delta/2)$	6,462 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 0+242,25
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 0+293,76
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechancho	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m

CURVA HORIZONTAL 4

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 0+349,33 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9744600,2652
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523984,6578
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	14°28'53°
R	Radio	Dato inicial	110,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	13,98 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	0,88 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	27,80 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	5°12'31°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,997 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	27,728 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos} \Delta/2)$	46,689 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 0+335,35
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 0+363,16
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechancho	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,70 m

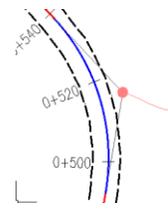
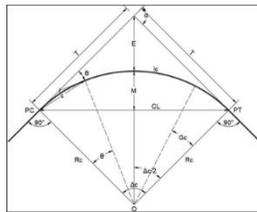


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES

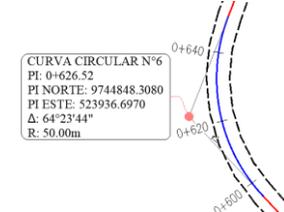
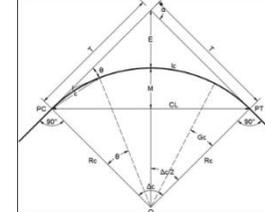


PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA CIRCULAR N°5
 PI: 0+517,33
 PI NORTE: 9744765,8832
 PI ESTE: 524013,7037
 Δ : 53°00'03"
 R: 50,00m



CURVA CIRCULAR N°6
 PI: 0+626,52
 PI NORTE: 9744848,3080
 PI ESTE: 523936,6970
 Δ : 64°23'44"
 R: 50,00m

CURVA HORIZONTAL 5

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 0+517,33 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9744765,8832
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	524013,7037
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	53°00'03°
R	Radio	Dato inicial	50,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	24,93 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	5,87 m
Lc	Longitud de la curva	$L= R*\Delta*\pi/180$	46,25 m
G	Grado de curvatura	$G= \Delta A/L$	11°27'33°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,983 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	44,620 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos } \Delta/2)$	39,914 m
PC	Principio de curva	$PC= PI-T$	K 0+492,40
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 0+538,65
e	Peralte		4,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m

CURVA HORIZONTAL 6

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 0+626,52 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9744848,3080
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523936,6970
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	64°23'44°
R	Radio	Dato inicial	50,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	31,48 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	9,09 m
Lc	Longitud de la curva	$L= R*\Delta*\pi/180$	56,20 m
G	Grado de curvatura	$G= \Delta A/L$	11°27'33°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,983 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	53,284 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos } \Delta/2)$	14,519 m
PC	Principio de curva	$PC= PI-T$	K 0+595,04
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 0+651,23
e	Peralte		4,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m

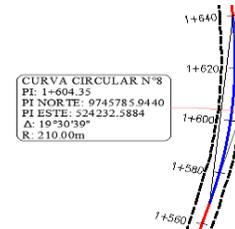
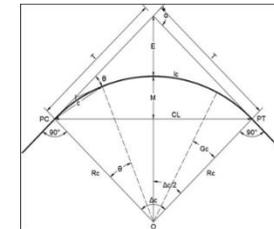
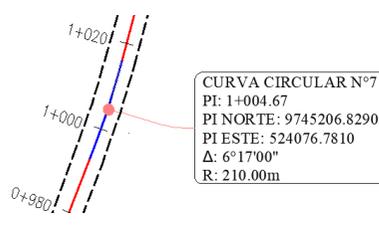
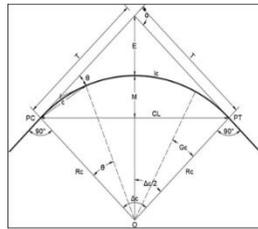


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA HORIZONTAL 7

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 1+004,67 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9745206,8290
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	524076,7810
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	6°17'00°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	11,53 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	0,32 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	23,03 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	23,018 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos} \Delta/2)$	420,000 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 0+993,14
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 1+016,17
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,70 m

CURVA HORIZONTAL 8

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 1+604,35 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9745785,9440
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	524232,3884
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	19°30'39°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	36,11 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	3,08 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	71,51 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	71,166 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos} \Delta/2)$	408,625 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 1+568,24
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 1+639,76
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,70 m

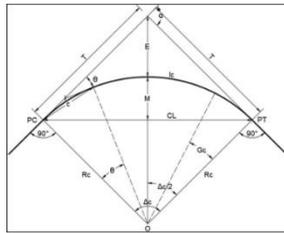


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES

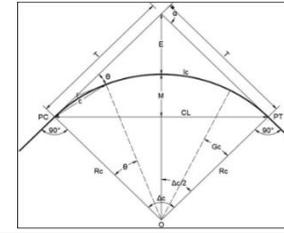
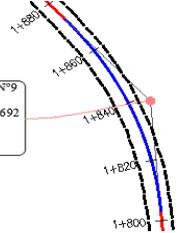


PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

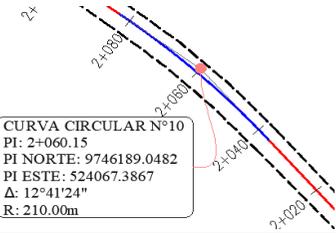
TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA CIRCULAR N°9
 PI: 1+839.69
 PI NORTE: 9746021.2692
 PI ESTE: 524214.2651
 Δ : 36°44'51"
 R: 110.00m



CURVA CIRCULAR N°10
 PI: 2+060.15
 PI NORTE: 9746189.0482
 PI ESTE: 524067.3867
 Δ : 12°41'24"
 R: 210.00m



CURVA HORIZONTAL 9

CURVA HORIZONTAL 10

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 1+839,69 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746021,2692
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	524214,2651
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	36°44'51°
R	Radio	Dato inicial	110,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	36,54 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	5,91 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	70,55 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	5°12'31°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,997 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	69,347 m
F	Flecha	$F=R*(1-\text{Cos} \Delta/2)$	12,218 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 1+803,15
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 1+873,70
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechancho	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,80 m

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 2+060,15 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746189,0482
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	524067,3867
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	12°41'24°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	23,35 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	1,29 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	46,51 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	46,416 m
F	Flecha	$F=R*(1-\text{Cos} \Delta/2)$	0,401 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 2+036,80
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 2+083,31
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechancho	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,70 m

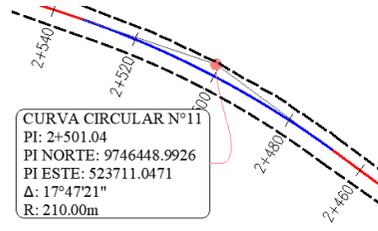
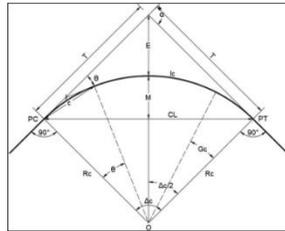


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES

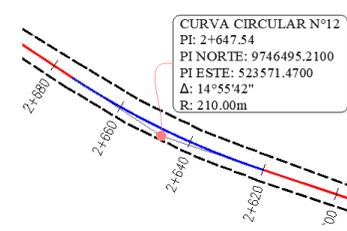
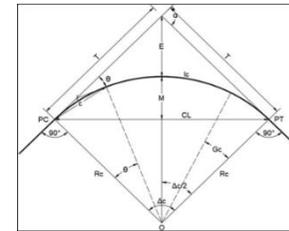


PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA CIRCULAR N°11
 PI: 2+501.04
 PI NORTE: 9746448.9926
 PI ESTE: 523711.0471
 Δ : 17°47'21"
 R: 210.00m



CURVA CIRCULAR N°12
 PI: 2+647.54
 PI NORTE: 9746495.2100
 PI ESTE: 523571.4700
 Δ : 14°55'42"
 R: 210.00m

CURVA HORIZONTAL 11

CURVA HORIZONTAL 12

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 2+501,04
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746448,9926
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523711,0471
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	17°47'21°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	32,86 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	2,56 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	65,20 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	64,939 m
F	Flecha	$F=R(1-\cos \Delta/2)$	391,169 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 2+468,18
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 2+533,38
e	Peralte		10,00%
S	Sobrancho	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,70 m

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 2+647,54
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746495,2100
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523571,4700
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	14°55'42°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	27,51 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	1,79 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	54,72 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	54,561 m
F	Flecha	$F=R(1-\cos \Delta/2)$	130,196 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 2+620,03
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 2+674,74
e	Peralte		10,00%
S	Sobrancho	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,70 m

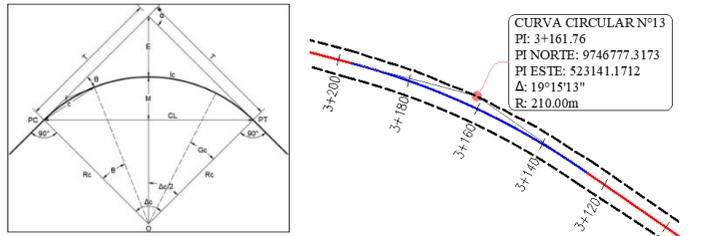


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES



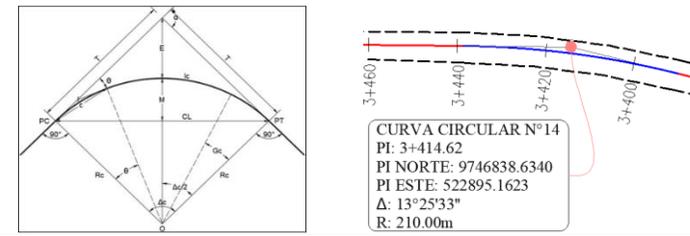
PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA HORIZONTAL 13

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 3+161,76 m
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746777,3173
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	523141,1712
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	19°15'13°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	35,62 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	3,00 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	70,57 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	70,237 m
F	Flecha	$F=R(1-\cos \Delta/2)$	415,729 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 3+126,14
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 3+196,71
e	Peralte		10,00%
S	Sobrancho	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,70 m



CURVA HORIZONTAL 14

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 3+414,62
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746838,6340
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	522895,1623
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	13°25'33°
R	Radio	Dato inicial	210,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	24,72 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	1,45 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	49,21 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	2°43'42°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,999 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	49,096 m
F	Flecha	$F=R(1-\cos \Delta/2)$	19,094 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 3+389,90
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 3+439,11
e	Peralte		10,00%
S	Sobrancho	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,70 m

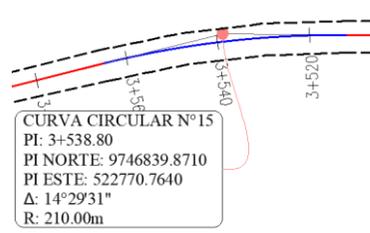
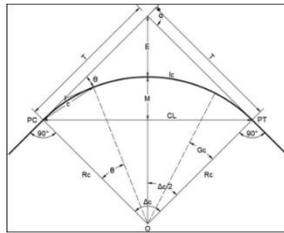


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES



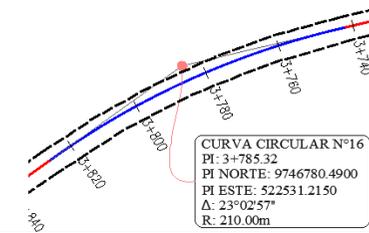
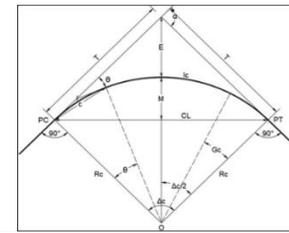
PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA HORIZONTAL 17

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+239,53
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746506,6228
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	522167,4034
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	60°01'18°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	46,21 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	12,39 m
Lc	Longitud de la curva	$L= R*\Delta*\pi/180$	83,81 m
G	Grado de curvatura	$G= \Delta A/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	80,026 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos } \Delta/2)$	66,804 m
PC	Principio de curva	$PC= PI-T$	K 4+193,32
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+277,13
e	Peralte		6,00%
S	Sobrancho	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m



CURVA HORIZONTAL 18

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+333,75
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746546,8859
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	522072,7805
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	32°41'36°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	23,46 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	3,37 m
Lc	Longitud de la curva	$L= R*\Delta*\pi/180$	45,65 m
G	Grado de curvatura	$G= \Delta A/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	45,032 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos } \Delta/2)$	144,230 m
PC	Principio de curva	$PC= PI-T$	K 4+310,29
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+355,93
e	Peralte		6,00%
S	Sobrancho	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m

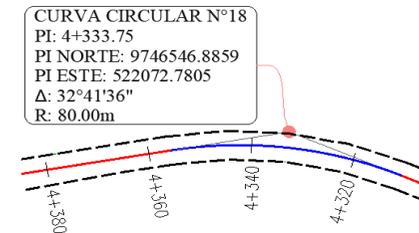
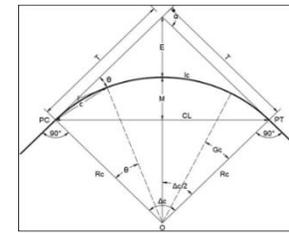
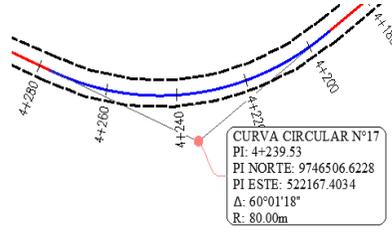
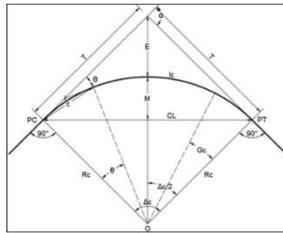


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA HORIZONTAL 17

CURVA HORIZONTAL 18

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+239,53
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746506,6228
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	522167,4034
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	60°01'18°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	46,21 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	12,39 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	83,81 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	80,026 m
F	Flecha	$F=R*(1-\cos \Delta/2)$	66,804 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 4+193,32
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+277,13
e	Peralte		6,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,80 m

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+333,75
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746546,8859
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	522072,7805
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	32°41'36°
R	Radio	Dato inicial	80,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	23,46 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	3,37 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	45,65 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta/L$	7°09'43°
C	Cuerda	$C=2*R*\sin(G/2)$	9,993 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\sin(\Delta/2)$	45,032 m
F	Flecha	$F=R*(1-\cos \Delta/2)$	144,230 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 4+310,29
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+355,93
e	Peralte		6,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,80 m

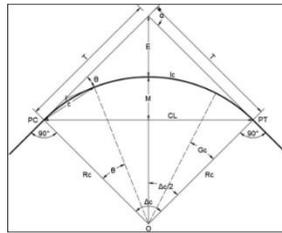


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES

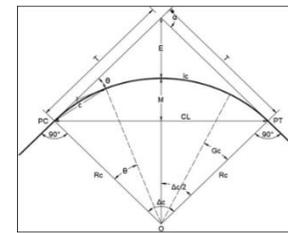
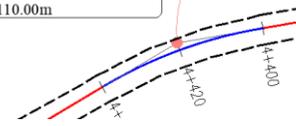


PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

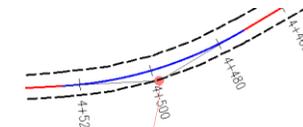
TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA CIRCULAR N°19
 PI: 4+420,18
 PI NORTE: 9746532,1934
 PI ESTE: 521986,3075
 Δ : 20°51'33"
 R: 110,00m



CURVA CIRCULAR N°20
 PI: 4+499,21
 PI NORTE: 9746491,8559
 PI ESTE: 521917,8340
 Δ : 27°26'35"
 R: 110,00m



CURVA HORIZONTAL 19

CURVA HORIZONTAL 20

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+420,18
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746532,1934
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	521986,3075
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	20°51'33°
R	Radio	Dato inicial	110,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	20,25 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	1,85 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	40,05 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	5°12'31°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,997 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	39,826 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos } \Delta/2)$	168,988 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 4+399,93
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+439,98
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+499,21
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746491,8559
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	521917,8340
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	27°26'35°
R	Radio	Dato inicial	110,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	26,86 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	3,23 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	52,69 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	5°12'31°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,997 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	52,185 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos } \Delta/2)$	65,585 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 4+472,35
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+525,04
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{(R^2-L^2)})+V/10*R$	0,80 m

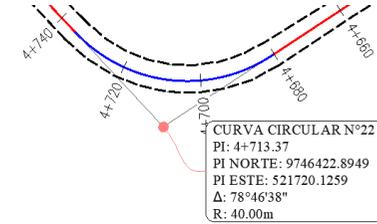
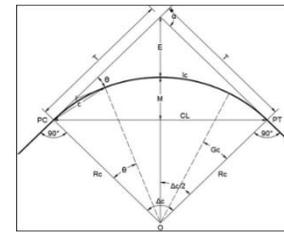
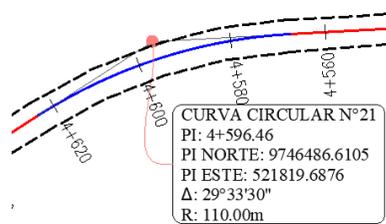
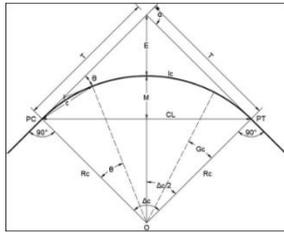


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS HORIZONTALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA HORIZONTAL 21

CURVA HORIZONTAL 22

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+596,46
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746486,6105
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	521819,6876
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	29°33'30°
R	Radio	Dato inicial	110,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	29,02 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	3,76 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	56,75 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	5°12'31°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,997 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	56,121 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos} \Delta/2)$	175,868 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 4+567,44
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+624,19
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,80 m

SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PI	Punto de intersección	Dato inicial	K 4+713,37
PI N	Coordenada Norte del PI	Dato inicial	9746422,8949
PI E	Coordenada Este del PI	Dato inicial	521720,1259
Δ	Deflexión o Ángulo central	Dato inicial	78°46'38°
R	Radio	Dato inicial	40,00 m
A	Arco	Se asume	10,00 m
T	Tangente	$T=R*\tan(\Delta/2)$	32,84 m
E	External	$E=R*(\sec \Delta/2 - 1)$	11,76 m
Lc	Longitud de la curva	$L=R*\Delta*\pi/180$	55,00 m
G	Grado de curvatura	$G=\Delta A/L$	14°19'26°
C	Cuerda	$C=2*R*\text{Sen}(G/2)$	9,974 m
CL	Cuerda Larga	$CL=2*R*\text{Sen}(\Delta/2)$	50,766 m
F	Flecha	$F=R(1-\text{Cos} \Delta/2)$	44,737 m
PC	Principio de curva	$PC=PI-T$	K 4+680,53
PT	Principio de tangencia	$PT=PC+L$	K 4+735,52
e	Peralte		10,00%
S	Sobreechanco	$S=n(R-\sqrt{R^2-L^2})+V/10*R$	0,90 m

ANEXO VI.
CURVAS VERTICALES.

Anexo 13 Curvas verticales del diseño geométrico

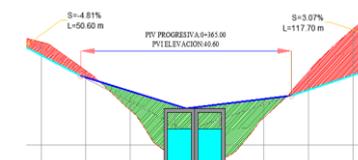
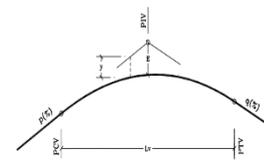
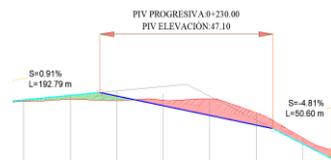
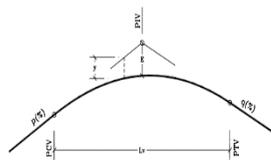


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 1		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 0+230,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	47,10 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	13
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	0,91
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-4,81
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	5,72
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	74,40 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 0+192,80 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 0+267,20 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	46,76 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	45,31 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,53 m

CURVA VERTICAL SIMPLE 2		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 0+365,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	40,60 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	12
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-4,81
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	3,07
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	7,88
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	94,600 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 0+317,70 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 0+412,30 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	42,88 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	42,05 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,93 m

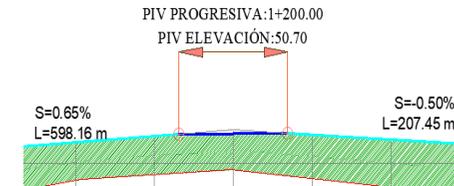
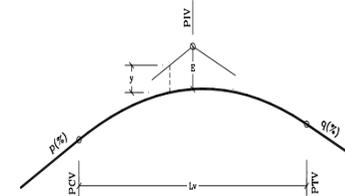
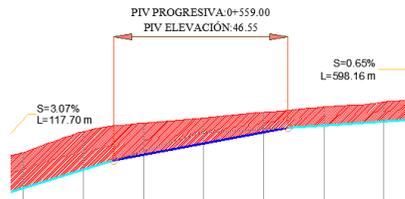
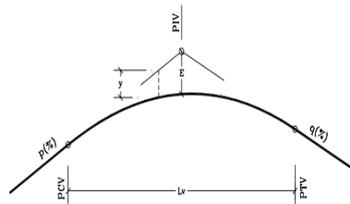


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 3		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 0+559,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	46,55 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	3,07
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	0,65
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	2,42
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	58,100 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 0+529,95 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 0+588,05 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	45,66 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	46,74 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,18 m

CURVA VERTICAL SIMPLE 4		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 1+200,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	50,70 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	0,65
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-0,50
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,15
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	27,600 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 1+186,20 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 1+213,80 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	50,61 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	50,63 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,04 m

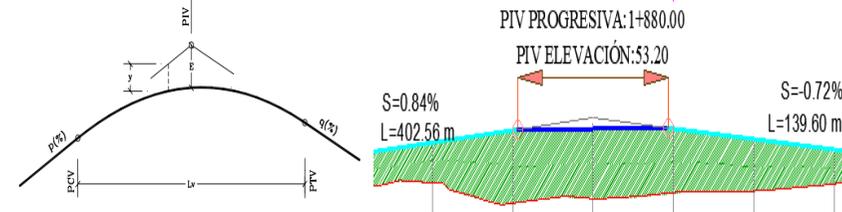
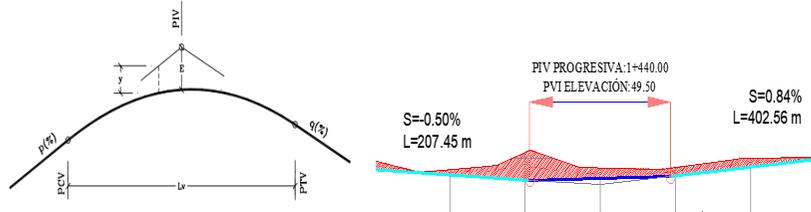


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 5		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 1+440,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	49,50 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	28
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-0,50
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	0,84
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,34
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	37,500 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 1+421,25 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 1+458,75 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	49,59 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	49,66 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,06 m

CURVA VERTICAL SIMPLE 6		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 1+880,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	53,20 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	0,84
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-0,72
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,56
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	37,400 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 1+861,30 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 1+898,70 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	53,04 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	53,07 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,07 m

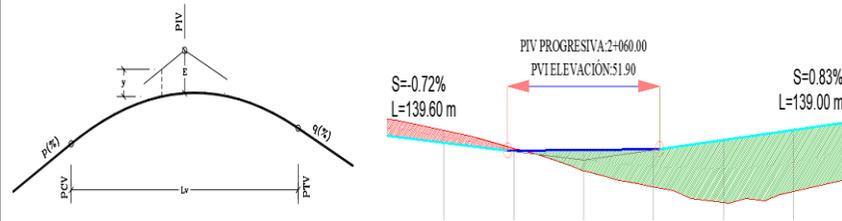


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES

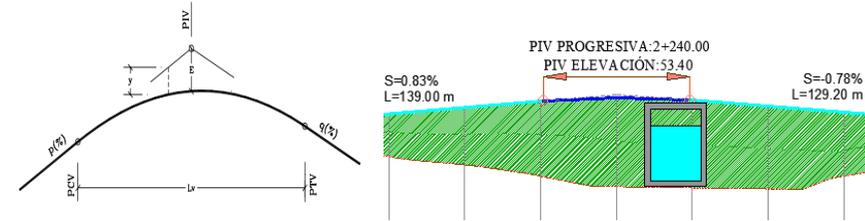


PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 7			CÓNCAVA
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 2+060,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	51,90 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	28
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-0,72
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	0,83
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,55
L _v	Longitud de la curva vertical	$L_v=K*A$	43,400 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(L_v/2)$	K 2+038,30 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+L_v$	K 2+081,70 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(L_v*p)/200$	52,06 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(L_v*q)/200$	52,08 msnm
E	External	$E=(q-p)*L_v/800$	0,08 m



CURVA VERTICAL SIMPLE 8			CONVEXA
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 2+240,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	53,40 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	0,83
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-0,78
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,61
L _v	Longitud de la curva vertical	$L_v=K*A$	38,600 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(L_v/2)$	K 2+220,70 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+L_v$	K 2+259,30 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(L_v*p)/200$	53,24 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(L_v*q)/200$	53,25 msnm
E	External	$E=(q-p)*L_v/800$	0,08 m

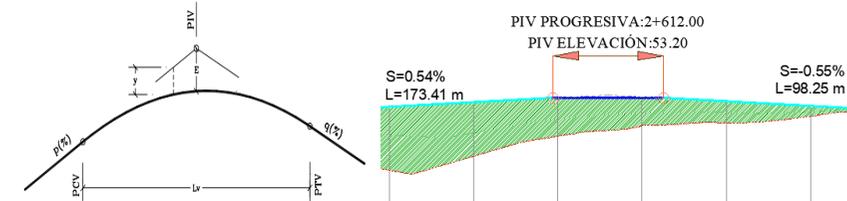
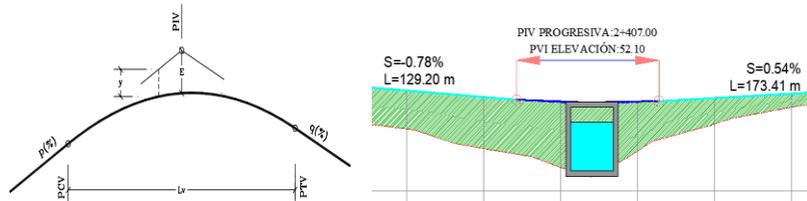


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 9		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 2+407,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	52,10 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	28
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-0,78
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	0,54
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,32
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	37,000 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 2+388,50 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 2+425,50 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	52,24 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	52,20 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,06 m

CURVA VERTICAL SIMPLE 10		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 2+612,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	53,20 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	0,54
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-0,55
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,09
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	26,200 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 2+598,90 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 2+625,10 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	53,13 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	53,13 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,04 m

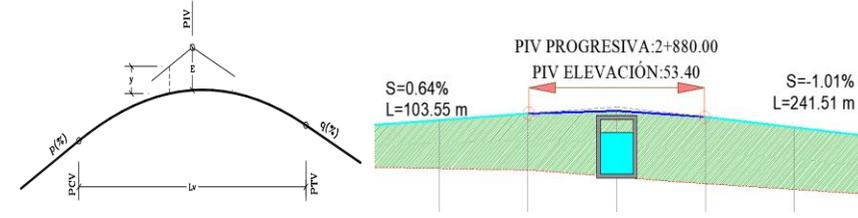
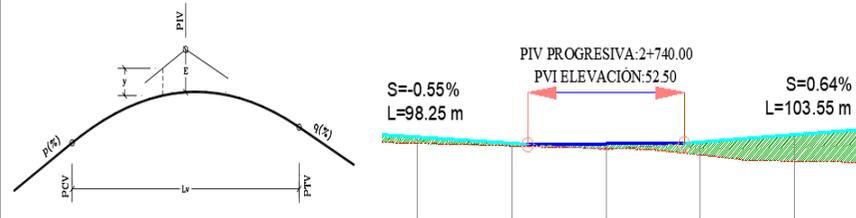


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 11		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 2+740,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	52,50 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	28
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-0,55
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	0,64
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,19
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	33,300 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 2+723,35 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 2+756,65 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	52,59 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	52,61 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,05 m

CURVA VERTICAL SIMPLE 12		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 2+880,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	53,40 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	0,64
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-1,01
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	1,65
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	39,600 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 2+860,20 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 2+899,80 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	53,27 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	53,20 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,08 m

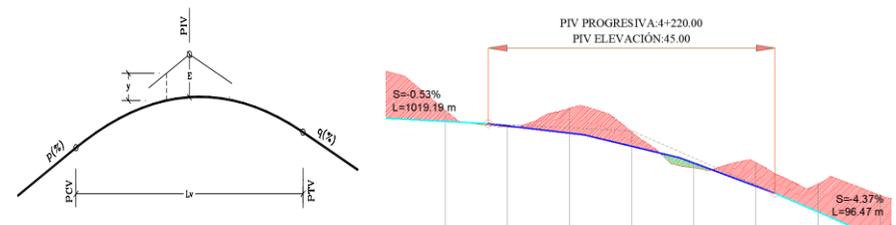
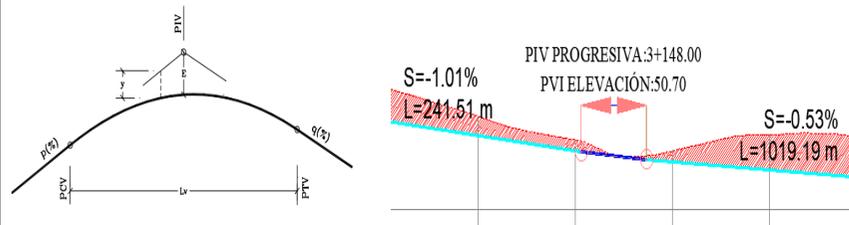


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 13		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 3+148,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	50,70 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	28
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-1,01
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-0,53
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	0,48
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	13,400 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 3+141,30 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 3+154,70 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	50,77 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	50,66 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,01 m

CURVA VERTICAL SIMPLE 14		CONVEXA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 4+220,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	45,00 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	24
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-0,53
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-4,37
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	3,84
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	92,200 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 4+173,90 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 4+266,10 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	45,24 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	42,99 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,44 m

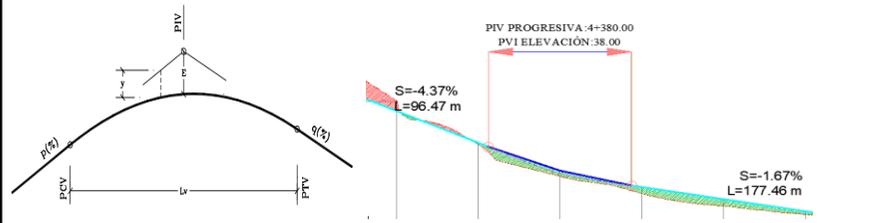


UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES

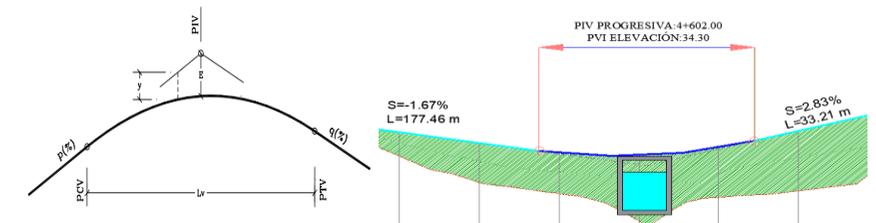


PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin



CURVA VERTICAL SIMPLE 15		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 4+380,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	38,00 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	12
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-4,37
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-1,67
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	2,70
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	32,400 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 4+363,80 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 4+396,20 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	38,71 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	37,73 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,11 m



CURVA VERTICAL SIMPLE 16		CÓNCAVA	
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 4+602,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	34,30 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	12
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	-1,67
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	2,83
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	4,50
Lv	Longitud de la curva vertical	$Lv=K*A$	54,000 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(Lv/2)$	K 4+575,00 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+Lv$	K 4+629,00 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(Lv*p)/200$	34,75 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(Lv*q)/200$	35,06 msnm
E	External	$E=(q-p)*Lv/800$	0,30 m



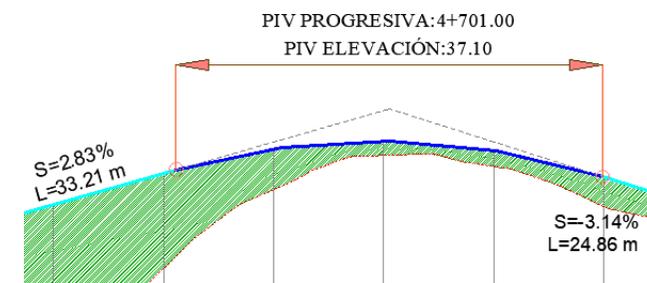
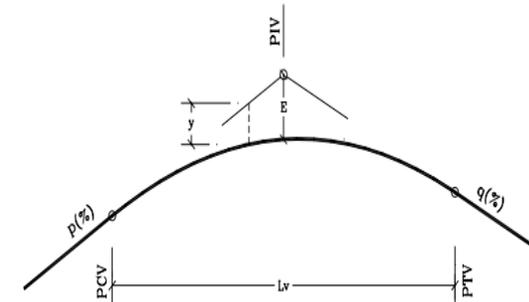
UNIVERSIDAD ESTATAL PENÍNSULA DE SANTA ELENA
CARRERA DE INGENIERÍA CIVIL
CURVAS VERTICALES



PROYECTO: Estudios técnicos para la vía Entre Ríos-Atahualpa ubicada en el cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena

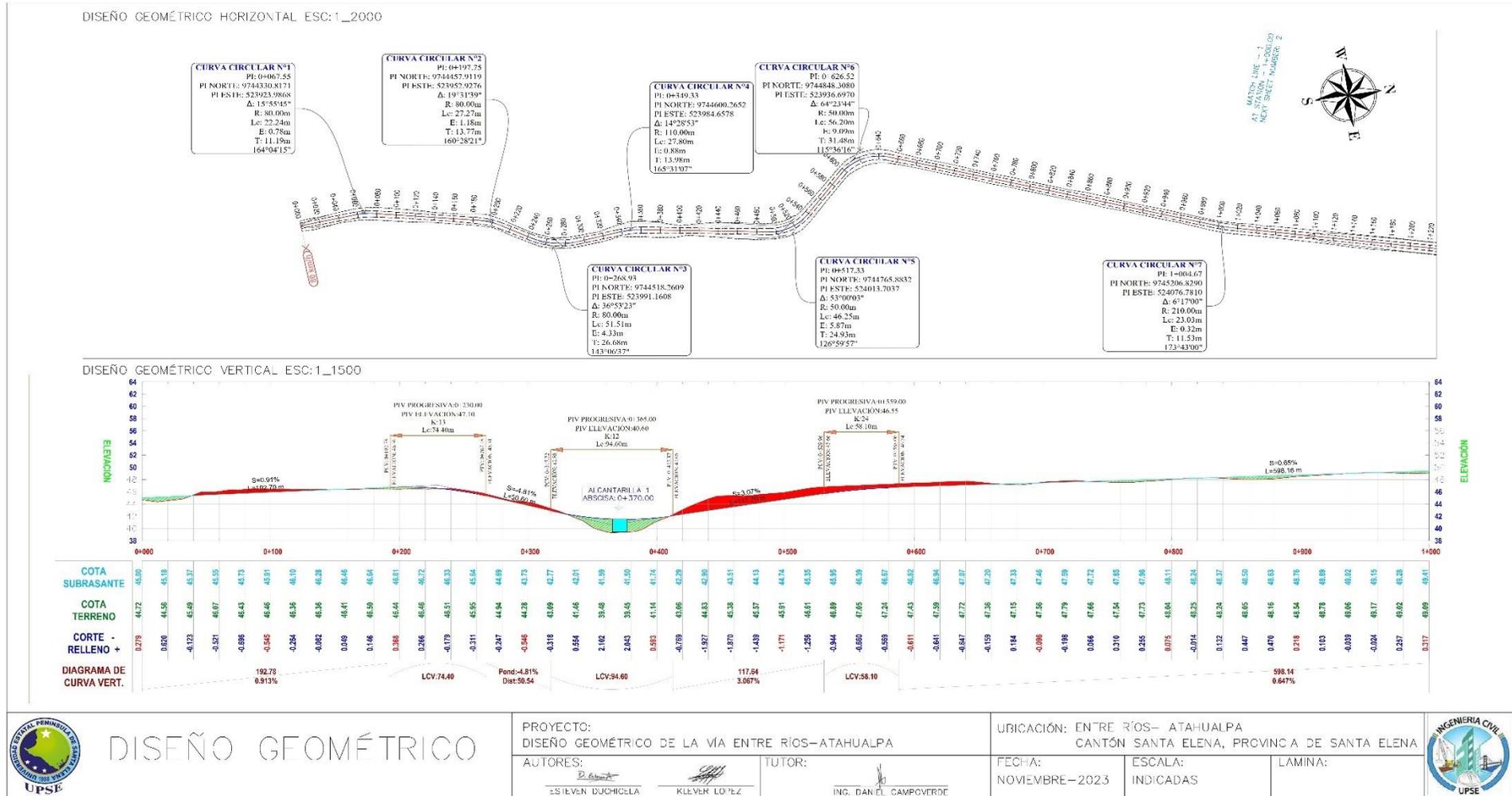
TESISTAS: Duchicela Morocho Esteven Manuel – Lopez Vasquez Klever Lenin

CURVA VERTICAL SIMPLE 17			CONVEXA
SÍMBOLO	NOMBRE	FÓRMULA	VALOR
PIV	Punto de intersección vertical	Dato inicial	K 4+701,00 m
CPIV	Cota del punto de intersección	Dato inicial	37,10 msnm
K	Factor de curvatura vertical	Se asume	13
p (%)	Pendiente de llegada	Dato inicial	2,83
q (%)	Pendiente de salida	Dato inicial	-3,14
A	Diferencia algebraica de pendientes	$A=p-q$	5,97
Lv	Longitud de la curva vertical	$L_v=K*A$	77,600 m
PCV	Inicio de curva vertical	$PCV=PIV-(L_v/2)$	K 4+662,20 m
PTV	Final de la curva vertical	$PTV=PCV+L_v$	K 4+739,80 m
CPCV	Cota del punto de inicio	$CPCV=CPIV-(L_v*p)/200$	36,00 msnm
CPTV	Cota del punto final	$CPTV=CPIV+(L_v*q)/200$	35,88 msnm
E	External	$E=(q-p)*L_v/800$	0,58 m

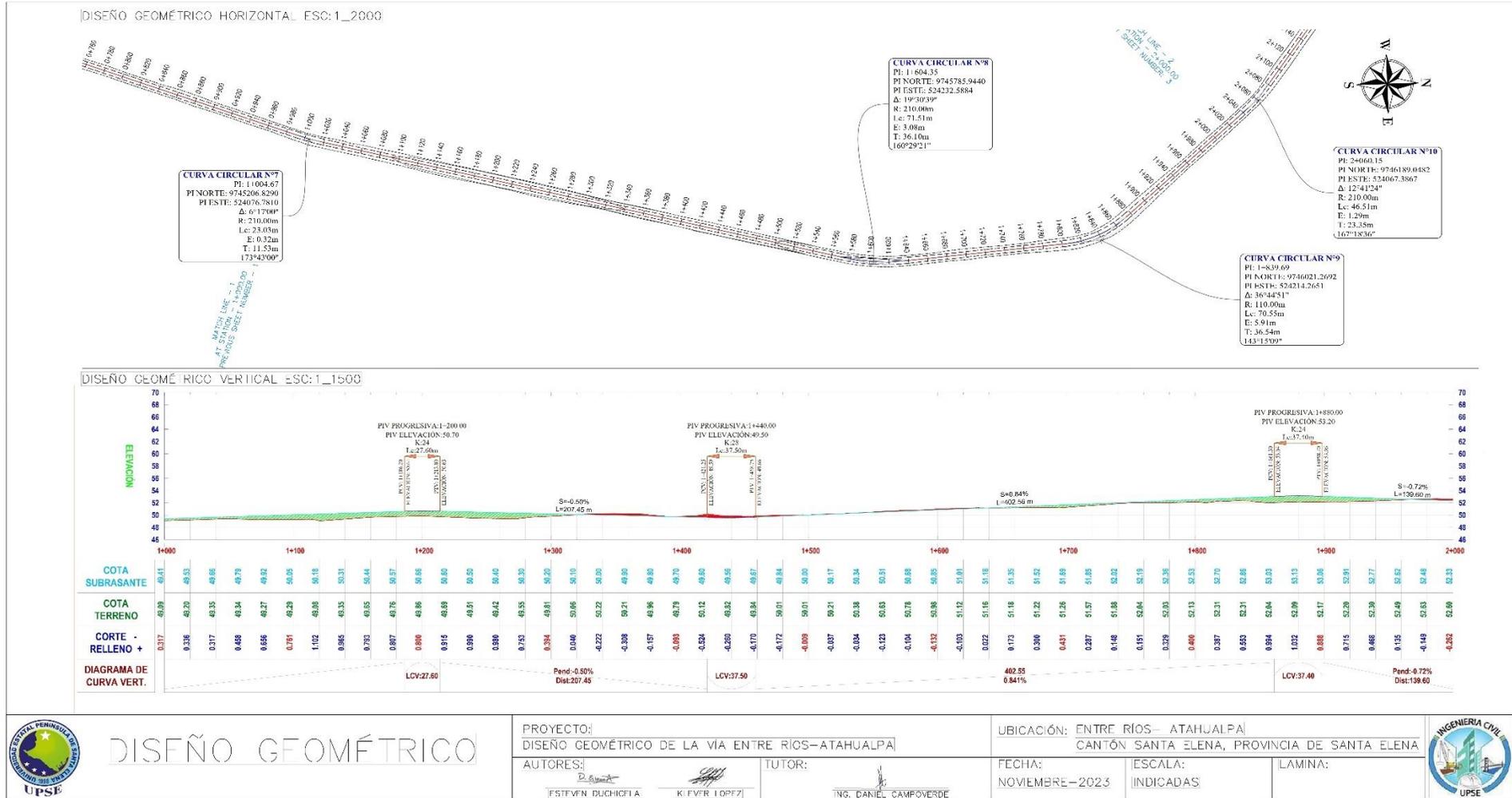


ANEXOS VII
PLANOS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO

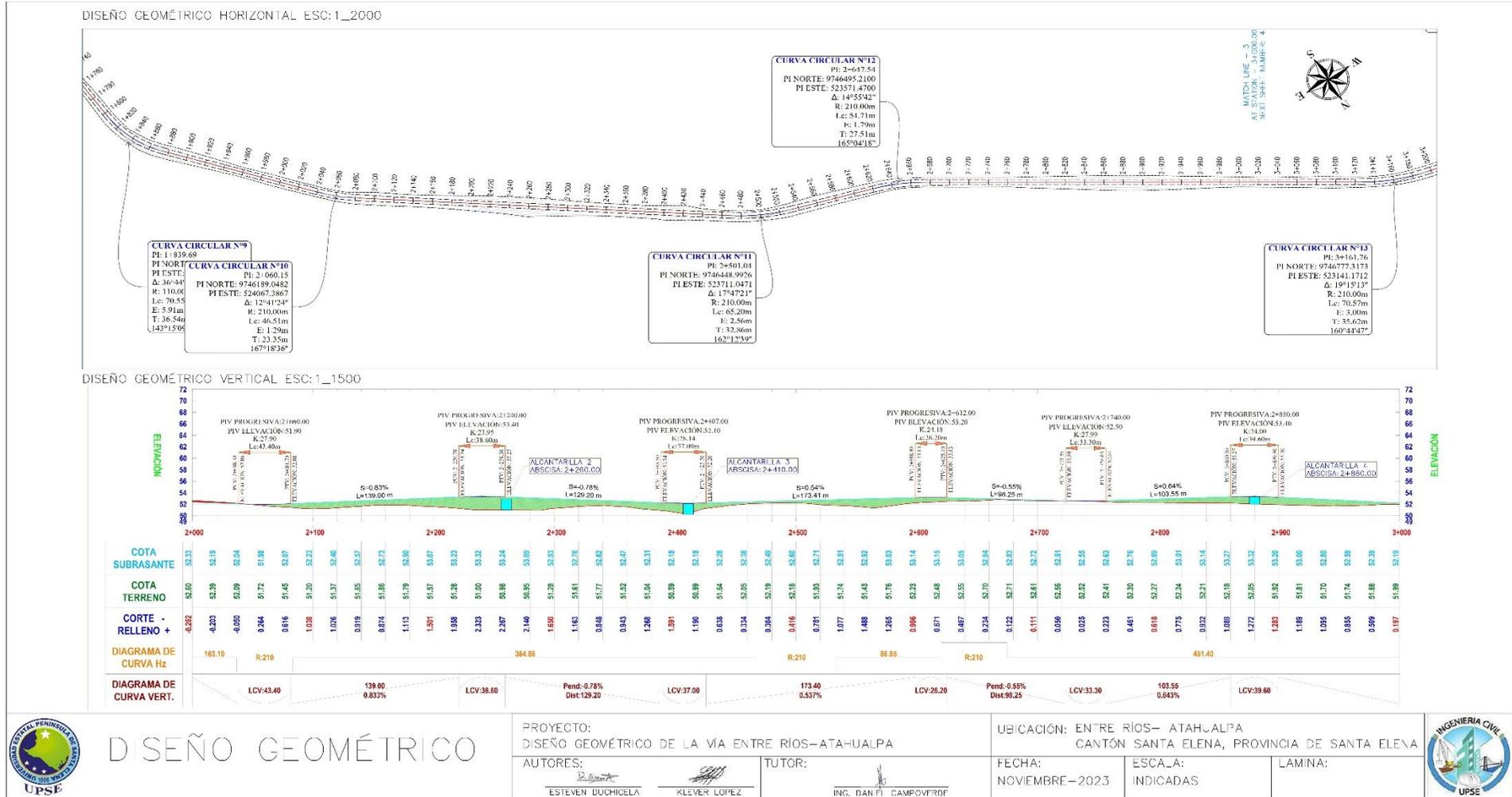
Anexo 14 Kilómetro 1 del diseño geométrico



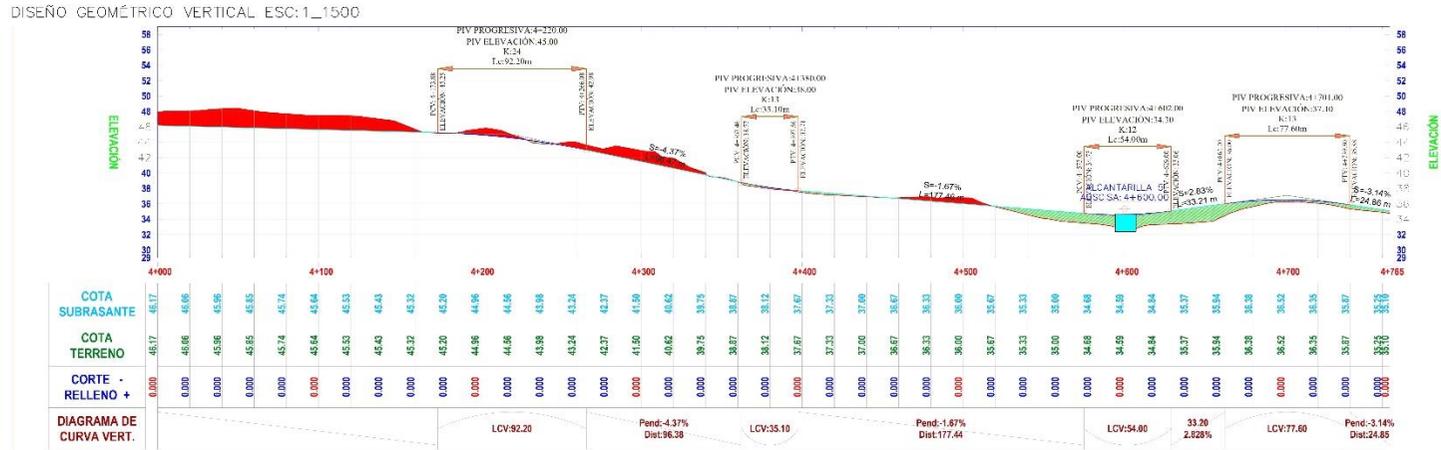
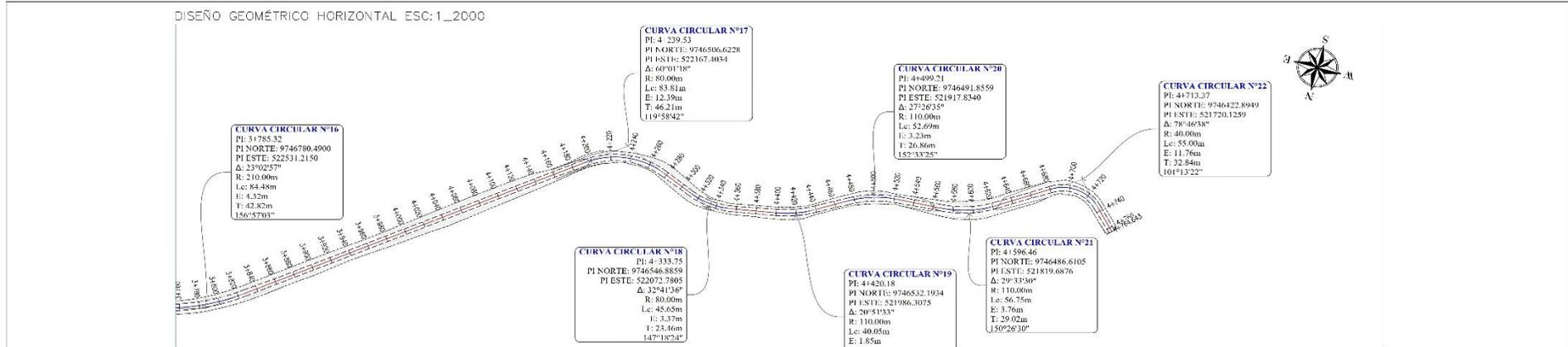
Anexo 15 Kilómetro 2 del diseño geométrico



Anexo 16 Kilómetro 3 del diseño geométrico



Anexo 18 Kilómetro último del diseño geométrico



DISEÑO GEOMÉTRICO

PROYECTO:
 DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA

AUTORES:
 ESTEVEN DUCHICELA
 KLEVER LOPEZ

TUTOR:
 ING. DANIEL CAMPOVERDE

UBICACIÓN: ENTRE RÍOS-ATAHUALPA
 CANTÓN SANTA FE, PROVINCIA DE SANTA FE

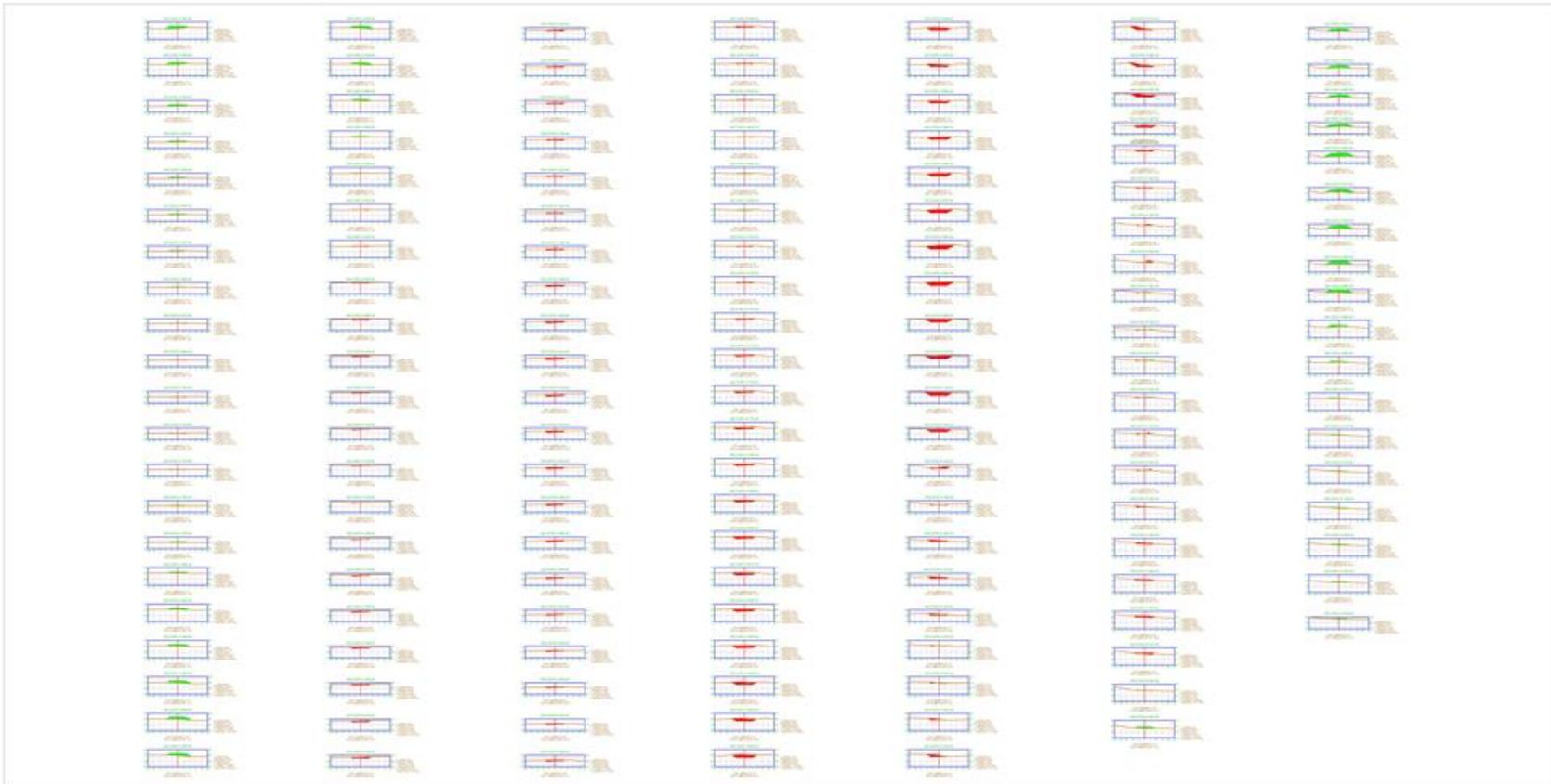
FECHA:
 NOVIEMBRE 2023

ESCALA:
 INDICADAS

LAVINA:



ANEXOS VIII.
SECCIONES TRANSVERSALES Y DIAGRAMA
DE MASAS



DISEÑO GEOMÉTRICO

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA

AUTORES:

 ESTEVEN DUHOCELA

 KLEVER LÓPEZ

TUTOR:

 ING. DANIEL CAMPOVERDE

UBICACIÓN: ENTRE RÍOS- ATAHUALPA
CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

FECHA:
NOVIEMBRE-2023

ESCALA:
INDICADAS

LAMINA:



Anexo 20 Tablas de volúmenes de movimiento de tierras

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL								CUADRO DE VOLUMEN TOTAL								CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)	PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)	PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)
0+000.00	2.81	0.03	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0+200.00	0.00	4.43	0.00	35.26	341.36	840.04	495.87	0+610.00	0.00	8.73	0.00	79.14	1772.78	4072.39	2299.61
0+020.00	6.08	0.00	86.87	0.33	86.87	0.33	-86.55	0+300.00	0.00	5.77	0.00	50.79	341.36	840.02	509.46	0+620.00	0.00	9.16	0.00	87.05	1772.78	4159.54	2386.78
0+040.00	0.13	2.31	62.08	23.08	148.96	23.41	-125.55	0+320.00	0.31	2.75	3.10	85.18	344.46	976.01	631.54	0+630.00	0.00	9.41	0.00	90.89	1772.78	4250.43	2477.65
0+060.00	0.00	8.78	1.30	90.89	150.26	114.30	-35.96	0+340.00	10.28	0.00	106.15	27.35	450.81	1003.36	552.74	0+640.00	0.00	9.25	0.00	92.04	1772.78	4342.47	2569.68
0+070.00	0.00	8.75	0.00	77.18	150.26	191.48	41.22	0+360.00	26.31	0.00	155.01	0.00	805.63	1003.36	397.73	0+650.00	0.00	6.12	0.00	76.43	1772.78	4418.90	2646.12
0+080.00	0.00	8.80	0.00	87.10	150.26	278.58	128.32	0+380.00	29.29	0.00	245.39	0.00	861.21	1003.36	152.14	0+660.00	0.00	2.31	0.00	42.14	1772.78	4461.04	2688.27
0+100.00	0.00	7.41	0.00	162.12	150.26	440.80	290.43	0+380.00	26.10	0.00	844.22	0.00	1385.43	1003.36	-392.07	0+680.00	1.11	0.21	11.10	25.18	1783.68	4486.23	2702.34
0+120.00	0.00	4.43	0.00	118.36	150.26	559.06	408.90	0+400.00	5.82	0.00	319.19	0.00	1714.62	1003.36	-710.74	0+700.00	0.00	2.11	11.10	23.13	1794.98	4509.35	2714.37
0+140.00	0.00	1.71	0.00	81.33	150.26	620.34	470.13	0+420.00	0.00	9.95	58.16	100.00	1772.78	1103.88	-689.90	0+720.00	0.00	3.17	0.00	52.72	1794.98	4562.05	2767.08
0+160.00	0.50	0.45	5.02	21.53	155.28	641.92	486.64	0+440.00	0.00	24.62	0.00	345.68	1772.78	1449.56	-323.22	0+740.00	0.19	0.42	1.92	35.84	1796.91	4597.92	2801.31
0+180.00	1.70	0.18	22.01	6.05	177.29	848.00	470.71	0+460.00	0.00	25.93	0.00	505.51	1772.78	1955.07	182.29	0+760.00	2.81	0.00	28.04	4.21	1824.95	4602.13	2777.18
0+190.00	3.54	0.08	20.69	1.10	203.95	848.16	445.18	0+480.00	0.00	21.57	0.00	474.97	1772.78	2430.03	657.26	0+780.00	2.21	0.02	48.23	0.24	1873.17	4602.37	2739.20
0+200.00	4.28	0.03	40.21	0.53	244.19	849.89	405.50	0+500.00	0.00	18.25	0.00	395.70	1772.78	2825.74	1052.96	0+800.00	0.48	0.39	26.75	4.14	1899.93	4606.52	2706.59
0+210.00	3.41	0.01	39.38	0.20	283.55	849.89	368.34	0+510.00	0.00	18.84	0.00	181.28	1772.78	3007.01	1234.23	0+820.00	0.02	0.94	4.86	13.29	1904.77	4619.80	2715.03
0+220.00	2.72	0.00	30.84	0.05	314.13	849.94	335.78	0+520.00	0.00	10.17	0.00	189.59	1772.78	3193.81	1420.83	0+840.00	0.09	0.27	10.06	12.02	1914.83	4631.85	2718.99
0+240.00	0.00	2.13	27.18	21.20	341.36	849.94	329.63	0+530.00	0.00	14.98	0.00	168.44	1772.78	3362.04	1589.26	0+860.00	1.04	0.01	168.04	50.21	2721.95	4634.55	2689.50
0+250.00	0.00	3.13	0.00	26.04	341.36	849.94	355.87	0+540.00	0.00	12.14	0.00	134.34	1772.78	3496.38	1723.60	0+880.00	4.28	0.00	83.15	0.05	2048.19	4634.60	2586.40
0+260.00	0.00	3.71	0.00	33.73	341.36	849.94	389.60	0+560.00	0.00	8.23	0.00	203.74	1772.78	3700.11	1927.33	0+900.00	0.00	0.04	58.51	0.38	2106.70	4634.98	2528.28
0+270.00	0.00	3.84	0.00	36.26	341.36	849.94	425.86	0+580.00	0.00	0.84	0.00	156.88	1772.78	3856.77	2077.98	0+920.00	0.47	0.21	20.42	2.48	2127.11	4637.44	2510.32
0+280.00	0.00	3.37	0.00	34.58	341.36	849.94	460.41	0+600.00	0.00	7.45	0.00	142.47	1772.78	3993.25	2220.47	0+940.00	0.00	1.23	4.70	14.43	2131.81	4631.87	2520.08



DISÑO GEOMÉTRICO

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA
AUTORES:
D. Sosa
ES: EYVEN GUICHIELA

TUTOR:
K. López
ING. DANIEL CAMPOVERDE

UBICACIÓN: ENTRE RÍOS-ATAHUALPA
CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA
FECHA:
NOVIEMBRE-2023
ESCALA:
INDICADAS
LAMINA:



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)
1+980.00	0.00	2.60	7.04	27.67	6445.41	5554.00
2+000.00	0.00	3.75	0.00	63.56	6445.41	5617.56
2+020.00	0.00	2.50	0.00	62.48	6445.41	5680.04
2+040.00	0.10	1.09	0.99	35.81	6446.39	5715.86
2+050.00	0.87	0.84	4.89	8.07	6451.29	5723.89
2+060.00	2.53	0.07	17.11	3.03	6468.40	5726.91
2+070.00	4.73	0.00	38.51	0.36	6504.91	5727.27
2+080.00	7.04	0.00	59.10	0.00	6564.01	5727.28
2+100.00	11.20	0.00	182.48	0.00	6746.49	5727.28
2+120.00	11.76	0.00	229.85	0.00	6976.14	5727.28
2+140.00	9.57	0.00	213.35	0.00	7189.49	5727.28
2+160.00	9.56	0.00	191.37	0.00	7380.86	5727.28
2+180.00	13.16	0.00	227.17	0.00	7608.03	5727.28
2+200.00	19.75	0.00	329.01	0.00	7937.04	5727.28
2+220.00	26.61	0.00	463.51	0.00	8400.54	5727.28
2+240.00	32.31	0.00	599.17	0.00	8999.71	5727.28
2+260.00	38.28	0.00	715.93	0.00	9705.64	5727.28
2+280.00	30.57	0.00	698.58	0.00	10404.19	5727.28
2+300.00	21.52	0.00	520.92	0.00	10925.12	5727.28
2+320.00	13.79	0.00	353.08	0.00	11278.19	5727.28

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)
2+340.00	9.54	0.00	233.26	0.00	11511.46	5727.28
2+360.00	10.78	0.00	203.22	0.00	11714.68	5727.28
2+380.00	14.18	0.00	249.58	0.00	11964.38	5727.28
2+400.00	18.36	0.00	325.44	0.00	12289.79	5727.28
2+420.00	15.20	0.00	335.80	0.00	12625.40	5727.28
2+440.00	6.56	0.00	217.58	0.00	12842.98	5727.28
2+460.00	3.72	0.02	102.82	0.19	12945.80	5727.46
2+470.00	3.22	0.05	34.72	0.32	12980.52	5727.79
2+480.00	3.20	0.07	32.43	0.56	13012.95	5728.35
2+490.00	3.35	0.04	33.05	0.55	13045.99	5728.89
2+500.00	4.32	0.01	38.63	0.25	13084.62	5729.14
2+510.00	8.02	0.00	52.00	0.03	13136.62	5729.18
2+520.00	8.83	0.00	74.52	0.00	13211.14	5729.18
2+530.00	11.21	0.00	100.40	0.00	13311.53	5729.18
2+540.00	13.03	0.00	121.08	0.00	13432.61	5729.18
2+560.00	16.69	0.00	256.94	0.00	13728.55	5729.18
2+580.00	13.36	0.00	306.51	0.00	14030.06	5729.18
2+600.00	10.25	0.00	236.97	0.00	14266.13	5729.18
2+620.00	7.26	0.00	175.09	0.00	14441.22	5729.18
2+630.00	5.89	0.00	65.91	0.00	14507.12	5729.18

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)
2+640.00	4.77	0.00	53.41	0.00	14560.53	5729.18
2+650.00	3.51	0.00	41.52	0.02	14602.04	5729.20
2+660.00	1.58	0.05	25.54	0.33	14627.58	5729.53
2+670.00	0.40	0.30	9.90	1.79	14637.48	5731.31
2+680.00	0.59	0.25	4.92	2.72	14642.42	5734.04
2+700.00	0.30	0.35	10.85	5.98	14653.26	5740.00
2+720.00	0.13	0.42	6.27	7.72	14659.53	5747.72
2+740.00	0.10	0.29	2.31	7.13	14661.85	5754.84
2+760.00	1.85	0.05	17.55	3.38	14679.40	5758.20
2+780.00	3.92	0.00	55.76	0.48	14735.15	5758.68
2+800.00	6.40	0.00	103.26	0.00	14838.41	5758.68
2+820.00	9.25	0.00	156.51	0.00	14994.92	5758.68
2+840.00	12.17	0.00	214.16	0.00	15209.08	5758.68
2+860.00	15.49	0.00	276.62	0.00	15485.70	5758.68
2+880.00	17.78	0.00	332.69	0.00	15818.39	5758.68
2+900.00	17.35	0.00	351.22	0.00	16169.61	5758.68
2+920.00	15.31	0.00	326.54	0.00	16496.15	5758.68
2+940.00	12.40	0.00	278.11	0.00	16774.25	5758.68
2+960.00	9.00	0.00	214.98	0.00	16989.24	5758.68
2+980.00	4.64	0.00	136.31	0.00	17125.55	5758.68

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)
3+000.00	1.56	0.06	62.92	0.61	17188.47	5759.29
3+020.00	0.04	0.50	16.95	5.83	17205.42	5765.12
3+040.00	0.00	1.22	0.38	17.45	17205.80	5782.57
3+060.00	0.00	2.55	0.00	37.77	17205.80	5820.34
3+080.00	0.00	5.44	0.00	80.00	17205.80	5900.33
3+100.00	0.00	5.78	0.00	112.25	17205.80	6012.60
3+120.00	0.00	3.11	0.00	88.95	17205.80	6101.55
3+130.00	0.00	2.06	0.00	25.84	17205.80	6127.38
3+140.00	0.05	1.19	0.24	16.11	17206.04	6143.49
3+150.00	0.16	0.68	1.06	9.24	17207.10	6152.73
3+160.00	0.00	2.19	0.82	14.28	17207.92	6167.01
3+170.00	0.00	4.31	0.00	32.39	17207.92	6199.40
3+180.00	0.00	5.85	0.00	50.62	17207.92	6250.03
3+190.00	0.00	6.71	0.00	62.60	17207.92	6312.63
3+200.00	0.00	6.78	0.00	67.34	17207.92	6379.96
3+220.00	0.00	6.54	0.00	153.13	17207.92	6513.10
3+240.00	0.00	7.01	0.00	135.47	17207.92	6648.57
3+260.00	0.00	5.96	0.00	128.75	17207.92	6777.31
3+280.00	0.00	5.70	0.00	115.69	17207.92	6893.00
3+300.00	0.00	6.33	0.00	120.33	17207.92	7013.33

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)
3+320.00	0.00	5.57	0.00	118.98	17207.92	7132.31
3+340.00	0.00	4.75	0.00	103.21	17207.92	7235.52
3+360.00	0.00	4.57	0.00	93.25	17207.92	7328.77
3+380.00	0.00	6.89	0.00	114.61	17207.92	7443.38
3+390.00	0.00	8.71	0.00	77.99	17207.92	7521.37
3+400.00	0.00	9.80	0.00	91.38	17207.92	7612.75
3+410.00	0.00	9.94	0.00	97.41	17207.92	7710.16
3+420.00	0.00	9.83	0.00	97.53	17207.92	7807.70
3+430.00	0.00	8.97	0.00	92.74	17207.92	7900.44
3+440.00	0.00	8.50	0.00	87.17	17207.92	7987.61
3+460.00	0.00	8.03	0.00	165.33	17207.92	8152.94
3+480.00	0.00	8.31	0.00	163.47	17207.92	8316.41
3+500.00	0.00	6.17	0.00	144.85	17207.92	8461.25
3+520.00	0.00	4.05	0.00	102.07	17207.92	8563.32
3+530.00	0.00	3.87	0.00	39.39	17207.92	8602.71
3+540.00	0.00	3.72	0.00	37.70	17207.92	8640.41
3+550.00	0.00	4.57	0.00	40.26	17207.92	8680.67
3+560.00	0.00	4.97	0.00	46.54	17207.92	8727.21
3+580.00	0.00	5.11	0.00	100.72	17207.92	8827.92
3+600.00	0.00	2.84	0.00	70.48	17207.92	8907.40

CUADRO DE VOLUMEN TOTAL						
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m ²)	AREA DE CORTE(m ²)	VOLUMEN DE RELLENO(m ³)	VOLUMEN DE CORTE(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m ³)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m ³)
3+620.00	0.00	1.80	0.00	46.41	17207.92	8953.81
3+640.00	1.12	0.28	11.21	20.89	17219.13	8974.70
3+660.00	2.10	0.12	32.25	4.03	17251.38	8978.73
3+680.00	1.93	0.15	40.31	2.73	17291.70	8981.46
3+700.00	0.00	1.55	19.27	17.05	17310.98	8995.51
3+720.00	0.00	3.87	0.00	54.17	17310.98	9052.58
3+740.00	0.00	5.81	0.00	96.78	17310.98	9149.36
3+750.00	0.00	7.30	0.00	65.44	17310.98	9214.90
3+760.00	0.00	9.09	0.00	81.68	17310.98	9296.59
3+770.00	0.00	10.83	0.00	99.30	17310.98	9395.89
3+780.00	0.00	12.43	0.00	115.95	17310.98	9511.83
3+790.00	0.00	13.67	0.00	130.02	17310.98	9641.86
3+800.00	0.00	14.92	0.00	142.40	17310.98	9784.26
3+810.00	0.00	16.41	0.00	156.07	17310.98	9940.33
3+820.00	0.00	17.99	0.00	171.45	17310.98	10111.78
3+840.00	0.00	20.01	0.00	378.80	17310.98	10491.58
3+860.00	0.00	19.44	0.00	394.51	17310.98	10886.08
3+880.00	0.00	20.44	0.00	398.79	17310.98	11284.88
3+900.00	0.00	22.70	0.00	431.41	17310.98	11716.29
3+920.00	0.00	20.57	0.00	432.71	17310.98	12149.00



DISEÑO GEOMÉTRICO

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ENIRE RÍOS-ATAHUALPA

AUTORES:
[Firma]
ESTEVEN DUCHICELA

[Firma]
KLEVER LOPEZ

TUTOR:
[Firma]
ING. DANIEL CAMPOVERDE

UBICACIÓN: ENIRE RÍOS- ATAHUALPA
CANIÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

FECHA:
NOVIEMBRE-2023

ESCALA:
INDICADAS

LAMINA:



CUADRO DE VOLUMEN TOTAL								CUADRO DE VOLUMEN TOTAL								CUADRO DE VOLUMEN TOTAL							
PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)	PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)	PROGRESIVA	AREA DE RELLENO(m2)	AREA DE CORTE(m2)	VOLUMEN DE RELLENO(m3)	VOLUMEN DE CORTE(m3)	VOL. ACUMULABLE DE RELLENO(m3)	VOL. ACUMULABLE DE CORTE(m3)	VOLUMEN NETO(m3)
3+940.00	0.00	16.08	0.00	366.51	17310.96	12515.51	-4795.46	4+270.00	0.00	13.87	0.00	122.23	17347.10	18715.66	1368.57	4+540.00	8.63	0.00	90.48	3.26	17567.88	20453.24	2885.36
3+960.00	0.00	15.70	0.00	317.87	17310.96	12833.38	-4477.98	4+280.00	0.00	17.87	0.00	161.79	17347.10	18877.45	1830.36	4+560.00	15.84	0.00	244.68	0.00	17812.56	20453.24	2640.68
3+980.00	0.00	20.20	0.00	359.05	17310.96	13192.43	-4118.54	4+300.00	0.00	23.12	0.00	407.88	17347.10	19285.33	1938.23	4+570.00	17.90	0.00	168.79	0.00	17981.35	20453.24	2471.89
4+000.00	0.00	24.93	0.00	451.28	17310.96	13643.71	-3667.26	4+320.00	0.00	14.87	0.00	378.93	17347.10	19664.26	2317.17	4+580.00	19.01	0.00	185.11	0.00	18166.46	20453.24	2286.78
4+020.00	0.00	28.84	0.00	537.70	17310.96	14181.41	-3129.56	4+330.00	0.00	9.02	0.00	119.93	17347.10	19784.19	2437.10	4+590.00	22.88	0.00	210.07	0.00	18376.53	20453.24	2076.71
4+040.00	0.00	34.99	0.00	638.29	17310.96	14819.69	-2491.27	4+340.00	0.00	3.99	0.00	65.11	17347.10	19849.30	2502.20	4+600.00	32.28	0.00	276.44	0.00	18652.97	20453.24	1800.27
4+060.00	0.00	34.70	0.00	696.88	17310.96	15516.58	-1794.38	4+350.00	0.20	3.19	0.96	36.12	17348.06	19885.42	2537.36	4+610.00	26.39	0.00	295.06	0.00	18948.03	20453.24	1505.21
4+080.00	0.00	30.06	0.00	647.61	17310.96	16164.19	-1146.77	4+360.00	0.61	4.34	3.96	38.30	17352.02	19923.72	2571.70	4+620.00	23.49	0.00	291.61	0.00	19199.64	20453.24	1253.60
4+100.00	0.00	27.67	0.00	577.30	17310.96	16741.49	-589.47	4+380.00	1.43	0.39	20.39	47.26	17372.41	19970.98	2598.58	4+640.00	26.12	0.00	496.57	0.00	19696.21	20453.24	757.03
4+120.00	0.00	26.74	0.00	544.08	17310.96	17285.57	-25.39	4+400.00	1.67	9.57	31.06	9.53	17403.47	19980.51	2577.04	4+660.00	26.72	0.00	528.38	0.00	20224.59	20453.24	228.65
4+140.00	0.00	21.23	0.00	479.66	17310.96	17765.23	454.27	4+410.00	2.17	9.77	19.72	6.41	17423.19	19986.93	2563.74	4+680.00	11.43	0.00	381.55	0.00	20606.14	20453.24	-152.90
4+160.00	0.00	7.65	0.00	288.83	17310.96	18054.06	743.10	4+420.00	2.19	0.90	22.38	8.01	17445.57	19994.94	2549.38	4+690.00	5.74	0.00	88.72	0.00	20694.86	20453.24	-241.62
4+180.00	0.38	1.21	3.79	88.63	17314.75	18142.69	827.93	4+430.00	0.80	1.87	15.39	13.63	17460.95	20008.57	2547.62	4+700.00	3.88	0.00	49.72	0.00	20744.58	20453.24	-291.34
4+200.00	0.00	10.11	3.77	113.75	17318.52	18256.44	937.92	4+440.00	0.46	1.93	6.41	19.03	17467.36	20027.60	2560.23	4+710.00	2.38	0.03	32.44	0.13	20777.02	20453.37	-323.65
4+210.00	0.00	10.66	0.00	105.47	17318.52	18361.91	1043.38	4+460.00	0.17	2.79	6.21	47.26	17473.58	20074.85	2601.27	4+720.00	2.64	0.09	25.48	0.60	20802.90	20453.97	-348.53
4+220.00	0.00	5.84	0.00	83.81	17318.52	18445.71	1127.19	4+480.00	0.00	6.80	1.68	96.35	17475.26	20171.20	2695.94	4+730.00	3.77	0.02	31.86	0.60	20834.36	20454.56	-379.79
4+230.00	0.66	0.98	3.24	34.81	17321.77	18480.53	1158.76	4+490.00	0.00	8.10	0.00	74.54	17475.26	20245.74	2770.48	4+740.00	4.98	0.00	43.57	0.13	20877.93	20454.69	-423.24
4+240.00	1.93	1.37	12.62	12.35	17334.38	18492.88	1158.50	4+500.00	0.00	9.86	0.00	89.69	17475.26	20335.43	2860.17	4+760.00	3.74	0.00	87.22	0.01	20965.15	20454.70	-510.45
4+250.00	0.35	4.16	11.04	28.89	17345.43	18521.77	1178.34	4+510.00	0.00	6.44	0.00	81.11	17475.26	20416.54	2941.28	4+784.64	2.97	0.02	15.60	0.04	20980.75	20454.74	-526.01
4+260.00	0.00	9.67	1.67	71.66	17347.10	18593.43	1246.33	4+520.00	0.43	0.33	2.14	33.44	17477.40	20449.98	2972.58								



DISEÑO GEOMÉTRICO

PROYECTO:
DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA ENTRE RÍOS-ATAHUALPA

AUTORES:
D. Juchicla
ESTEVEN DUCHICLA

TUTOR:
K. López
ING. DANIEL CAMPOVERDE

UBICACIÓN: ENTRE RÍOS- ATAHUALPA
CANTÓN SANTA ELENA, PROVINCIA DE SANTA ELENA

FECHA:
NOVIEMBRE-2023

ESCALA:
INDICADAS

LAMINA:



Anexo 21 *Diagrama de masas*

