

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO



**TESIS PARA OPTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN TRANSPORTES Y CONSERVACIÓN VIAL**

**“Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan –
Chotén en la seguridad vial-Cajamarca”**

Área de Investigación:

Transportes

Autor:

Br. Cubas Becerra, Alejandro

Jurado Evaluador:

Presidente: Henríquez Ulloa Juan Paul Edward

Secretario: Galicia Guarniz William Conrad

Vocal: Cerna Sánchez Eduardo Elmer

Asesor:

Dr. Hurtado Zamora, Oswaldo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2612-3298>

TRUJILLO – PERÚ
2021

Fecha de sustentación: 2021/12/15

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO**



**TESIS PARA OPTENER EL GRADO DE MAESTRO
EN TRANSPORTES Y CONSERVACIÓN VIAL**

**“Influencia de las características geométricas de la carretera San Juan –
Chotén en la seguridad vial-Cajamarca”**

Área de Investigación:

Transportes

Autor:

Br. Cubas Becerra, Alejandro

Jurado Evaluador:

Presidente: Henríquez Ulloa Juan Paul Edward

Secretario: Galicia Guarniz William Conrad

Vocal: Cerna Sánchez Eduardo Elmer

Asesor:

Dr. Hurtado Zamora, Oswaldo

Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2612-3298>

**TRUJILLO – PERÚ
2021**

Fecha de sustentación: 2021/12/15

DEDICATORIA

A mis hijos Alejandro y Rosita; mi nieta Leirecita, mi nuera Luz Marina y a mis sobrinos German y Pamela como una muestra de superación personal para quienes siempre quiero ser un ejemplo a seguir; a mi esposa Salomé por el apoyo incondicional en todo momento para el desarrollo del presente trabajo, a mi Padre, mi hermana Esther y en especial a mi madre Fidita Q.E.P.D.

AGRADECIMIENTO

Expreso mi agradecimiento, en primer lugar, a Dios por darme la paciencia y sabiduría para desarrollar la presente tesis y permitirme alcanzar con éxito este logro académico.

De igual manera, expreso mi más sincero agradecimiento a la Escuela de Posgrado de la Universidad Antenor Orrego, a mis docentes y en especial a mi asesor el Dr. Oswaldo Hurtado Zamora, por su apoyo y recomendaciones que me incentivaron para la culminación del presente trabajo.

RESUMEN

La carretera San Juan Choten forma parte de la red vial nacional (ruta 8) y es uno de los tramos con alta incidencia de accidentalidad, razón por la cual, en la presente tesis se determina la influencia de las características geométricas de la carretera San Juan Choten en la seguridad vial, con la finalidad de investigar si, en los accidentes que ocurren en el tramo influyen las características geométricas de la vía. Para lograr el objetivo planteado se evaluó la clasificación de la carretera, las características geométricas, las velocidades de operación y se determinaron los tramos donde ocurrieron la mayor cantidad de accidentes. Los resultados, indican que la carretera debe ser de primera clase tipo III, por lo que al evaluar sus características geométricas se concluyó que el 100% de la vía no cumple con los parámetros mínimos exigidos por las DG 2018, lo que determina que los vehículos que operan sobre ella no lo hagan con seguridad. Así mismo del análisis de las velocidades de operación se determinó que el 30.1% de la longitud presenta una consistencia mala; lo que implica que los vehículos operan a velocidades que no corresponden a las características geométricas de la vía. Así mismo se ha encontrado que los tramos con mayor ocurrencia de accidentes tienen características geométricas no adecuadas, asociada a una consistencia mala; de lo que se puede deducir que las características geométricas influyen en la seguridad vial; razón por la cual es necesario de que se proponga el mejoramiento de la carretera, adecuándola a una de primera clase tipo III.

Palabras clave: Características geométricas, seguridad vial, consistencia, velocidad de operación.

ABSTRACT

The San Juan Choten highway is part of the national road network (route 8) and is one of the stretches with a high incidence of accidents. For this reason, this thesis determines the influence of the geometric characteristics of the San Juan Choten highway on road safety, with the purpose of investigating whether the geometric characteristics of the road influence the accidents that occur in the stretch. In order to achieve the proposed objective, the classification of the road, geometric characteristics, operating speeds and the sections where the greatest number of accidents occurred were evaluated. The results indicate that the road should be of first class type III, so when evaluating its geometric characteristics it was concluded that 100% of the road does not meet the minimum parameters required by the DG 2018, which determines that vehicles operating on it do not do so safely. Likewise, from the analysis of the operating speeds it was determined that 30.1% of the length presents a poor consistency; which implies that vehicles operate at speeds that do not correspond to the geometric characteristics of the road. Likewise, it has been found that the stretches with the highest occurrence of accidents have inadequate geometric characteristics, associated to a bad consistency; from which it can be deduced that geometric characteristics influence road safety; reason for which it is necessary to propose the improvement of the road, adapting it to a first class type III.

Key words: Geometric characteristics, road safety, consistency, operating speed.

PRESENTACIÓN

Señores Miembros del jurado:

De conformidad y en cumplimiento de los requisitos estipulados en el Reglamento de Grados de la Escuela de Posgrado, pongo a vuestra consideración, el presente informe de tesis titulado: INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SAN JUAN-CHOTEN EN LA SEGURIDAD VIAL- CAJAMARCA.

Atentamente,

Br. Cubas Becerra, Alejandro

ÍNDICE

| | |
|--|------|
| DEDICATORIA..... | iv |
| AGRADECIMIENTO..... | v |
| RESUMEN..... | vi |
| ABSTRACT..... | vii |
| PRESENTACIÓN | viii |
| I. INTRODUCCIÓN..... | 17 |
| 1.1 Problema de Investigación | 18 |
| a) Descripción de la realidad problemática..... | 18 |
| b) Formulación del Problema..... | 22 |
| 1.2 Objetivos..... | 22 |
| 1.1.1 Objetivo General | 22 |
| 1.1.2 Objetivos Específicos | 22 |
| 1.3 Justificación del estudio..... | 22 |
| II. MARCO DE REFERENCIA | 25 |
| 2.1 Antecedentes del estudio..... | 25 |
| 2.2 Marco teórico..... | 27 |
| 2.2.1 Carretera | 27 |
| 2.2.2 Características geométricas de una carretera..... | 28 |
| 2.2.3 Clasificación de carreteras en el Perú..... | 28 |
| 2.2.3.1 Por su demanda | 28 |
| 2.2.3.2 Por su orografía | 29 |
| 2.2.3.3 Según el reglamento de jerarquización vial | 29 |
| 2.2.4 Velocidad de Diseño..... | 30 |
| 2.2.5 Velocidad específica | 30 |
| 2.2.6 Velocidad de operación: | 31 |
| 2.2.7 Cinemómetro | 31 |
| 2.2.8 Variación estacional | 32 |
| 2.2.8.1 Factor de corrección estacional..... | 32 |
| 2.2.9 Seguridad Vial..... | 32 |
| 2.2.10 Velocidades y Siniestralidad..... | 32 |
| 2.2.11 Accidente | 33 |

| | | |
|----------|--|----|
| 2.2.12 | Siniestro | 33 |
| 2.2.13 | Colisión | 33 |
| 2.2.14 | Visión cero | 33 |
| 2.2.15 | Consistencia del trazado..... | 34 |
| 2.2.15.1 | Diseño Geométrico de la vía..... | 34 |
| 2.2.15.2 | Diseño Geométrico en Planta..... | 34 |
| 2.2.15.3 | Diseño Geométrico en perfil y sección transversal | 34 |
| 2.2.16 | Visibilidad..... | 35 |
| 2.2.16.1 | Visibilidad en curvas horizontales | 35 |
| 2.2.16.2 | Visibilidad en curvas verticales | 37 |
| 2.2.16.3 | Visibilidad en tramos en tangente para la maniobra de adelantamiento... 38 | |
| 2.3 | Marco conceptual..... | 38 |
| 2.3.1 | Seguridad Vial..... | 38 |
| 2.3.2 | Dimensiones de la seguridad vial..... | 38 |
| 2.3.2.1 | Seguridad nominal | 39 |
| 2.3.2.2 | Seguridad legal | 39 |
| 2.3.2.3 | Seguridad sustantiva | 39 |
| 2.3.2.4 | Seguridad real | 40 |
| 2.3.3 | Consistencia | 41 |
| 2.4 | Sistemas de hipótesis..... | 44 |
| 2.4.1 | Variables e indicadores..... | 44 |
| III. | METODOLOGÍA EMPLEADA | 46 |
| 3.1 | Tipo y nivel de investigación..... | 46 |
| 3.2 | Población y muestra de estudio..... | 46 |
| 3.3 | Diseño de Investigación | 46 |
| 3.4 | Técnicas e instrumentos de investigación..... | 46 |
| 3.4.1 | Procedimientos..... | 46 |
| 3.4.2 | Técnicas | 47 |
| 3.4.3 | Ubicación de la vía | 48 |
| 3.4.4 | Recolección de datos | 50 |
| 3.4.4.1 | Estudio de trafico..... | 50 |
| 3.4.4.2 | Pendientes transversales a lo largo de la vía..... | 54 |
| 3.4.4.3 | Clasificación de la carretera | 54 |

| | | |
|----------|--|-----|
| 3.4.4.4 | Vehículo de diseño..... | 55 |
| 3.4.4.5 | Parámetros de diseño de la carretera..... | 55 |
| 3.4.4.6 | Características geométricas de los elementos del tramo en estudio..... | 56 |
| 3.4.4.7 | Velocidades de operación | 59 |
| 3.4.4.8 | Accidentes ocurridos en el tramo entre los años 2017 -2021 | 62 |
| 3.5 | Procesamiento y análisis de datos | 64 |
| 3.5.1 | Normas de diseño..... | 64 |
| 3.5.2 | Clasificación de la carretera | 64 |
| 3.5.3 | Vehículo de diseño | 65 |
| 3.5.4 | Parámetros de diseño | 68 |
| 3.5.5 | Radios mínimos | 68 |
| 3.5.6 | Curvas de vuelta | 73 |
| 3.5.7 | Sobreanchos..... | 74 |
| 3.5.8 | Peraltes | 78 |
| 3.5.9 | Tramos en tangente..... | 81 |
| 3.5.10 | Longitudes de transición | 85 |
| 3.5.11 | Pendientes | 91 |
| 3.5.12 | Calzada y bermas | 92 |
| 3.5.13 | Visibilidad..... | 95 |
| 3.5.13.1 | Visibilidad en curvas horizontales..... | 95 |
| 3.5.13.2 | Visibilidad en curvas verticales | 100 |
| 3.5.13.3 | Visibilidad en tramos en tangente | 102 |
| 3.5.14 | Enfoque expectativas..... | 108 |
| IV. | PRESENTACIÓN DE RESULTADOS..... | 116 |
| 4.1 | Análisis e interpretación de resultados..... | 116 |
| 4.1.1 | Clasificación de la carretera | 116 |
| 4.1.2 | Características geométricas de la carretera | 116 |
| 4.1.3 | Evaluación de la consistencia | 117 |
| 4.1.4 | Tramos de concentración de accidentes | 119 |
| 4.2 | Propuesta de mejora..... | 120 |
| V. | DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS | 122 |
| 5.1 | DISCUSIÓN | 122 |
| | CONCLUSIONES..... | 123 |

| | |
|---|------------|
| Referencias Bibliográficas | 127 |
| Anexos | 130 |

ÍNDICE DE TABLAS

| | |
|--|-----|
| Tabla 1: Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento, 2012 - 2019.... | 19 |
| Tabla 2: Umbrales para la consistencia del diseño criterios I y II..... | 42 |
| Tabla 3: Operacionalización de variables..... | 44 |
| Tabla 4: Ubicación geográfica del tramo en estudio..... | 48 |
| Tabla 5: Coordenadas UTM del tramo en estudio..... | 48 |
| Tabla 6: Volumen de tránsito semanal existente en la vía en estudio (Datos obtenidos en la segunda semana de Junio 2021) | 51 |
| Tabla 7: índices medios diarios mensuales: estación de peaje Ciudad de Dios | 52 |
| Tabla 8: Tabla resumen de pendientes transversales | 54 |
| Tabla 9: <i>Parámetros de diseño</i> | 55 |
| Tabla 10: Tabla de elementos de curva | 56 |
| Tabla 11: Longitud de los tramos en tangente (entre tangencias) | 57 |
| Tabla 12: Características geométricas de las curvas verticales | 58 |
| Tabla 13: Elementos de la sección transversal | 59 |
| Tabla 14: Velocidades de operación para cada tramo de la carretera..... | 60 |
| Tabla 15: Accidentes ocurridos en el tramo san juan choten (km 142-152)..... | 62 |
| Tabla 16: Dimensiones de los vehículos de diseño utilizados para el análisis..... | 65 |
| Tabla 17: Cuadro comparativo de los parámetros de diseño | 68 |
| Tabla 18: Tabla de verificación de radios mínimos | 69 |
| Tabla 19: Tabla de verificación de radios existentes con la Vop..... | 71 |
| Tabla 20: Coeficientes de fricción transversal para diferentes velocidades | 73 |
| Tabla 21: Tabla de verificación de radios en curvas de vuelta..... | 73 |
| Tabla 22: Tabla de verificación de sobrecanchos | 75 |
| Tabla 23: Tabla de verificación de peraltes..... | 78 |
| Tabla 24: Análisis de tramos en tangente | 81 |
| Tabla 25: Verificación de longitudes de transición..... | 85 |
| Tabla 26: Análisis de pendientes longitudinales y longitudes en pendiente..... | 91 |
| Tabla 27: Verificación de bermas y calzadas | 92 |
| Tabla 28: Visibilidad en curvas horizontales..... | 95 |
| Tabla 29: Cumplimiento de la visibilidad en función de la Velocidad de operación..... | 97 |
| Tabla 30: Visibilidad en curvas verticales..... | 100 |
| Tabla 31: Distancias de Adelantamiento | 103 |
| Tabla 32: Tabla resumen de máximas longitudes sin Visibilidad de adelantamiento..... | 107 |
| Tabla 33: Análisis de la consistencia por el enfoque de las expectativas | 108 |
| Tabla 34: Clasificación de la carretera San Juan – Choten | 116 |
| Tabla 35: Resumen de la evaluación de las características geométricas de la vía en planta | 116 |

| | |
|--|-----|
| Tabla 36: Resumen de la evaluación de las características geométricas de la vía en perfil. | 117 |
| Tabla 37: Resumen de la evaluación de las características geométricas de la vía en la sección transversal..... | 117 |
| Tabla 38: Resumen de la evaluación según el análisis de consistencia..... | 117 |
| Tabla 39: Resumen de los tramos de mayor incidencia de accidentes | 119 |
| Tabla 40: Intervalos de valores de las características principales de los elementos de la carretera | 124 |
| Tabla 41: Evaluación de características de la vía con las dg-2018..... | 124 |
| Tabla 42: Evaluación de características de la vía con las velocidades de operación..... | 125 |
| Tabla 43: Evaluación de características de la vía con las velocidades de operación (análisis de la consistencia) | 125 |

ÍNDICE DE FIGURAS

| | |
|--|----|
| Figura N° 1: Vehículo invadiendo el carril del sentido contrario..... | 21 |
| Figura N° 2: Falta de sobreebanco en las curvas..... | 21 |
| Figura N° 3: Cinemómetro utilizado para la medición de velocidades | 31 |
| Figura N° 4: Visibilidad en curvas horizontales..... | 35 |
| Figura N° 5: Visibilidad en curvas horizontales:..... | 36 |
| Figura N° 6: Visibilidad horizontal cuando $D_p < L_c$ | 36 |
| Figura N° 7: Visibilidad horizontal cuando $D_p > L_c$ | 37 |
| Figura N° 8: Visibilidad en curvas verticales | 38 |
| Figura N° 9: Ubicación el tramo en estudio | 49 |
| Figura N° 10: Cámara instalada para el conteo de vehículos | 50 |
| Figura N° 11: Número promedio de vehículos por día..... | 53 |
| Figura N° 12: Composición del tráfico..... | 54 |
| Figura N° 13: Vehículo de diseño: B4-1 | 55 |
| Figura N° 14: Medición de velocidades | 60 |
| Figura N° 15: Accidentes fatales y no fatales entre 2017 y 2021..... | 63 |
| Figura N° 16: Accidentes fatales y no fatales por progresivas..... | 63 |
| Figura N° 17: Cálculo de radios en función de la distancia entre ejes y del ancho del eje | 66 |
| Figura N° 18: Distancia entre ejes, vuelo delantero y posterior del C2 y B4-1 | 67 |
| Figura N° 19: Porcentaje de cumplimiento de radios mínimos | 70 |
| Figura N° 20: Porcentaje de cumplimiento de radios mínimos | 72 |
| Figura N° 21: Porcentaje de cumplimiento de curvas de vuelta | 74 |
| Figura N° 22: Porcentaje de cumplimiento de sobreebanco | 76 |
| Figura N° 23: Falta del sobreebanco necesario en la curva | 78 |
| Figura N° 24: Porcentaje de cumplimiento de peraltes | 80 |
| Figura N° 25: Porcentaje de satisfacción de tramos en tangente | 83 |
| Figura N° 26: Porcentaje de satisfacción de tramos en tangente $L_{min.s}$ | 83 |
| Figura N° 27: Porcentaje de satisfacción de tramos en tangente $L_{min.o}$ | 83 |
| Figura N° 28: Porcentaje de cumplimiento de longitudes de transición | 89 |

| | |
|---|-----|
| Figura N° 29: Porcentaje de cumplimiento del % del peralte al interior de la curva < 1/3 Lc | 89 |
| Figura N° 30: Porcentaje de cumplimiento de pendientes longitudinales..... | 92 |
| Figura N° 31: Porcentaje de cumplimiento de anchos de calzada | 93 |
| Figura N° 32: Ancho insuficiente de la calzada. | 94 |
| Figura N° 33: Porcentaje de cumplimiento de anchos de bermas | 94 |
| Figura N° 34: Las Bermas no cumplen con la dimensión mínima..... | 95 |
| Figura N° 35: Porcentaje de cumplimiento de la visibilidad en curvas horizontales | 97 |
| Figura N° 36: Porcentaje de cumplimiento de la visibilidad en curvas horizontales en función de la Velocidad de operación | 99 |
| Figura N° 37: Porcentaje de cumplimiento de curvas verticales | 102 |
| Figura N° 38: Porcentaje de cumplimiento de distancia de adelantamiento por tramos... | 106 |
| Figura N° 39: Análisis por el enfoque de las expectativas: criterio I - Lamm..... | 112 |
| Figura N° 40: Análisis por el enfoque de las expectativas: criterio II..... | 113 |
| Figura N° 41: Análisis por el enfoque de las expectativas: estabilidad dinámica | 114 |
| Figura N° 42: Resultados del análisis de consistencia | 118 |
| Figura N° 43: Perfil de velocidades de la carretera San Juan - Choten | 119 |
| Figura N° 44: Verificación de las longitudes tramo en tangente | 139 |
| Figura N° 45: Estación de aforo del tráfico vehicular..... | 139 |
| Figura N° 46: Cámara instalada para el aforo del tráfico vehicular. | 140 |
| Figura N° 47: Tramos sucesivos de la carretera con velocidades de operación muy diferentes..... | 140 |
| Figura N° 48: Medición de las velocidades de operación | 141 |
| Figura N° 49: Ancho de la calzada no adecuado para el ancho del vehículo. | 141 |
| Figura N° 50: Tramo señalizado con velocidad máxima de 50 Km/h..... | 142 |
| Figura N° 51: Tramo señalizado con velocidad máxima de 30 Km/h..... | 142 |
| Figura N° 52: Inicio del centro poblado de Choten | 143 |
| Figura N° 53: Punto final del estudio..... | 143 |

ÍNDICE DE PLANOS

1. PLANO DE UBICACIÓN
2. PLANO PLANTA PERFIL KM 143
3. PLANO PLANTA PERFIL KM 144
4. PLANO PLANTA PERFIL KM 145
5. PLANO PLANTA PERFIL KM 146
6. PLANO PLANTA PERFIL KM 147
7. PLANO PLANTA PERFIL KM 148
8. PLANO PLANTA PERFIL KM 149
9. PLANO PLANTA PERFIL KM 150

10. PLANO PLANTA PERFIL KM 151

11. PLANO PLANTA PERFIL KM 151+720

12. PLANO DE SECCIONES TRANSVERSALES TÍPICAS

CAPITULO I

I. INTRODUCCIÓN

El desarrollo de la infraestructura vial y del sistema de transporte es una importante necesidad nacional para romper el aislamiento de los pueblos, que tanto en costa, sierra y selva tienen dificultades para superar los obstáculos naturales y para mejorar su accesibilidad entre ellos, en razón de las particulares características de nuestra topografía y climas nacionales (Manual de Seguridad Vial, 2017)

Sin embargo, dentro de este contexto, es necesario que los usuarios de la vía circulen con seguridad, comodidad y rapidez que la topografía y características de la vía lo determine.

Hoy en día en el nuevo enfoque para el diseño de las vías se prioriza la seguridad, anteriormente se priorizaba el aspecto económico, lo que ha generado carreteras que cumplen parcialmente con la normativa vigente (seguridad nominal) pero que realmente no son seguras debido a la inconsistencia del trazado, entonces es necesario investigar cual es el grado de seguridad que nos ofrecen nuestras carreteras en función a sus características geométricas, razón por la cual el presente trabajo de investigación tiene como objetivo principal el de determinar la influencia de las características geométricas de la carretera San Juan Choten en la seguridad vial a fin de proponer algunas consideraciones que optimicen la seguridad vial. Para ello se realizó el inventario de las características geométricas del tramo seleccionado (San Juan Choten), procediendo a contrastarla con los parámetros exigidos por las normas correspondientes, además de hacer el análisis de las velocidades de operación con la finalidad de determinar cuál es la diferencia de velocidades al compararlo con la velocidad de diseño.

Para realizar esta investigación se tienen los siguientes capítulos:

En el Capítulo I, se presenta la Introducción.

En el capítulo II, se presenta el marco de referencia.

En el Capítulo III, se presenta la metodología empleada.

En el Capítulo IV, corresponde a la presentación de resultados.

En el Capítulo V, se presenta la discusión de resultados y las conclusiones

1.1 Problema de Investigación

a) Descripción de la realidad problemática

Actualmente una de las principales causas de mortalidad en el mundo lo constituyen los accidentes de tránsito, pues la Organización Mundial de la Salud (OMS) afirma que “La accidentalidad vial se configura como uno de los mayores problemas de salud pública a nivel mundial, y si bien en países con medios y bajos niveles de ingresos como el nuestro se considera como **“el precio del progreso”**, la experiencia de los países más desarrollados y con un alto nivel de ingresos debe ser clave para evitar los accidentes y la reducción del problema. (OMS, 2013).

Así mismo indica que la accidentalidad vial se ha convertido en la octava causa de mortalidad a nivel mundial, pues 1,24 millones de personas mueren y cerca de 50 millones quedan lesionadas cada año en las carreteras de todo el mundo y según las proyecciones para el año 2030 de no tomarse medidas en materia de seguridad vial los traumatismos por accidentes de tránsito pasarán a ser la quinta causa de muerte a nivel mundial, después de las enfermedades pulmonares obstructivas crónicas y las infecciones por vías respiratorias (OMS, 2013).

A nivel nacional, a pesar de la disminución de víctimas de accidentes de tránsito fatales entre los años 2012 y 2014; el número de éstos han experimentado un crecimiento a lo largo del tiempo, lo que evidentemente tiene un impacto negativo en el aspecto socioeconómico, que es necesario tomar en consideración.

Tabla 1: Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento, 2012 - 2019

| Departamento | 2012 | 2013 | 2014 | 2015 | 2016 | 2017 | 2018 | 2019 |
|-------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Total | 4 037 | 3 176 | 2 798 | 2 965 | 2 696 | 2 826 | 3 244 | 3 110 |
| Amazonas | 94 | 29 | 23 | 39 | 33 | 44 | 43 | 32 |
| Áncash | 675 | 123 | 169 | 195 | 137 | 102 | 116 | 114 |
| Apurímac | 39 | 46 | 49 | 74 | 93 | 44 | 72 | 69 |
| Arequipa | 219 | 221 | 189 | 197 | 189 | 174 | 188 | 187 |
| Ayacucho | 122 | 59 | 111 | 104 | 113 | 65 | 64 | 55 |
| Cajamarca | 47 | 61 | 92 | 77 | 118 | 102 | 169 | 136 |
| Prov. Const. del Callao | 28 | 63 | 52 | 74 | 21 | 46 | 55 | 24 |
| Cusco | 325 | 348 | 198 | 177 | 231 | 233 | 244 | 354 |
| Huancavelica | 14 | 42 | 63 | 104 | 39 | 69 | 60 | 50 |
| Huánuco | 119 | 66 | 105 | 120 | 55 | 56 | 91 | 74 |
| Ica | 97 | 120 | 95 | 93 | 106 | 85 | 102 | 93 |
| Junín | 168 | 205 | 201 | 168 | 118 | 165 | 178 | 171 |
| La Libertad | 417 | 382 | 176 | 159 | 194 | 214 | 348 | 304 |
| Lambayeque | 138 | 94 | 100 | 57 | 64 | 89 | 110 | 92 |
| Lima | 585 | 541 | 474 | 641 | 472 | 715 | 749 | 676 |
| Loreto | 22 | 19 | 19 | 29 | 27 | 21 | 18 | 17 |
| Madre de Dios | 31 | 28 | 73 | 49 | 26 | 49 | 27 | 24 |
| Moquegua | 137 | 83 | 40 | 35 | 36 | 27 | 48 | 39 |
| Pasco | 18 | 2 | 5 | 29 | 14 | 19 | 29 | 22 |
| Piura | 307 | 185 | 128 | 140 | 147 | 99 | 134 | 146 |
| Puno | 247 | 254 | 233 | 187 | 239 | 235 | 254 | 274 |
| San Martín | 58 | 119 | 80 | 82 | 111 | 75 | 79 | 81 |
| Tacna | 56 | 38 | 55 | 37 | 34 | 46 | 38 | 38 |
| Tumbes | 34 | 12 | 24 | 26 | 28 | 31 | 17 | 21 |
| Ucayali | 40 | 36 | 44 | 72 | 51 | 21 | 11 | 17 |

Nota 1: El sector no tiene incorporada la desagregación en Provincia de Lima y Región Lima.

Nota 2: La fuente de información para los años 2012-2017, es el Censo Nacional de Comisarías. Para el año 2018-2019 se está considerando la información remitida por el Ministerio del Interior.

Fuentes: Instituto Nacional de Estadística e Informática - Censo Nacional de Comisarías y Ministerio del Interior - Oficina de Planeamiento y Estadística.

El crecimiento sostenido de los accidentes de tránsito, desnuda una realidad que indica que gran parte de nuestra red vial nacional es insegura, al respecto varios investigadores sostienen:

Según (Asprilla Lara, Rey Gutiérrez, & Maturana Córdoba, 2014) afirma que: “Durante muchos años, la seguridad de la infraestructura vial ha sido relegada a un segundo plano por los distintos organismos e instituciones responsables del transporte, donde la prioridad de los proyectos viarios es: el costo de construcción, la demanda y los retornos financieros, dejando de lado la seguridad que la carretera debiera brindarle a sus distintos usuarios”.

Según (Raoul, 2009) indica que la seguridad vial y el diseño de la vía, tienen que formar una unidad, para lograr circulación con confort y seguridad, en el diseño se debe lograr una circulación eficiente para el volumen vehicular esperado, no obstante al empeño de proyectistas, administradores y explotadores la accidentalidad cada año crece, con más de 1,2 millones de fallecidos y 50 millones que sufren lesiones por accidentes de tránsito.

Aunque la mayoría de los accidentes son atribuidos a las deficiencias del hombre, en menor grado a los de los vehículos y raras veces a las de la vía, no existe la menor duda de la influencia de la vía en los mismos (Raoul, 2009).

Los factores que contribuyen a la inseguridad y por lo tanto a la ocurrencia de accidentes son: El vehículo, Las personas, las vías y el entorno.

En relación a las carreteras, en el Perú, gran parte de ellas han sido diseñadas y construidas, antes del año 2000, teniendo como referencia a las **Normas Peruanas para el diseño de carreteras** (NPDC), utilizando como vehículo de diseño al camión de dos ejes (C2). Con el transcurso del tiempo los vehículos han evolucionado, modificando sus características

estáticas, cinemáticas y dinámicas, mientras que las carreteras se han mantenido con las mismas características geométricas con las que se construyeron inicialmente, por lo que tenemos vehículos actuales transitando en carreteras diseñadas para vehículos de antes, produciéndose como consecuencia de esto que los vehículos comerciales invadan el carril contrario sobre todo en las curvas, siendo esto una de las causas de la accidentalidad.

Figura N° 1: Vehículo invadiendo el carril del sentido contrario



Figura N° 2: Falta de sobreechanco en las curvas



Actualmente, la carretera San Juan – Choten forma parte de la ruta 8N y mantiene las mismas características geométricas desde hace por lo menos 40 años atrás, pues su velocidad de diseño es de 40 Km/h, anchos de calzada de 6m, anchos de bermas menores a 0.50 m. Posteriormente, se han realizado proyectos de inversión orientados a la rehabilitación y/o mejoramiento de los pavimentos, mas no al mejoramiento de las características geométricas. Esto probablemente tiene incidencia en la

seguridad vial, pues según las estadísticas de accidentes, el tramo San Juan – Choten, es uno de los tramos con la mayor tasa de accidentabilidad, razón por la cual es necesario investigar si las características geométricas de este tramo, están de acuerdo con lo dispuesto en la normatividad vigente y si influyen en la seguridad de la vía.

b) Formulación del Problema

¿Las características geométricas de la carretera San Juan-Choten influyen en la seguridad vial?

1.2 Objetivos

1.1.1 Objetivo General

Determinar la influencia de las características geométricas de la carretera San Juan Choten en la seguridad vial.

1.1.2 Objetivos Específicos

- Realizar la clasificación de la carretera San Juan Choten.
- Determinar las características geométricas de la carretera San Juan Choten.
- Evaluar la seguridad en la carretera en función a las características geométricas y la normatividad vigente
- Evaluar la seguridad en la carretera de estudio considerando la velocidad de operación.
- Elaborar una propuesta para optimizar la seguridad vial de la carretera San Juan Choten.

1.3 Justificación del estudio

El presente trabajo de investigación se justifica porque es un aporte para mejorar la seguridad vial en el sistema nacional de carreteras y

específicamente en el tramo estudio, pues a través de los resultados que se obtengan, se conocerá si las características geométricas de la vía, están de acuerdo con los parámetros exigidos en la normativa vigente para tener un tránsito cómodo y seguro. Además, con el desarrollo del presente trabajo se podrán detectar los tramos de concentración de accidentes con la finalidad de plantear alternativas de solución que conlleven a evitar y/o disminuir las consecuencias de los accidentes de tránsito.

Por otro lado, este trabajo constituye un aporte a la formación de las nuevas generaciones de ingenieros pues con su desarrollo, se pone de manifiesto la importancia que debe darse a la seguridad vial en el desarrollo de los diversos proyectos de obras viales, a fin de priorizar la vida antes que cualquier otro beneficio social y económico que se pueda obtener.

CAPITULO II.

II. MARCO DE REFERENCIA

2.1 Antecedentes del estudio

(Cifuentes Ospina, 2014), en la investigación: Estudio de seguridad vial para determinar la incidencia del diseño geométrico en la accidentalidad carretera Bogotá- Villavicencio a partir de la salida del túnel de Boquerón a Puente Quetame, cuyo objetivo fue: Proponer un modelo de auditoria de seguridad vial en carretera Bogotá- Villavicencio a partir de la salida del túnel de Boquerón a Puente Quetame, para evaluar la incidencia del diseño geométrico en la accidentalidad vial en la fase operacional del tramo existente. El principal aporte de este trabajo de investigación fue determinar que **la infraestructura vial es motivo de accidentalidad en un 28%**

(Mora Ascencio, 2018), en la investigación: Selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia, se propuso el siguiente objetivo: Seleccionar un modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia. El principal **aporte** de este trabajo de investigación es **la determinación que la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de una carretera y la respectiva identificación de parámetros son la principal herramienta para el estudio y mejora de la seguridad vial del mismo.**

(De la Peña, 2015), en la investigación: diseño de un modelo para la identificación y análisis de tramos de carreteras sin accidentes: una nueva visión de la seguridad vial, se propuso el siguiente objetivo: Diseño de un modelo para la identificación y análisis para la identificación de tramos de carreteras sin accidentes: una nueva visión de la seguridad vial. El principal **aporte** de este trabajo de investigación es **la demostración de que existen ciertos parámetros para el diseño de carreteras que bajo ciertas características similares de las vías inciden en la posibilidad de que ocurran accidentes.**

Para (Erlin Aroldo, 2014), en la investigación “Análisis de consistencia del trazado en caminos de Montaña, la república de Guatemala”, se propuso el

siguiente objetivo: Explicar la importancia que tiene el análisis de consistencia en la república de Guatemala. El principal **aporte** de este trabajo de investigación fue determinar que **la metodología validada para el análisis de consistencia del trazado en caminos de montaña en Guatemala, fue la de Lamm et al. (1999), quien utiliza solamente elementos del trazado en planta para analizar la consistencia del trazado.**

(Huamanchao Paquiyaui, 2015), en la investigación: Implementación de políticas y técnicas innovadoras de seguridad vial mediante la aplicación de auditorías de seguridad vial en carreteras Nacionales, se propuso el siguiente objetivo: Proponer la implementación de políticas y técnicas de Auditorías de Seguridad Vial aplicados mediante una Metodología Integral Innovadora para mejorar la Seguridad Vial y disminuir los índices de accidentalidad con mayores víctimas causados por accidentes de tránsito en carreteras nacionales. El principal **aporte** de este trabajo de investigación fue **desarrollar una metodología Integral para aplicar Auditorías de Seguridad Vial en el Perú, verificando la propuesta utilizando el método predictivo del Highway Safety Manual (HSM) of AASHTO 2010 debidamente calibrado para el Perú**, para lo cual es necesario disponer de una base de datos de accidentes ocurridos en la red vial nacional.

(Torres Márquez, 2017), manifestó en su tesis de maestría titulada “Análisis de la aplicación de una Auditoría de Seguridad Vial en carreteras concesionadas”, que el objetivo fue presentar y analizar la aplicación de una Auditoría de Seguridad Vial en un tramo de carretera concesionada ubicado al norte de la ciudad de Lima y que actualmente se encuentra en explotación. Para ello, se presentaron los fundamentos conceptuales de la seguridad vial y la auditoría de Seguridad Vial acompañado de una breve explicación de los alcances y ventajas. Así mismo, se desarrollaron las actividades que se ejecutaron en la auditoría y las actividades realizadas después de la misma. El principal aporte de este trabajo de investigación fue determinar **la importancia de la auditoría para mejorar la seguridad vial.**

Para (Márquez Mejía, 2018) En la presente investigación se determinó la seguridad vial en la carretera Carhuaz – Chacas – San Luis, tramo Carhuaz – Shilla – Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los índices de accidentes viales, con la finalidad de proponer mejoras de solución en la seguridad vial de la carretera, garantizando un mejor nivel de seguridad y confianza en los usuarios. Como **aporte** de este trabajo de investigación **se tiene el planteamiento de las mejoras de solución y acciones correctivas para que sean adoptadas por la autoridad encargada de la vía, con el fin de brindarles a los usuarios mayor seguridad, y así reducir los índices de accidentes viales.**

Según (Alvarez Ruiz, 2019) en la tesis: “Influencia de las características geométricas actuales de la carretera Mollepata - Catillambi sobre la seguridad vial de la misma basada en los parámetros de la norma DG-2014”. **El principal aporte de este trabajo de investigación es la determinación de que los mayores índices de accidentes se encuentran en los tramos que cuentan con características geométricas que no cumplen con los parámetros mínimos establecidos por las normas de diseño vigente.**

Según (Cáceres Castro, 2019), en la tesis Análisis de las características geométricas de la Carretera No Pavimentada de Bajo Volumen de Tránsito, Santa Cruz – Quío - El Sauce – Mitopampa (12+545 Km.) en función a las normas de diseño de bajo volumen de tráfico, (2008). El principal **aporte** de esta Tesis es la **determinación de que la mayor cantidad de accidentes se encuentran en tramos con pendientes mayores a lo estipulado en las normas correspondientes.**

2.2 Marco teórico

2.2.1 Carretera

Una carretera es una infraestructura de transporte especialmente acondicionada dentro de toda una faja de terreno denominada derecho de vía, con el propósito de permitir la circulación de vehículos de manera

continua en el espacio y en el tiempo, con niveles adecuados de seguridad y comodidad. (Cárdena Grisales , 2013)

2.2.2 Características geométricas de una carretera

Las características geométricas de una carretera quedan determinadas por la disposición en que se colocan cada uno de los elementos que constituyen la vía, así como las dimensiones que cada elemento posee en la carretera.

2.2.3 Clasificación de carreteras en el Perú

Según el Manual de diseño geométrico de carreteras (Manual de diseño geométrico: DG 2018), las carreteras se clasifican de la siguiente manera:

2.2.3.1 Por su demanda

- Autopistas de Primera Clase Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día,
- Autopistas de Segunda Clase Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día,
- Carreteras de Primera Clase: Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día
- Carreteras de Segunda Clase Son carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día
- Carreteras de Tercera Clase Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día.
- Trochas Carrozables Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día.

(Manual de diseño geométrico: DG 2018)

2.2.3.2 Por su orografía

- Terreno plano (tipo 1) Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%).
- Terreno ondulado (tipo 2) Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %,
- Terreno accidentado (tipo 3) Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%,
- Terreno escarpado (tipo 4) Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%.

(Manual de diseño geométrico: DG 2018)

2.2.3.3 Según el reglamento de jerarquización vial

Según del Reglamento de Jerarquización vial del MTC, el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) se jerarquiza en las siguientes tres redes viales:

- a. Red Vial Nacional. - Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC). Sirve como elemento receptor de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.
- b. Red Vial Departamental o Regional. - Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un gobierno regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural.

- c. Red Vial Vecinal o Rural. - Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstos entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.
(Reglamento de Jerarquización Vial , 2007)

2.2.4 Velocidad de Diseño:

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño (Manual de diseño geométrico: DG 2018)

Conocida como velocidad de proyecto, corresponde a una velocidad de referencia que sirve de guía para definir las especificaciones mínimas para el diseño geométrico. (Agudelo Ospina, 2020)

2.2.5 Velocidad específica:

Es la velocidad máxima con que sería abordado cada elemento geométrico con seguridad (Manual de diseño geométrico: DG 2018)

El valor de la Velocidad Específica de un elemento geométrico depende esencialmente de los siguientes parámetros:

- Del valor de la Velocidad de Diseño del Tramo Homogéneo en que se encuentra incluido el elemento. La condición deseable es que a la mayoría de los elementos geométricos que integran el tramo homogéneo se les pueda asignar como Velocidad Específica, el valor de la Velocidad de Diseño del tramo
- De la geometría del trazo inmediatamente antes del elemento considerado, teniendo en cuenta el sentido en que el vehículo realiza el recorrido.

2.2.6 Velocidad de operación:

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente. (Manual de diseño geométrico: DG 2018)

Un concepto utilizado para la mejor estimación de la velocidad de operación, es el denominado percentil 85 de la velocidad, que consiste en determinar la velocidad bajo la cual circula el 85% de los vehículos. Considerando la velocidad de operación en cada punto del camino, es posible construir un diagrama de velocidad de operación: velocidad de operación – distancia, dónde se podrán apreciar aquellos lugares que puedan comprometer la seguridad en el trazo. El análisis del indicado diagrama, constituye el método más común, para evaluar la consistencia del diseño geométrico.

2.2.7 Cinemómetro:

Pistola laser, diseñadas para medir en tiempo real la velocidad de un vehículo en movimiento a través de pulsos de luz infrarroja que rebotan en la unidad y regresan al cinemómetro. (Expreso, 2018)

Figura N° 3: Cinemómetro utilizado para la medición de velocidades



2.2.8 Variación estacional

2.2.8.1 Factor de corrección estacional

El Factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicos, épocas de cosechas, festividades, vacaciones escolares, viajes diversos, entre otros; que se producen durante el año. (Provias Nacional, 2018)

Para el cálculo del factor de corrección semanal (FCs), se utiliza la siguiente fórmula:

$$FCs = \frac{IMDanual}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad peaje}} \quad \text{Ecuación..... 1}$$

2.2.9 Seguridad Vial

Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad. (Manual de Seguridad Vial, 2017)

Según el Consejo Nacional de Seguridad Vial (2008) define a la seguridad vial como un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales.

2.2.10 Velocidades y Siniestralidad

En general, la velocidad de los vehículos está directamente relacionada con la ocurrencia y gravedad de cada siniestro de tránsito. Es por ello que una de las medidas más eficientes de Seguridad Vial que permite disminuir la cantidad y gravedad de los siniestros es orientar la velocidad a las

condiciones reales de la vía. Cabe señalar que los siniestros pueden producirse tanto a velocidades excesivas como a velocidades reducidas. La demanda creciente para encontrar soluciones que permitan disminuir la velocidad excesiva con la que transitan algunos conductores exige que se apliquen medidas reductoras que se caracterizan por ser independientes de la voluntad de los conductores. Las medidas más efectivas se presentan a lo largo del presente documento. (Manual de Seguridad Vial, 2017)

2.2.11 Accidente

Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada, con resultado de daño para las personas. Para tener en cuenta la causalidad de su aparición, en el presente documento se utilizará intercambiamente el término siniestro y colisión. (Manual de Seguridad Vial, 2017)

2.2.12 Siniestro

Suceso eventual o acción de la que involuntariamente resulta daño para las personas o las cosas. En el presente documento se utiliza intercambiamente con el término accidente y colisión. (Manual de Seguridad Vial, 2017)

2.2.13 Colisión

Encuentro entre dos vehículos, un vehículo y un objeto, o un vehículo y una persona. En el presente documento se usa este término intercambiamente con los términos siniestro y accidente (Manual de Seguridad Vial, 2017).

2.2.14 Visión cero

Proyecto de seguridad vial multinacional que busca lograr un sistema de tránsito sin muertes o lesiones graves. (Manual de Seguridad Vial, 2017)

2.2.15 Consistencia del trazado

Puede interpretarse como la relación entre las características geométricas de una carretera y lo que espera encontrar el conductor que circula por ella. Si hay una correspondencia entre estos dos aspectos, la conducción puede hacerse de modo continuo, sin sobresaltos, lo que incide favorablemente sobre la seguridad en la circulación. (Choconta Rojas, 2005)

2.2.15.1 Diseño Geométrico de la vía

“Es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos, y las características del terreno” (Choconta Rojas, 2005)

2.2.15.2 Diseño Geométrico en Planta

Según el Manual de diseño geométrico: DG 2018, el diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. (Manual de diseño geométrico: DG 2018)

2.2.15.3 Diseño Geométrico en perfil y sección transversal

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, a las cuales dichas rectas son tangentes, en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas (Manual de diseño geométrico: DG 2018).

Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño ellas aseguran la

distancia de visibilidad requeridas en el proyecto (Manual de diseño geométrico: DG 2018).

2.2.16 Visibilidad

La visibilidad es una cualidad perceptible, que permite observar los obstáculos que se encuentran sobre la calzada a una determinada distancia, con los que un vehículo podría colisionar y que depende de ciertos parámetros tales como los radios de curvatura, del ángulo de deflexión, de las velocidades de diseño, de las pendientes longitudinales. La visibilidad debe ser evaluada considerando las distancias de visibilidad de parada y/o de adelantamiento.

Figura N° 4: Visibilidad en curvas horizontales

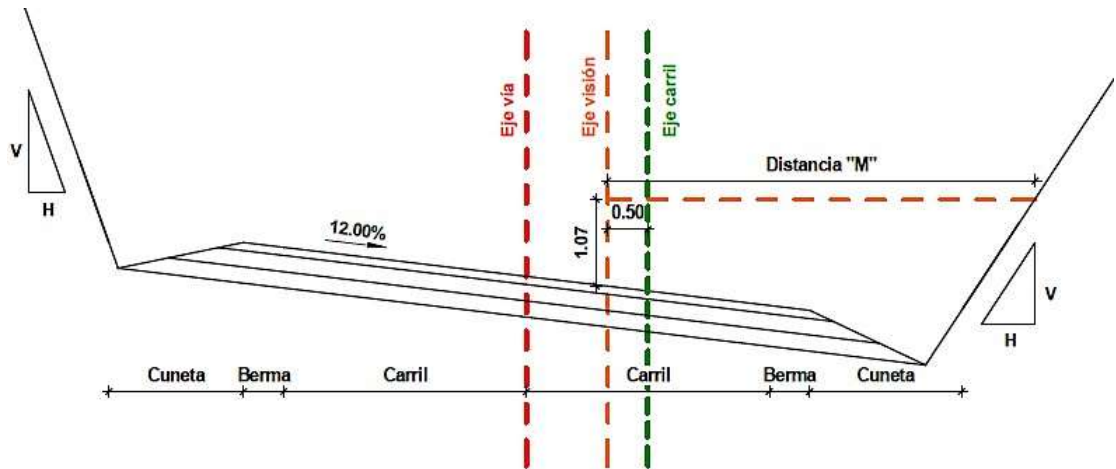


2.2.16.1 Visibilidad en curvas horizontales

La aplicación de la distancia mínima de visibilidad de frenado, forzosa en las curvas horizontales de una carretera, requiere el suficiente despeje lateral de la vía hacia el interior de la curva para evitar toda obstrucción de la vista. La distancia de visibilidad de paso, tiene una aplicación muy

restringida en estas curvas por la exigencia de grandes radios de curvatura que solo son posibles en terrenos planos. (Bravo, 1998)

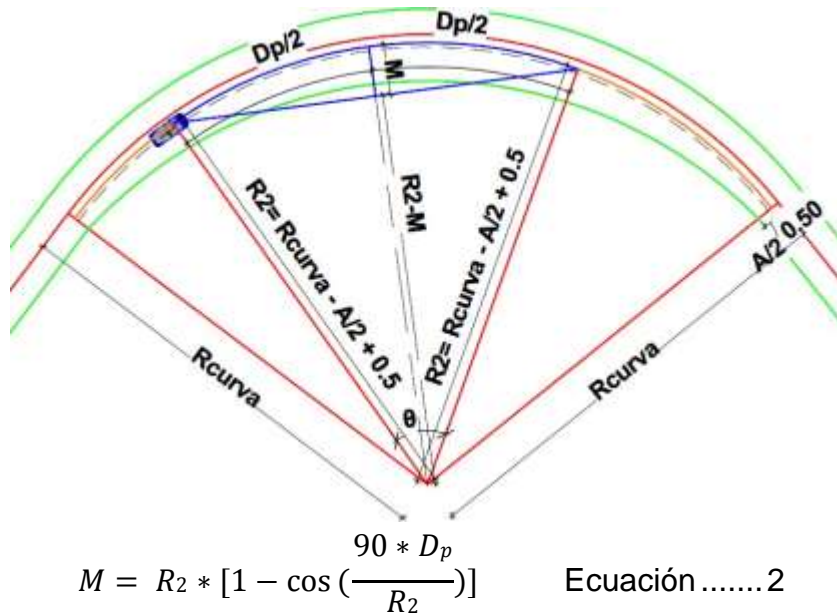
Figura N° 5: Visibilidad en curvas horizontales:



Para analizar la visibilidad en curvas horizontales se presentan dos casos:
Caso 1. Cuando la distancia de parada es menor que la longitud de la curva.

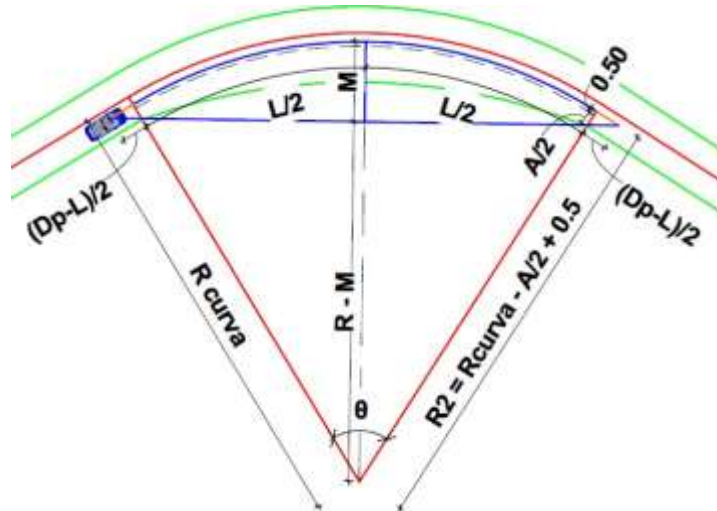
Es este caso el vehículo se encuentra

Figura N° 6: Visibilidad horizontal cuando $D_p < L_c$



Caso 2. Cuando la distancia de visibilidad es mayor que la longitud de la curva.

Figura N° 7: Visibilidad horizontal cuando $D_p > L_c$

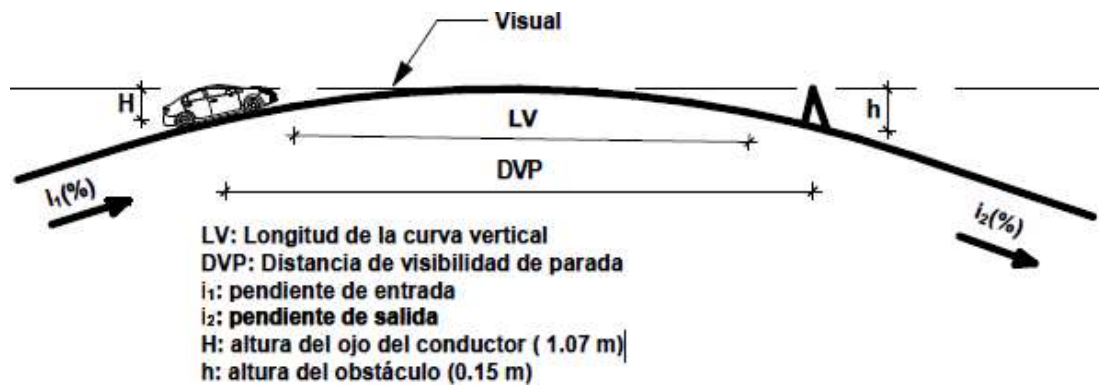


$$M = L_c * \frac{(2 * D_p - L_c)}{8 * R_2} \quad \text{Ecuación3}$$

2.2.16.2 Visibilidad en curvas verticales

La visibilidad en las curvas verticales, se ve influenciada por los cambios de pendiente y la longitud de las curvas verticales, razón por la cual es necesario analizar si las longitudes de las curvas verticales son mayores que las longitudes mínimas que nos aseguran las distancias de visibilidad de parada.

Figura N° 8: Visibilidad en curvas verticales



2.2.16.3 Visibilidad en tramos en tangente para la maniobra de adelantamiento

Los tramos en tangente deben estar acondicionados para realizar la maniobra de adelantamiento, de acuerdo con lo dispuesto en las DG 2018, en las tablas 205-08 y 205.09, respectivamente. El no cumplimiento de ello implica que un vehículo pueda perseguir a otro durante distancias que excedan lo dispuesto en dichas tablas.

2.3 Marco conceptual

2.3.1 Seguridad Vial

Según el Consejo Nacional de Seguridad Vial (2008) se define a la seguridad vial como un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales.

2.3.2 Dimensiones de la seguridad vial.

A las diferentes formas de medir el grado de cumplimiento de la seguridad vial se les denomina dimensiones de la seguridad vial, existiendo cuatro posibles dimensiones (García García et al., 2013)

2.3.2.1 Seguridad nominal

Viene dada por el grado de cumplimiento de los criterios y preceptos recogidos en las guías y normativas de diseño. En estas guías se recogen una serie de parámetros, que actúan como umbrales, definiendo lo que es válido desde el punto de vista del diseño de lo que no lo es. El valor de estos umbrales considera no sólo la seguridad, sino también otros objetivos del diseño, como la economía, la integración ambiental, etc. Por tanto, el cumplimiento de la seguridad en su dimensión nominal no implica necesariamente que el diseño resultante sea seguro. (García García et al., 2013)

2.3.2.2 Seguridad legal.

Es una parte constituyente de la seguridad nominal.

Deja en el ámbito exclusivo del conductor la responsabilidad de la siniestralidad debida a una infraestructura con limitaciones. El cumplimiento de determinados preceptos legales no tiene por qué garantizar ningún nivel concreto de seguridad vial, ya que muchos de ellos están establecidos para limitar las repercusiones económicas. (García García et al., 2013)

2.3.2.3 Seguridad sustantiva

Al contrario que las anteriores, está relacionada con la siniestralidad y no con la adaptación a la normativa de la solución proporcionada. Así pues, está asociada a la cantidad de accidentes y a su gravedad. Mediante la consideración de esta dimensión de la seguridad, es posible llevar a cabo una estimación del impacto que un determinado diseño viario o actuación de mejora puede tener sobre la siniestralidad, empleando diversos métodos previamente calibrados. Esta dimensión presenta un carácter continuo, en el que se podrá estimar el impacto que la alteración de un factor del diseño tiene sobre la siniestralidad. Esto se corresponde con

una interpretación de la seguridad más próxima a la realidad que las dimensiones nominal y legal, que tienen un carácter discreto (el diseño es o no es seguro). (García García et al., 2013)

2.3.2.4 Seguridad real

Viene determinada por la siniestralidad que se produce en una red viaria en explotación. Su análisis debe alimentar la búsqueda de soluciones locales efectivas; pero su investigación conjunta y rigurosa mejora el conocimiento de seguridad, para propiciar una seguridad sustantiva más eficiente. (García García et al., 2013)

Los procesos de diseño tradicionales consideran la seguridad como un aspecto discreto (seguridad nominal), lo cual no sólo es irreal (la seguridad en sí es un aspecto continuo), sino que, debido a la formulación de sus reglas, en ocasiones puede dar lugar a diseños que nominalmente son seguros pero que en la realidad no lo son. La aplicación de la seguridad sustantiva, fundamentada en la seguridad real, puede permitir trascender la seguridad nominal y abordar un dominio más amplio del diseño de carreteras, que incorpore los nuevos conceptos de flexibilidad y adaptación al entorno. Es crucial seleccionar medidas adecuadas, comparar alternativas, priorizar proyectos, cuantificando y previendo el comportamiento frente a la seguridad vial de los diferentes elementos de la carretera (García García et al., 2013). Esta necesidad ha provocado que, especialmente en los últimos años, se hayan desarrollado métodos y herramientas que permiten aglutinar y poner en valor práctico todo el conocimiento obtenido de la experiencia y la investigación. De esta forma, cualquier ingeniero puede verificar sus diseños desde la dimensión de la seguridad sustantiva. Ello le permite cuantificarla, y así contrastar y comparar alternativas

2.3.3 Consistencia

La consistencia del diseño geométrico se define como la adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento de la vía. Su implementación en el proceso de diseño es muy importante, puesto que permite producir carreteras más orientadas hacia los usuarios.

La mayoría de las investigaciones relacionadas con la consistencia y sus modelos se centran en cuatro ámbitos principalmente: **la velocidad de operación** y sus variaciones, **la estabilidad del vehículo**, **los índices de trazado** y **la carga de trabajo del conductor**. Entre ellos, los criterios más extendidos están basados en el análisis de la velocidad de operación (Gibreel et al., 1999). Esta velocidad se emplea para evaluar la consistencia, bien examinando su variación a lo largo de la vía o bien comparándola con la velocidad de diseño. Hasta el momento sólo son de aplicación en carreteras convencionales de una única calzada, que es donde se producen mayores oscilaciones de la velocidad a lo largo de su recorrido y, por tanto, hay más probabilidades de que haya un desajuste entre las velocidades que permite el trazado y las que esperan desarrollar los conductores. La mayoría de criterios de consistencia ofrecen un resultado discreto, no continuo, en función de umbrales. El motivo de ello es el de indicar claramente cuando debe actuarse sobre la vía y cuando no. Sin embargo, la realidad se comporta de forma continua. Es por ello que otros investigadores sugieren emplear funciones continuas para determinar el grado de consistencia (Hassan, 2004). Este es el caso de los trabajos realizados por Polus y Mattar-Habib (2004) y Camacho-Torregrosa et al. (2013), en los denominados criterios globales. En ambas aproximaciones se considera de forma completa el perfil de velocidades de operación de un tramo de carretera, reflejando en cierta medida su dispersión. Se entiende que la dispersión en la velocidad de operación está ligada con los cambios en la carga cognitiva del trazado geométrico y por lo tanto un elevado número de cambios está asociado con una mayor siniestralidad. A continuación, se van a recoger los criterios de consistencia más importantes, tanto por su uso extendido como por su

novedad, haciendo especial hincapié en cómo pueden aplicarse al proceso de diseño de carreteras. 1. Criterios I y II de Lamm Los métodos de evaluación de la consistencia más extendidos son los desarrollados por Lamm et al. (1999). Establecieron dos criterios relacionados con la velocidad de operación, que incluían la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento geométrico y la de diseño (Criterio I) y la diferencia de velocidad de operación entre elementos geométricos consecutivos (Criterio II). La tabla 2 presenta un resumen de los umbrales de consistencia para los criterios I y II. La ventaja de estos criterios reside fundamentalmente en su sencillez de utilización, ya que su obtención es prácticamente directa a partir del perfil de velocidad de operación. El Criterio II es más utilizado, ya que su relación con la siniestralidad es clara (es totalmente intuitivo que una mayor reducción de velocidad a priori presentará más problemas para el conductor), además de que localiza la zona sobre la que hay que actuar. El Criterio I requiere el paso adicional de inferir la velocidad de diseño, lo cual en ocasiones puede ser muy inexacto y complejo. Por otra parte, las consecuencias sobre el diseño no son tan evidentes como en el Criterio II, acercándose más a los criterios globales. Un ejemplo de este caso es un tramo con una única curva cerrada. En este caso, el Criterio I mostraría una consistencia aceptable o mala en el resto del tramo, mientras que sería buena en la curva causa de la problemática. Es por ello que su interpretación debe ser realizada siempre por un experto. (García García et al., 2013)

Tabla 2: Umbrales para la consistencia del diseño criterios I y II

| Rango de consistencia | Criterio I (km/h) | Criterio II (km/h) |
|-----------------------|--------------------------------|--------------------------------------|
| Buena | $ V_{85i} - V_d \leq 10$ | $ V_{85i} - V_{85i+1} \leq 10$ |
| Aceptable | $10 < V_{85i} - V_d \leq 20$ | $10 < V_{85i} - V_{85i+1} \leq 20$ |
| Pobre | $ V_{85i} - V_d > 20$ | $ V_{85i} - V_{85i+1} > 20$ |

Fuente: Lamm et al

Además de los criterios mencionados anteriormente, (Echaveguren Narro & Saez Cardenas, 2001) menciona que este criterio toma como base la idea que las diferencias entre la fricción lateral provista por el diseño y la fricción lateral demandada induce inconsistencia en el trazado, puesto que el conductor modifica su velocidad al enfrentar la curva dependiendo de la trayectoria, de la presencia de otros vehículos y de la velocidad de aproximación a la curva. Para lograr la estabilidad, el conductor demandará una cierta cantidad de fricción en función de las características del desplazamiento del automóvil (velocidad, trayectoria) y del pavimento (textura), la cual no necesariamente es la misma que ofrece el diseño a través de la curvatura y del peralte.

Y también hace referencia a que los umbrales propuestos por Lamm et al (1995) son los indicados:

| | |
|--|------------------|
| Diseño “bueno”: $\Delta f > + 0.02$ | Ecuación 4 |
| Diseño “regular”: $+ 0.02 \Delta f < - 0.02$ | Ecuación 5 |
| Diseño “malo”: $\Delta f < - 0.02$ | Ecuación 6 |

En donde Δf es la diferencia entre la fricción lateral provista y la demandada.

La fricción lateral provista se puede estimar mediante la expresión de equilibrio dinámico:

$$f_{ra} = VD^2 / 127R - p \quad \text{Ecuación} \quad 7$$

Siendo VD la velocidad de diseño, R el radio de curvatura y p el peralte.

La fricción lateral demandada se estima sustituyendo el valor de VD por el de V85.

2.4 Sistemas de hipótesis

Las características geométricas de la carretera San Juan – Chotén tienen una alta influencia en la seguridad vial.

2.4.1 Variables e indicadores

Variable Independiente: (X)

- Características Geométricas.

Variables Dependientes: (Y)

- Seguridad Vial.

Tabla 3: Operacionalización de variables

| Variable dependiente: Seguridad vial | | | |
|---|----------------------------|---------------------------|------------------------------|
| Dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Instrumento de Investigación |
| Aspectos de seguridad: Seguro Inseguro | Probabilidad de accidentes | Cumplimiento con la norma | Comparación |
| | | Consistencia | Comparación |
| Variable independiente: Características Geométricas | | | |
| Dimensiones | Indicadores | Unidad de medida | Instrumento de Investigación |
| Dimensiones de los diferentes elementos que constituyen la carretera y que serán evaluados | Radios de curvatura | Metros | Medición |
| | Peraltes | Porcentaje | Medición |
| | Anchos calzada | Metros | Medición |
| | Anchos Bermas | Metros | Medición |

CAPITULO III.

III. METODOLOGÍA EMPLEADA

3.1 Tipo y nivel de investigación

El tipo de investigación que se realiza es aplicada.

El nivel de investigación es correlacional ya que tiene como finalidad establecer el grado de relación existente entre las características geométricas y la seguridad vial.

3.2 Población y muestra de estudio

Población: carretera Cruce Pacasmayo-Cajamarca (Ruta 8N)

Muestra: Tramo San Juan Choten

3.3 Diseño de Investigación

La investigación realizada es cuantitativa, por cuanto a través de relaciones cuantitativas de los datos numéricos obtenidos se puede llegar a determinar la influencia de las características geométricas en la accidentalidad del tramo.

3.4 Técnicas e instrumentos de investigación

3.4.1 Procedimientos:

El procedimiento para el desarrollo de la presente tesis se basa en el inventario, diagnóstico y análisis de las características geométricas, así como de las velocidades de operación y de los accidentes ocurridos en el tramo en estudio, teniendo como referencia a los parámetros exigidos por las normas de Diseño Geométrico (DG 2018) en estricta concordancia con la clasificación de la carretera

Para realizar lo anteriormente descrito el trabajo, se dividió en dos etapas, en la primera se hizo la recopilación de datos referidos al índice medio diario, accidentes ocurridos en el tramo, características geométricas de la vía, velocidades de operación.

En la segunda etapa se realizó el análisis correspondiente, para lo cual previamente se realizó la clasificación de la carretera en estudio procediendo a determinar si las características geométricas de la vía satisfacen o no a los parámetros exigidos de acuerdo con las Normas de diseño DG 2018, Luego se realizó el análisis de la consistencia tomando como referencia a los criterios I y II de Lamm, con lo que nos permitió establecer la influencia de las características geométricas en la seguridad vial.

Para llevar a cabo el presente trabajo de investigación se siguió el siguiente procedimiento:

- Se realizó el inventario vial de las características geométricas de la vía
- Se realizó el estudio de tráfico, con la finalidad de evaluar si la clasificación de la vía es la que le corresponde de acuerdo al IMD existente, y así establecer si las características geométricas del tramo en estudio están de acuerdo con lo dispuesto en las normas vigentes de modo tal que la vía oferte condiciones adecuadas para una circulación segura y cómoda de los vehículos
- Se determinaron las velocidades de operación en cada elemento de la vía, con la finalidad de establecer la consistencia de la vía
- Se realizó el análisis de la seguridad nominal y sustantiva de la vía, para que a partir de ello se determine la influencia de las características geométricas en la seguridad de la vía.

3.4.2 Técnicas

Como instrumentos se tienen a los formatos de recolección de datos, Formatos de análisis, entre otros.

La técnica a utilizar para el presente trabajo fue la medición y el análisis, a través de los cuales se obtuvieron los datos necesarios para determinar la influencia de las características geométricas en la seguridad vial.

Como instrumentos se tienen a los formatos de recolección de datos, Formatos de análisis, entre otros.

3.4.3 Ubicación de la vía

- Ubicación política

Distrito: San Juan
Provincia: Cajamarca
Departamento: Cajamarca

- Ubicación geográfica

Tabla 4: *Ubicación geográfica del tramo en estudio*

| PUNTO INICIAL: SAN JUAN | PUNTO FINAL: CHOTEN |
|--------------------------------|----------------------------|
| LATITUD: 7° 17' 34.02" S | LATITUD: 7° 15' 25.54" S |
| LONGITUD: 78° 29' 50.43" W | LONGITUD: 78° 29' 57.89" W |

Tabla 5: *Coordenadas UTM del tramo en estudio*

| PUNTO INICIAL: SAN JUAN | PUNTO FINAL: CHOTEN |
|--------------------------------|----------------------------|
| ESTE: 776331.575 m | LATITUD: 776124.389 m |
| NORTE: 9193115.768 m | LONGITUD: 9197066.273 m |
| COTA: 2304.002 m.s.n.m | COTA: 2705.847 m.s.n.m |

3.4.4 Recolección de datos

3.4.4.1 Estudio de tráfico

El estudio de tráfico vehicular se realizó con la finalidad de determinar el IMDA, para lo cual se realizó el aforo vehicular en la segunda semana de junio del 2021, empleándose para ello una cámara de video para realizar el registro de vehículos en ambas direcciones

Figura N° 10: Cámara instalada para el conteo de vehículos



Tabla 6: Volumen de tránsito semanal existente en la vía en estudio (Datos obtenidos en la segunda semana de Junio 2021)

| Día: | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | Camiones | | | | | Semitrayler | | | | | Trayler | | | TOTAL | % | | |
|-----------|-------|-----------|----------|------|------|----------|------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|---------|--------|------|-------|------|--------|--------|
| | | | Micro M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | 8x4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | > 6 EJ | C2R2 | | | C3R2 | C3R3 |
| Lunes | 625 | 828 | 2 | 5 | 69 | 8 | 189 | 71 | 14 | 0 | 1 | 6 | 1 | 1 | 9 | 201 | 5 | 1 | 7 | 6 | 2049 | 14.01 |
| Martes | 640 | 809 | 4 | 5 | 68 | 6 | 170 | 72 | 13 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 11 | 191 | 4 | 1 | 5 | 4 | 2009 | 13.74 |
| Miércoles | 652 | 802 | 4 | 5 | 69 | 6 | 170 | 66 | 13 | 0 | 0 | 4 | 1 | 1 | 11 | 185 | 4 | 1 | 4 | 4 | 2,002 | 13.69 |
| Jueves | 555 | 846 | 4 | 11 | 74 | 5 | 170 | 79 | 11 | 0 | 2 | 2 | 1 | 0 | 13 | 202 | 3 | 0 | 3 | 6 | 1,987 | 13.59 |
| Viernes | 648 | 952 | 1 | 9 | 84 | 7 | 177 | 88 | 5 | 1 | 1 | 7 | 1 | 0 | 9 | 219 | 3 | 6 | 8 | 9 | 2,235 | 15.28 |
| Sábado | 667 | 895 | 5 | 10 | 75 | 7 | 162 | 68 | 12 | 0 | 0 | 2 | 1 | 0 | 7 | 182 | 2 | 1 | 6 | 14 | 2,116 | 14.47 |
| Domingo | 702 | 942 | 4 | 11 | 92 | 3 | 142 | 105 | 7 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 13 | 168 | 8 | 1 | 3 | 20 | 2,226 | 15.22 |
| TOTAL | 4489 | 6074 | 24 | 56 | 531 | 42 | 1180 | 549 | 75 | 1 | 4 | 30 | 6 | 3 | 73 | 1348 | 29 | 11 | 36 | 63 | 14624 | 100.00 |
| % | 30.70 | 41.53 | 0.16 | 0.38 | 3.63 | 0.29 | 8.07 | 3.75 | 0.51 | 0.01 | 0.03 | 0.21 | 0.04 | 0.02 | 0.50 | 9.22 | 0.20 | 0.08 | 0.25 | 0.43 | 100.00 | |

A partir de estos datos se obtuvo el Índice medio diario semanal

$$IMDS = \frac{VOLUMEN\ SEMANAL}{7} \quad \text{Ecuación8}$$

$$IMDS = \frac{14624}{7} = 2089\ VEH/DÍA$$

Pero:

$$IMDA = Fce * IMDS \quad \text{Ecuación9}$$

Tabla 7: índices medios diarios mensuales: estación de peaje Ciudad de Dios

| TRAFICO | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | MES | Total del |
|-------------|----------|---------|--------|--------|--------|--------|----------|----------|-----------|---------|-----------|-----------|-----------|
| Tráfico | Enero | Febrero | Marzo | Abril | Mayo | Junio | Julio | Agosto | Setiembre | octubre | Noviembre | Diciembre | año |
| Livianos | 18957 | 12939 | 14512 | 12793 | 16611 | 16852 | 22334 | 23705 | 0 | 0 | 0 | 0 | 138703 |
| Pesados | 13424 | 11437 | 11693 | 11615 | 12578 | 12963 | 13467 | 13985 | 0 | 0 | 0 | 0 | 101162 |
| IMDM | 1,044.55 | 870.57 | 845.32 | 813.60 | 941.58 | 993.83 | 1,154.87 | 1,215.81 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 0.00 | 985.02 |

$$Fce = \frac{985.02}{993.83} = 0.991$$

$$IMDA = 2089.14 * 0.991$$

$$IMDA = 2070.61 \text{ veh/día}$$

Por lo tanto, el IMDA = 2071 VEH/DÍA

Figura N° 11: Número promedio de vehículos por día

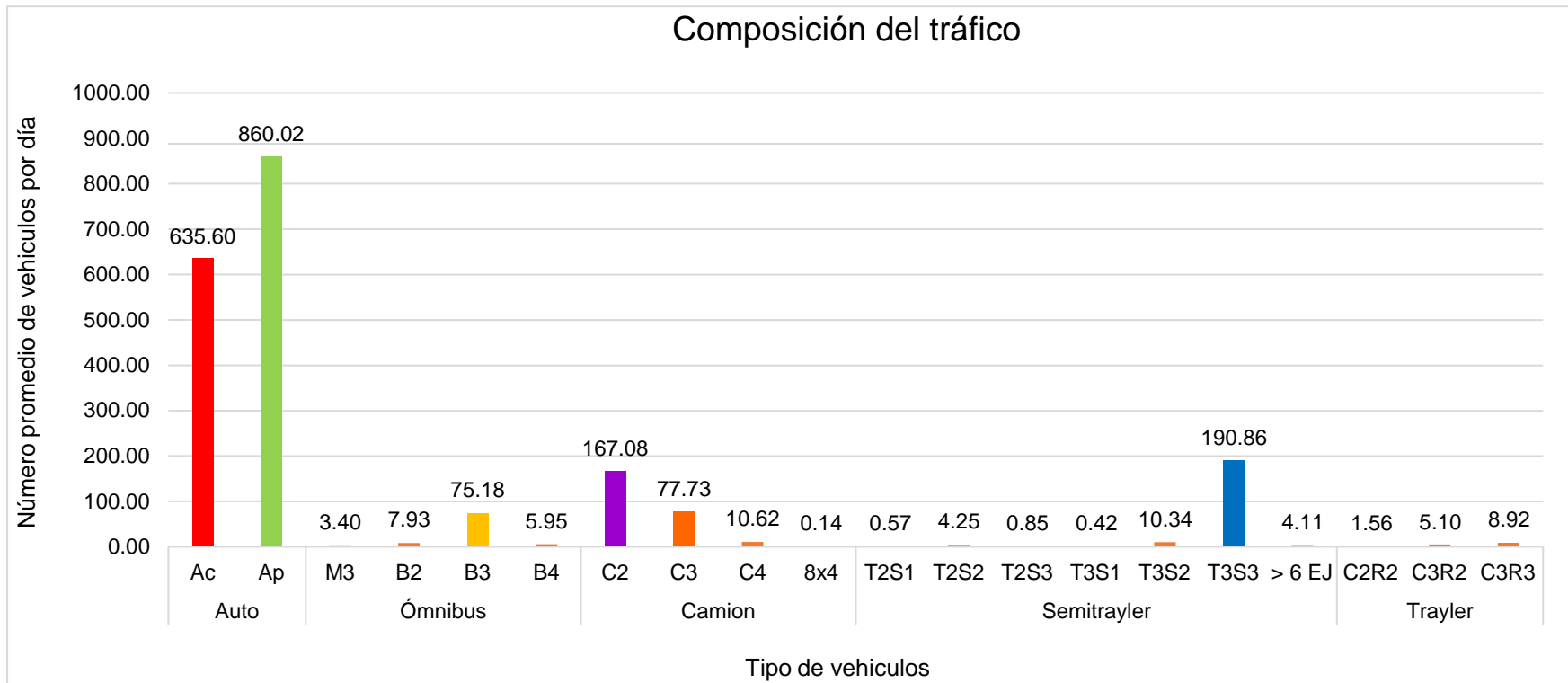
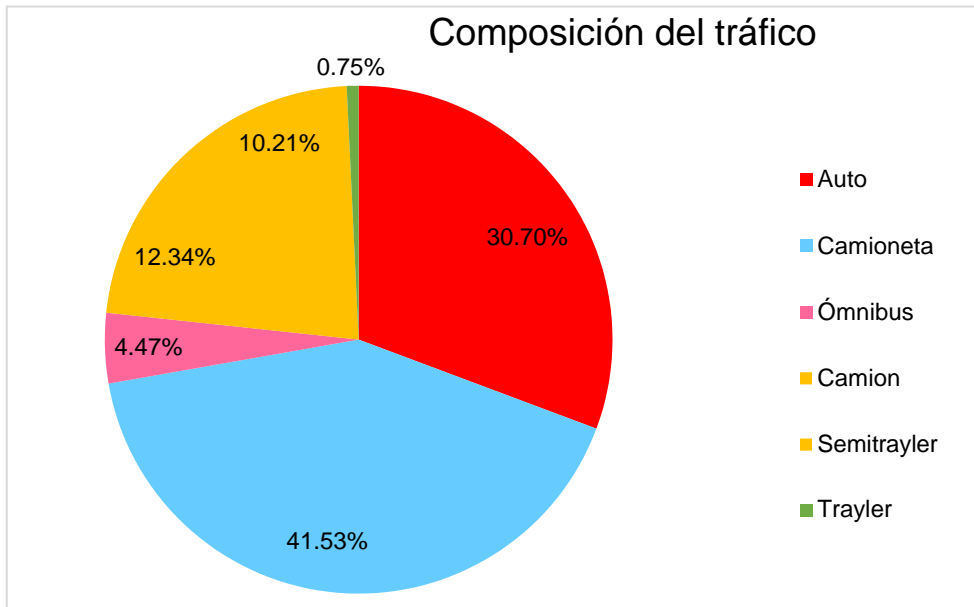


Figura N° 12: Composición del tráfico



3.4.4.2 Pendientes transversales a lo largo de la vía

De acuerdo a los valores de la tabla N°08, la orografía predominante es tipo III.

Tabla 8: Tabla resumen de pendientes transversales

| Clasificación | Cantidad de secciones analizadas | Porcentaje |
|---------------|----------------------------------|------------|
| TIPO I | 0 | 0.00% |
| TIPO II | 57 | 17.17% |
| TIPO III | 173 | 52.11% |
| TIPO IV | 102 | 30.72% |

3.4.4.3 Clasificación de la carretera

Por su Demanda: Primera Clase (IMDA = 2071 Veh/día)

Por su Orografía: TIPO III

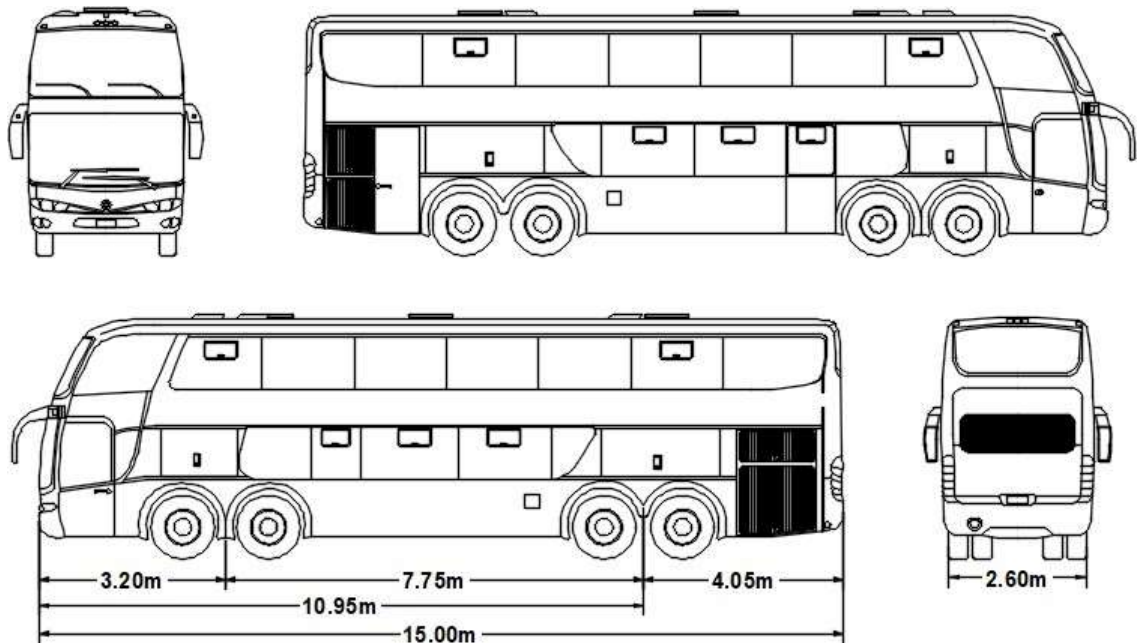
Por su jerarquía: Pertenece a la Red Vial Nacional.

Por lo tanto: **la carretera en estudio es de Primera clase, Tipo III, Red Vial Nacional**

3.4.4.4 Vehículo de diseño.

De acuerdo con la composición del tráfico que actualmente circula por la vía y en concordancia con la las DG 2018 el vehículo de diseño para la verificación de la seguridad corresponde a un B4-1

Figura N° 13: Vehículo de diseño: B4-1



3.4.4.5 Parámetros de diseño de la carretera.

Tabla 9: *Parámetros de diseño*

| Parámetro de diseño | Valor |
|-------------------------------|---------|
| Velocidad de diseño | 50 Km/h |
| Radio mínimo | 70 m |
| Radio mínimo curvas de volteo | 23.60 m |
| Pendiente máxima | 7 |

| | |
|--|--------|
| Ancho de calzada | 7.20 m |
| Ancho de Bermas. | 2.60 m |
| Longitud de tramos en tangente curvas en S | 69 m |
| Longitud tramos en tangente curvas en O | 139 m |

3.4.4.6 Características geométricas de los elementos del tramo en estudio

A continuación, se presentan las tablas que contienen las características geométricas de los elementos del tramo en estudio.

Tabla 10: *Tabla de elementos de curva*

| Curva N° | S | I | R(m) | T(m) | Lc(m) | Sa(m) | P(%) |
|-------------|---|------------|--------|--------|--------|-------|------|
| 1 | I | 39°13'17" | 100 | 35.63 | 68.45 | 1.1 | 8.0 |
| 2 | I | 62°06'56" | 72 | 43.36 | 78.06 | 1.9 | 5.8 |
| 3 | I | 37°18'32" | 159 | 52.35 | 101.14 | 0.9 | 3.8 |
| 4 | D | 19°06'49" | 177 | 27.34 | 54.25 | 0.9 | 3.5 |
| 5 | D | 34°37'47" | 137.55 | 42.93 | 83.22 | 1.1 | 4.2 |
| 6 | I | 50°07'27" | 114 | 53.59 | 100.19 | 1.3 | 4.6 |
| 7 | D | 67°26'05" | 83.92 | 55.97 | 98.72 | 1.7 | 5.4 |
| 8 | I | 30°08'27" | 119 | 32.07 | 62.64 | 1.2 | 4.5 |
| 9 | D | 167°32'03" | 29.25 | 267.82 | 85.53 | 4.5 | 8.0 |
| 10 | D | 10°22'43" | 410 | 37.24 | 74.27 | 0.4 | 2.5 |
| 11 | I | 41°43'13" | 83 | 31.63 | 60.44 | 1.7 | 5.4 |
| 12 | I | 92°52'12" | 20 | 398.95 | 64.84 | 6.7 | 2.5 |
| 13 | D | 19°53'59" | 168 | 29.47 | 58.35 | 0.9 | 3.6 |
| 14 | D | 64°23'39" | 156 | 98.23 | 175.33 | 1.0 | 3.8 |
| 15 | I | 63°07'56" | 76 | 46.69 | 83.74 | 1.8 | 5.7 |
| 16 | D | 05°00'36" | 484 | 21.17 | 42.32 | 0.4 | 2.5 |
| 17 | I | 25°53'26" | 43 | 9.88 | 19.43 | 3.1 | 7.1 |
| 18 | D | 05°49'29" | 225 | 11.45 | 22.87 | 0.7 | 2.9 |
| 19 | I | 20°24'40" | 178 | 32.05 | 63.41 | 0.9 | 3.5 |
| 20 | I | 13°29'10" | 264 | 31.21 | 62.14 | 0.6 | 2.5 |
| 21 | D | 70°49'02" | 97 | 68.96 | 119.89 | 1.5 | 5.1 |
| 22 | I | 12°29'04" | 300 | 32.81 | 65.37 | 0.5 | 2.5 |
| 23 | I | 43°33'39" | 109 | 43.55 | 82.87 | 1.3 | 4.8 |
| 24 | D | 40°33'40" | 81 | 29.93 | 57.34 | 1.7 | 5.5 |

| | | | | | | | |
|----|---|------------|------|-------|--------|-----|-----|
| 25 | I | 14°15'58" | 184 | 23.03 | 45.82 | 0.8 | 3.4 |
| 26 | D | 104°16'44" | 53 | 68.18 | 96.46 | 2.5 | 6.5 |
| 27 | I | 37°40'48" | 72 | 24.57 | 47.35 | 1.9 | 5.8 |
| 28 | I | 33°05'21" | 213 | 63.27 | 123.01 | 0.7 | 3.0 |
| 29 | D | 21°14'45" | 95 | 17.82 | 35.23 | 1.5 | 5.1 |
| 30 | D | 86°23'41" | 38 | 35.68 | 57.30 | 3.5 | 7.4 |
| 31 | I | 43°44'25" | 74 | 29.70 | 56.49 | 1.9 | 5.7 |
| 32 | I | 11°18'30" | 195 | 19.31 | 38.49 | 0.8 | 3.2 |
| 33 | I | 50°29'45" | 52 | 24.52 | 45.83 | 2.6 | 6.6 |
| 34 | D | 117°26'16" | 41 | 67.48 | 84.04 | 3.2 | 7.2 |
| 35 | I | 11°08'33" | 316 | 30.82 | 61.45 | 0.5 | 2.5 |
| 36 | I | 12°48'03" | 320 | 35.90 | 71.49 | 0.5 | 2.5 |
| 37 | D | 16°55'57" | 375 | 55.82 | 110.82 | 0.5 | 2.5 |
| 38 | I | 26°03'10" | 137 | 31.70 | 62.30 | 1.1 | 4.2 |
| 39 | I | 54°52'27" | 76 | 39.46 | 72.79 | 1.8 | 5.7 |
| 40 | D | 38°37'43" | 68 | 23.83 | 45.85 | 2.0 | 5.9 |
| 41 | I | 61°20'24" | 43 | 25.50 | 46.04 | 3.1 | 7.1 |
| 42 | D | 110°10'16" | 50.5 | 72.35 | 97.10 | 2.7 | 6.7 |
| 43 | I | 63°41'37" | 51 | 31.68 | 56.70 | 2.6 | 6.6 |
| 44 | I | 67°28'08" | 41 | 27.38 | 48.28 | 3.2 | 7.2 |
| 45 | D | 101°52'31" | 53 | 65.30 | 94.24 | 2.5 | 6.5 |
| 46 | D | 39°02'56" | 114 | 40.42 | 77.70 | 1.3 | 4.6 |
| 47 | D | 04°45'10" | 374 | 15.52 | 31.02 | 0.5 | 2.5 |
| 48 | I | 07°51'29" | 272 | 18.68 | 37.31 | 0.6 | 2.5 |
| 49 | D | 07°00'10" | 422 | 25.82 | 51.58 | 0.4 | 2.5 |
| 50 | I | 12°51'59" | 120 | 13.53 | 26.95 | 1.2 | 4.5 |
| 51 | D | 38°06'49" | 122 | 42.14 | 81.16 | 1.2 | 4.5 |
| 52 | I | 54°50'45" | 80 | 41.51 | 76.58 | 1.7 | 5.5 |
| 53 | D | 41°56'34" | 92 | 35.26 | 67.35 | 1.5 | 5.2 |
| 54 | I | 85°11'47" | 38 | 34.94 | 56.50 | 3.5 | 7.4 |
| 55 | D | 62°01'49" | 50 | 30.06 | 54.13 | 2.7 | 6.7 |

Tabla 11: Longitud de los tramos en tangente (entre tangencias)

| $P_{Ti}-P_{Ci+1}$ | Longitud (m) | $P_{Ti}-P_{Ci+1}$ | Longitud (m) | $P_{Ti}-P_{Ci+1}$ | Longitud (m) |
|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|-------------------|-----------------|
| PT1-PC2 | 177.088 | PT19-PC20 | 98.401 | PT38-PC39 | 40.325 |
| PT2-PC3 | 102.929 | PT20-PC21 | 117.517 | PT39-PC40 | 164.569 |

| | | | | | |
|-----------|---------|-----------|---------|-----------|---------|
| PT3-PC4 | 120.353 | PT21-PC22 | 324.954 | PT40-PC41 | 64.367 |
| PT4-PC5 | 75.814 | PT22-PC23 | 330.29 | PT41-PC42 | 34.623 |
| PT5-PC6 | 43.053 | PT23-PC24 | 84.038 | PT42-PC43 | 151.303 |
| PT6-PC7 | 72.238 | PT24-PC25 | 90.72 | PT43-PC44 | 47.366 |
| PT7-PC8 | 42.839 | PT25-PC26 | 208.401 | PT44-PC45 | 128.621 |
| PT8-PC9 | 70.801 | PT26-PC27 | 176.883 | PT45-PC46 | 30.089 |
| PT9-PC10 | 321.727 | PT27-PC28 | 54.545 | PT46-PC47 | 53.248 |
| PT10-PC11 | 78.504 | PT28-PC29 | 325.106 | PT48-PC49 | 40.561 |
| PT11-PC12 | 329.903 | PT29-PC30 | 51.561 | PT49-PC50 | 26.671 |
| PT12-PC13 | 89.457 | PT31-PC32 | 19.619 | PT50-PC51 | 106.329 |
| PT13-PC14 | 98.981 | PT32-PC33 | 8.155 | PT51-PC52 | 219.875 |
| PT14-PC15 | 195.919 | PT33-PC34 | 123.176 | PT52-PC53 | 78.285 |
| PT15-PC16 | 21.978 | PT34-PC35 | 316.487 | PT53-PC54 | 83.218 |
| PT16-PC17 | 19.338 | PT35-PC36 | 125 | PT54-PC55 | 64.864 |
| PT17-PC18 | 31.727 | PT36-PC37 | 82.947 | PT55-PF | 92.063 |
| PT18-PC19 | 69.916 | PT37-PC38 | 50.677 | | |

Tabla 12: Características geométricas de las curvas verticales

| N° Curva | Pendiente entrada | Pendiente salida | Tipo de curva | A | Longitud C.V (m) |
|----------|-------------------|------------------|----------------|------|------------------|
| Curva 1 | 4.99 | 1.97 | Convexa Tipo 2 | 3.01 | 110.000 |
| Curva 2 | 1.97 | 1.34 | Convexa Tipo 2 | 0.63 | 30.000 |
| Curva 3 | 1.34 | 4.29 | Cóncava Tipo 4 | 2.95 | 100.000 |
| Curva 4 | 4.29 | 4.47 | Cóncava Tipo 4 | 0.19 | 30.000 |
| Curva 5 | 4.47 | 2.62 | Cóncava Tipo 4 | 1.86 | 60.000 |
| Curva 6 | 2.62 | 4.29 | Cóncava Tipo 4 | 1.67 | 80.000 |
| Curva 7 | 4.29 | 4.67 | Cóncava Tipo 4 | 0.38 | 30.000 |
| Curva 8 | 4.67 | 3.96 | Convexa Tipo 2 | 0.70 | 30.000 |
| Curva 9 | 3.96 | 5.03 | Cóncava Tipo 4 | 1.07 | 60.000 |
| Curva 10 | 5.03 | 4.09 | Convexa Tipo 2 | 0.93 | 30.000 |
| Curva 11 | 4.09 | 4.38 | Cóncava Tipo 4 | 0.28 | 30.000 |
| Curva 12 | 4.38 | 3.33 | Convexa Tipo 2 | 1.05 | 90.000 |
| Curva 13 | 3.33 | 4.81 | Cóncava Tipo 4 | 1.48 | 80.000 |
| Curva 14 | 4.81 | 2.57 | Convexa Tipo 2 | 2.24 | 30.000 |

| | | | | | |
|----------|------|------|----------------|------|---------|
| Curva 15 | 2.57 | 3.26 | Cóncava Tipo 4 | 0.69 | 30.000 |
| Curva 16 | 3.26 | 4.74 | Cóncava Tipo 4 | 1.47 | 80.000 |
| Curva 17 | 4.74 | 5.68 | Cóncava Tipo 4 | 0.94 | 30.000 |
| Curva 18 | 5.68 | 6.10 | Cóncava Tipo 4 | 0.42 | 60.000 |
| Curva 19 | 6.10 | 4.85 | Convexa Tipo 2 | 1.26 | 80.000 |
| Curva 20 | 4.85 | 5.65 | Cóncava Tipo 4 | 0.80 | 120.000 |
| Curva 21 | 5.65 | 7.27 | Cóncava Tipo 4 | 1.62 | 90.000 |
| Curva 22 | 7.27 | 5.34 | Convexa Tipo 2 | 1.93 | 90.000 |
| Curva 23 | 5.34 | 3.48 | Convexa Tipo 2 | 1.86 | 40.000 |
| Curva 24 | 3.48 | 4.98 | Cóncava Tipo 4 | 1.50 | 80.000 |
| Curva 25 | 4.98 | 5.54 | Cóncava Tipo 4 | 0.56 | 60.000 |
| Curva 26 | 5.54 | 3.48 | Convexa Tipo 2 | 2.06 | 100.000 |
| Curva 27 | 3.48 | 4.57 | Cóncava Tipo 4 | 1.09 | 80.000 |
| Curva 28 | 4.57 | 2.02 | Convexa Tipo 2 | 2.55 | 80.000 |
| Curva 29 | 2.02 | 4.43 | Cóncava Tipo 4 | 2.41 | 110.000 |
| Curva 30 | 4.43 | 5.14 | Cóncava Tipo 4 | 0.71 | 30.000 |
| Curva 31 | 5.14 | 1.12 | Convexa Tipo 2 | 4.02 | 160.000 |
| Curva 32 | 1.12 | 2.01 | Cóncava Tipo 4 | 0.89 | 30.000 |
| Curva 33 | 2.01 | 3.80 | Cóncava Tipo 4 | 1.79 | 100.000 |
| Curva 34 | 3.80 | 2.00 | Convexa Tipo 2 | 1.81 | 80.000 |
| Curva 35 | 2.00 | 4.90 | Cóncava Tipo 4 | 2.91 | 190.000 |
| Curva 36 | 4.90 | 5.15 | Cóncava Tipo 4 | 0.24 | 30.000 |
| Curva 37 | 5.15 | 2.72 | Convexa Tipo 2 | 2.43 | 60.000 |
| Curva 38 | 2.72 | 5.19 | Cóncava Tipo 4 | 2.47 | 80.000 |

Tabla 13: Elementos de la sección transversal

| Elemento | Longitud (m) |
|----------|-------------------------|
| Calzada | 6.00 |
| Bermas | Variable entre 0 - 0.50 |

3.4.4.7 Velocidades de operación

Para realizar el análisis de la consistencia, uno de los criterios más difundidos está basado en el análisis de la velocidad de operación (Gibreel et al., 1999), razón por la cual se midieron las velocidades de operación en cada uno de los elementos del tramo en estudio. Los valores medidos se muestran en la tabla N°14.

Figura N° 14: Medición de velocidades



Tabla 14: Velocidades de operación para cada tramo de la carretera

| Elemento | Longitud (m) | V ₈₅ | Elemento | Longitud (m) | V ₈₅ | Elemento | Longitud (m) | V ₈₅ |
|----------|--------------|-----------------|----------|--------------|-----------------|----------|--------------|-----------------|
| C1 | 68.454 | 40.00 | T19 | 98.401 | 73.00 | T38 | 40.326 | 63.50 |
| T1 | 177.088 | 40.00 | C20 | 62.140 | 71.50 | C39 | 72.787 | 58.70 |
| C2 | 78.056 | 30.00 | T20 | 117.517 | 70.00 | T39 | 164.569 | 65.50 |
| T2 | 102.929 | 40.00 | C21 | 119.892 | 61.70 | C40 | 45.846 | 60.65 |
| C3 | 101.142 | 30.00 | T21 | 324.954 | 79.50 | T40 | 64.366 | 59.50 |
| T3 | 120.353 | 59.06 | C22 | 65.369 | 85.00 | C41 | 46.035 | 53.50 |
| C4 | 54.250 | 65.10 | T22 | 330.290 | 77.20 | T41 | 34.623 | 55.00 |
| T4 | 75.814 | 60.95 | C23 | 82.871 | 73.00 | C42 | 97.104 | 49.50 |
| C5 | 83.216 | 70.57 | T23 | 84.037 | 65.50 | T42 | 151.303 | 64.00 |
| T5 | 43.053 | 67.00 | C24 | 57.342 | 62.00 | C43 | 56.695 | 55.35 |
| C6 | 100.192 | 62.00 | T24 | 90.720 | 73.00 | T43 | 47.367 | 56.35 |
| T6 | 72.239 | 62.10 | C25 | 45.815 | 71.50 | C44 | 48.279 | 50.00 |
| C7 | 98.719 | 58.25 | T25 | 208.401 | 72.50 | T44 | 128.622 | 60.00 |
| T7 | 42.838 | 63.25 | C26 | 96.461 | 52.00 | C45 | 94.237 | 57.00 |
| C8 | 62.642 | 59.40 | T26 | 176.883 | 63.90 | T45 | 30.089 | 63.50 |
| T8 | 70.801 | 58.20 | C27 | 47.350 | 57.70 | C46 | 77.695 | 67.50 |
| C9 | 85.528 | 62.10 | T27 | 54.545 | 66.00 | T46 | 53.248 | 75.00 |
| T9 | 321.727 | 72.65 | C28 | 123.011 | 72.55 | C47 | 31.023 | 81.00 |
| C10 | 74.269 | 74.00 | T28 | 325.106 | 72.75 | C48 | 37.305 | 81.00 |
| T10 | 78.504 | 73.20 | C29 | 35.227 | 46.25 | T48 | 40.561 | 76.50 |

| | | | | | | | | |
|-----|---------|-------|-----|---------|-------|-----|---------|-------|
| C11 | 60.437 | 58.80 | C30 | 57.299 | 46.25 | C49 | 51.578 | 77.50 |
| T11 | 329.903 | 71.00 | T30 | 51.561 | 55.50 | T49 | 26.671 | 77.05 |
| C12 | 64.835 | 44.00 | C31 | 56.492 | 57.00 | C50 | 26.948 | 76.35 |
| T12 | 89.457 | 62.50 | T31 | 19.619 | 58.50 | T50 | 106.328 | 76.50 |
| C13 | 58.349 | 67.50 | C32 | 38.486 | 60.00 | C51 | 81.156 | 71.00 |
| T13 | 98.981 | 71.00 | T32 | 8.155 | 58.50 | T51 | 219.875 | 70.00 |
| C14 | 175.327 | 64.50 | C33 | 45.829 | 60.00 | C52 | 76.579 | 65.50 |
| T14 | 195.919 | 64.00 | T33 | 123.176 | 61.00 | T52 | 78.285 | 59.50 |
| C15 | 83.742 | 57.00 | C34 | 84.037 | 45.00 | C53 | 67.348 | 53.35 |
| T15 | 21.978 | 57.00 | T34 | 316.487 | 81.00 | T53 | 83.218 | 44.50 |
| C16 | 42.321 | 57.00 | C35 | 61.453 | 73.00 | C54 | 56.504 | 41.00 |
| T16 | 19.339 | 49.00 | T35 | 125.000 | 69.00 | T54 | 64.864 | 45.00 |
| C17 | 19.430 | 38.00 | C36 | 71.494 | 56.50 | C55 | 54.131 | 55.00 |
| T17 | 31.727 | 49.00 | T36 | 82.947 | 68.00 | T55 | 92.063 | 60.00 |
| C18 | 22.874 | 68.00 | C37 | 110.823 | 74.50 | | | |
| T18 | 69.917 | 70.00 | T37 | 50.677 | 74.40 | | | |
| C19 | 63.410 | 71.00 | C38 | 62.295 | 70.00 | | | |

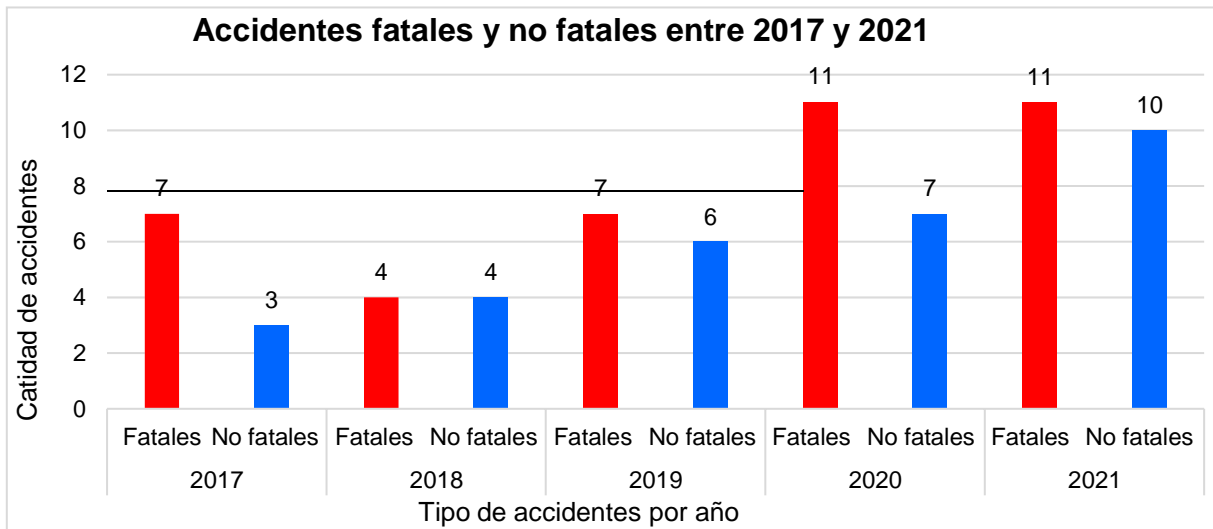
3.4.4.8 Accidentes ocurridos en el tramo entre los años 2017 -2021

A continuación, se presentan un resumen de los accidentes ocurridos entre San Juan y Choten entre los años 2017 -2021, obtenidos de los registros de la Policía (ver anexo 1)

Tabla 15: Accidentes ocurridos en el tramo san juan choten (km 142-152)

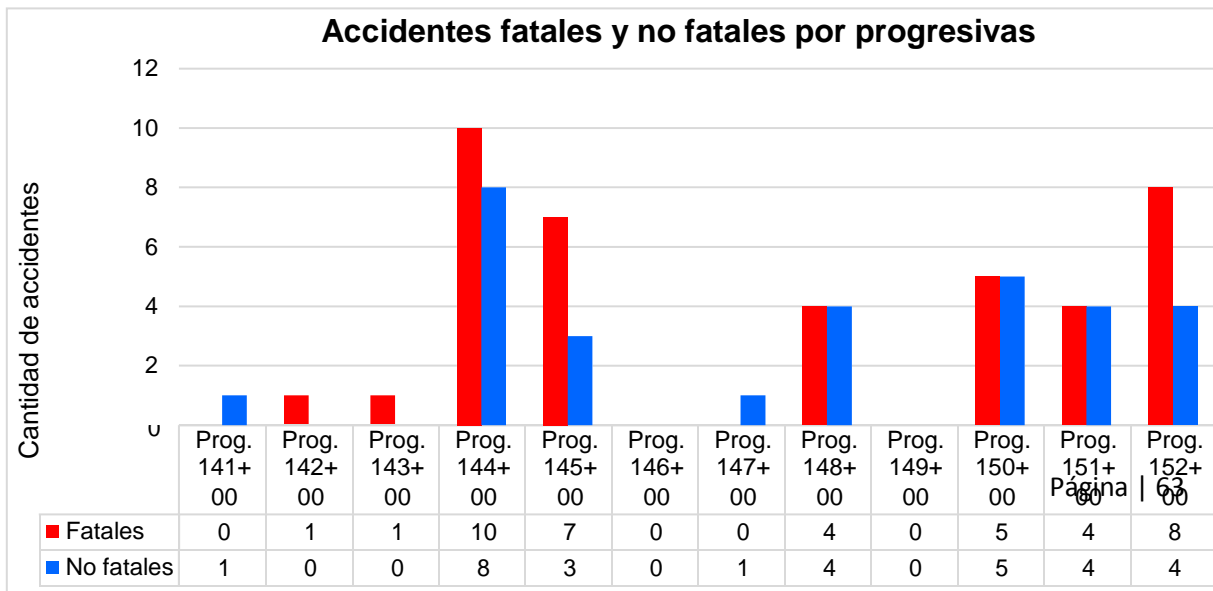
| Año | 2017 | | 2018 | | 2019 | | 2020 | | 2021 | | Total | |
|---------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|---------|------------|
| | Fatales | NO fatales | Fatales | NO fatales | Fatales | NO fatales | Fatales | NO fatales | Fatales | NO fatales | Fatales | NO fatales |
| Prog. 141+000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Prog. 142+000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Prog. 143+000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 |
| Prog. 144+000 | 2 | 0 | 2 | 4 | 2 | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 10 | 8 |
| Prog. 145+000 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 0 | 2 | 1 | 2 | 2 | 7 | 3 |
| Prog. 146+000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prog. 147+000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 |
| Prog. 148+000 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| Prog. 149+000 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Prog. 150+000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 | 2 | 2 | 5 | 5 |
| Prog. 151+000 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1 | 2 | 2 | 4 | 4 |
| Prog. 152+000 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 1 | 3 | 2 | 8 | 4 |
| Total | 7 | 3 | 4 | 4 | 7 | 6 | 11 | 7 | 11 | 10 | 70 | |

Figura N° 15: Accidentes fatales y no fatales entre 2017 y 2021



Fuente: (Frente Policial Cajamarca, 2021)

Figura N° 16: Accidentes fatales y no fatales por progresivas



Fuente: (Frente Policial Cajamarca, 2021)

3.5 Procesamiento y análisis de datos

3.5.1 Normas de diseño

La carretera en estudio fue diseñada y construida teniendo como referencia a la Normas Peruanas de Diseño geométrico para carretera, las mismas que estuvieron vigentes hasta el año 2001.

Actualmente las carreteras debido a la evolución de los vehículos y al incremento del INDICE MEDIO DIARIO ANUAL, deben ser acondicionadas de acuerdo a las necesidades actuales y teniendo como referencia a la Manual de carreteras Diseño Geométrico DG-2018.

Análisis:

Las normas de diseño de carreteras han ido evolucionando a lo largo del tiempo; en 1970, estaban en vigencia las NPDC, luego se aprobaron las DG2001, las DG2013, Dg2015, hasta las DG 2018 que son las que actualmente están vigentes, esto indica que en el país se ha realizado el esfuerzo de acondicionar las normas a las necesidades y características operacionales de los vehículos, pero sin embargo, el tramo en estudio aún conserva características con las que se construyó anteriormente, lo que implica tener hoy en día en esta carretera vehículos actuales circulando en una carretera con características para circular vehículos de antes; lo que hace que la circulación de los vehículos no sea segura.

3.5.2 Clasificación de la carretera

Esta carretera, fue diseñada y construida con las características geométricas de una Carretera de Segunda Clase, sistema nacional, teniendo como marco normativo a las NPDC, en la actualidad esta carretera de acuerdo con el IMDA existente y teniendo como referencia a las DG2018, debe ser reclasificada como: Carretera de Primera clase, Tipo III, Red Vial Nacional.

Análisis:

El tramo estudiado, presenta características geométricas correspondiente al de una carretera de segunda clase (NPDC), sin embargo, las necesidades actuales indican que sus características deben ser concordantes con las de una carretera de Primera Clase tipo III, RVN; esto implica que el escenario que se presenta en la vía es que se tienen vehículos modernos circulando en una carretera con características geométricas para vehículos de antes lo que origina riesgos de accidentalidad.

3.5.3 Vehículo de diseño

Para el diseño, ejecución y operación de las carreteras, es necesario seleccionar adecuadamente el vehículo de diseño, puesto que de sus características estáticas, cinemáticas y dinámicas dependerá las dimensiones de los diferentes elementos que constituyen las carreteras, para el presente estudio se debe indicar que el vehículo de diseño seleccionado inicialmente fue el Camión de dos ejes C2 (NPDC), ahora luego del estudio de tráfico realizado y en concordancia con las DG2018, el vehículo de diseño debe ser el B4-1, cuya longitud entre ejes, es mayor que las del camión C2, tal y como se aprecia en el siguiente cuadro.:

Dimensiones:

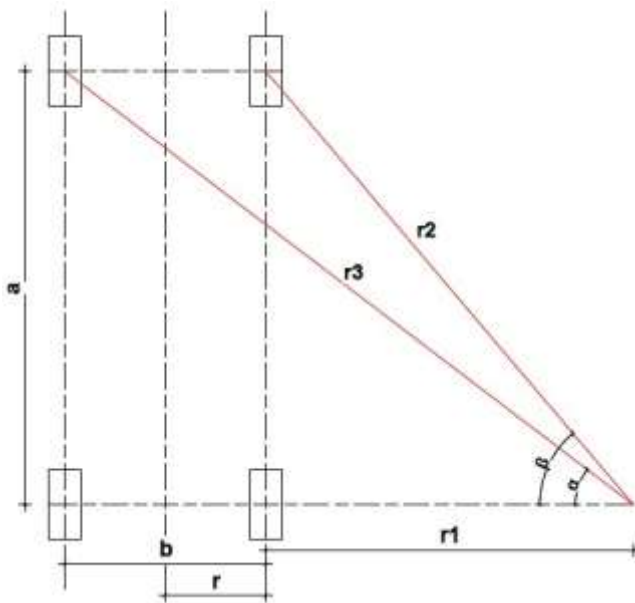
Tabla 16: Dimensiones de los vehículos de diseño utilizados para el análisis

| Tipo de vehículo de diseño | Norma | Alto total | Ancho total | Largo total | Vuelo delantero | Vuelo trasero | Separación entre ejes |
|-----------------------------------|--------------|-------------------|--------------------|--------------------|------------------------|----------------------|------------------------------|
| Camión simple 2 ejes (C2) | NPDC | 4.1 | 2.6 | 9.1 | 1.2 | 1.8 | 6.1 |
| Ómnibus de cuatro ejes (B4-1) | DG-2018 | 4.1 | 2.6 | 15 | 3.2 | 4.05 | 7.75 |

Análisis:

El vehículo de diseño es determinante para el dimensionamiento de las carreteras. El tramo en estudio fue diseñada y construida teniendo como vehículo de diseño al C2, sin embargo, ahora, de acuerdo con las características del tráfico y teniendo como referencia a las DG2018, le corresponde como vehículo de diseño al B4-1, el cual tiene mayores dimensiones que el C2, esto influye en el mayor radio de curvatura que se necesita para la circulación tal y como se demuestra a continuación.

Figura N° 17: Cálculo de radios en función de la distancia entre ejes y del ancho del eje



Del gráfico se puede deducir que:

$$a * ctg(\alpha) = r + \frac{b}{2} = r_1 + b \quad \text{Ecuación 10}$$

$$a * ctg(\beta) = r - \frac{b}{2} = r_1 \quad \text{Ecuación 11}$$

Restando (1) – (2)

$$a * ctg(\alpha) - a * ctg(\beta) = b$$

$$ctg(\alpha) - ctg(\beta) = \frac{b}{a}$$

$$ctg(\alpha) - ctg(\beta) = \frac{b}{a}$$

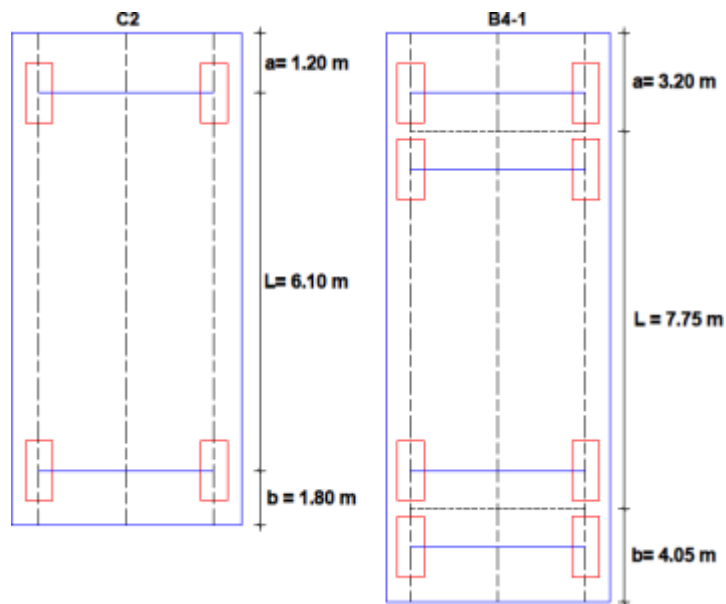
$$ctg(\alpha) - ctg(\beta) = \frac{b}{a}$$

Además, se tiene que:

$$\frac{a}{r2} = sen(\beta) \rightarrow r2 = \frac{a}{sen(\beta)}$$

$$\frac{a}{r3} = sen(\alpha) \rightarrow r3 = \frac{a}{sen(\alpha)}$$

Figura N° 18: Distancia entre ejes, vuelo delantero y posterior del C2 y B4-1



$$r3 = \frac{6.10}{sen(35)} = 10.635 \text{ m} \quad r3 = \frac{7.75}{sen(35)} = 13.51 \text{ m} \quad \Delta = 2.875 \text{ m}$$

$$r3 = \frac{6.10}{sen(45)} = 8.625 \text{ m} \quad r3 = \frac{7.75}{sen(45)} = 10.96 \text{ m} \quad \Delta = 1.270 \text{ m}$$

De los resultados podemos indicar que el radio r3 que describe la rueda exterior, para el caso del camión de dos ejes es de 10.635, mientras que para el B4-1, necesita 13.51m, es decir 2.875m, lo que evidencia la influencia del vehículo en las características de la vía y por ende en el riesgo de accidentabilidad.

3.5.4 Parámetros de diseño

Tabla 17: Cuadro comparativo de los parámetros de diseño

| Parámetro diseño | NPDC | DG2018 |
|---------------------|-----------|---------|
| Velocidad de diseño | 40 Km/h | 50 Km/h |
| Radio mínimo | 60 m | 70 m |
| Peralte máximo | 6% | 12% |
| Pendiente máxima | 7% | 7% |
| Ancho Calzada | 6 / 7.30 | 7.2 |
| Bermas | 0.75/1.20 | 2.6 |

Análisis:

Como se puede advertir en la tabla N° 13, los parámetros de diseño han cambiado conjuntamente con la evolución de las normas de diseño y de las exigencias a la que es sometida la vía por las características del flujo de tránsito, por lo que al evaluar las características geométricas de la vía de acuerdo con las DG 2018, se puede advertir que la carretera en estudio no tiene las condiciones adecuadas para garantizar que la circulación de los vehículos que actualmente transitan por la vía sea segura y cómoda.

3.5.5 Radios mínimos

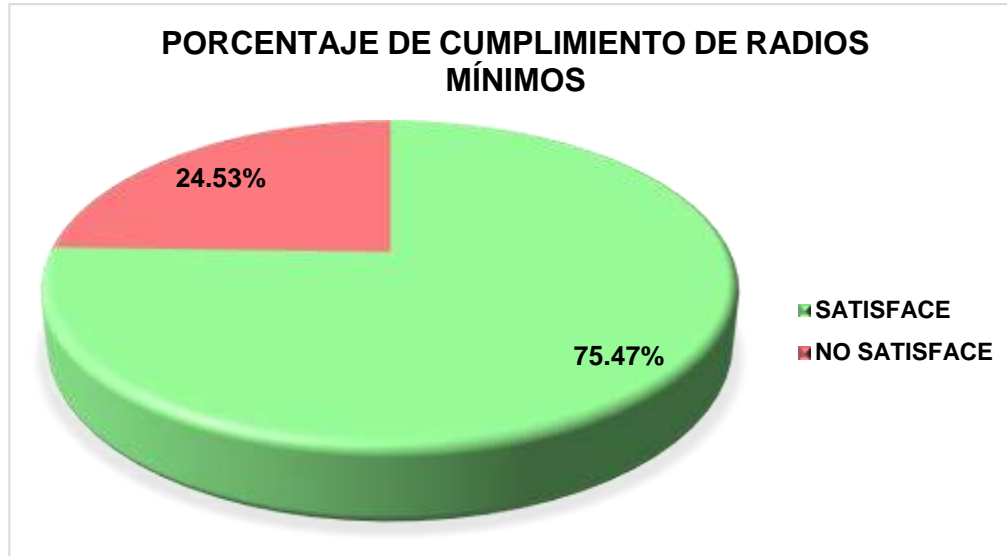
En primer lugar, se ha realizado la verificación de los radios existentes, en función a los radios mínimos que le correspondería de acuerdo con la velocidad de diseño.

Tabla 18: Tabla de verificación de radios mínimos

| N° C | V (km/h) | Pmax | f _{máx} | Radio (m) | Radio mín. (m) | Condición de Verificación |
|------|-------------|------|------------------|--------------|-------------------|------------------------------|
| C1 | 50 | 0.12 | 0.16 | 100 | 70.304 | SATISFACE |
| C2 | 50 | 0.12 | 0.16 | 72.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C3 | 50 | 0.12 | 0.16 | 159.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C4 | 50 | 0.12 | 0.16 | 177.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C5 | 50 | 0.12 | 0.16 | 137.55 | 70.304 | SATISFACE |
| C6 | 50 | 0.12 | 0.16 | 114.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C7 | 50 | 0.12 | 0.16 | 83.92 | 70.304 | SATISFACE |
| C8 | 50 | 0.12 | 0.16 | 119.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C9 | 50 | 0.12 | 0.16 | 29.25 | 26.200 | SATISFACE |
| C10 | 50 | 0.12 | 0.16 | 410.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C11 | 50 | 0.12 | 0.16 | 83.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C12 | 50 | 0.12 | 0.16 | 20.00 | 26.200 | NO SATISFACE |
| C13 | 50 | 0.12 | 0.16 | 168.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C14 | 50 | 0.12 | 0.16 | 156.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C15 | 50 | 0.12 | 0.16 | 76.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C16 | 50 | 0.12 | 0.16 | 484.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C17 | 50 | 0.12 | 0.16 | 43.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C18 | 50 | 0.12 | 0.16 | 225.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C19 | 50 | 0.12 | 0.16 | 178.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C20 | 50 | 0.12 | 0.16 | 264.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C21 | 50 | 0.12 | 0.16 | 97.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C22 | 50 | 0.12 | 0.16 | 300.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C23 | 50 | 0.12 | 0.16 | 109.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C24 | 50 | 0.12 | 0.16 | 81.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C25 | 50 | 0.12 | 0.16 | 184.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C26 | 50 | 0.12 | 0.16 | 53.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C27 | 50 | 0.12 | 0.16 | 72.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C28 | 50 | 0.12 | 0.16 | 213.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C29 | 50 | 0.12 | 0.16 | 95.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C30 | 50 | 0.12 | 0.16 | 38.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C31 | 50 | 0.12 | 0.16 | 74.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C32 | 50 | 0.12 | 0.16 | 195.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C33 | 50 | 0.12 | 0.16 | 52.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C34 | 50 | 0.12 | 0.16 | 41.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C35 | 50 | 0.12 | 0.16 | 316.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C36 | 50 | 0.12 | 0.16 | 320.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C37 | 50 | 0.12 | 0.16 | 375.00 | 70.304 | SATISFACE |

| | | | | | | |
|-----|----|------|------|--------|--------|---------------------|
| C38 | 50 | 0.12 | 0.16 | 137.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C39 | 50 | 0.12 | 0.16 | 76.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C40 | 50 | 0.12 | 0.16 | 68.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C41 | 50 | 0.12 | 0.16 | 43.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C42 | 50 | 0.12 | 0.16 | 50.50 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C43 | 50 | 0.12 | 0.16 | 51.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C44 | 50 | 0.12 | 0.16 | 41.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C45 | 50 | 0.12 | 0.16 | 53.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C46 | 50 | 0.12 | 0.16 | 114.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C47 | 50 | 0.12 | 0.16 | 374.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C48 | 50 | 0.12 | 0.16 | 272.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C49 | 50 | 0.12 | 0.16 | 422.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C50 | 50 | 0.12 | 0.16 | 120.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C51 | 50 | 0.12 | 0.16 | 122.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C52 | 50 | 0.12 | 0.16 | 80.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C53 | 50 | 0.12 | 0.16 | 92.00 | 70.304 | SATISFACE |
| C54 | 50 | 0.12 | 0.16 | 38.00 | 70.304 | NO SATISFACE |
| C55 | 50 | 0.12 | 0.16 | 50.00 | 70.304 | NO SATISFACE |

Figura N° 19: Porcentaje de cumplimiento de radios mínimos



Sin embargo, a través del trabajo de campo se ha verificado que el análisis anterior debe complementarse teniendo en consideración que los vehículos no transitan a la velocidad de diseño y lo hacen de acuerdo con la velocidad de operación, entonces se ha verificado también si los radios existentes

están de acuerdo con la velocidad de operación, este análisis se muestra a continuación.

Tabla 19: Tabla de verificación de radios existentes con la Vop

| CURVA | Vop | R cal (Vop) (m) | R Exit (m) | ft (Vop) | Condición de Verificación |
|--------------|------------|----------------------------|-----------------------|---------------------|--------------------------------------|
| C1 | 40.00 | 41.31 | 100 | 0.185 | SATISFACE |
| C2 | 30.00 | 23.23 | 72.00 | 0.185 | SATISFACE |
| C3 | 30.00 | 23.23 | 159.00 | 0.185 | SATISFACE |
| C4 | 65.10 | 122.68 | 177.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C5 | 70.57 | 144.18 | 137.55 | 0.152 | NO SATISFACE |
| C6 | 62.00 | 111.28 | 114.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C7 | 58.25 | 96.45 | 83.92 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C8 | 59.40 | 100.30 | 119.00 | 0.157 | SATISFACE |
| C9 | 62.10 | 109.62 | 29.25 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C10 | 74.00 | 163.33 | 410.00 | 0.144 | SATISFACE |
| C11 | 58.80 | 98.28 | 83.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C12 | 44.00 | 53.49 | 20.00 | 0.165 | NO SATISFACE |
| C13 | 67.50 | 131.90 | 168.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C14 | 64.50 | 118.26 | 156.00 | 0.157 | SATISFACE |
| C15 | 57.00 | 92.36 | 76.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C16 | 57.00 | 92.36 | 484.00 | 0.157 | SATISFACE |
| C17 | 38.00 | 37.28 | 43.00 | 0.185 | SATISFACE |
| C18 | 68.00 | 133.86 | 225.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C19 | 71.00 | 145.93 | 178.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C20 | 71.50 | 147.99 | 264.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C21 | 61.70 | 108.21 | 97.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C22 | 85.00 | 213.07 | 300.00 | 0.147 | SATISFACE |
| C23 | 73.00 | 154.27 | 109.00 | 0.152 | NO SATISFACE |
| C24 | 62.00 | 109.27 | 81.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C25 | 71.50 | 147.99 | 184.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C26 | 52.00 | 74.71 | 53.00 | 0.165 | NO SATISFACE |
| C27 | 57.70 | 94.64 | 72.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C28 | 72.55 | 152.37 | 213.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C29 | 46.25 | 57.09 | 95.00 | 0.175 | SATISFACE |
| C30 | 46.25 | 57.09 | 38.00 | 0.175 | NO SATISFACE |
| C31 | 57.00 | 92.36 | 74.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C32 | 60.00 | 102.33 | 195.00 | 0.157 | SATISFACE |
| C33 | 60.00 | 102.33 | 52.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C34 | 45.00 | 54.05 | 41.00 | 0.175 | NO SATISFACE |

| | | | | | |
|-----|-------|--------|--------|-------|---------------------|
| C35 | 73.00 | 154.27 | 316.00 | 0.152 | SATISFACE |
| C36 | 56.50 | 89.45 | 320.00 | 0.161 | SATISFACE |
| C37 | 74.50 | 163.07 | 375.00 | 0.148 | SATISFACE |
| C38 | 70.00 | 141.85 | 137.00 | 0.152 | NO SATISFACE |
| C39 | 58.70 | 97.95 | 76.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C40 | 60.65 | 104.56 | 68.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C41 | 53.50 | 80.20 | 43.00 | 0.161 | NO SATISFACE |
| C42 | 49.50 | 67.70 | 50.50 | 0.165 | NO SATISFACE |
| C43 | 55.35 | 85.85 | 51.00 | 0.161 | NO SATISFACE |
| C44 | 50.00 | 69.07 | 41.00 | 0.165 | NO SATISFACE |
| C45 | 57.00 | 92.36 | 53.00 | 0.157 | NO SATISFACE |
| C46 | 67.50 | 131.90 | 114.00 | 0.152 | NO SATISFACE |
| C47 | 81.00 | 195.69 | 374.00 | 0.144 | SATISFACE |
| C48 | 81.00 | 195.69 | 272.00 | 0.144 | SATISFACE |
| C49 | 77.50 | 179.14 | 422.00 | 0.144 | SATISFACE |
| C50 | 76.35 | 171.27 | 120.00 | 0.148 | NO SATISFACE |
| C51 | 71.00 | 145.93 | 122.00 | 0.152 | NO SATISFACE |
| C52 | 65.50 | 123.29 | 80.00 | 0.154 | NO SATISFACE |
| C53 | 53.35 | 78.64 | 92.00 | 0.165 | SATISFACE |
| C54 | 41.00 | 43.40 | 38.00 | 0.185 | NO SATISFACE |
| C55 | 55.00 | 80.74 | 50.00 | 0.175 | NO SATISFACE |

Figura N° 20: Porcentaje de cumplimiento de radios mínimos



Análisis:

Al evaluar los radios mínimos considerando la velocidad de diseño, se puede apreciar que de todas las curvas analizadas solo el 24.53% de éstas,

tienen valores de los radios por debajo del valor del radio mínimos, sin embargo, si analizamos los radios de acuerdo con las velocidades de operación el resultado es desalentador por cuanto el porcentaje de no cumplimiento se eleva a 52.73%, lo que indica que en la actualidad los vehículos circulan por la vía con alto riesgo de inseguridad.

Tabla 20: Coeficientes de fricción transversal para diferentes velocidades

| Velocidad (km/h) | Coef. De fricción transversal |
|------------------|-------------------------------|
| 40 | 0.185 |
| 50 | 0.165 |
| 60 | 0.157 |
| 70 | 0.152 |
| 80 | 0.144 |
| 100 | 0.133 |
| 120 | 0.122 |

Fuente: Departamento de carreteras de california

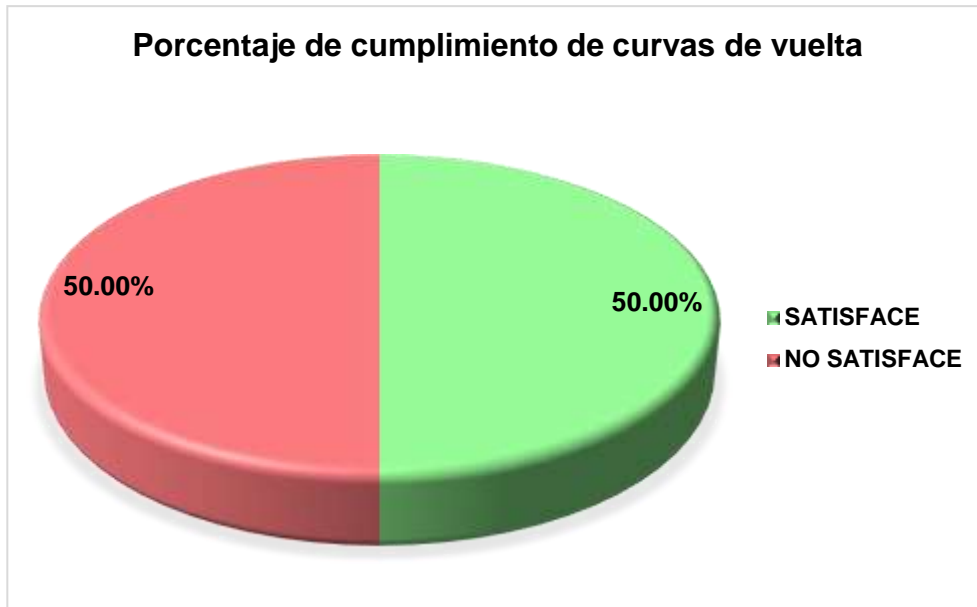
3.5.6 Curvas de vuelta

Las curvas de vuelta se emplean en los desarrollos, sin embargo, estas deben cumplir con lo dispuesto en el acápite 302.07 de las DG-2018, que a la letra indican: las curvas de vuelta podrán utilizarse en carreteras de Primera clase en casos excepcionales, debiendo ser 20 metros el radio interior mínimo

Tabla 21: Tabla de verificación de radios en curvas de vuelta

| N° C | V (km/h) | Pmax | f _{máx} | R (m) | Radio mín. (m) | Verificación |
|------|----------|------|------------------|-------|----------------|---------------------|
| C9 | 50 | 0.12 | 0.16 | 29.25 | 26.200 | SATISFACE |
| C12 | 50 | 0.12 | 0.16 | 20 | 26.200 | NO SATISFACE |

Figura N° 21: Porcentaje de cumplimiento de curvas de vuelta



Análisis:

Como se puede deducir, si el radio interior de las curvas de volteo de acuerdo a los dispuesto por las DG 2018 debe ser de 20 metros, entonces el radio en el eje debe ser:

$$Reje = 20 \text{ m} + \frac{\text{ancho calzada}}{2} + Sa \quad \text{Ecuación 12}$$

De acuerdo con esto se obtiene que para este caso el Radio mínimo eje será de 26.20 m.

Al comparar este radio con el existente se puede observar que solo una curva no cumple con este valor, lo que se deriva que el tránsito en la curva 11 resulta inseguro.

3.5.7 Sobreanchos

Los valores del sobreancho se han calculado utilizando la longitud L, correspondiente al vehículo B4-1, utilizando la siguiente fórmula.

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \text{Ecuación..... 13}$$

Dónde:

Sa: sobreaño (m)

n: número de carriles

R: radio de curvatura circular (m)

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

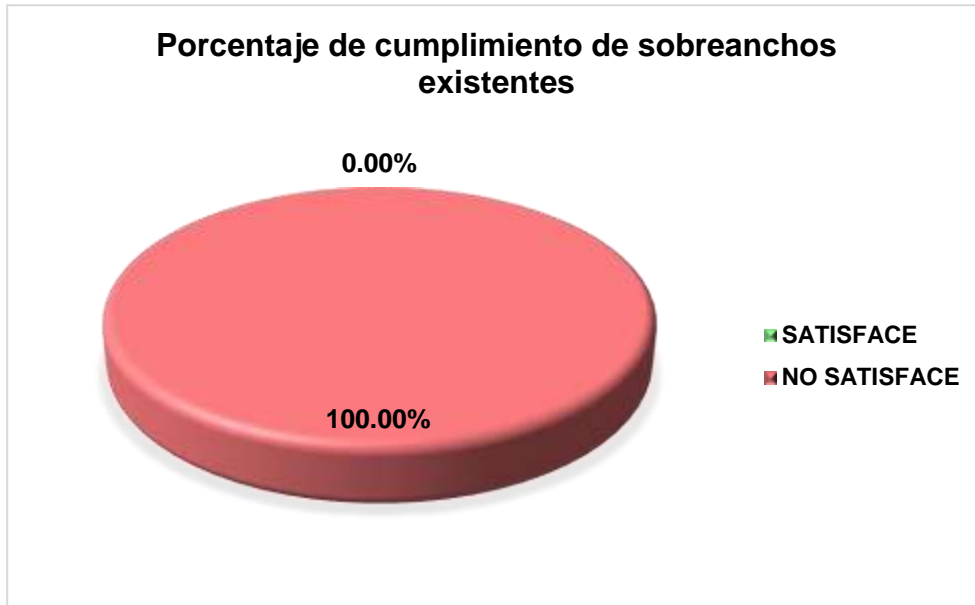
V: velocidad de diseño (km/h)

Tabla 22: Tabla de verificación de sobreaños

| N° C | Radio (m) | Sa existente (m) | Sa calculado DG 2018 (m) | Sa articulado INVIAS (m) | At | A _C | U | F _A | Z | Condición de |
|------|-----------|------------------|--------------------------|--------------------------|-----|----------------|-------|----------------|------|---------------------|
| C1 | 100 | 1.1 | 1.7 | 3.54 | 7.2 | 10.74 | 4.4 | 0.08 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C2 | 72 | 1.9 | 2.26 | 5.04 | 7.2 | 12.24 | 5.12 | 0.11 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C3 | 159 | 0.9 | 1.15 | 2.15 | 7.2 | 9.35 | 3.72 | 0.05 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C4 | 177 | 0.9 | 1.05 | 1.91 | 7.2 | 9.11 | 3.6 | 0.05 | 0.05 | NO SATISFACE |
| C5 | 137.55 | 1.1 | 1.3 | 2.51 | 7.2 | 9.71 | 3.9 | 0.06 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C6 | 114 | 1.3 | 1.52 | 3.08 | 7.2 | 10.28 | 4.17 | 0.07 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C7 | 83.92 | 1.7 | 1.98 | 4.27 | 7.2 | 11.47 | 4.75 | 0.1 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C8 | 119 | 1.2 | 1.47 | 2.94 | 7.2 | 10.14 | 4.1 | 0.07 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C9 | 29.25 | 4.5 | 5.18 | 14.07 | 7.2 | 21.27 | 9.53 | 0.27 | 0.13 | NO SATISFACE |
| C10 | 410 | 0.4 | 0.54 | 0.71 | 7.2 | 7.91 | 3.03 | 0.02 | 0.03 | NO SATISFACE |
| C11 | 83 | 1.7 | 2 | 4.32 | 7.2 | 11.52 | 4.78 | 0.1 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C12 | 20 | 6.7 | 7.65 | 27.37 | 7.2 | 34.57 | 16.11 | 0.4 | 0.16 | NO SATISFACE |
| C13 | 168 | 0.9 | 1.1 | 2.02 | 7.2 | 9.22 | 3.66 | 0.05 | 0.05 | NO SATISFACE |
| C14 | 156 | 1 | 1.17 | 2.19 | 7.2 | 9.39 | 3.74 | 0.05 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C15 | 76 | 1.8 | 2.16 | 4.75 | 7.2 | 11.95 | 4.98 | 0.11 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C16 | 484 | 0.4 | 0.48 | 0.57 | 7.2 | 7.77 | 2.96 | 0.02 | 0.03 | NO SATISFACE |
| C17 | 43 | 3.1 | 3.6 | 8.85 | 7.2 | 16.05 | 6.98 | 0.19 | 0.11 | NO SATISFACE |
| C18 | 225 | 0.7 | 0.87 | 1.46 | 7.2 | 8.66 | 3.39 | 0.04 | 0.05 | NO SATISFACE |
| C19 | 178 | 0.9 | 1.05 | 1.89 | 7.2 | 9.09 | 3.6 | 0.04 | 0.05 | NO SATISFACE |
| C20 | 264 | 0.6 | 0.76 | 1.21 | 7.2 | 8.41 | 3.27 | 0.03 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C21 | 97 | 1.5 | 1.75 | 3.66 | 7.2 | 10.86 | 4.45 | 0.08 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C22 | 300 | 0.5 | 0.69 | 1.04 | 7.2 | 8.24 | 3.19 | 0.03 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C23 | 109 | 1.3 | 1.58 | 3.23 | 7.2 | 10.43 | 4.24 | 0.07 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C24 | 81 | 1.7 | 2.04 | 4.44 | 7.2 | 11.64 | 4.83 | 0.1 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C25 | 184 | 0.8 | 1.02 | 1.83 | 7.2 | 9.03 | 3.57 | 0.04 | 0.05 | NO SATISFACE |
| C26 | 53 | 2.5 | 2.97 | 7.01 | 7.2 | 14.21 | 6.08 | 0.15 | 0.1 | NO SATISFACE |
| C27 | 72 | 1.9 | 2.26 | 5.04 | 7.2 | 12.24 | 5.12 | 0.11 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C28 | 213 | 0.7 | 0.91 | 1.55 | 7.2 | 8.75 | 3.43 | 0.04 | 0.05 | NO SATISFACE |

| | | | | | | | | | | |
|-----|------|-----|------|---------------|-----|--------|-------|------|------|---------------------|
| C29 | 95 | 1.5 | 1.78 | 3.74 | 7.2 | 10.94 | 4.49 | 0.08 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C30 | 38 | 3.5 | 4.03 | 10.19 | 7.2 | 17.39 | 7.63 | 0.21 | 0.11 | NO SATISFACE |
| C31 | 74 | 1.9 | 2.21 | 4.89 | 7.2 | 12.09 | 5.05 | 0.11 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C32 | 195 | 0.8 | 0.97 | 1.71 | 7.2 | 8.91 | 3.51 | 0.04 | 0.05 | NO SATISFACE |
| C33 | 52 | 2.6 | 3.03 | 7.16 | 7.2 | 14.36 | 6.15 | 0.15 | 0.1 | NO SATISFACE |
| C34 | 41 | 3.2 | 3.76 | 9.34 | 7.2 | 16.54 | 7.22 | 0.19 | 0.11 | NO SATISFACE |
| C35 | 316 | 0.5 | 0.66 | 0.98 | 7.2 | 8.18 | 3.16 | 0.03 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C36 | 320 | 0.5 | 0.65 | 0.96 | 7.2 | 8.16 | 3.15 | 0.03 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C37 | 375 | 0.5 | 0.58 | 0.79 | 7.2 | 7.99 | 3.07 | 0.02 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C38 | 137 | 1.1 | 1.3 | 2.52 | 7.2 | 9.72 | 3.9 | 0.06 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C39 | 76 | 1.8 | 2.16 | 4.75 | 7.2 | 11.95 | 4.98 | 0.11 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C40 | 68 | 2 | 2.38 | 5.35 | 7.2 | 12.55 | 5.28 | 0.12 | 0.09 | NO SATISFACE |
| C41 | 43 | 3.1 | 3.6 | 8.85 | 7.2 | 16.05 | 6.98 | 0.19 | 0.11 | NO SATISFACE |
| C42 | 50.5 | 2.7 | 3.11 | 101.04 | 7.2 | 108.24 | 53.09 | 0.16 | 0.1 | NO SATISFACE |
| C43 | 51 | 2.6 | 3.08 | 7.31 | 7.2 | 14.51 | 6.23 | 0.16 | 0.1 | NO SATISFACE |
| C44 | 41 | 3.2 | 3.76 | 9.34 | 7.2 | 16.54 | 7.22 | 0.19 | 0.11 | NO SATISFACE |
| C45 | 53 | 2.5 | 2.97 | 106.03 | 7.2 | 113.23 | 55.59 | 0.15 | 0.1 | NO SATISFACE |
| C46 | 114 | 1.3 | 1.52 | 3.08 | 7.2 | 10.28 | 4.17 | 0.07 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C47 | 374 | 0.5 | 0.58 | 0.8 | 7.2 | 8 | 3.07 | 0.02 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C48 | 272 | 0.6 | 0.74 | 1.17 | 7.2 | 8.37 | 3.25 | 0.03 | 0.04 | NO SATISFACE |
| C49 | 422 | 0.4 | 0.53 | 0.68 | 7.2 | 7.88 | 3.01 | 0.02 | 0.03 | NO SATISFACE |
| C50 | 120 | 1.2 | 1.46 | 2.91 | 7.2 | 10.11 | 4.09 | 0.07 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C51 | 122 | 1.2 | 1.44 | 2.86 | 7.2 | 10.06 | 4.07 | 0.07 | 0.06 | NO SATISFACE |
| C52 | 80 | 1.7 | 2.06 | 4.5 | 7.2 | 11.7 | 4.86 | 0.1 | 0.08 | NO SATISFACE |
| C53 | 92 | 1.5 | 1.83 | 3.87 | 7.2 | 11.07 | 4.56 | 0.09 | 0.07 | NO SATISFACE |
| C54 | 38 | 3.5 | 4.03 | 10.19 | 7.2 | 17.39 | 7.63 | 0.21 | 0.11 | NO SATISFACE |
| C55 | 50 | 2.7 | 3.13 | 7.48 | 7.2 | 14.68 | 6.31 | 0.16 | 0.1 | NO SATISFACE |

Figura N° 22: Porcentaje de cumplimiento de sobreamochos



Análisis:

En la tabla anterior, se puede advertir que ninguna de las curvas analizadas tiene el sobrancho necesario para permitir el tránsito seguro y cómodo de los vehículos, pues esta situación origina que los vehículos pesados al circular por las curvas, el eje delantero invada el carril contrario y el eje posterior sobrepase el hombro de la vía, lo que constituye un riesgo evidente para la ocurrencia de accidentes.

Lo anteriormente descrito se debe a que el sobrancho es función de la velocidad de diseño, del radio de curvatura, de la longitud entre el eje posterior y la parte frontal; estos valores debido a las condiciones actuales se han incrementado respecto a los valores que se tuvieron cuando diseñaron esta vía, y como consecuencia de ello al calcular el sobrancho considerando estos parámetros nos resulta que el sobrancho necesario es mayor. Esta problemática se agudiza debido a que el cálculo se ha realizado para el vehículo de diseño dispuesto en las DG-2018; pero también es evidente que en esta vía circulan vehículos articulados que necesitan de un mayor valor del sobrancho, haciéndose más notoria esta deficiencia, lo que genera que la circulación de estos vehículos en las curvas sea insegura.

Figura N° 23: Falta del sobreebanco necesario en la curva



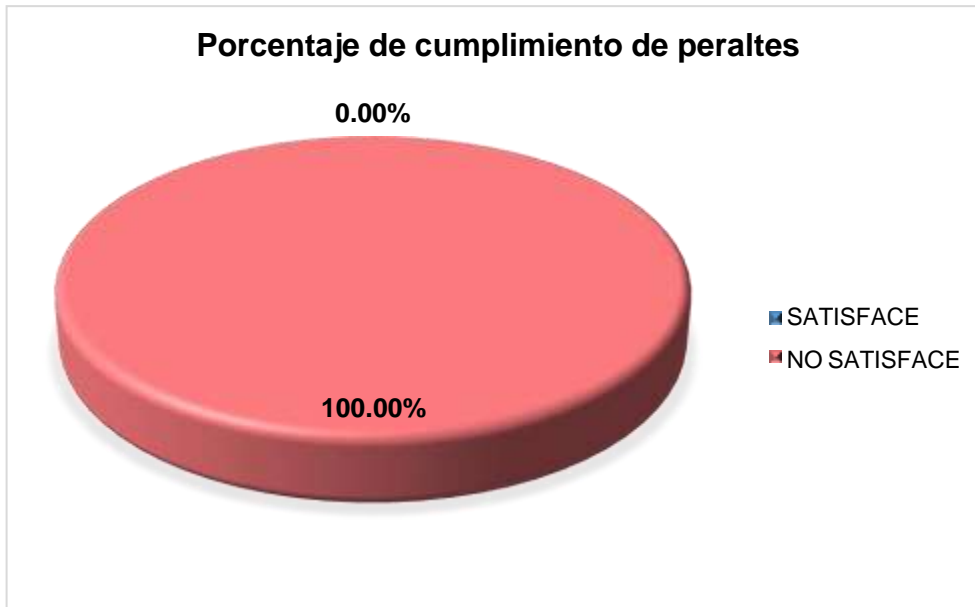
3.5.8 Peraltes

Tabla 23: Tabla de verificación de peraltes

| Elemento | Progresivas | | Distancia (m) | % existente | Peralte | | Verificación |
|------------|-------------|-------------|------------------|----------------|------------|---------------------|--------------|
| | Inicial | Final | | | Norma % | | |
| C1 | 142000 | 142068.454 | 68.45 | 8 | 10.8 | NO SATISFACE | |
| C2 | 142+245.542 | 142+323.598 | 78.06 | 5.8 | 11.9 | NO SATISFACE | |
| C3 | 142+426.527 | 142+527.669 | 101.14 | 3.8 | 7.8 | NO SATISFACE | |
| C4 | 142+648.022 | 142+702.272 | 54.25 | 3.5 | 7.5 | NO SATISFACE | |
| C5 | 142+778.086 | 142+861.302 | 83.22 | 4.2 | 10 | NO SATISFACE | |
| C6 | 142+904.355 | 143+004.547 | 100.19 | 4.6 | 10.2 | NO SATISFACE | |
| C7 | 143+076.786 | 143+175.505 | 98.72 | 5.4 | 11.6 | NO SATISFACE | |
| C8 | 143+218.343 | 143+280.985 | 62.64 | 4.5 | 10.1 | NO SATISFACE | |
| C9 | 143+351.786 | 143+437.314 | 85.53 | 8 | 12 | NO SATISFACE | |
| C10 | 143+759.041 | 143+833.310 | 74.27 | 2.5 | 4.2 | NO SATISFACE | |
| C11 | 143+911.814 | 143+972.251 | 60.44 | 5.4 | 11.6 | NO SATISFACE | |
| C12 | 144+302.154 | 144+366.989 | 64.83 | 2.5 | 12 | NO SATISFACE | |
| C13 | 144+456.446 | 144+514.795 | 58.35 | 3.6 | 7.8 | NO SATISFACE | |
| C14 | 144+613.776 | 144+789.103 | 175.33 | 3.8 | 9.7 | NO SATISFACE | |
| C15 | 144+985.022 | 145+068.764 | 83.74 | 5.7 | 11.7 | NO SATISFACE | |
| C16 | 145+090.742 | 145+133.063 | 42.32 | 2.5 | 3.9 | NO SATISFACE | |
| C17 | 145+152.402 | 145+171.832 | 19.43 | 7.1 | 12 | NO SATISFACE | |
| C18 | 145+203.559 | 145+226.433 | 22.87 | 2.9 | 6.3 | NO SATISFACE | |
| C19 | 145+296.350 | 145+359.760 | 63.41 | 3.5 | 7.7 | NO SATISFACE | |
| C20 | 145+458.161 | 145+520.301 | 62.14 | 2.5 | 5.8 | NO SATISFACE | |

| | | | | | | |
|------------|-------------|-------------|--------|-----|------|---------------------|
| C21 | 145+637.818 | 145+757.710 | 119.89 | 5.1 | 11 | NO SATISFACE |
| C22 | 146+082.664 | 146+148.033 | 65.37 | 2.5 | 5 | NO SATISFACE |
| C23 | 146+478.323 | 146+561.194 | 82.87 | 4.8 | 10.3 | NO SATISFACE |
| C24 | 146+645.231 | 146+702.573 | 57.34 | 5.5 | 11.5 | NO SATISFACE |
| C25 | 146+793.293 | 146+839.108 | 45.82 | 3.4 | 7.8 | NO SATISFACE |
| C26 | 147+047.509 | 147+143.970 | 96.46 | 6.5 | 12 | NO SATISFACE |
| C27 | 147+320.853 | 147+368.203 | 47.35 | 5.8 | 11.7 | NO SATISFACE |
| C28 | 147+422.748 | 147+545.759 | 123.01 | 3 | 6.7 | NO SATISFACE |
| C29 | 147+870.865 | 147+906.092 | 35.23 | 5.1 | 11.2 | NO SATISFACE |
| C30 | 147+906.092 | 147+963.391 | 57.3 | 7.4 | 12 | NO SATISFACE |
| C31 | 148+014.952 | 148+071.444 | 56.49 | 5.7 | 11.7 | NO SATISFACE |
| C32 | 148+091.063 | 148+129.549 | 38.49 | 3.2 | 7.2 | NO SATISFACE |
| C33 | 148+137.704 | 148+183.533 | 45.83 | 6.6 | 12 | NO SATISFACE |
| C34 | 148+306.709 | 148+390.746 | 84.04 | 7.2 | 12 | NO SATISFACE |
| C35 | 148+707.233 | 148+768.686 | 61.45 | 2.5 | 4.8 | NO SATISFACE |
| C36 | 148+893.686 | 148+965.180 | 71.49 | 2.5 | 4.5 | NO SATISFACE |
| C37 | 149+048.127 | 149+158.950 | 110.82 | 2.5 | 4.3 | NO SATISFACE |
| C38 | 149+209.627 | 149+271.922 | 62.29 | 4.2 | 9.2 | NO SATISFACE |
| C39 | 149+312.248 | 149+385.035 | 72.79 | 5.7 | 11.7 | NO SATISFACE |
| C40 | 149+549.604 | 149+595.450 | 45.85 | 5.9 | 12 | NO SATISFACE |
| C41 | 149+659.816 | 149+705.851 | 46.04 | 7.1 | 12 | NO SATISFACE |
| C42 | 149+740.474 | 149+837.578 | 97.1 | 6.7 | 12 | NO SATISFACE |
| C43 | 149+988.881 | 150+045.576 | 56.7 | 6.6 | 12 | NO SATISFACE |
| C44 | 150+092.943 | 150+141.222 | 48.28 | 7.2 | 12 | NO SATISFACE |
| C45 | 150+269.844 | 150+364.081 | 94.24 | 6.5 | 12 | NO SATISFACE |
| C46 | 150+394.170 | 150+471.865 | 77.69 | 4.6 | 10.2 | NO SATISFACE |
| C47 | 150+525.113 | 150+556.136 | 31.02 | 2.5 | 4.3 | NO SATISFACE |
| C48 | 150+556.136 | 150+593.441 | 37.3 | 2.5 | 4.5 | NO SATISFACE |
| C49 | 150+634.002 | 150+685.580 | 51.58 | 2.5 | 4 | NO SATISFACE |
| C50 | 150+712.251 | 150+739.199 | 26.95 | 4.5 | 10 | NO SATISFACE |
| C51 | 150+845.527 | 150+926.683 | 81.16 | 4.5 | 10 | NO SATISFACE |
| C52 | 151+146.558 | 151+223.137 | 76.58 | 5.5 | 11.5 | NO SATISFACE |
| C53 | 151+301.422 | 151+368.770 | 67.35 | 5.2 | 11.2 | NO SATISFACE |
| C54 | 151+451.988 | 151+508.492 | 56.5 | 7.4 | 12 | NO SATISFACE |
| C55 | 151+573.356 | 151+627.487 | 54.13 | 6.7 | 12 | NO SATISFACE |

Figura N° 24: Porcentaje de cumplimiento de peraltes



Análisis:

Los peraltes se constituyen como uno de los elementos de seguridad de las curvas horizontales, razón por la cual su valor debe ser el correspondiente para asegurar que los vehículos circulen con seguridad y comodidad al transitar en las curvas horizontales.

En el cuadro anterior se verifica que el 100% de que los peraltes no cumplen con los valores exigidos por la norma; esto se debe a:

El valor del peralte está dado por:

$$p = \frac{V^2}{127 R} - C_f \quad \text{Ecuación..... 14}$$

Donde: p = peralte

V: velocidad de diseño o velocidad específica

C_f: Coeficiente de fricción

R: Radio curva.

De acuerdo con la ecuación anterior se puede observar que, al incrementarse la velocidad, disminuye el coeficiente de fricción transversal y al permanecer el valor del radio **el valor del peralte va a ser mayor.**

En el cuadro anterior se puede observar que los peraltes calculados para las condiciones existentes, son mayores que los peraltes existentes, de lo

que se puede deducir que las curvas en el tramo no están preparadas para la velocidad de diseño de 50 Km/h y menos para la velocidad de operación, por lo que se puede afirmar que circular por las curvas a la velocidad de operación es totalmente inseguro.

3.5.9 Tramos en tangente

Las DG-2018, para la velocidad de diseño de 50 Km/h, nos indican la longitud mínima de los tramos en tangente para curvas en el mismo sentido, en sentido contrario, estos valores se han comparado con las longitudes de los tramos existentes, obteniéndose los siguientes resultados.

Tabla 24: Análisis de tramos en tangente

| Progresivas | | Tramo en tangente | Tramos en tangente | | Condición de Verificación |
|-------------|-------------|-------------------|--------------------|--------|---------------------------|
| Inicio | Fin | | Existente | Norma | |
| 142+068.454 | 142+245.542 | Lmin.o | 177.088 | 139.00 | SATISFACE |
| 142+323.598 | 142+426.527 | Lmin.o | 102.929 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 142+527.669 | 142+648.022 | Lmin.s | 120.353 | 69.50 | SATISFACE |
| 142+702.272 | 142+778.086 | Lmin.o | 75.814 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 142+861.302 | 142+904.355 | Lmin.s | 43.053 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 143+004.547 | 143+076.786 | Lmin.s | 72.239 | 69.50 | SATISFACE |
| 143+175.505 | 143+218.343 | Lmin.s | 42.838 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 143+280.985 | 143+351.786 | Lmin.s | 70.801 | 69.50 | SATISFACE |
| 143+437.314 | 143+759.041 | Lmin.o | 321.727 | 139.00 | SATISFACE |
| 143+833.310 | 143+911.814 | Lmin.s | 78.504 | 69.50 | SATISFACE |
| 143+972.251 | 144+302.154 | Lmin.o | 329.903 | 139.00 | SATISFACE |
| 144+366.989 | 144+456.446 | Lmin.s | 89.457 | 69.50 | SATISFACE |
| 144+514.795 | 144+613.776 | Lmin.o | 98.981 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 144+789.103 | 144+985.022 | Lmin.s | 195.919 | 69.50 | SATISFACE |
| 145+068.764 | 145+090.742 | Lmin.o | 21.978 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 145+133.063 | 145+152.402 | Lmin.s | 19.339 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 145+171.832 | 145+203.559 | Lmin.s | 31.727 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 145+226.433 | 145+296.350 | Lmin.s | 69.917 | 69.50 | SATISFACE |
| 145+359.760 | 145+458.161 | Lmin.o | 98.401 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 145+520.301 | 145+637.818 | Lmin.s | 117.517 | 69.50 | SATISFACE |
| 145+757.710 | 146+082.664 | Lmin.s | 324.954 | 69.50 | SATISFACE |
| 146+148.033 | 146+478.323 | Lmin.o | 330.290 | 139.00 | SATISFACE |
| 146+561.194 | 146+645.231 | Lmin.s | 84.037 | 69.50 | SATISFACE |
| 146+702.573 | 146+793.293 | Lmin.s | 90.720 | 69.50 | SATISFACE |

| | | | | | |
|-------------|-------------|--------|---------|--------|---------------------|
| 146+839.108 | 147+047.509 | Lmin.s | 208.401 | 69.50 | SATISFACE |
| 147+143.970 | 147+320.853 | Lmin.s | 176.883 | 69.50 | SATISFACE |
| 147+368.203 | 147+422.748 | Lmin.o | 54.545 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 147+545.759 | 147+870.865 | Lmin.s | 325.106 | 69.50 | SATISFACE |
| 147+963.391 | 148+014.952 | Lmin.s | 51.561 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 148+071.444 | 148+091.063 | Lmin.o | 19.619 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 148+129.549 | 148+137.704 | Lmin.o | 8.155 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 148+183.533 | 148+306.709 | Lmin.s | 123.176 | 69.50 | SATISFACE |
| 148+390.746 | 148+707.233 | Lmin.s | 316.487 | 69.50 | SATISFACE |
| 148+768.686 | 148+893.686 | Lmin.o | 125.000 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 148+965.180 | 149+048.127 | Lmin.s | 82.947 | 69.50 | SATISFACE |
| 149+158.950 | 149+209.627 | Lmin.s | 50.677 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 149+271.922 | 149+312.248 | Lmin.o | 40.326 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 149+385.035 | 149+549.604 | Lmin.s | 164.569 | 69.50 | SATISFACE |
| 149+595.450 | 149+659.816 | Lmin.s | 64.366 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 149+705.851 | 149+740.474 | Lmin.s | 34.623 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 149+837.578 | 149+988.881 | Lmin.s | 151.303 | 69.50 | SATISFACE |
| 150+045.576 | 150+092.943 | Lmin.o | 47.367 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 150+141.222 | 150+269.844 | Lmin.s | 128.622 | 69.50 | SATISFACE |
| 150+364.081 | 150+394.170 | Lmin.o | 30.089 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 150+471.865 | 150+525.113 | Lmin.o | 53.248 | 139.00 | NO SATISFACE |
| 150+593.441 | 150+634.002 | Lmin.s | 40.561 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 150+685.580 | 150+712.251 | Lmin.s | 26.671 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 150+739.199 | 150+845.527 | Lmin.s | 106.328 | 69.50 | SATISFACE |
| 150+926.683 | 151+146.558 | Lmin.s | 219.875 | 69.50 | SATISFACE |
| 151+223.137 | 151+301.422 | Lmin.s | 78.285 | 69.50 | SATISFACE |
| 151+368.770 | 151+451.988 | Lmin.s | 83.218 | 69.50 | SATISFACE |
| 151+508.492 | 151+573.356 | Lmin.s | 64.864 | 69.50 | NO SATISFACE |
| 151+627.487 | 151+719.550 | Lmin.o | 92.063 | 139.00 | NO SATISFACE |

Figura N° 25: Porcentaje de satisfacción de tramos en tangente



Figura N° 26: Porcentaje de satisfacción de tramos en tangente Lmin.s

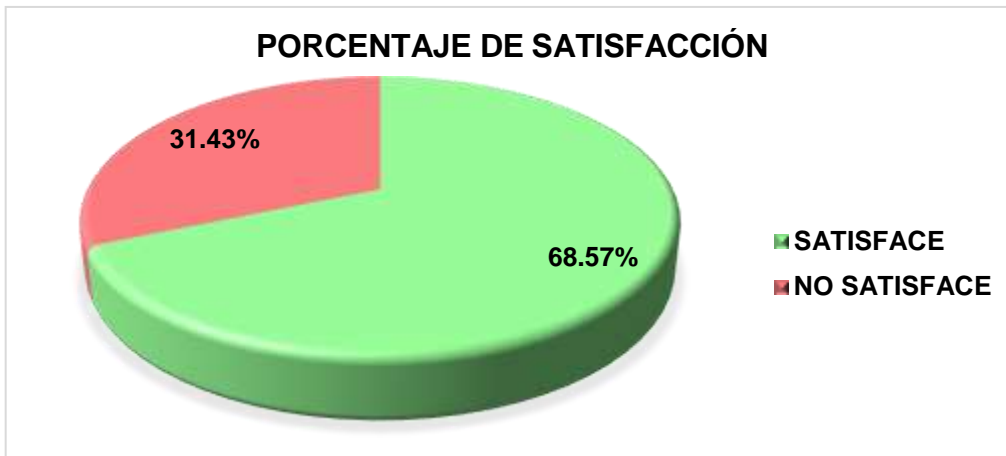


Figura N° 27: Porcentaje de satisfacción de tramos en tangente Lmin.o



Análisis:

La longitud de la entre tangencia varía según se aplique a curvas del mismo sentido o de sentido contrario, el análisis realizado nos indica que, del total de curvas en el mismo sentido, el 77.78% no satisfacen, mientras que, para las curvas de sentido contrario, el 31.43% no satisfacen, esto se debe a que las longitudes mínimas para las entre tangencias entre curvas del mismo sentido son mayor que para las curvas en S. La razón para ello es de orden psicológico, pues investigaciones hechas revelan que todo conductor que pasa de una curva de carretera espera la siguiente de sentido contrario, con la necesidad consecuencial de disponer de un mayor tiempo para percibir y reaccionar cuando la curva inmediata es del mismo sentido. En los tramos donde no se cumplen estas longitudes la circulación es insegura.

3.5.10 Longitudes de transición

Tabla 25: Verificación de longitudes de transición

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | P _f % | L _t (m) | L _b (m) | L _p (m) | %p en tangente | L _{T1} +L _{T2} | L _{b1} +%L _{T1} + L _{b2} %L _{T2} | Tangente ente P _i -P _o | Condición de Verificación I | Condición de Verificación II |
|------|-----------|--------------------|------------------|--------------------|--------------------|--------------------|----------------|----------------------------------|---|--|-----------------------------|------------------------------|
| C1 | 100 | 68.454 | 10.8 | 35.446 | 5.538 | 29.908 | 23.926 | | | | | SATISFACE |
| T1 | | | | | | | | 73.938 | 61.366 | 177.088 | SATISFACE | SATISFACE |
| C2 | 72.00 | 78.057 | 11.90 | 38.492 | 5.538 | 32.954 | 26.363 | | | | | SATISFACE |
| T2 | | | | | | | | 65.631 | 54.720 | 102.929 | SATISFACE | SATISFACE |
| C3 | 159.00 | 101.142 | 7.80 | 27.138 | 5.538 | 21.600 | 17.280 | | | | | SATISFACE |
| T3 | | | | | | | | 53.446 | 44.972 | 120.353 | SATISFACE | SATISFACE |
| C4 | 177.00 | 54.25 | 7.50 | 26.308 | 5.538 | 20.769 | 16.615 | | | | | SATISFACE |
| T4 | | | | | | | | 59.538 | 49.846 | 75.814 | SATISFACE | SATISFACE |
| C5 | 137.55 | 83.216 | 10.00 | 33.231 | 5.538 | 27.692 | 22.154 | | | | | SATISFACE |
| T5 | | | | | | | | 67.015 | 55.828 | 43.053 | NO SATISFACE | SATISFACE |
| C6 | 114.00 | 100.192 | 10.20 | 33.785 | 5.538 | 28.246 | 22.597 | | | | | SATISFACE |
| T6 | | | | | | | | 71.446 | 59.372 | 72.238 | SATISFACE | SATISFACE |
| C7 | 83.92 | 98.719 | 11.60 | 37.662 | 5.538 | 32.123 | 25.698 | | | | | SATISFACE |
| T7 | | | | | | | | 71.169 | 59.151 | 42.839 | NO SATISFACE | SATISFACE |
| C8 | 119.00 | 62.642 | 10.10 | 33.508 | 5.538 | 27.969 | 22.375 | | | | | SATISFACE |
| T8 | | | | | | | | 72.277 | 60.037 | 70.801 | SATISFACE | SATISFACE |
| C9 | 29.25 | 85.528 | 12.00 | 38.769 | 5.538 | 33.231 | 26.585 | | | | | SATISFACE |
| T9 | | | | | | | | 55.938 | 43.477 | 321.727 | SATISFACE | SATISFACE |
| C10 | 410.00 | 74.268 | 4.20 | 17.169 | 5.538 | 11.631 | 5.815 | | | | | SATISFACE |
| T10 | | | | | | | | 54.831 | 42.591 | 78.504 | SATISFACE | SATISFACE |
| C11 | 83.00 | 60.437 | 11.60 | 37.662 | 5.538 | 32.123 | 25.698 | | | | | SATISFACE |
| T11 | | | | | | | | 76.431 | 63.360 | 329.903 | SATISFACE | SATISFACE |
| C12 | 20.00 | 64.835 | 12.00 | 38.769 | 5.538 | 33.231 | 26.585 | | | | | SATISFACE |
| T12 | | | | | | | | 65.908 | 54.942 | 89.457 | SATISFACE | SATISFACE |
| C13 | 168.00 | 58.349 | 7.80 | 27.138 | 5.538 | 21.600 | 17.280 | | | | | SATISFACE |
| T13 | | | | | | | | 59.538 | 49.846 | 98.981 | SATISFACE | SATISFACE |

Figura N° 28: Porcentaje de cumplimiento de longitudes de transición

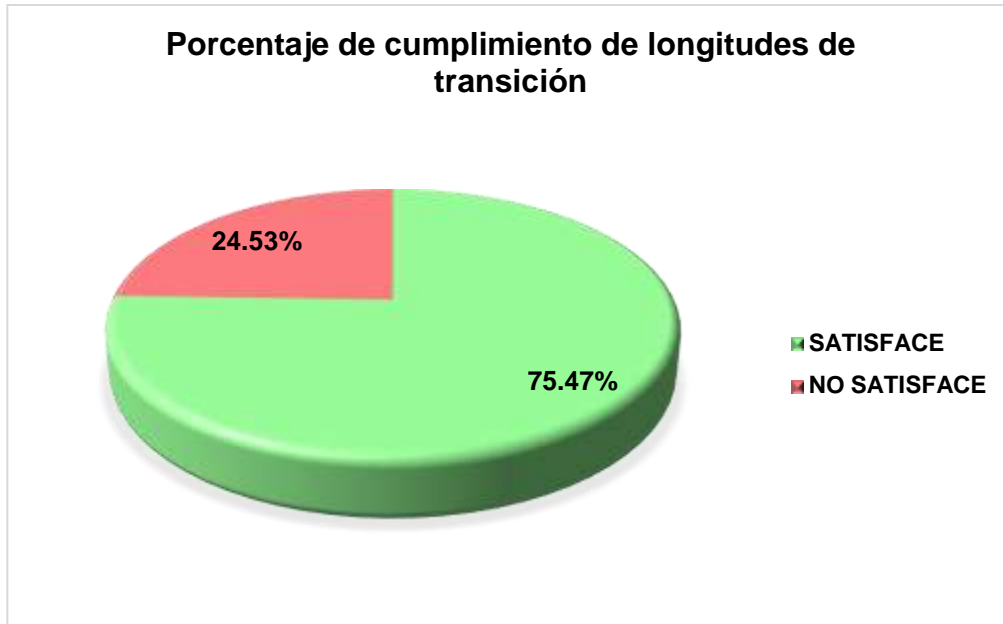
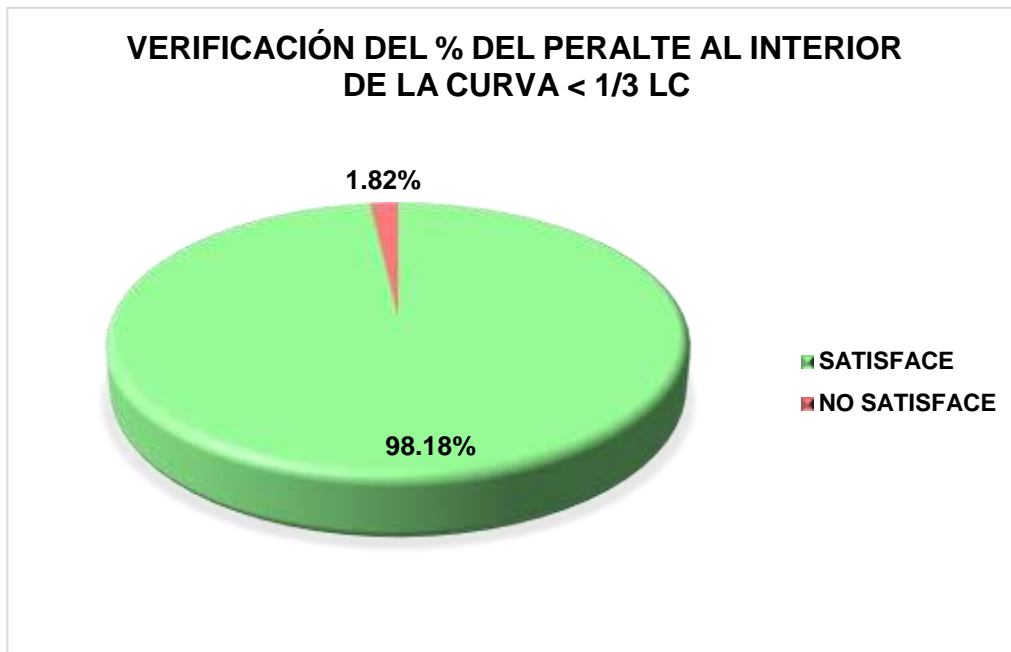


Figura N° 29: Porcentaje de cumplimiento del % del peralte al interior de la curva < $1/3 L_c$



Análisis:

De los resultados se puede apreciar que, de todas las curvas observadas, el 24.53 % no cumple con la longitud de transición, lo cual se debe a que, para calcular la longitud de transición, las DG 2018, proponen la siguiente fórmula.

$$L_t = \frac{P_f - P_0}{I_{pmax}} * \frac{\text{Ancho calzada}}{2} \quad \text{Ecuación..... 15}$$

De la fórmula anterior, se puede ver que las longitudes de transición dependen del peralte final, del bombeo, ancho de calzada y de la velocidad de diseño; al incrementarse la velocidad de diseño aumenta el ancho de calzada y el peralte final entonces es evidente que la longitud de transición es mayor, por lo que en los tramos existentes la longitud de la entretangencia debe satisfacer la ecuación

$$(x_i \% L_{p_i} + L_{b_i}) + (x_{i+1} \% L_{P_{i+1}} + L_{b_{i+1}}) \leq L_{i-i+1} \quad \text{Ecuación} \quad 16$$

Donde:

$x_i\%$: porcentaje de la long. de peralte a desarrollar en el tramo en tangente i

L_{p_i} : Longitud de peralte de la curva i

L_{b_i} : Longitud de bombeo de la curva i

$x_{i+1}\%$: porcentaje de la long. de peralte a desarrollar en el tramo en tangente $i + 1$

$L_{P_{i+1}}$: Longitud de peralte de la curva $i + 1$

$L_{b_{i+1}}$: Longitud de bombeo de la curva $i + 1$

L_{i-i+1} : Longitud de entretangencia entre la curva i a la curva $i + 1$

En la carretera las longitudes de las entre tangencias que no satisfacen esta condición, obligan a que el cambio de la sección con bombeo a peralte se realice en una menor longitud lo que evidentemente es peligroso para los vehículos, siendo un tramo con posibilidad de ocurrencia de accidentes, tipificándolo como inseguro

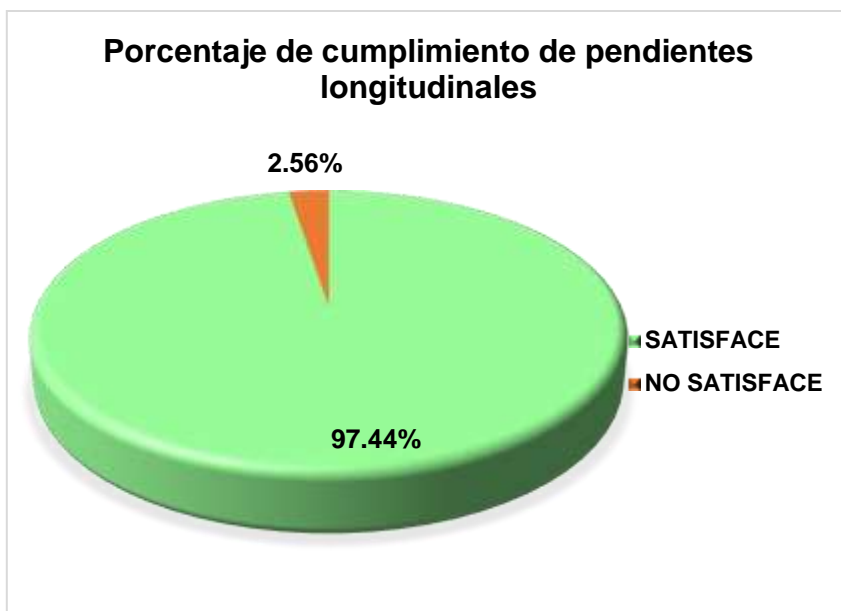
3.5.11 Pendientes

Tabla 26: Análisis de pendientes longitudinales y longitudes en pendiente

| Pogresivas P Pogresiva I. | J Vertical Progresiva Fin | i mínima % | i máxima % | i existente % | Condición de Verificación | Longitud en pendiente Existente | D. acum | Norma | Condición de Verificación |
|------------------------------|---------------------------------|------------------|------------------|---------------------|---------------------------------|------------------------------------|----------|------------|---------------------------------|
| 142+000.000 | 142+564.691 | 0.5 | 7 | 4.99 | SATISFACE | 564.691 | ----- | 510 | NO SATISFACE |
| 142+564.691 | 142+680.911 | 0.5 | 7 | 1.97 | SATISFACE | 116.22 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 142+680.911 | 142+872.283 | 0.5 | 7 | 1.34 | SATISFACE | 191.372 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 142+872.283 | 143+377.852 | 0.5 | 7 | 4.29 | SATISFACE | 505.569 | ----- | 600 | SATISFACE |
| 143+377.852 | 143+500.000 | 0.5 | 7 | 4.47 | SATISFACE | 122.148 | ----- | 580 | SATISFACE |
| 143+500.000 | 143+661.318 | 0.5 | 7 | 2.62 | SATISFACE | 161.318 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 143+661.318 | 143+775.116 | 0.5 | 7 | 4.29 | SATISFACE | 113.798 | ----- | 600 | SATISFACE |
| 143+775.116 | 143+997.816 | 0.5 | 7 | 4.67 | SATISFACE | 222.7 | ----- | 530 | SATISFACE |
| 143+997.816 | 144+276.445 | 0.5 | 7 | 3.96 | SATISFACE | 278.629 | 2276.445 | 700 | SATISFACE |
| 144+276.445 | 144+377.495 | 0.5 | 7 | 5.03 | SATISFACE | 101.05 | 101.05 | 470 | SATISFACE |
| 144+377.495 | 144+571.621 | 0.5 | 7 | 3.49 | SATISFACE | 194.126 | ----- | 650 | SATISFACE |
| 144+571.621 | 144+842.272 | 0.5 | 7 | 4.86 | SATISFACE | 270.651 | ----- | 580 | SATISFACE |
| 144+842.272 | 145+096.865 | 0.5 | 7 | 3.33 | SATISFACE | 254.593 | 464.777 | 710 | SATISFACE |
| 145+096.865 | 145+157.733 | 0.5 | 7 | 4.81 | SATISFACE | 60.868 | ----- | 510 | SATISFACE |
| 145+157.733 | 145+257.581 | 0.5 | 7 | 2.57 | SATISFACE | 99.848 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 145+257.581 | 145+374.938 | 0.5 | 7 | 3.26 | SATISFACE | 117.357 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 145+374.938 | 145+656.736 | 0.5 | 7 | 4.74 | SATISFACE | 281.798 | ----- | 530 | SATISFACE |
| 145+656.736 | 145+964.166 | 0.5 | 7 | 5.68 | SATISFACE | 307.43 | ----- | 410 | SATISFACE |
| 145+964.166 | 146+323.506 | 0.5 | 7 | 6.1 | SATISFACE | 359.34 | 666.77 | 370 | SATISFACE |
| 146+323.506 | 146+543.070 | 0.5 | 7 | 4.85 | SATISFACE | 219.564 | ----- | 510 | SATISFACE |
| 146+543.070 | 146+904.893 | 0.5 | 7 | 5.65 | SATISFACE | 361.823 | ----- | 420 | SATISFACE |
| 146+904.893 | 147+193.356 | 0.5 | 7 | 7.27 | NO SATISFACE | 288.463 | ----- | 300 | SATISFACE |
| 147+193.356 | 147+282.120 | 0.5 | 7 | 5.34 | SATISFACE | 88.764 | 739.05 | 460 | SATISFACE |
| 147+282.120 | 147+554.209 | 0.5 | 7 | 3.48 | SATISFACE | 272.089 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 147+554.209 | 147+768.662 | 0.5 | 7 | 4.98 | SATISFACE | 214.453 | ----- | 500 | SATISFACE |
| 147+768.662 | 147+903.736 | 0.5 | 7 | 5.54 | SATISFACE | 135.074 | 135.074 | 430 | SATISFACE |
| 147+903.736 | 148+093.409 | 0.5 | 7 | 3.48 | SATISFACE | 189.673 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 148+093.409 | 148+308.710 | 0.5 | 7 | 4.57 | SATISFACE | 215.301 | ----- | 540 | SATISFACE |
| 148+308.710 | 148+500.460 | 0.5 | 7 | 2.02 | SATISFACE | 191.75 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 148+500.460 | 148+887.578 | 0.5 | 7 | 4.43 | SATISFACE | 387.118 | ----- | 570 | SATISFACE |
| 148+887.578 | 149+237.208 | 0.5 | 7 | 5.14 | SATISFACE | 349.63 | 349.63 | 480 | SATISFACE |
| 149+237.208 | 149+620.037 | 0.5 | 7 | 1.12 | SATISFACE | 382.829 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 149+620.037 | 149+960.749 | 0.5 | 7 | 2.01 | SATISFACE | 340.712 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 149+960.749 | 150+356.340 | 0.5 | 7 | 3.8 | SATISFACE | 395.591 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 150+356.340 | 150+720.968 | 0.5 | 7 | 2 | SATISFACE | 364.628 | ----- | 710 | SATISFACE |

| | | | | | | | | | |
|-------------|-------------|-----|---|-------------|-----------|---------|---------|-----|-----------|
| 150+720.968 | 151+108.943 | 0.5 | 7 | 4.9 | SATISFACE | 387.975 | ----- | 505 | SATISFACE |
| 151+108.943 | 151+279.462 | 0.5 | 7 | 5.15 | SATISFACE | 170.519 | 170.519 | 460 | SATISFACE |
| 151+279.462 | 151+644.339 | 0.5 | 7 | 2.72 | SATISFACE | 364.877 | ----- | 710 | SATISFACE |
| 151+644.339 | 151+820.000 | 0.5 | 7 | 5.17 | SATISFACE | 175.661 | 175.661 | 460 | SATISFACE |

Figura N° 30: Porcentaje de cumplimiento de pendientes longitudinales



Análisis:

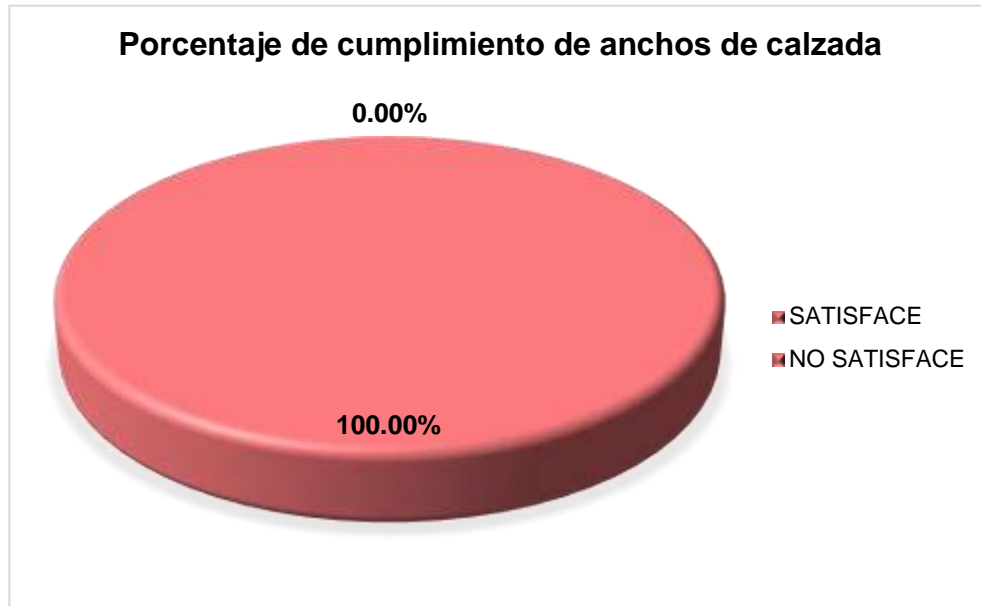
En lo referente a las pendientes longitudinales, se puede apreciar que la vía satisface los dispuesto por las DG 2018 en relación a las pendientes máximas en un 97.44% y solo el el 2.56% de la longitud de la vía tiene una pendiente mayor a 6% que es la pendiente máxima estipulada, pero en este aspecto se puede indicar que la evolución altimétrica de la vía es adecuada.

3.5.12 Calzada y bermas

Tabla 27: Verificación de bermas y calzadas

| | Existente | Requerida |
|---------|------------|-----------|
| Calzada | 6.00 m | 7.20 m |
| Berma | 0 - 0.50 m | 2.60 m |

Figura N° 31: Porcentaje de cumplimiento de anchos de calzada



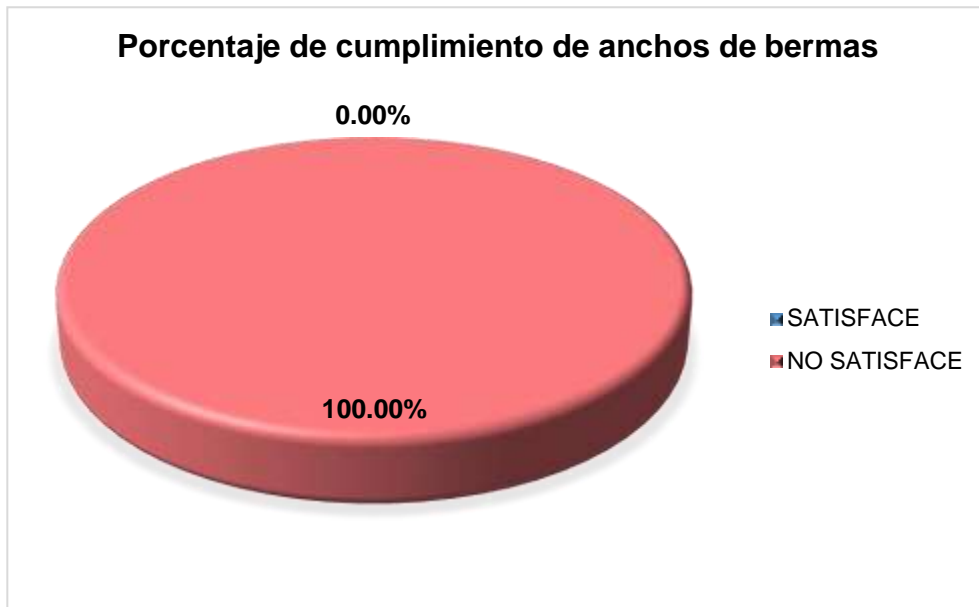
Análisis:

Como se puede apreciar el porcentaje de cumplimiento es de 0%, esto se debe a que la calzada aún conserva las dimensiones con las que fue diseñada y construida de acuerdo con las NPDC, sin embargo, de acuerdo a las condiciones actuales el ancho de calzada que le corresponde es de 7.20m. A partir de aquí podemos indicar que el tramo analizado es totalmente inseguro pues como el ancho máximo de los vehículos es de 2.60, no cumple con las holguras h1 y h2 que son de 0.50 y 0.40 respectivamente

Figura N° 32: Ancho insuficiente de la calzada.



Figura N° 33: Porcentaje de cumplimiento de anchos de bermas



Análisis:

Para el caso de las bermas, el porcentaje de cumplimiento es de 0%, pues el ancho de las bermas existentes, se encuentran entre 0.50 hasta 0 metros; sin embargo, de acuerdo con las condiciones existentes, éstas deberían ser de 2.60m. Esta situación incrementa el riesgo para la ocurrencia de

accidentes como consecuencia de la disminución de la visibilidad, del tránsito peatonal, estacionamiento de vehículos.

Figura N° 34: Las Bermas no cumplen con la dimensión mínima



3.5.13 Visibilidad

3.5.13.1 Visibilidad en curvas horizontales

Tabla 28: Visibilidad en curvas horizontales

| N° C | Radio (m) | i% longitudinal | Dp (m) | M calculado | M existente | Condición de Verificación |
|------|-----------|-----------------|--------|-------------|-------------|---------------------------|
| C1 | 100 | -4.99 | 59 | 4.38 | | ZONA URBANA |
| C2 | 72 | -4.99 | 59 | 6.08 | | ZONA URBANA |
| C3 | 159 | -4.99 | 59 | 2.75 | | ZONA URBANA |
| C4 | 177 | 1.97 | 53 | 2 | 7.63 | SATISFACE |
| C5 | 137.55 | 1.34 | 54 | 2.67 | 5.68 | SATISFACE |
| C6 | 114 | -4.29 | 58 | 3.72 | 3.93 | SATISFACE |
| C7 | 83.92 | 4.29 | 52 | 4.07 | 7.83 | SATISFACE |
| C8 | 119 | -4.29 | 58 | 3.56 | No existe | SATISFACE |
| C9 | 29.25 | 4.29 | 52 | 11.31 | 11.13 | NO SATISFACE |
| C10 | 410 | 4.29 | 52 | 0.83 | No existe | SATISFACE |

| | | | | | | |
|-----|------|-------|----|-------|-----------|---------------------|
| C11 | 83 | -4.67 | 59 | 5.28 | 5.09 | NO SATISFACE |
| C12 | 20 | -5.03 | 59 | 18.94 | 9.86 | NO SATISFACE |
| C13 | 168 | 3.49 | 53 | 2.1 | 6.36 | SATISFACE |
| C14 | 156 | 4.86 | 51 | 2.1 | 6.18 | SATISFACE |
| C15 | 76 | -3.33 | 57 | 5.39 | 6.7 | SATISFACE |
| C16 | 484 | 4.81 | 51 | 0.65 | 6.04 | SATISFACE |
| C17 | 43 | -2.57 | 57 | 5.53 | No existe | SATISFACE |
| C18 | 225 | 2.57 | 53 | 1.06 | 4.88 | SATISFACE |
| C19 | 178 | -3.26 | 57 | 2.3 | No existe | SATISFACE |
| C20 | 264 | -4.74 | 59 | 1.66 | No existe | SATISFACE |
| C21 | 97 | 5.68 | 51 | 3.38 | 5.5 | SATISFACE |
| C22 | 300 | -6.1 | 60 | 1.51 | No existe | SATISFACE |
| C23 | 109 | -5.65 | 60 | 4.16 | No existe | SATISFACE |
| C24 | 81 | 5.65 | 51 | 4.05 | 5.84 | SATISFACE |
| C25 | 184 | -5.65 | 60 | 2.33 | No existe | SATISFACE |
| C26 | 53 | 7.27 | 50 | 5.95 | 8.01 | SATISFACE |
| C27 | 72 | -3.48 | 58 | 5.76 | No existe | SATISFACE |
| C28 | 213 | -3.48 | 58 | 1.99 | No existe | SATISFACE |
| C29 | 95 | 5.54 | 51 | 3.14 | 6.62 | SATISFACE |
| C30 | 38 | 3.48 | 53 | 9.2 | 7.27 | NO SATISFACE |
| C31 | 74 | -3.48 | 58 | 5.8 | No existe | SATISFACE |
| C32 | 195 | -4.57 | 59 | 1.98 | 8.93 | SATISFACE |
| C33 | 52 | -4.57 | 59 | 8.19 | No existe | SATISFACE |
| C34 | 41 | 2.02 | 53 | 8.56 | 6.75 | NO SATISFACE |
| C35 | 316 | -4.43 | 58 | 1.34 | No existe | SATISFACE |
| C36 | 320 | -5.14 | 59 | 1.37 | No existe | SATISFACE |
| C37 | 375 | -5.14 | 59 | 1.16 | 6.56 | SATISFACE |
| C38 | 137 | -1.12 | 56 | 2.88 | No existe | SATISFACE |
| C39 | 76 | -1.12 | 56 | 5.2 | No existe | SATISFACE |
| C40 | 68 | 1.12 | 54 | 5.36 | 5.04 | NO SATISFACE |
| C41 | 43 | -2.01 | 56 | 9.15 | 7.89 | NO SATISFACE |
| C42 | 50.5 | 2.01 | 53 | 6.99 | 5.55 | NO SATISFACE |
| C43 | 51 | -3.8 | 58 | 8.49 | No existe | SATISFACE |
| C44 | 41 | -3.8 | 58 | 10.35 | No existe | SATISFACE |
| C45 | 53 | 3.8 | 52 | 6.42 | 6.94 | SATISFACE |
| C46 | 114 | 2 | 53 | 3.11 | 6.99 | SATISFACE |
| C47 | 374 | 2 | 53 | 0.78 | 5.46 | SATISFACE |
| C48 | 272 | -2 | 56 | 1.29 | No existe | SATISFACE |
| C49 | 422 | 2 | 53 | 0.83 | 5.75 | SATISFACE |
| C50 | 120 | -4.9 | 59 | 2.59 | No existe | SATISFACE |
| C51 | 122 | 4.9 | 51 | 2.69 | 6.4 | SATISFACE |
| C52 | 80 | -5.15 | 59 | 5.48 | 6.02 | SATISFACE |
| C53 | 92 | 5.15 | 51 | 3.57 | 6.12 | SATISFACE |

| | | | | | | |
|-----|----|-------|----|-------|------|---------------------|
| C54 | 38 | -2.72 | 57 | 11.13 | 14 | SATISFACE |
| C55 | 50 | 2.72 | 53 | 7.06 | 6.16 | NO SATISFACE |

Figura N° 35: Porcentaje de cumplimiento de la visibilidad en curvas horizontales

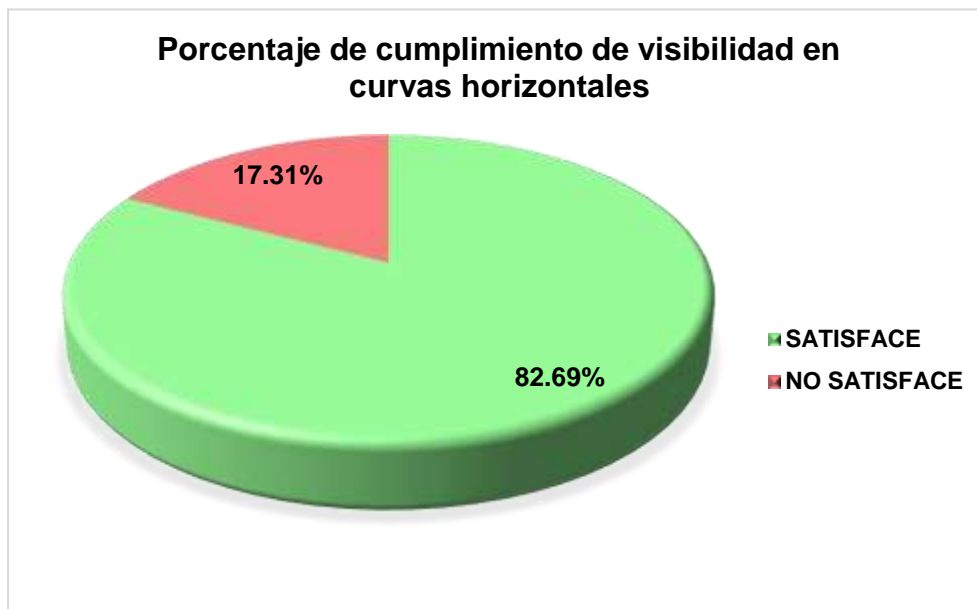
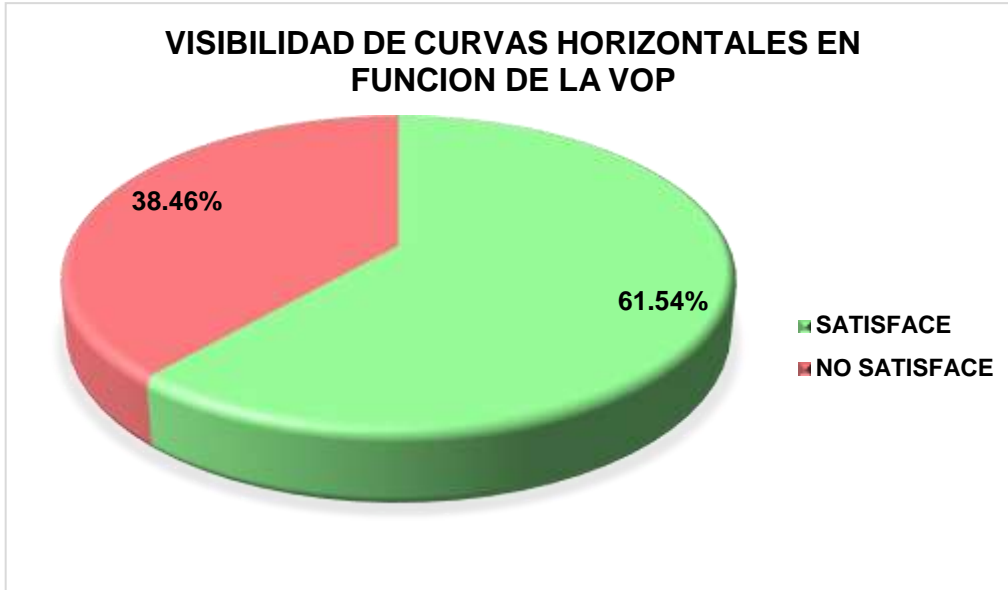


Tabla 29: Cumplimiento de la visibilidad en función de la Velocidad de operación.

| N° C | Radio (m) | Vop | i% longitudinal | Dp Calc (Vop) | M calculado | M existente | Condición de Verificación |
|------|-----------|-------|-----------------|---------------|-------------|-------------|---------------------------|
| C1 | 100 | 40 | -4.99 | 48.98 | 3.03 | | ZONA URBANA |
| C2 | 72 | 30 | -4.99 | 32.76 | 1.89 | | ZONA URBANA |
| C3 | 159 | 30 | -4.99 | 32.76 | 0.85 | | ZONA URBANA |
| C4 | 177 | 65.1 | 1.97 | 90.72 | 4.91 | 7.63 | SATISFACE |
| C5 | 137.55 | 70.57 | 1.34 | 103.43 | 9.45 | 5.68 | NO SATISFACE |
| C6 | 114 | 62 | -4.29 | 92.83 | 9.44 | 3.93 | NO SATISFACE |
| C7 | 83.92 | 58.25 | 4.29 | 74.72 | 8.32 | 7.83 | NO SATISFACE |
| C8 | 119 | 59.4 | -4.29 | 86.94 | 7.41 | No existe | SATISFACE |
| C9 | 29.25 | 62.1 | 4.29 | 82.07 | 25.2 | 11.13 | NO SATISFACE |
| C10 | 410 | 74 | 4.29 | 106.69 | 3.16 | No existe | SATISFACE |
| C11 | 83 | 58.8 | -4.67 | 86.17 | 10.37 | 5.09 | NO SATISFACE |
| C12 | 20 | 44 | -5.03 | 56.25 | 17.57 | 9.86 | NO SATISFACE |
| C13 | 168 | 67.5 | 3.49 | 93.85 | 5.67 | 6.36 | SATISFACE |
| C14 | 156 | 64.5 | 4.86 | 86.2 | 5.97 | 6.18 | SATISFACE |

| | | | | | | | |
|-----|------|-------|-------|--------|-------|-----------|---------------------|
| C15 | 76 | 57 | -3.33 | 80.37 | 10.58 | 6.7 | NO SATISFACE |
| C16 | 484 | 57 | 4.81 | 71.96 | 1.11 | 6.04 | SATISFACE |
| C17 | 43 | 38 | -2.57 | 44.09 | 4.02 | No existe | SATISFACE |
| C18 | 225 | 68 | 2.57 | 96.08 | 2.17 | 4.88 | SATISFACE |
| C19 | 178 | 71 | -3.26 | 112.44 | 7.25 | No existe | SATISFACE |
| C20 | 264 | 71.5 | -4.74 | 116.85 | 5.08 | No existe | SATISFACE |
| C21 | 97 | 61.7 | 5.68 | 79.97 | 8.25 | 5.5 | NO SATISFACE |
| C22 | 300 | 85 | -6.1 | 158.51 | 6.89 | No existe | SATISFACE |
| C23 | 109 | 73 | -5.65 | 122.93 | 15.71 | No existe | SATISFACE |
| C24 | 81 | 62 | 5.65 | 80.57 | 9.36 | 5.84 | NO SATISFACE |
| C25 | 184 | 71.5 | -5.65 | 118.95 | 6.03 | No existe | SATISFACE |
| C26 | 53 | 52 | 7.27 | 61.48 | 8.91 | 8.01 | NO SATISFACE |
| C27 | 72 | 57.7 | -3.48 | 82.06 | 9.8 | No existe | SATISFACE |
| C28 | 213 | 72.55 | -3.48 | 116.77 | 8.01 | No existe | SATISFACE |
| C29 | 95 | 46.25 | 5.54 | 53.05 | 3.34 | 6.62 | SATISFACE |
| C30 | 38 | 46.25 | 3.48 | 54.18 | 9.6 | 7.27 | NO SATISFACE |
| C31 | 74 | 57 | -3.48 | 80.56 | 10.19 | No existe | SATISFACE |
| C32 | 195 | 60 | -4.57 | 88.72 | 3.45 | 8.93 | SATISFACE |
| C33 | 52 | 60 | -4.57 | 88.72 | 14.93 | No existe | SATISFACE |
| C34 | 41 | 45 | 2.02 | 52.97 | 8.55 | 6.75 | NO SATISFACE |
| C35 | 316 | 73 | -4.43 | 120.02 | 4.36 | No existe | SATISFACE |
| C36 | 320 | 56.5 | -5.14 | 81.76 | 2.58 | No existe | SATISFACE |
| C37 | 375 | 74.5 | -5.14 | 125.67 | 5.21 | 6.56 | SATISFACE |
| C38 | 137 | 70 | -1.12 | 106.07 | 8.61 | No existe | SATISFACE |
| C39 | 76 | 58.7 | -1.12 | 81.17 | 10.94 | No existe | SATISFACE |
| C40 | 68 | 60.65 | 1.12 | 82.55 | 10.28 | 5.04 | NO SATISFACE |
| C41 | 43 | 53.5 | -2.01 | 71.63 | 13.48 | 7.89 | NO SATISFACE |
| C42 | 50.5 | 49.5 | 2.01 | 60.66 | 9.09 | 5.55 | NO SATISFACE |
| C43 | 51 | 55.35 | -3.8 | 77.48 | 14.07 | No existe | SATISFACE |
| C44 | 41 | 50 | -3.8 | 66.58 | 12.97 | No existe | SATISFACE |
| C45 | 53 | 57 | 3.8 | 72.81 | 12.34 | 6.94 | NO SATISFACE |
| C46 | 114 | 67.5 | 2 | 95.76 | 9.83 | 6.99 | NO SATISFACE |
| C47 | 374 | 81 | 2 | 126.65 | 2.31 | 5.46 | SATISFACE |
| C48 | 272 | 81 | -2 | 135.26 | 4.02 | No existe | SATISFACE |
| C49 | 422 | 77.5 | 2 | 118.26 | 2.84 | 5.75 | SATISFACE |
| C50 | 120 | 76.35 | -4.9 | 130.05 | 6.63 | No existe | SATISFACE |
| C51 | 122 | 71 | 4.9 | 99.43 | 9.91 | 6.4 | NO SATISFACE |
| C52 | 80 | 65.5 | -5.15 | 102.66 | 15.7 | 6.02 | NO SATISFACE |
| C53 | 92 | 53.35 | 5.15 | 65.17 | 5.8 | 6.12 | SATISFACE |
| C54 | 38 | 41 | -2.72 | 49.17 | 7.97 | 14 | SATISFACE |
| C55 | 50 | 55 | 2.72 | 70.03 | 11.99 | 6.16 | NO SATISFACE |

Figura N° 36: Porcentaje de cumplimiento de la visibilidad en curvas horizontales en función de la Velocidad de operación



Análisis:

La visibilidad en las curvas horizontales es función del radio de la curva, de la velocidad, de la distancia de frenado y de las obstrucciones laterales, es este caso en la tabla 27 se puede apreciar que el 17.31% de las curvas no satisfacen con la distancia de visibilidad calculada para la velocidad de diseño, sin embargo en la realidad los vehículos en las curvas circulan a las velocidades de operación que evidentemente son mayores que la velocidad de diseño, razón por la cual si hacemos el mismo análisis con la velocidad de operación, el porcentaje de incumplimiento se eleva a 38.46%, lo cual nos indica que realmente estas curvas constituyen un riesgo para la accidentalidad y la circulación de los vehículos sobre ellas es inseguro.

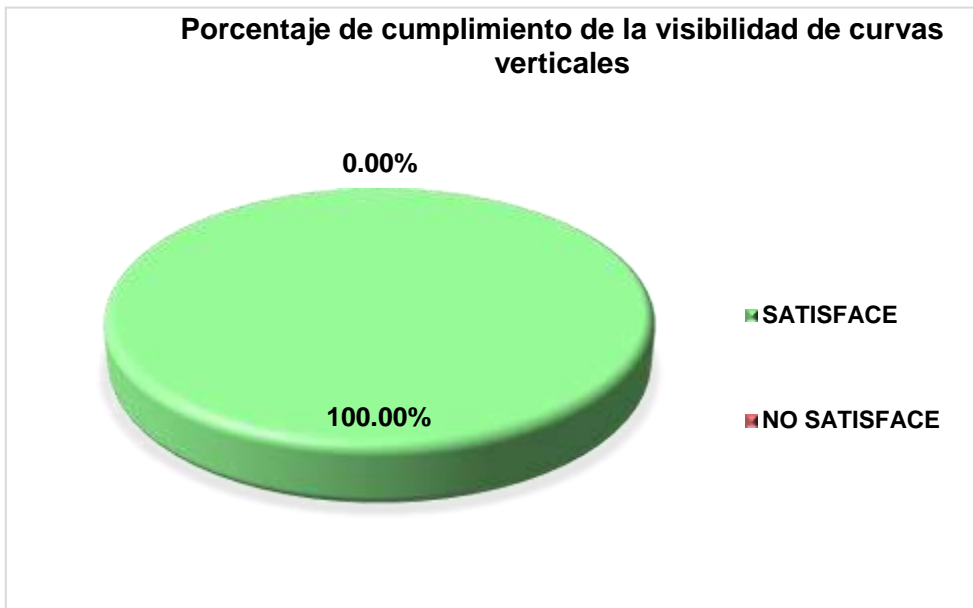
3.5.13.2 Visibilidad en curvas verticales

Tabla 30: Visibilidad en curvas verticales

| N° Curva | Curvas verticales | | P ₁ % | P ₂ % | Tipo de curva | $\left \frac{P_1\% + P_2\%}{2} \right $ (A) | Longitud C.V existente (m) | Dp (m) | Longitud mínima calculada | Necesidad de curvas verticales | Cumplimiento de visibilidad | |
|-------------|-------------------|-------------|------------------|------------------|------------------|---|-------------------------------------|---------|---------------------------------|--------------------------------------|-----------------------------------|-----------|
| CV -1 | 142+509.691 | 142+619.691 | 4.99 | 1.97 | Convexa | Tipo 2 | 3.01 | 110.000 | 59.00 | 25.97 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -2 | 142+665.911 | 142+695.911 | 1.97 | 1.34 | Convexa | Tipo 2 | 0.63 | 30.000 | 59.00 | -522.71 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -3 | 142+822.283 | 142+922.283 | 1.34 | 4.29 | Cóncava | Tipo 4 | 2.95 | 100.000 | 53.00 | 27.09 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -4 | 143+362.852 | 143+392.852 | 4.29 | 4.47 | Cóncava | Tipo 4 | 0.19 | 30.000 | 54.00 | -1545.64 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -5 | 143+470.000 | 143+530.000 | 4.47 | 2.62 | Cóncava | Tipo 4 | 1.86 | 60.000 | 58.00 | 19.35 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -6 | 143+621.318 | 143+701.318 | 2.62 | 4.29 | Cóncava | Tipo 4 | 1.67 | 80.000 | 52.00 | 14.96 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -7 | 143+760.116 | 143+790.116 | 4.29 | 4.67 | Cóncava | Tipo 4 | 0.38 | 30.000 | 58.00 | -740.07 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -8 | 143+982.816 | 144+012.816 | 4.67 | 3.96 | Convexa | Tipo 2 | 0.70 | 30.000 | 52.00 | -469.28 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -9 | 144+246.445 | 144+306.445 | 3.96 | 5.03 | Cóncava | Tipo 4 | 1.07 | 60.000 | 52.00 | 9.55 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -10 | 144+362.495 | 144+392.495 | 5.03 | 4.09 | Convexa | Tipo 2 | 0.93 | 30.000 | 59.00 | -315.39 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -11 | 144+556.621 | 144+586.621 | 4.09 | 4.38 | Cóncava | Tipo 4 | 0.28 | 30.000 | 59.00 | -1030.18 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -12 | 144+797.272 | 144+887.272 | 4.38 | 3.33 | Convexa | Tipo 2 | 1.05 | 90.000 | 53.00 | 7.28 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -13 | 145+056.865 | 145+136.865 | 3.33 | 4.81 | Cóncava | Tipo 4 | 1.48 | 80.000 | 51.00 | 12.85 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -14 | 145+142.733 | 145+172.733 | 4.81 | 2.57 | Convexa | Tipo 2 | 2.24 | 30.000 | 57.00 | -66.66 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -15 | 145+242.581 | 145+272.581 | 2.57 | 3.26 | Cóncava | Tipo 4 | 0.69 | 30.000 | 51.00 | -329.89 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -16 | 145+334.938 | 145+414.938 | 3.26 | 4.74 | Cóncava | Tipo 4 | 1.47 | 80.000 | 57.00 | 15.00 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -17 | 145+641.736 | 145+671.736 | 4.74 | 5.68 | Cóncava | Tipo 4 | 0.94 | 30.000 | 53.00 | -218.68 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -18 | 145+934.166 | 145+994.166 | 5.68 | 6.10 | Cóncava | Tipo 4 | 0.42 | 60.000 | 57.00 | 4.31 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -19 | 146+283.506 | 146+363.506 | 6.10 | 4.85 | Convexa | Tipo 2 | 1.26 | 80.000 | 59.00 | 10.82 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -20 | 146+483.070 | 146+603.070 | 4.85 | 5.65 | Cóncava | Tipo 4 | 0.80 | 120.000 | 51.00 | 6.99 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -21 | 146+859.893 | 146+949.893 | 5.65 | 7.27 | Cóncava | Tipo 4 | 1.62 | 90.000 | 60.00 | 17.66 | NECESITA | SATISFACE |

| | | | | | | | | | | | | |
|--------|-------------|-------------|------|------|---------|--------|------|---------|-------|----------|--------------------|-----------|
| CV -22 | 147+148.356 | 147+238.356 | 7.27 | 5.34 | Convexa | Tipo 2 | 1.93 | 90.000 | 60.00 | 17.20 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -23 | 147+262.120 | 147+302.120 | 5.34 | 3.48 | Convexa | Tipo 2 | 1.86 | 40.000 | 51.00 | -115.64 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -24 | 147+514.209 | 147+594.209 | 3.48 | 4.98 | Cóncava | Tipo 4 | 1.50 | 80.000 | 60.00 | 16.33 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -25 | 147+738.662 | 147+798.662 | 4.98 | 5.54 | Cóncava | Tipo 4 | 0.56 | 60.000 | 50.00 | 4.77 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -26 | 147+853.736 | 147+953.736 | 5.54 | 3.48 | Convexa | Tipo 2 | 2.06 | 100.000 | 58.00 | 17.19 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -27 | 148+053.409 | 148+133.409 | 3.48 | 4.57 | Cóncava | Tipo 4 | 1.09 | 80.000 | 58.00 | 11.36 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -28 | 148+268.710 | 148+348.710 | 4.57 | 2.02 | Convexa | Tipo 2 | 2.55 | 80.000 | 51.00 | 16.39 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -29 | 148+445.460 | 148+555.460 | 2.02 | 4.43 | Cóncava | Tipo 4 | 2.41 | 110.000 | 53.00 | 22.17 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -30 | 148+872.578 | 148+902.578 | 4.43 | 5.14 | Cóncava | Tipo 4 | 0.71 | 30.000 | 58.00 | -337.76 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -31 | 149+157.208 | 149+317.208 | 5.14 | 1.12 | Convexa | Tipo 2 | 4.02 | 160.000 | 59.00 | 34.68 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -32 | 149+605.037 | 149+635.037 | 1.12 | 2.01 | Cóncava | Tipo 4 | 0.89 | 30.000 | 59.00 | -247.75 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -33 | 149+910.749 | 150+010.749 | 2.01 | 3.80 | Cóncava | Tipo 4 | 1.79 | 100.000 | 53.00 | 16.48 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -34 | 150+316.340 | 150+396.340 | 3.80 | 2.00 | Convexa | Tipo 2 | 1.81 | 80.000 | 58.00 | 15.05 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -35 | 150+625.968 | 150+815.968 | 2.00 | 4.90 | Cóncava | Tipo 4 | 2.91 | 190.000 | 59.00 | 30.99 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -36 | 151+093.943 | 151+123.943 | 4.90 | 5.15 | Cóncava | Tipo 4 | 0.24 | 30.000 | 59.00 | -1221.14 | NO NECESITA | SATISFACE |
| CV -37 | 151+249.462 | 151+309.462 | 5.15 | 2.72 | Convexa | Tipo 2 | 2.43 | 60.000 | 56.00 | 18.85 | NECESITA | SATISFACE |
| CV -38 | 151+604.339 | 151+684.339 | 2.72 | 5.19 | Cóncava | Tipo 4 | 2.47 | 80.000 | 56.00 | 19.20 | NECESITA | SATISFACE |

Figura N° 37: Porcentaje de cumplimiento de curvas verticales



Análisis:

La visibilidad en las curvas verticales, depende del cambio de pendiente (A) y de la longitud de curva seleccionada, en el tramo se tiene que los valores de los cambios de pendientes tienen un valor máximo de 3.01%, valor que en realidad es bajo, por lo que en perfil en la vía no se tiene problemas de visibilidad en curvas verticales, por lo que en este sentido la circulación de los vehículos en curvas verticales es seguro.

3.5.13.3 Visibilidad en tramos en tangente

En este caso como mayormente la visibilidad en los tramos cumplen con las distancias de visibilidad de parada, se ha realizado la evaluación de la visibilidad considerando la distancia de visibilidad de adelantamiento.

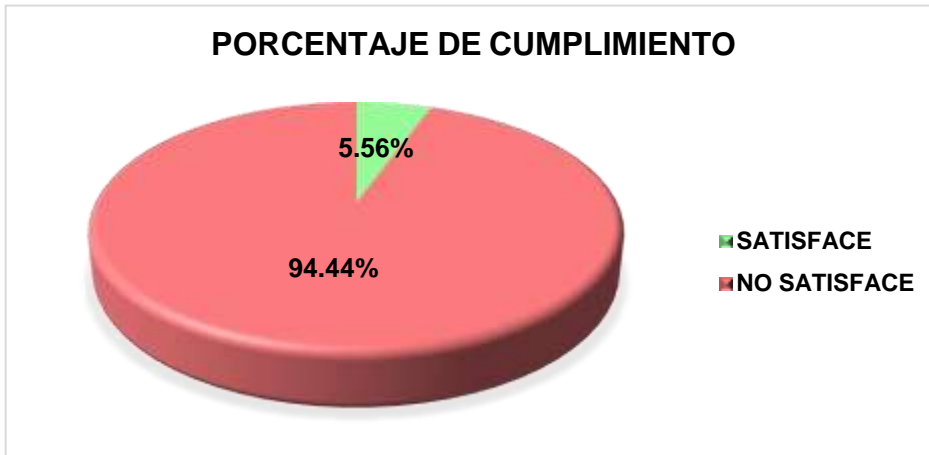
Tabla 31: Distancias de Adelantamiento

| Elemento | Pogresivas | | D1 (m) | D2 (m) | D3 (m) | D4 (m) | Dist. Adelant. | | Condición de Verificación |
|----------|-------------|-------------|-----------|--------|-----------|-----------|-----------------|-----------------|---------------------------|
| | Inicio | Fin | | | | | Da existente | Da calculada | |
| C1 | 142+000.000 | 142+068.454 | 39.08 | 129.27 | 29 | 86.18 | 68.454 | 283.53 | NO SATISFACE |
| T1 | 142+068.454 | 142+245.542 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 177.088 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C2 | 142+245.542 | 142+323.598 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 78.056 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T2 | 142+323.598 | 142+426.527 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 102.929 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C3 | 142+426.527 | 142+527.669 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 101.142 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T3 | 142+527.669 | 142+648.022 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 120.353 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C4 | 142+648.022 | 142+702.272 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 54.250 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T4 | 142+702.272 | 142+778.086 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 75.814 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C5 | 142+778.086 | 142+861.302 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 83.216 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T5 | 142+861.302 | 142+904.355 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 43.053 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C6 | 142+904.355 | 143+004.547 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 100.192 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T6 | 143+004.547 | 143+076.786 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 72.239 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C7 | 143+076.786 | 143+175.505 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 98.719 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T7 | 143+175.505 | 143+218.343 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 42.838 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C8 | 143+218.343 | 143+280.985 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 62.642 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T8 | 143+280.985 | 143+351.786 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 70.801 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C9 | 143+351.786 | 143+437.314 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 85.528 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T9 | 143+437.314 | 143+759.041 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 321.727 | 284.53 | SATISFACE |
| C10 | 143+759.041 | 143+833.310 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 74.269 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T10 | 143+833.310 | 143+911.814 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 78.504 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C11 | 143+911.814 | 143+972.251 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 60.437 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T11 | 143+972.251 | 144+302.154 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 329.903 | 284.53 | SATISFACE |
| C12 | 144+302.154 | 144+366.989 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 64.835 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T12 | 144+366.989 | 144+456.446 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 89.457 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C13 | 144+456.446 | 144+514.795 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 58.349 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T13 | 144+514.795 | 144+613.776 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 98.981 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C14 | 144+613.776 | 144+789.103 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 175.327 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T14 | 144+789.103 | 144+985.022 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 195.919 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C15 | 144+985.022 | 145+068.764 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 83.742 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T15 | 145+068.764 | 145+090.742 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 21.978 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C16 | 145+090.742 | 145+133.063 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 42.321 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T16 | 145+133.063 | 145+152.402 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 19.339 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C17 | 145+152.402 | 145+171.832 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 19.430 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T17 | 145+171.832 | 145+203.559 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 31.727 | 284.53 | NO SATISFACE |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------|--------|----|-------|---------|--------|---------------------|
| C18 | 145+203.559 | 145+226.433 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 22.874 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T18 | 145+226.433 | 145+296.350 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 69.917 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C19 | 145+296.350 | 145+359.760 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 63.410 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T19 | 145+359.760 | 145+458.161 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 98.401 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C20 | 145+458.161 | 145+520.301 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 62.140 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T20 | 145+520.301 | 145+637.818 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 117.517 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C21 | 145+637.818 | 145+757.710 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 119.892 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T21 | 145+757.710 | 146+082.664 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 324.954 | 284.53 | SATISFACE |
| C22 | 146+082.664 | 146+148.033 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 65.369 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T22 | 146+148.033 | 146+478.323 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 330.290 | 284.53 | SATISFACE |
| C23 | 146+478.323 | 146+561.194 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 82.871 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T23 | 146+561.194 | 146+645.231 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 84.037 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C24 | 146+645.231 | 146+702.573 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 57.342 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T24 | 146+702.573 | 146+793.293 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 90.720 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C25 | 146+793.293 | 146+839.108 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 45.815 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T25 | 146+839.108 | 147+047.509 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 208.401 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C26 | 147+047.509 | 147+143.970 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 96.461 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T26 | 147+143.970 | 147+320.853 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 176.883 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C27 | 147+320.853 | 147+368.203 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 47.350 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T27 | 147+368.203 | 147+422.748 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 54.545 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C28 | 147+422.748 | 147+545.759 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 123.011 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T28 | 147+545.759 | 147+870.865 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 325.106 | 284.53 | SATISFACE |
| C29 | 147+870.865 | 147+906.092 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 35.227 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C30 | 147+906.092 | 147+963.391 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 57.299 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T30 | 147+963.391 | 148+014.952 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 51.561 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C31 | 148+014.952 | 148+071.444 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 56.492 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T31 | 148+071.444 | 148+091.063 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 19.619 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C32 | 148+091.063 | 148+129.549 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 38.486 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T32 | 148+129.549 | 148+137.704 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 8.155 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C33 | 148+137.704 | 148+183.533 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 45.829 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T33 | 148+183.533 | 148+306.709 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 123.176 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C34 | 148+306.709 | 148+390.746 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 84.037 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T34 | 148+390.746 | 148+707.233 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 316.487 | 284.53 | SATISFACE |
| C35 | 148+707.233 | 148+768.686 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 61.453 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T35 | 148+768.686 | 148+893.686 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 125.000 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C36 | 148+893.686 | 148+965.180 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 71.494 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T36 | 148+965.180 | 149+048.127 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 82.947 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C37 | 149+048.127 | 149+158.950 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 110.823 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T37 | 149+158.950 | 149+209.627 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 50.677 | 284.53 | NO SATISFACE |

| | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|-------|--------|----|-------|---------|--------|---------------------|
| C38 | 149+209.627 | 149+271.922 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 62.295 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T38 | 149+271.922 | 149+312.248 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 40.326 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C39 | 149+312.248 | 149+385.035 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 72.787 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T39 | 149+385.035 | 149+549.604 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 164.569 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C40 | 149+549.604 | 149+595.450 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 45.846 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T40 | 149+595.450 | 149+659.816 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 64.366 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C41 | 149+659.816 | 149+705.851 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 46.035 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T41 | 149+705.851 | 149+740.474 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 34.623 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C42 | 149+740.474 | 149+837.578 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 97.104 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T42 | 149+837.578 | 149+988.881 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 151.303 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C43 | 149+988.881 | 150+045.576 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 56.695 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T43 | 150+045.576 | 150+092.943 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 47.367 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C44 | 150+092.943 | 150+141.222 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 48.279 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T44 | 150+141.222 | 150+269.844 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 128.622 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C45 | 150+269.844 | 150+364.081 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 94.237 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T45 | 150+364.081 | 150+394.170 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 30.089 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C46 | 150+394.170 | 150+471.865 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 77.695 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T46 | 150+471.865 | 150+525.113 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 53.248 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C47 | 150+525.113 | 150+556.136 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 31.023 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C48 | 150+556.136 | 150+593.441 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 37.305 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T48 | 150+593.441 | 150+634.002 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 40.561 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C49 | 150+634.002 | 150+685.580 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 51.578 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T49 | 150+685.580 | 150+712.251 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 26.671 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C50 | 150+712.251 | 150+739.199 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 26.948 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T50 | 150+739.199 | 150+845.527 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 106.328 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C51 | 150+845.527 | 150+926.683 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 81.156 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T51 | 150+926.683 | 151+146.558 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 219.875 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C52 | 151+146.558 | 151+223.137 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 76.579 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T52 | 151+223.137 | 151+301.422 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 78.285 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C53 | 151+301.422 | 151+368.770 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 67.348 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T53 | 151+368.770 | 151+451.988 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 83.218 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C54 | 151+451.988 | 151+508.492 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 56.504 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T54 | 151+508.492 | 151+573.356 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 64.864 | 284.53 | NO SATISFACE |
| C55 | 151+573.356 | 151+627.487 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 54.131 | 284.53 | NO SATISFACE |
| T55 | 151+627.487 | 151+719.550 | 39.08 | 129.27 | 30 | 86.18 | 92.063 | 284.53 | NO SATISFACE |

Figura N° 38: Porcentaje de cumplimiento de distancia de adelantamiento por tramos



Análisis:

De la tabla anterior se puede observar que la maniobra de adelantamiento solo podría darse en los tramos en tangente, por cuanto las longitudes de todas las curvas en el tramo no satisfacen a la distancia de visibilidad de adelantamiento y obviamente no permiten la maniobra de sobrepaso.

De acuerdo con las DG 2018, la longitud de adelantamiento debe ser evaluada en primer lugar considerando la longitud de carretera con visibilidad adecuada de adelantamiento (Tabla N°31), el resultado del análisis nos indica que solo el 5.56% 20.05% de la longitud total de la carretera es adecuada para realizar la maniobra de sobrepaso lo que es menor que el 25% de la longitud total indicado en la norma; en segundo lugar se verifican las longitudes máximas sin visibilidad de adelantamiento (tabla N°32)

Tabla 32: Tabla resumen de máximas longitudes sin Visibilidad de adelantamiento

| Progresiva i | Progresiva i+1 | Distancia | longitud acumulada sin DVa | máxima longitud sin Dva | Tiempo sin efectuar el sobrepaso | Tiempo total perdido |
|--------------|----------------|-----------|----------------------------|-------------------------|----------------------------------|----------------------|
| 142+000.000 | 143+437.314 | 1437.314 | No satisface | Satisface | 1.7247768 | |
| 143+437.314 | 143+759.041 | 321.727 | Satisface | | | |
| 143+759.041 | 143+972.251 | 213.21 | No satisface | Satisface | 0.255852 | |
| 143+972.251 | 144+302.154 | 329.903 | Satisface | | | |
| 144+302.154 | 145+757.710 | 1455.556 | No satisface | Satisface | 1.7466672 | |
| 145+757.710 | 146+082.664 | 324.954 | Satisface | | | |
| 146+082.664 | 146+148.033 | 65.369 | No satisface | Satisface | 0.0784428 | |
| 146+148.033 | 146+478.323 | 330.29 | Satisface | | | |
| 146+478.323 | 147+545.759 | 1067.436 | No satisface | Satisface | 1.2809232 | |
| 147+545.759 | 147+870.865 | 325.106 | Satisface | | | |
| 147+870.865 | 148+390.746 | 519.881 | No satisface | Satisface | 0.6238572 | |
| 148+390.746 | 148+707.233 | 316.487 | Satisface | | | |
| 148+707.233 | 149+837.578 | 3012.317 | No satisface | No satisface | 3.6147804 | 9.3252996 |

Con relación a las máximas longitudes sin visibilidad de adelantamiento se tiene que solo existe un tramo de 3012.317 m que supera los 2000 estipulado en la norma, pero si analizamos las distribución de tramos que permiten la maniobra de sobrepaso, vemos que existen varios de ellos que están al límite de lo indicado en la norma, y esto genera en este tramo largas colas de vehículos que empeora la situación, originando que un vehículo no pueda sobrepasar a los vehículos pesados por periodos de tiempo de hasta 3.61 minutos generando una pérdida de tiempo total en el tramo de 9.33 minutos. Esta situación genera estrés en los conductores ocasionando que muchos de ellos efectúen maniobras muy riesgosas para adelantar, por lo que todo el tramo entre San Juan y Choten es un tramo con alto riesgo para la accidentabilidad, por lo que en realidad todo el tramo resulta inseguro por esta circunstancia.

3.5.14 Enfoque expectativas

Tabla 33: Análisis de la consistencia por el enfoque de las expectativas

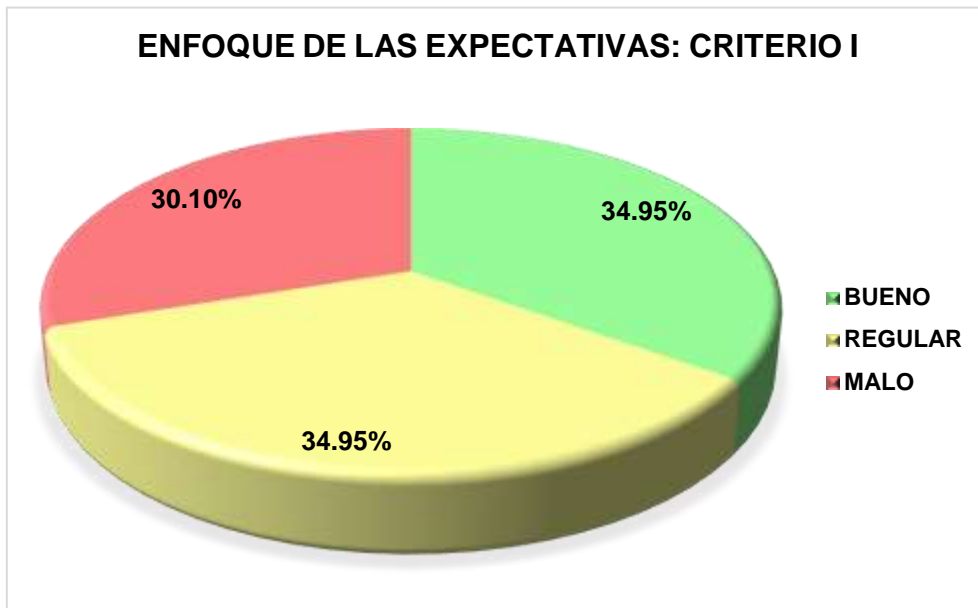
| N° C | Progresivas | | Radio (m) | LC LT (m) | V ₈₅ | V ₈₅ - V _d | Criterio I | K | ÄV ₈₅ | Criterio II Lam | p | fra | frd | Äf | DISEÑO |
|------|-------------|-------------|-----------|-----------|-----------------|----------------------------------|------------|------|------------------|-----------------|------|------|------|-------|--------|
| | Inicial | Final | | | | | | | | | | | | | |
| C1 | 142+000.000 | 142+068.454 | 100 | 68.454 | 40.00 | 10.00 | REGULAR | | | | 8.00 | 0.12 | 0.05 | 0.07 | BUENO |
| T1 | 142+068.454 | 142+245.542 | | 177.088 | 40.00 | 10.00 | REGULAR | 1.00 | 0.00 | BUENO | 2 | | | | |
| C2 | 142+245.542 | 142+323.598 | 72.00 | 78.056 | 30.00 | 20.00 | REGULAR | 0.75 | 10.00 | REGULAR | 5.80 | 0.22 | 0.04 | 0.17 | BUENO |
| T2 | 142+323.598 | 142+426.527 | | 102.929 | 40.00 | 10.00 | REGULAR | 1.33 | 10.00 | REGULAR | 2 | | | | |
| C3 | 142+426.527 | 142+527.669 | 159.00 | 101.142 | 30.00 | 20.00 | REGULAR | 0.75 | 10.00 | REGULAR | 3.80 | 0.09 | 0.01 | 0.08 | BUENO |
| T3 | 142+527.669 | 142+648.022 | | 120.353 | 59.06 | 9.06 | BUENO | 1.97 | 29.06 | MALO | 2 | | | | |
| C4 | 142+648.022 | 142+702.272 | 177.00 | 54.250 | 65.10 | 15.10 | REGULAR | 1.10 | 6.04 | BUENO | 3.50 | 0.08 | 0.15 | -0.08 | MALO |
| T4 | 142+702.272 | 142+778.086 | | 75.814 | 60.95 | 10.95 | REGULAR | 0.94 | 4.15 | BUENO | 2 | | | | |
| C5 | 142+778.086 | 142+861.302 | 137.55 | 83.216 | 70.57 | 20.57 | MALO | 1.16 | 9.62 | BUENO | 4.20 | 0.10 | 0.24 | -0.14 | MALO |
| T5 | 142+861.302 | 142+904.355 | | 43.053 | 67.00 | 17.00 | REGULAR | 0.95 | 3.57 | BUENO | 2 | | | | |
| C6 | 142+904.355 | 143+004.547 | 114.00 | 100.192 | 62.00 | 12.00 | REGULAR | 0.93 | 5.00 | BUENO | 4.60 | 0.13 | 0.22 | -0.09 | MALO |
| T6 | 143+004.547 | 143+076.786 | | 72.239 | 62.10 | 12.10 | REGULAR | 1.00 | 0.10 | BUENO | 2 | | | | |
| C7 | 143+076.786 | 143+175.505 | 83.92 | 98.719 | 58.25 | 8.25 | BUENO | 0.94 | 3.85 | BUENO | 5.40 | 0.18 | 0.26 | -0.08 | MALO |
| T7 | 143+175.505 | 143+218.343 | | 42.838 | 63.25 | 13.25 | REGULAR | 1.09 | 5.00 | BUENO | 2 | | | | |
| C8 | 143+218.343 | 143+280.985 | 119.00 | 62.642 | 59.40 | 9.40 | BUENO | 0.94 | 3.85 | BUENO | 4.50 | 0.12 | 0.19 | -0.07 | MALO |
| T8 | 143+280.985 | 143+351.786 | | 70.801 | 58.20 | 8.20 | BUENO | 0.98 | 1.20 | BUENO | 2 | | | | |
| C9 | 143+351.786 | 143+437.314 | 29.25 | 85.528 | 62.10 | 12.10 | REGULAR | 1.07 | 3.90 | BUENO | 8.00 | 0.59 | 0.96 | -0.37 | MALO |
| T9 | 143+437.314 | 143+759.041 | | 321.727 | 72.65 | 22.65 | MALO | 1.17 | 10.55 | REGULAR | 2 | | | | |
| C10 | 143+759.041 | 143+833.310 | 410.00 | 74.269 | 74.00 | 24.00 | MALO | 1.02 | 1.35 | BUENO | 2.50 | 0.02 | 0.08 | -0.06 | MALO |
| T10 | 143+833.310 | 143+911.814 | | 78.504 | 73.20 | 23.20 | MALO | 0.99 | 0.80 | BUENO | 2 | | | | |
| C11 | 143+911.814 | 143+972.251 | 83.00 | 60.437 | 58.80 | 8.80 | BUENO | 0.80 | 14.40 | REGULAR | 5.40 | 0.18 | 0.27 | -0.09 | MALO |
| T11 | 143+972.251 | 144+302.154 | | 329.903 | 71.00 | 21.00 | MALO | 1.21 | 12.20 | REGULAR | 2 | | | | |
| C12 | 144+302.154 | 144+366.989 | 20.00 | 64.835 | 44.00 | 6.00 | BUENO | 0.62 | 27.00 | MALO | 2.50 | 0.96 | 0.74 | 0.22 | BUENO |

| | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|--------|---------|-------|-------|---------|------|-------|---------|------|------|------|-------|---------|--|
| T12 | 144+366.989 | 144+456.446 | | 89.457 | 62.50 | 12.50 | REGULAR | 1.42 | 18.50 | REGULAR | 2 | | | | | |
| C13 | 144+456.446 | 144+514.795 | 168.00 | 58.349 | 67.50 | 17.50 | REGULAR | 1.08 | 5.00 | BUENO | 3.60 | 0.08 | 0.18 | -0.10 | MALO | |
| T13 | 144+514.795 | 144+613.776 | | 98.981 | 71.00 | 21.00 | MALO | 1.05 | 3.50 | BUENO | 2 | | | | | |
| C14 | 144+613.776 | 144+789.103 | 156.00 | 175.327 | 64.50 | 14.50 | REGULAR | 0.91 | 6.50 | BUENO | 3.80 | 0.09 | 0.17 | -0.08 | MALO | |
| T14 | 144+789.103 | 144+985.022 | | 195.919 | 64.00 | 14.00 | REGULAR | 0.99 | 0.50 | BUENO | 2 | | | | | |
| C15 | 144+985.022 | 145+068.764 | 76.00 | 83.742 | 57.00 | 7.00 | BUENO | 0.89 | 7.00 | BUENO | 5.70 | 0.20 | 0.28 | -0.08 | MALO | |
| T15 | 145+068.764 | 145+090.742 | | 21.978 | 57.00 | 7.00 | BUENO | 1.00 | 0.00 | BUENO | 2 | | | | | |
| C16 | 145+090.742 | 145+133.063 | 484.00 | 42.321 | 57.00 | 7.00 | BUENO | 1.00 | 0.00 | BUENO | 2.50 | 0.02 | 0.03 | -0.01 | REGULAR | |
| T16 | 145+133.063 | 145+152.402 | | 19.339 | 49.00 | 1.00 | BUENO | 0.86 | 8.00 | BUENO | 2 | | | | | |
| C17 | 145+152.402 | 145+171.832 | 43.00 | 19.430 | 38.00 | 12.00 | REGULAR | 0.78 | 11.00 | REGULAR | 7.10 | 0.39 | 0.19 | 0.19 | BUENO | |
| T17 | 145+171.832 | 145+203.559 | | 31.727 | 49.00 | 1.00 | BUENO | 1.29 | 11.00 | REGULAR | 2 | | | | | |
| C18 | 145+203.559 | 145+226.433 | 225.00 | 22.874 | 68.00 | 18.00 | REGULAR | 1.39 | 19.00 | REGULAR | 2.90 | 0.06 | 0.13 | -0.07 | MALO | |
| T18 | 145+226.433 | 145+296.350 | | 69.917 | 70.00 | 20.00 | REGULAR | 1.03 | 2.00 | BUENO | 2 | | | | | |
| C19 | 145+296.350 | 145+359.760 | 178.00 | 63.410 | 71.00 | 21.00 | MALO | 1.01 | 1.00 | BUENO | 3.50 | 0.08 | 0.19 | -0.11 | MALO | |
| T19 | 145+359.760 | 145+458.161 | | 98.401 | 73.00 | 23.00 | MALO | 1.03 | 2.00 | BUENO | 2 | | | | | |
| C20 | 145+458.161 | 145+520.301 | 264.00 | 62.140 | 71.50 | 21.50 | MALO | 0.98 | 1.50 | BUENO | 2.50 | 0.05 | 0.13 | -0.08 | MALO | |
| T20 | 145+520.301 | 145+637.818 | | 117.517 | 70.00 | 20.00 | REGULAR | 0.98 | 1.50 | BUENO | 2 | | | | | |
| C21 | 145+637.818 | 145+757.710 | 97.00 | 119.892 | 61.70 | 11.70 | REGULAR | 0.88 | 8.30 | BUENO | 5.10 | 0.15 | 0.26 | -0.11 | MALO | |
| T21 | 145+757.710 | 146+082.664 | | 324.954 | 79.50 | 29.50 | MALO | 1.29 | 17.80 | REGULAR | 2 | | | | | |
| C22 | 146+082.664 | 146+148.033 | 300.00 | 65.369 | 85.00 | 35.00 | MALO | 1.07 | 5.50 | BUENO | 2.50 | 0.04 | 0.16 | -0.12 | MALO | |
| T22 | 146+148.033 | 146+478.323 | | 330.290 | 77.20 | 27.20 | MALO | 0.91 | 7.80 | BUENO | 2 | | | | | |
| C23 | 146+478.323 | 146+561.194 | 109.00 | 82.871 | 73.00 | 23.00 | MALO | 0.95 | 4.20 | BUENO | 4.80 | 0.13 | 0.34 | -0.20 | MALO | |
| T23 | 146+561.194 | 146+645.231 | | 84.037 | 65.50 | 15.50 | REGULAR | 0.90 | 7.50 | BUENO | 2 | | | | | |
| C24 | 146+645.231 | 146+702.573 | 81.00 | 57.342 | 62.00 | 12.00 | REGULAR | 0.95 | 3.50 | BUENO | 5.50 | 0.19 | 0.32 | -0.13 | MALO | |
| T24 | 146+702.573 | 146+793.293 | | 90.720 | 73.00 | 23.00 | MALO | 1.18 | 11.00 | REGULAR | 2 | | | | | |
| C25 | 146+793.293 | 146+839.108 | 184.00 | 45.815 | 71.50 | 21.50 | MALO | 0.98 | 1.50 | BUENO | 3.40 | 0.07 | 0.18 | -0.11 | MALO | |
| T25 | 146+839.108 | 147+047.509 | | 208.401 | 72.50 | 22.50 | MALO | 1.01 | 1.00 | BUENO | 2 | | | | | |
| C26 | 147+047.509 | 147+143.970 | 53.00 | 96.461 | 52.00 | 2.00 | BUENO | 0.72 | 20.50 | MALO | 6.50 | 0.31 | 0.34 | -0.03 | MALO | |
| T26 | 147+143.970 | 147+320.853 | | 176.883 | 63.90 | 13.90 | REGULAR | 1.23 | 11.90 | REGULAR | 2 | | | | | |
| C27 | 147+320.853 | 147+368.203 | 72.00 | 47.350 | 57.70 | 7.70 | BUENO | 0.90 | 6.20 | BUENO | 5.80 | 0.22 | 0.31 | -0.09 | MALO | |
| T27 | 147+368.203 | 147+422.748 | | 54.545 | 66.00 | 16.00 | REGULAR | 1.14 | 8.30 | BUENO | 2 | | | | | |
| C28 | 147+422.748 | 147+545.759 | 213.00 | 123.011 | 72.55 | 22.55 | MALO | 1.10 | 6.55 | BUENO | 3.00 | 0.06 | 0.16 | -0.10 | MALO | |

| | | | | | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|--------|---------|-------|-------|----------------|------|-------|----------------|------|------|------|-------|----------------|--|--|--|--|
| T28 | 147+545.759 | 147+870.865 | | 325.106 | 72.75 | 22.75 | MALO | 1.00 | 0.20 | BUENO | 2 | | | | | | | | |
| C29 | 147+870.865 | 147+906.092 | 95.00 | 35.227 | 46.25 | 3.75 | BUENO | 0.64 | 26.50 | MALO | 5.10 | 0.16 | 0.13 | 0.03 | BUENO | | | | |
| C30 | 147+906.092 | 147+963.391 | 38.00 | 57.299 | 46.25 | 3.75 | BUENO | 1.00 | 0.00 | BUENO | 7.40 | 0.44 | 0.37 | 0.07 | BUENO | | | | |
| T30 | 147+963.391 | 148+014.952 | | 51.561 | 55.50 | 5.50 | BUENO | 1.20 | 9.25 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C31 | 148+014.952 | 148+071.444 | 74.00 | 56.492 | 57.00 | 7.00 | BUENO | 1.03 | 1.50 | BUENO | 5.70 | 0.21 | 0.29 | -0.08 | MALO | | | | |
| T31 | 148+071.444 | 148+091.063 | | 19.619 | 58.50 | 8.50 | BUENO | 1.03 | 1.50 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C32 | 148+091.063 | 148+129.549 | 195.00 | 38.486 | 60.00 | 10.00 | REGULAR | 1.03 | 1.50 | BUENO | 3.20 | 0.07 | 0.11 | -0.04 | MALO | | | | |
| T32 | 148+129.549 | 148+137.704 | | 8.155 | 58.50 | 8.50 | BUENO | 0.98 | 1.50 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C33 | 148+137.704 | 148+183.533 | 52.00 | 45.829 | 60.00 | 10.00 | REGULAR | 1.03 | 1.50 | BUENO | 6.60 | 0.31 | 0.48 | -0.17 | MALO | | | | |
| T33 | 148+183.533 | 148+306.709 | | 123.176 | 61.00 | 11.00 | REGULAR | 1.02 | 1.00 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C34 | 148+306.709 | 148+390.746 | 41.00 | 84.037 | 45.00 | 5.00 | BUENO | 0.74 | 16.00 | REGULAR | 7.20 | 0.41 | 0.32 | 0.09 | BUENO | | | | |
| T34 | 148+390.746 | 148+707.233 | | 316.487 | 81.00 | 31.00 | MALO | 1.80 | 36.00 | MALO | 2.00 | | | | | | | | |
| C35 | 148+707.233 | 148+768.686 | 316.00 | 61.453 | 73.00 | 23.00 | MALO | 0.90 | 8.00 | BUENO | 2.50 | 0.04 | 0.11 | -0.07 | MALO | | | | |
| T35 | 148+768.686 | 148+893.686 | | 125.000 | 69.00 | 19.00 | REGULAR | 0.95 | 4.00 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C36 | 148+893.686 | 148+965.180 | 320.00 | 71.494 | 56.50 | 6.50 | BUENO | 0.82 | 12.50 | REGULAR | 2.50 | 0.04 | 0.05 | -0.02 | REGULAR | | | | |
| T36 | 148+965.180 | 149+048.127 | | 82.947 | 68.00 | 18.00 | REGULAR | 1.20 | 11.50 | REGULAR | 2.00 | | | | | | | | |
| C37 | 149+048.127 | 149+158.950 | 375.00 | 110.823 | 74.50 | 24.50 | MALO | 1.10 | 6.50 | BUENO | 2.50 | 0.03 | 0.09 | -0.06 | MALO | | | | |
| T37 | 149+158.950 | 149+209.627 | | 50.677 | 74.40 | 24.40 | MALO | 1.00 | 0.10 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C38 | 149+209.627 | 149+271.922 | 137.00 | 62.295 | 70.00 | 20.00 | REGULAR | 0.94 | 4.40 | BUENO | 4.20 | 0.10 | 0.24 | -0.14 | MALO | | | | |
| T38 | 149+271.922 | 149+312.248 | | 40.326 | 63.50 | 13.50 | REGULAR | 0.91 | 6.50 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C39 | 149+312.248 | 149+385.035 | 76.00 | 72.787 | 58.70 | 8.70 | BUENO | 0.92 | 4.80 | BUENO | 5.70 | 0.20 | 0.30 | -0.10 | MALO | | | | |
| T39 | 149+385.035 | 149+549.604 | | 164.569 | 65.50 | 15.50 | REGULAR | 1.12 | 6.80 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C40 | 149+549.604 | 149+595.450 | 68.00 | 45.846 | 60.65 | 10.65 | REGULAR | 0.93 | 4.85 | BUENO | 5.90 | 0.23 | 0.37 | -0.14 | MALO | | | | |
| T40 | 149+595.450 | 149+659.816 | | 64.366 | 59.50 | 9.50 | BUENO | 0.98 | 1.15 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C41 | 149+659.816 | 149+705.851 | 43.00 | 46.035 | 53.50 | 3.50 | BUENO | 0.90 | 6.00 | BUENO | 7.10 | 0.39 | 0.45 | -0.07 | MALO | | | | |
| T41 | 149+705.851 | 149+740.474 | | 34.623 | 55.00 | 5.00 | BUENO | 1.03 | 1.50 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C42 | 149+740.474 | 149+837.578 | 50.50 | 97.104 | 49.50 | 0.50 | BUENO | 0.90 | 5.50 | BUENO | 6.70 | 0.32 | 0.32 | 0.01 | REGULAR | | | | |
| T42 | 149+837.578 | 149+988.881 | | 151.303 | 64.00 | 14.00 | REGULAR | 1.29 | 14.50 | REGULAR | 2.00 | | | | | | | | |
| C43 | 149+988.881 | 150+045.576 | 51.00 | 56.695 | 55.35 | 5.35 | BUENO | 0.86 | 8.65 | BUENO | 6.60 | 0.32 | 0.41 | -0.09 | MALO | | | | |
| T43 | 150+045.576 | 150+092.943 | | 47.367 | 56.35 | 6.35 | BUENO | 1.02 | 1.00 | BUENO | 2.00 | | | | | | | | |
| C44 | 150+092.943 | 150+141.222 | 41.00 | 48.279 | 50.00 | 0.00 | BUENO | 0.89 | 6.35 | BUENO | 7.20 | 0.41 | 0.41 | 0.00 | REGULAR | | | | |
| T44 | 150+141.222 | 150+269.844 | | 128.622 | 60.00 | 10.00 | REGULAR | 1.20 | 10.00 | REGULAR | 2.00 | | | | | | | | |

| | | | | | | | | | | | | | | | |
|-----|-------------|-------------|--------|---------|-------|-------|----------------|------|-------|----------------|------|------|------|-------|--------------|
| C45 | 150+269.844 | 150+364.081 | 53.00 | 94.237 | 57.00 | 7.00 | BUENO | 0.95 | 3.00 | BUENO | 6.50 | 0.31 | 0.42 | -0.11 | MALO |
| T45 | 150+364.081 | 150+394.170 | | 30.089 | 63.50 | 13.50 | REGULAR | 1.11 | 6.50 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C46 | 150+394.170 | 150+471.865 | 114.00 | 77.695 | 67.50 | 17.50 | REGULAR | 1.06 | 4.00 | BUENO | 4.60 | 0.13 | 0.27 | -0.14 | MALO |
| T46 | 150+471.865 | 150+525.113 | | 53.248 | 75.00 | 25.00 | MALO | 1.11 | 7.50 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C47 | 150+525.113 | 150+556.136 | 374.00 | 31.023 | 81.00 | 31.00 | MALO | 1.08 | 6.00 | BUENO | 2.50 | 0.03 | 0.11 | -0.09 | MALO |
| C48 | 150+556.136 | 150+593.441 | 272.00 | 37.305 | 81.00 | 31.00 | MALO | 1.00 | 0.00 | BUENO | 2.50 | 0.05 | 0.16 | -0.12 | MALO |
| T48 | 150+593.441 | 150+634.002 | | 40.561 | 76.50 | 26.50 | MALO | 0.94 | 4.50 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C49 | 150+634.002 | 150+685.580 | 422.00 | 51.578 | 77.50 | 27.50 | MALO | 1.01 | 1.00 | BUENO | 2.50 | 0.02 | 0.09 | -0.07 | MALO |
| T49 | 150+685.580 | 150+712.251 | | 26.671 | 77.05 | 27.05 | MALO | 0.99 | 0.45 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C50 | 150+712.251 | 150+739.199 | 120.00 | 26.948 | 76.35 | 26.35 | MALO | 0.99 | 0.70 | BUENO | 4.50 | 0.12 | 0.34 | -0.22 | MALO |
| T50 | 150+739.199 | 150+845.527 | | 106.328 | 76.50 | 26.50 | MALO | 1.00 | 0.15 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C51 | 150+845.527 | 150+926.683 | 122.00 | 81.156 | 71.00 | 21.00 | MALO | 0.93 | 5.50 | BUENO | 4.50 | 0.12 | 0.28 | -0.16 | MALO |
| T51 | 150+926.683 | 151+146.558 | | 219.875 | 70.00 | 20.00 | REGULAR | 0.99 | 1.00 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C52 | 151+146.558 | 151+223.137 | 80.00 | 76.579 | 65.50 | 15.50 | REGULAR | 0.94 | 4.50 | BUENO | 5.50 | 0.19 | 0.37 | -0.18 | MALO |
| T52 | 151+223.137 | 151+301.422 | | 78.285 | 59.50 | 9.50 | BUENO | 0.91 | 6.00 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C53 | 151+301.422 | 151+368.770 | 92.00 | 67.348 | 53.35 | 3.35 | BUENO | 0.90 | 6.15 | BUENO | 5.20 | 0.16 | 0.19 | -0.03 | MALO |
| T53 | 151+368.770 | 151+451.988 | | 83.218 | 44.50 | 5.50 | BUENO | 0.83 | 8.85 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C54 | 151+451.988 | 151+508.492 | 38.00 | 56.504 | 41.00 | 9.00 | BUENO | 0.92 | 3.50 | BUENO | 7.40 | 0.44 | 0.27 | 0.17 | BUENO |
| T54 | 151+508.492 | 151+573.356 | | 64.864 | 45.00 | 5.00 | BUENO | 1.10 | 4.00 | BUENO | 2.00 | | | | |
| C55 | 151+573.356 | 151+627.487 | 50.00 | 54.131 | 55.00 | 5.00 | BUENO | 1.22 | 10.00 | REGULAR | 6.70 | 0.33 | 0.41 | -0.08 | MALO |
| T55 | 151+627.487 | 151+719.550 | | 92.063 | 60.00 | 10.00 | REGULAR | 1.09 | 5.00 | BUENO | 2.00 | | | | |

Figura N° 39: Análisis por el enfoque de las expectativas: criterio I - Lamm

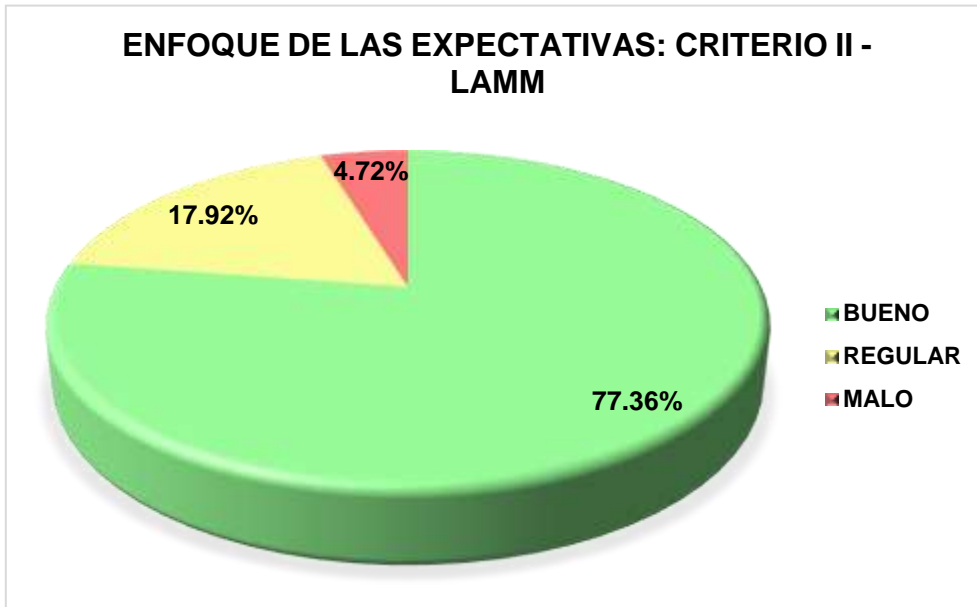


Análisis:

Según este criterio se evalúa la diferencia entre la velocidad de operación de cada elemento que constituye la vía (Curvas circulares y tramos en tangente) y la velocidad de diseño, teniendo como resultado que él. 30.10 % de los elementos de la vía tienen una consistencia mala, puesto que sus velocidades de operación superan a la velocidad de diseño en más el 34.95 % de los elementos tienen una consistencia regular, pues en estos tramos las velocidades de operación exceden en 10 Km a la velocidad de diseño y el 34.95% tienen una consistencia buena, pues las velocidades de operación y las velocidades de diseño se diferencian en valores menores a los 10 Km/h.

A partir de esto podemos indicar que los tramos que tienen una consistencia mala, debido al exceso de velocidad están sujetas a riesgos de accidentabilidad, por lo que debido a esta circunstancia podemos indicar que estos tramos son inseguros.

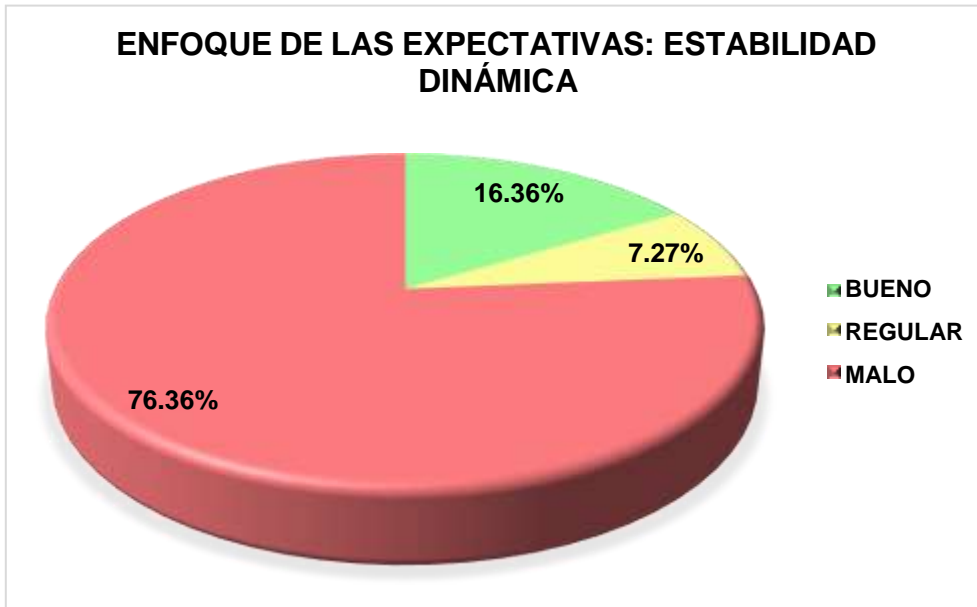
Figura N° 40: Análisis por el enfoque de las expectativas: criterio II



Análisis:

De acuerdo con este criterio, se ha llegado a determinar que el 4.72% de los elementos de la carretera tienen una consistencia mala, el 17.92% una consistencia regular y el 77.36% una consistencia buena; esto implica en el primer caso los tramos consecutivos tienen velocidades de operación que se diferencia en más de 20 Km/h, lo cual es peligroso porque mientras mayores reducciones de velocidad se tengan, implica mayores dificultades para el conductor, siendo en muchos casos motivo para la accidentabilidad, por lo cual estos tramos son inseguros.

Figura N° 41: Análisis por el enfoque de las expectativas: estabilidad dinámica



Análisis:

Este criterio de análisis de consistencia toma en consideración a la diferencia entre el coeficiente de fricción transversal considerado para la velocidad de diseño y el coeficiente de fricción transversal que se necesita de acuerdo con la velocidad de operación para mantener la estabilidad del vehículo en la curva. De acuerdo a los resultados obtenidos, se tiene que el 76.36% tiene una consistencia mala, el 7.27% tiene consistencia regular y el 16.36% tiene consistencia buena

A partir de estos resultados, podemos indicar que en las curvas con consistencia mala y en menor escala las de consistencia regular, los vehículos están expuestos al volcamiento por efecto de la fuerza centrífuga que origina la velocidad de operación, de lo que se deduce que en estos tramos la circulación bajo esta consideración de la velocidad de operación es insegura.

CAPITULO IV.

IV. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1 Análisis e interpretación de resultados

4.1.1 Clasificación de la carretera

Tabla 34: Clasificación de la carretera San Juan – Choten

| CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA DISTRITO SAN JUAN - C.P CHOTEN | |
|---|-----------------------------------|
| En función a su demanda | |
| IMDA: | CARRETERA DE PRIMERA CLASE |
| 2071 Veh/día | |
| En función a su Orografía | |
| St predominante | TIPO III |
| 52.11% | |
| En función a su jerarquía | |
| Denominación | RED VIAL NACIONAL |
| 8A | |

Actualmente según el MTC, la carretera está clasificada como de segunda clase tipo III de la Red Vial Nacional; sin embargo, debido al índice medio diario existente debe ser clasificada como de primera clase, tipo III, Red Vial Nacional

4.1.2 Características geométricas de la carretera

Tabla 35: Resumen de la evaluación de las características geométricas de la vía en planta

| Elementos horizontales | Norma | | Con velocidad de operación | |
|---|--------------------|-----------------------|-----------------------------------|-----------------------|
| | % Satisface | % No Satisface | % Satisface | % No Satisface |
| Radios de curvatura | 75.47 | 24.53 | 47.27 | 52.73 |
| Peraltes | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Sobreanchos | 0 | 100 | 0 | 100 |
| Tramos en tangente | 47.17 | 52.83 | | |
| Longitudes de transición | 75.47 | 25.53 | - | - |
| Visibilidad de curvas horizontales | 82.69 | 17.31 | 61.54 | 38.46 |

| | | |
|--|------|-------|
| Visibilidad con distancia de adelantamiento | 5.56 | 94.44 |
|--|------|-------|

Tabla 36: Resumen de la evaluación de las características geométricas de la vía en perfil.

| Elementos verticales | Norma | |
|---|--------------------|-----------------------|
| | % Satisface | % No Satisface |
| Tramos en pendiente | 97.44 | 2.56 |
| Visibilidad de curvas verticales | 100 | 0 |

Tabla 37: Resumen de la evaluación de las características geométricas de la vía en la sección transversal

| Elementos verticales | Norma | |
|-----------------------------|--------------------|-----------------------|
| | % Satisface | % No Satisface |
| Calzada | 0 | 100 |
| Bermas | 0 | 100 |

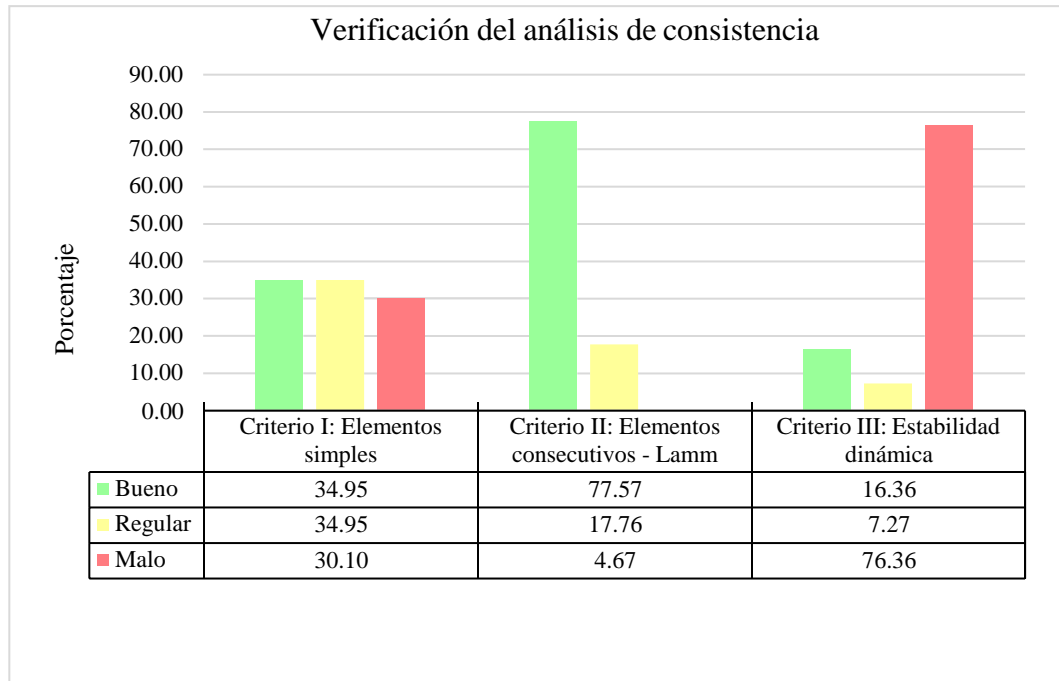
Al evaluar las características geométricas de la vía en planta, perfil y secciones transversales, las tablas resumen nos indican que éstas no satisfacen a los requerimientos mínimos exigidos por las DG – 2018.

4.1.3 Evaluación de la consistencia

Tabla 38: Resumen de la evaluación según el análisis de consistencia

| CRITERIO | BUENO (%) | REGULAR (%) | MALO (%) |
|----------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| CRITERIO 1 - LAMM | 34.95 | 34.95 | 30.1 |
| CRITERIO 2 - LAMM | 77.36 | 17.92 | 4.72 |
| ESTABILIDAD DINÁMICA | 16.36 | 7.27 | 76.36 |

Figura N° 42: Resultados del análisis de consistencia



El análisis de consistencia nos indica lo siguiente:

Según el criterio I: se puede deducir que la velocidad de operación en los tramos excede de 20 km/h con relación a la velocidad de diseño; y como la vía no cumple ni siquiera con los parámetros mínimos exigidos para la velocidad de diseño, se puede deducir que los tramos evaluados con consistencia mala están operando en condiciones de inseguridad.

Según el criterio II en el cual se evalúa las velocidades de operación entre tramos adyacentes, también existen tramos con consistencia mala, lo que implica que la diferencia de velocidades de operación de tramos adyacentes excede 20 km/h, esto resulta porque los conductores seleccionan la velocidad de operación en función a las longitudes de los tramos en tangente y radios de curvas existentes.

Según el criterio III el cual corresponde a la estabilidad dinámica del vehículo y que se analiza en función a los coeficientes de fricción transversal, al respecto en la tabla N° 38 se puede advertir que los coeficientes de fricción existentes son menores que los requeridos.

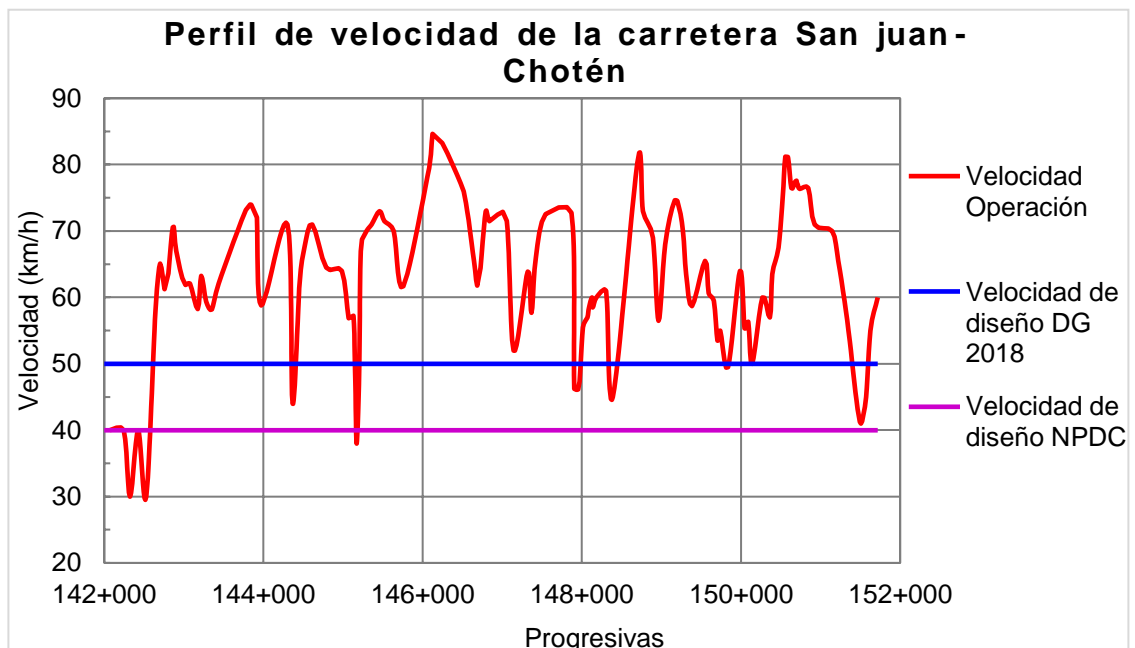
4.1.4 Tramos de concentración de accidentes

Tabla 39: Resumen de los tramos de mayor incidencia de accidentes

| Tramos con mayor número de accidentes | Prog. inicial | Prog. final | Porcentaje de incumplimiento | | | | | |
|---------------------------------------|---------------|-------------|------------------------------|------|------|-----------------------|------------------|--------|
| | | | R | Pf | Sa | Visibilidad de Parada | Ancho de calzada | Bermas |
| 1 | 144+000.00 | 145+000.00 | 20% | 100% | 100% | 25% | 100% | 100% |
| 2 | 151+000.00 | 151+720.00 | 50% | 100% | 100% | 25% | 100% | 100% |
| 3 | 145+000.00 | 146+000.00 | 16.67% | 100% | 100% | 0% | 100% | 100% |
| 4 | 150+000.00 | 151+000.00 | 33.33% | 100% | 100% | 0% | 100% | 100% |

De las estadísticas de los accidentes ocurridos en el tramo entre los años 2017 al 2021 se ha determinado que los kilómetros con mayor número de accidentes son los que se muestran en la tabla N° 39, así mismo el análisis muestra que en estos kilómetros las características geométricas no satisfacen con los parámetros mínimos requerido para este tipo de carretera; a partir de esto podemos deducir que las características geométricas influyen en la accidentalidad y por ende en la seguridad vial.

Figura N° 43: Perfil de velocidades de la carretera San Juan - Choten



El perfil de velocidades muestra que prácticamente en toda la vía las velocidades de operación son mayores que las velocidades de diseño y en algunos tramos, el exceso de velocidad supera los 20 Km/h, entonces se puede deducir que en estos tramos los vehículos operan en condiciones de inseguridad, puesto que las características geométricas no cumplen para la velocidad de diseño de 50 Km/h y menos para la velocidad de operación. En el diagrama de velocidades se puede apreciar que existe mucha variación de la velocidad lo que se deduce que los conductores debido a las características geométricas de la vía frecuentemente aceleran y frenan, lo cual implica posibilidades de ocurrencia de accidentes, por lo que la circulación se torna insegura.

4.2 Propuesta de mejora

Teniendo como referencia a los resultados obtenidos, donde se determina que las características geométricas de la carretera San Juan Choten influyen

en la seguridad vial, es necesario plantear las siguientes propuestas de mejora:

- ✓ Clasificar la vía como una carretera de Primera, clase tipo III, RVN
- ✓ Adecuar las características geométricas de la carretera a las de una carretera de primera clase tipo III.

Esto implica:

- Aumentar los radios de curvatura.
- Adecuar los peraltes de acuerdo al radio de curvatura y la velocidad de operación.
- Diseñar los sobrecanchos en función a las longitudes de los vehículos articulados
- Implementar las curvas de transición.
- Aumentar el ancho de la calzada, el cual debe ser de 7.20 m como mínimo
- Aumentar el ancho de las bermas, el cual debe ser de 2.60 m
- Implementar una adecuada señalización.

V. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

Luego de haber realizado el análisis de los resultados obtenidos, procedemos a la discusión de los mismos de modo tal que nos permitan consolidar la investigación desarrollada.

5.1 DISCUSIÓN

En el objetivo general de la presente tesis, se busca determinar la influencia de las características geométricas de la carretera San Juan Choten en la seguridad vial, por lo cual se realiza la discusión de los resultados, considerando aspectos referidos a: características geométricas de la vía, vehículos de diseño, velocidad de operación, datos de accidentes ocurridos en el tramo.

- 1 Los resultados obtenidos, en relación a las características geométricas de la carretera, indican que la vía mantiene las mismas características geométricas con las que fue diseñada y construida hace más de 40 años, por lo que el 100% de la longitud evaluada no cumple con la mayoría de los parámetros mínimos exigidos por normatividad vigente, de lo que podemos advertir que la circulación de los vehículos en la vía está sujeta a riesgos de accidentabilidad y la vía se puede considerar como insegura.
- 2 Los resultados obtenidos en relación a los vehículos que operan sobre ella, se debe indicar que éstos actualmente, tienen mayor potencia, alcanzan mayores velocidades, son de mayor longitud, que los que operaban cuando esta vía fue diseñada y construida, lo que ha generado que el ancho de los carriles de circulación no estén acorde con el ancho sobre todo de los vehículos de carga, los radios de las curvas no se ajustan a las longitudes de los vehículos, algo similar ocurre con los sobrecanchos, peraltes, visibilidades. A partir de esto podemos deducir que las características geométricas de la carretera no están acondicionadas para la circulación de vehículos acorde a la composición del tráfico actual y lo

que lo convierte en una vía susceptible a riesgos de accidentabilidad y por lo tanto es insegura.

- 3 En relación a la consistencia de la carretera, se puede observar que existen tramos con consistencia mala según los criterios I, II de Lamm y de estabilidad dinámica, lo que implica exceso de la velocidad de operación con relación a la velocidad de diseño; mucha variabilidad de la velocidad de operación entre tramos consecutivos y por otro lado coeficientes de fricción transversal que no están de acuerdo con los radios de curvatura y la velocidad de operación. Estos resultados implican que la geometría de la vía incide en la velocidad de operación, por cuanto el conductor selecciona la velocidad en función a la lectura que realiza de la vía, pues en algunos tramos se observa tramos con longitudes mayores de 320 m seguidas de curvas con radios menores o iguales a 20 m; lo que obliga a reducir la velocidad. A partir de esto podemos advertir que la vía está operando en condiciones inadecuadas de seguridad.
- 4 En relación a los accidentes ocurridos en el tramo se podría indicar que estos han sido producto de las características geométricas de la vía que no están acorde con lo dispuesto en las DG 2018, de las características estáticas, dinámicas y cinemáticas de los vehículos, de la alta variabilidad de las velocidades de operación.
- 5 A partir de la discusión de los resultados obtenidos podemos indicar que las características geométricas de la vía influyen en la seguridad vial.

CONCLUSIONES

- 1 Se determinó que las características geométricas de la carretera San Juan Choten influyen en la seguridad vial.
- 2 La carretera en estudio tiene la clasificación de: Según la normatividad actual, Carretera de Primera Clase, Tipo III, Red Vial Nacional y según la NPDC con

las que fue diseñada y construida, se clasifica en: Carretera de Segunda Clase, Sistema Nacional de Carreteras.

- 3 Las características geométricas principales de los elementos la carretera es:

Tabla 40: Intervalos de valores de las características principales de los elementos de la carretera

| ELEMENTO | MIN | MAXIMO |
|------------------------------|------------|---------------|
| RADIOS CURVATURA | 20 | 484 |
| LONGITUD DE CURVA HORIZONTAL | 19.43 | 175.327 |
| SOBREANCHOS | 0.4 | 6.7 |
| PERALTES | 2.5 | 8 |
| LONGITUD CURVAS VERTICALES | 30 | 190 |
| ANCHOS DE CALZADA | 6 | 6 |
| ANCHOS DE BERMA | 0 | 0.5 |
| PENDIENTES LONGITUDINALES | 1.12 | 7.27 |

- 4 La evaluación de las características de la carretera en función a las DG-2018 es la que se muestra a continuación:

Tabla 41: Evaluación de características de la vía con las dg-2018

| ELEMENTOS | NORMA | |
|---|--------------------|-----------------------|
| | % Satisface | % No satisface |
| RADIOS DE CURVATURA | 75.47 | 24.53 |
| PERALTES | 0 | 100 |
| SOBREANCHOS | 0 | 100 |
| TRAMOS EN TANGENTE | 47.17 | 52.83 |
| LONGITUDES DE TRANSICIÓN | 75.47 | 25.53 |
| VISIBILIDAD DE CURVAS HORIZONTALES | 82.69 | 17.31 |
| VISIBILIDAD CON DISTANCIA DE ADELANTAMIENTO | 5.56 | 94.44 |
| TRAMOS EN PENDIENTE | 97.44 | 2.56 |
| VISIBILIDAD DE CURVAS VERTICALES | 100 | 0 |
| CALZADA | 0 | 100 |
| BERMAS | 0 | 100 |

Teniendo como referencia el cuadro anterior, se puede indicar que el 100% de la longitud de la carretera no satisface en algunas de las características evaluadas, como por ejemplo los peraltes, sobreanchos, anchos de calzada y

bermas, de lo que se puede deducir que la carretera en toda su longitud presenta riesgos para la accidentabilidad, tornándose como insegura.

- 5 La evaluación de las características de la carretera en función a las Velocidades de Operación es la que se muestra a continuación:

Tabla 42: Evaluación de características de la vía con las velocidades de operación

| ELEMENTOS | CON VELOCIDAD DE OPERACIÓN | |
|---|-----------------------------------|-----------------------|
| | % Satisface | % No satisface |
| RADIOS DE CURVATURA | 47.27 | 52.73 |
| VISIBILIDAD DE CURVAS HORIZONTALES | 61.54 | 38.46 |

Al analizar los radios de curvatura y la visibilidad en las curvas horizontales de acuerdo con la velocidad de operación se llega a la conclusión de que 52.73% y 38.46% respectivamente están operando en condición de riesgo.

Tabla 43: Evaluación de características de la vía con las velocidades de operación (análisis de la consistencia)

| CRITERIO | BUENO (%) | REGULAR (%) | MALO (%) |
|----------------------|------------------|--------------------|-----------------|
| CRITERIO 1 - LAMM | 34.95 | 34.95 | 30.1 |
| CRITERIO 2 - LAMM | 77.36 | 17.92 | 4.72 |
| ESTABILIDAD DINÁMICA | 16.36 | 7.27 | 76.36 |

Del análisis de consistencia, se puede concluir que de acuerdo al Criterio I de Lamm solo el 34.95% tiene condición “Bueno”, según el Criterio II de Lamm el 77.36% es “Bueno” y finalmente con el criterio de Estabilidad Dinámica el

16.36% es “Bueno”, de lo que se puede deducir que existen tramos que presentan riesgos para la accidentabilidad y que son inseguros.

- 6 Con la finalidad de mejorar las condiciones existentes de la carretera se plantea la adecuación de la misma para que cumpla las características de la carretera de Primera Clase, Tipo III, esto quiere implica la ampliación de radios de curvatura, incremento de peraltes, sobreeanchos, anchos de calzada, bermas, banquetas de visibilidad, y finalmente la implementación de espirales de transición.

Referencias Bibliográficas

- Agudelo Ospina, J. J. (2020). *Diseño geométrico de vías*. Medellín, Medellín, Colombia: Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 14 de Julio de 2020, de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Alvarez Ruiz, J. F. (2019). *Influencia del diseño geométrico sobre la seguridad vial de la carretera Mollepata - Catillambi basada en los parámetros de la norma DG - 2014*. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado el 07 de Junio de 2021, de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/2917>
- Asprilla Lara, Y., Rey Gutiérrez, E., & Maturana Córdoba, Z. (20 de Noviembre de 2014). Influencia de los elementos de la infraestructura en la seguridad vial de los usuarios de las carreteras interurbanas. Un estudio de caso. *Tecnogestión: Una mirada al ambiente*, 12(1), 26-36. Recuperado el 18 de Marzo de 2020, de <https://revistas.udistrital.edu.co/index.php/tecges/article/view/10564>
- Bravo, P. E. (1998). *Diseño de carreteras Técnica y Análisis de Proyecto* (Sexta ed.). Bogotá, Bogotá, Colombia: Cargraphics S.A. Recuperado el 25 de Julio de 2020, de <https://peb-sa.com/wp-content/uploads/2021/01/libro-diseno-de-carreteras.pdf>
- Cáceres Castro, J. C. (2019). *Evaluación de la seguridad de la carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito santa cruz-quito- el saucemitopampa (12+545 km.); en función a sus parámetros de diseño*. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado el 23 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unc.edu.pe/handle/UNC/3124>
- Cárdena Grisales, J. (2013). *Diseño geométrico de carreteras* (Segunda ed.). Bogotá, Bogotá, Colombia: Ecoe Ediciones. Recuperado el 10 de Julio de 2020, de https://www.academia.edu/41350934/Dise%C3%B1o_Goem%C3%A9trico_de_Carreteras_James_C%C3%A1rdenas_Grisales
- Choconta Rojas, P. A. (2005). *Diseño geométrico de vías*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería. Recuperado el 22 de Julio de 2020, de <http://catalogo.ucsm.edu.pe/cgi-bin/koha/opac-detail.pl?biblionumber=43724>
- Cifuentes Ospina, N. (2014). *Estudio de Seguridad Vial para Determinar la Incidencia del Diseño Geométrico en la Accidentalidad Carretera Bogotá-Villavicencio A Partir de la Salida Del Túnel de Boquerón A Puente Quetame*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Recuperado el 16 de 2020 de Abril, de <https://1library.co/document/zp03w50q-seguridad-determinar-incidencia-geometrico-accidentalidad-carretera-villavicencio-boqueron.html>
- De la Peña, E. (2015). *Diseño de un modelo para la identificación y análisis de tramos de carreteras sin accidentes: una nueva visión de la seguridad vial*. Madrid, Madrid, España: Universidad Politécnica de Madrid. Recuperado el 13 de Mayo de 2020, de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=123388>

- Echaveguren Narro, T., & Saez Cardenas, J. (Octubre de 2001). INDICADORES DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. *X Congreso de Ingeniería de Transportes*, 315-327. Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/236345436_INDICADORES_DE_CONSISTENCIA_EN_EL_DISENO_GEOMETRICO_DE
- Erlin Aroldo, F. C. (2014). *ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN CAMINOS DE MONTAÑA, EN REPUBLICA DE GUATEMALA*. Guatemala, Guatemala, Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala. Recuperado el 17 de Mayo de 2020, de <http://www.repositorio.usac.edu.gt/id/eprint/5047>
- Expreso. (25 de Febrero de 2018). *Expreso*. Recuperado el 20 de Agosto de 2020, de Expreso: <https://www.expreso.com.pe/actualidad/cincometros-mediran-velocidad-en-carreteras/>
- Frente Policial Cajamarca, C. P. (2021). *Estadística de Accidentes de Tránsito*. Policía Nacional del Perú, Cajamarca, San Juan . Recuperado el 2021
- García García, A., Camacho Torregrosa, F. J., Pérez Zuriaga, A. M., Moreno Chou, A. T., & Llorca García, C. (2013). Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras. *Plataforma Tecnológica Española de la Carretera (PTC)*, 1-41. Recuperado el 30 de Julio de 2020, de https://www.researchgate.net/publication/261249386_Nuevo_proceso_de_diseño_geométrico_para_unas_carreteras_convencionales_mas_seguras
- Huamanchao Paquiyaury, U. (2015). *Implementación de Políticas y técnicas Innovadoras de Seguridad Vial Mediante la aplicación de auditorías de Seguridad Vial en Carreteras Nacionales*. Lima, Lima, Perú: Universidad Nacional de Ingeniería. Recuperado el 16 de Mayo de 2021, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/2555>
- Márquez Mejía, J. A. (2018). *Determinación de la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, Tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, Para reducir los índices de accidentes viales, en la Región Ancash 2018*. Ancash, Ancash, Perú: Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Recuperado el 05 de Junio de 2020, de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2159>
- Mora Ascencio, R. E. (2018). *Selección de modelo de predicción de velocidades de operación para carreteras bidireccionales en Colombia*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería Julio Garavito. Recuperado el 13 de Mayo de 2020, de <https://repositorio.escuelaing.edu.co/handle/001/759>
- MTC. (2007). *Reglamento de Jerarquización Vial*. Lima, Lima, Perú: Diario el Peruano. Recuperado el 15 de Agosto de 2020, de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/MTC%20NORMAS/ARCH_PDF/Regl.%20de%20Jerarquizaci%C3%B3n%20Vial.pdf
- MTC. (2017). *Manual de Seguridad Vial*. Lima, Lima, Perú: Ministerio de transportes y Comunicaciones. Recuperado el 23 de Agosto de 2020, de

https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual_de_Seguridad_Vial_2017.pdf

MTC. (2018). *Manual de diseño geométrico: DG 2018*. Lima, Lima, Perú: Ministerio de Transportes y Comunicaciones. Recuperado el 09 de Julio de 2020, de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/manuales/Manual.de.Carreteras.DG-2018.pdf

OMS. (2013). *Informe sobre la situación la situación mundial de la seguridad vial 2013*. Organización mundial de la Salud, Departamento de Prevención de la Violencia y los Traumatismos y Discapacidad (VIP). Suiza: Organización mundial de la Salud. Recuperado el 20 de Junio de 2020, de https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf

Provias Nacional. (15 de Julio de 2018). *Provias Nacional*. Recuperado el 30 de Agosto de 2020, de Provias Nacional: <http://gis.proviasnac.gob.pe/expedientes/2012/Saldo%20alfamayo/CD1/1.%20VOLUMEN%20N%C2%BA1-%20MEMORIA%20DESCRIPTIVA/2.%20TR%C3%81NSITO%20Y%20CARGAS/EST.%20TRAFICO%20Y%20CARGA.doc#:~:text=El%20factor%20de%20correcci%C3%B3n%20estacional,de bido%20a%20factore>

Raoul, L. (2009). *EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL A PARTIR DE LA CONSISTENCIA DEL TRAZADO DE LA CARRETERA*. Santa Clara, Cuba, Cubas: Universidad Central "Marta Abreu" de Las Villas. Recuperado el 10 de Febrero de 2020, de <https://1library.co/document/qmj836wq-evaluacion-seguridad-vial-partir-consistencia-trazado-carretera.html>

Torres Márquez, R. R. (2017). *Análisis de la aplicación de una Auditoría de Seguridad Vial en carreteras concesionadas*. Lima, Lima, Perú: Universidad de Piura. Obtenido de <https://hdl.handle.net/11042/2816>

Anexos

Anexo 1: Estadística de accidentes de tránsito de la CR PNP San Juan en los periodos de 2017 - 2021

DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

ESTADÍSTICA DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO DE LA CR PNP SAN JUAN EN LOS PERIODOS DE 2017-2021.

| AÑO | KM | TIPO DE ACCIDENTE DE TRÁNSITO | FACTOR DETERMINANTE SEGÚN ELEMENTOS | SUB TOTAL | TOTAL | TIPO DE DOCUMENTO | VEHÍCULOS |
|------|--|-------------------------------|--|-----------|-------|-------------------|--|
| 2017 | 130, 130+100, 131, 131+200, 131+600, 132, 132+600, 132+600, 133, 133+100, 135, 144, 144+600, 145+600, 136, 120 +100, 137,139, 139+200, 139+700, 140+20, 140+20, 140+100, 140, 150, 151, 152, 152+300, 153, 153+600, 154, 155, 155+100, 156+200, 137, 137+200 | DANOS MATARILES | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) Y CONDUCTOR (SUEÑO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 35 | 43 | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (10) CAMIONES (08) REMOLCADORES (11) VEHÍCULOS MENORES (06) |
| | 153+600, 154, 155, 155+100, 156+200, 137 | LESIONES PERSONALES | CONDUCTOR (SUEÑO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 06 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVIL (02) ÓMNIBUS (02) FURGÓN (02) |
| | 139+200, 148 | SUBSECUENTE MUERTE | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) | 02 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> VEHÍCULO MENOR (01) VEHÍCULO PESADO REMOLCADOR (01) |
| 2018 | 130, 130+200, 131+100, 131+700, 131+600, 132+200, 132+600, 132, 133+50, 133 +100, 135, 144, 144+600, 145, 130, 136 +100, 137,139, 139+300, 139+600, 140+60 | DANOS MATARILES | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) | 21 | 36 | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (08) CAMIONES (08) REMOLCADORES (02) VEHÍCULOS MENORES (03) |
| | 153+600, 153, 153+600, 154, 155, 155+100, 156+200, 137, 137+200, 138, 138+900 | LESIONES PERSONALES | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) Y CONDUCTOR (SUEÑO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 11 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (05) CAMIONES (06) |
| | 152+600, 136+200, 137+600, 144 | SUBSECUENTE MUERTE | CONDUCTOR (SUEÑO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 04 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> REMOLCADORES (11) VEHÍCULOS MENORES (06) |
| 2019 | 129,130+100,130+600,131+500, 131+700,131+600,132+400,132+600,132,133+50,133+900,135,14 4,144+600,145,136,136+200,137 139,139+100,139+300,139+600, 140+60, 142, 143, 150 | DANOS MATARILES | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) | 25 | 32 | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (06) CAMIONES (05) REMOLCADORES (06) VEHÍCULOS MENORES (08) |

| | | | | | | | |
|------|--|---------------------|--|----|----|---------|--|
| | 36+200, 137, 139, 139+100. | LESIONES PERSONALES | CONDUCTOR (SUENO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 04 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (02) CAMIONES (02) |
| | 141, 147, 148+200 | SUBSECUENTE MUERTE | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) Y CONDUCTOR (SUENO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 03 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> VEHICULO MENOR (01) VEHICULO PESADO (01) REMOLCADOR (01) |
| 2020 | 130+100, 131, 131+200, 131+800, 132, 132+500, 132+800, 133, 133+100, 135, 144, 144+800, 145+600, 136, 138 +100, 137,139, 139+200, 139+700, 140+20, 140+30, 140+100, 145, 150, 151, 152, 152+300, 153, 153+600, 154, 155, 155+100, 156+250. | DANOS MATARILES | ENTORNO VIAL (VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) Y CONDUCTOR (SUENO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 32 | 39 | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (06) CAMIONES (08) REMOLCADORES (10) VEHICULOS MENORES (07) |
| | 133, 133+100, 135, 144, 144+800, 145+600 | LESIONES PERSONALES | CONDUCTOR (SUENO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 06 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> CAMIONES (05) |
| | 136 | SUBSECUENTE MUERTE | ENTORNO VIAL Y CONDUCTOR | 01 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> VEHICULO PESADO (01) |
| 2021 | 145+100,145+600, 136, 136 +100, 137,139, 139+200, 139+700, 140+20, 140+30, 140+100, 145, 150, 151, 152, 152+300, 153, 153+600, 154, 155, 155+100, 156+250. | DANOS MATARILES | CONDUCTOR (SUENO, EXCESO DE VELOCIDAD) | 22 | 33 | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (09) CAMIONES (06) ÓMNIBUS (05) |
| | 137,139, 139+200, 139+700, 140+20, 140+30, 140+100, 145, 150, 151, 152, | LESIONES PERSONALES | ENTORNO VIAL VIA CORTA, FALTA DE MEDIDAS DE SEGURIDAD) | 11 | | INFORME | <ul style="list-style-type: none"> AUTOMÓVILES (06) CAMIONES (05) |
| | | SUBSECUENTE MUERTE | ENTORNO VIAL Y CONDUCTOR | 0 | | INFORME | |



San Juan 20 de agosto del 2021



[Handwritten Signature]
 SAC 1620704
 Walter Muñoz García
 S2 PNP

Anexo 2: Aforo vehicular en ambos sentidos

ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24HORAS

Ubicacion : 151 + 500

Sentido : AMBOS

Estacion : ÚNICA

Dia : LUNES

Fecha : 21-Jun-21

| Hora | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | | Camion | | | Semitrayer | | | | | | | Trayler | | | TOTAL | % |
|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | > 6 EJ | C2R2 | C3R2 | C3R3 | | |
| 06:0-07:0 | 36 | 44 | | | | | 6 | 2 | | | 1 | | | | 5 | | | | | 94 | 4.6% |
| 07:0-08:0 | 35 | 62 | | | 5 | | 7 | 2 | | | 1 | | | | 4 | | | 1 | | 117 | 5.7% |
| 08:0-09:0 | 38 | 37 | 1 | | 4 | | 6 | 2 | | | | | | | 6 | 1 | | | | 95 | 4.6% |
| 09:0-10:0 | 30 | 41 | | | 3 | | 10 | 2 | | | | | | 1 | 4 | 1 | | | | 92 | 4.5% |
| 10:0-11:0 | 32 | 47 | 1 | 1 | | | 9 | 4 | | | | | | | 7 | | | | | 101 | 4.9% |
| 11:0-12:0 | 44 | 48 | | | 1 | 1 | 8 | | 1 | | | | | | 9 | | | | | 112 | 5.5% |
| 12:0-13:0 | 39 | 49 | | | 1 | | 6 | | | | 1 | | | | 9 | 1 | | 1 | | 107 | 5.2% |
| 13:0-14:0 | 36 | 40 | | | 3 | 1 | 7 | 1 | | | | | | 2 | 10 | | | | | 100 | 4.9% |
| 14:0-15:0 | 28 | 51 | | | | | 10 | 4 | 1 | | | | | 2 | 11 | 1 | 1 | | | 109 | 5.3% |
| 15:0-16:0 | 39 | 54 | | | | 1 | 8 | 8 | 2 | | | | 1 | | 5 | | | | | 118 | 5.8% |
| 16:0-17:0 | 42 | 60 | | | 2 | | 14 | 1 | | | | | | 2 | 13 | | | | | 134 | 6.5% |
| 17:0-18:0 | 40 | 48 | | 1 | 4 | | 5 | 9 | | | | | | 1 | 9 | | | | 1 | 118 | 5.8% |
| 18:0-19:0 | 39 | 40 | | 1 | 7 | | 11 | 3 | | | | 1 | | | 13 | | | 1 | 2 | 118 | 5.8% |
| 19:0-20:0 | 36 | 43 | | | 4 | | 12 | 2 | 1 | | | | | 1 | 13 | | | | | 113 | 5.5% |
| 20:0-21:0 | 28 | 32 | | | | | 9 | 4 | | | | | | | 9 | | | | 2 | 84 | 4.1% |
| 21:0-22:0 | 20 | 29 | | | 1 | | 12 | 9 | 1 | | | | | | 11 | | | 1 | | 84 | 4.1% |
| 22:0-23:0 | 15 | 17 | | | 8 | 1 | 6 | 2 | | | | | | | 5 | | | | | 54 | 2.6% |
| 23:0-00:0 | 6 | 15 | | | 6 | 2 | 6 | 4 | 2 | | | | | | 4 | | | | | 45 | 2.2% |
| 00:0-01:0 | 3 | 10 | | | | | 6 | 1 | 1 | | | | | | 5 | | | 1 | | 27 | 1.3% |
| 01:0-02:0 | 5 | 10 | | | 1 | | 6 | 4 | 3 | | | | | | 3 | | | | | 32 | 1.6% |
| 02:0-03:0 | 3 | 4 | | | 2 | | 6 | 1 | 1 | | | | | | 9 | | | 1 | | 27 | 1.3% |
| 03:0-04:0 | 4 | 6 | | | 11 | 2 | 9 | 2 | | | 1 | | | | 13 | | | 1 | | 49 | 2.4% |
| 04:0-05:0 | 12 | 12 | | 1 | 5 | | 5 | 4 | | | | | | | 13 | | | | | 52 | 2.5% |
| 05:0-06:0 | 15 | 29 | | 1 | 1 | | 5 | | 1 | | | 2 | | | 11 | 1 | | | 1 | 67 | 3.3% |
| TOTAL | 625 | 828 | 2 | 5 | 69 | 8 | 189 | 71 | 14 | 1 | 6 | 1 | 1 | 9 | 201 | 5 | 1 | 7 | 6 | 2,049 | 100.0% |
| % | 30.50 | 40.41 | 0.10 | 0.24 | 3.37 | 0.39 | 9.22 | 3.47 | 0.68 | 0.05 | 0.29 | 0.05 | 0.05 | 0.44 | 9.81 | 0.24 | 0.05 | 0.34 | 0.29 | 100.00 | |

**ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS**

Ubicacion : 151 + 500

Estacion : ÚNICA

Sentido : AMBOS

Dia : Martes

Fecha : 22-Jun-21

| Hora | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | | Camion | | | Semitrayler | | | | | Trayler | | | TOTAL | % | |
|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S2 | T2S3 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | > 6EJ | C2R2 | C3R2 | | | C3R3 |
| 06:0-07:0 | 36 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 94 | 4.7% |
| 07:0-08:0 | 35 | 62 | 0 | 0 | 5 | 0 | 7 | 2 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 117 | 5.8% |
| 08:0-09:0 | 38 | 37 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 94 | 4.7% |
| 09:0-10:0 | 30 | 41 | 0 | 0 | 3 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 92 | 4.6% |
| 10:0-11:0 | 32 | 47 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 5.0% |
| 11:0-12:0 | 44 | 48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 112 | 5.6% |
| 12:0-13:0 | 39 | 51 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | 0 | 1 | 0 | 109 | 5.4% |
| 13:0-14:0 | 36 | 40 | 0 | 0 | 3 | 1 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 5.0% |
| 14:0-15:0 | 28 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 109 | 5.4% |
| 15:0-16:0 | 39 | 54 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 8 | 2 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 5.9% |
| 16:0-17:0 | 42 | 60 | 0 | 0 | 2 | 0 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 134 | 6.7% |
| 17:0-18:0 | 40 | 48 | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 1 | 118 | 5.9% |
| 18:0-19:0 | 39 | 40 | 1 | 1 | 7 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 1 | 2 | 119 | 5.9% |
| 19:0-20:0 | 36 | 43 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 | 2 | 1 | 1 | 0 | 0 | 1 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 113 | 5.6% |
| 20:0-21:0 | 42 | 34 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 1 | 100 | 5.0% |
| 21:0-22:0 | 21 | 25 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 68 | 3.4% |
| 22:0-23:0 | 17 | 21 | 1 | 0 | 8 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 62 | 3.1% |
| 23:0-00:0 | 9 | 11 | 0 | 0 | 6 | 2 | 7 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 2.2% |
| 00:0-01:0 | 3 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 4 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 25 | 1.2% |
| 01:0-02:0 | 7 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 26 | 1.3% |
| 02:0-03:0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 2 | 0 | 23 | 1.1% |
| 03:0-04:0 | 3 | 8 | 1 | 1 | 9 | 0 | 3 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 2.1% |
| 04:0-05:0 | 7 | 9 | 0 | 1 | 5 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 2.0% |
| 05:0-06:0 | 14 | 21 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 50 | 2.5% |
| TOTAL | 640 | 809 | 4 | 5 | 68 | 6 | 170 | 72 | 13 | 4 | 1 | 1 | 11 | 191 | 4 | 1 | 5 | 4 | 2,009 | 100.0% |
| % | 31.86 | 40.27 | 0.20 | 0.25 | 3.38 | 0.30 | 8.46 | 3.58 | 0.65 | 0.20 | 0.05 | 0.05 | 0.55 | 9.51 | 0.20 | 0.05 | 0.25 | 0.20 | 100.00 | |

**ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS**

Ubicacion : 151 + 500

Sentido : AMBOS

Estacion : ÚNICA

Fecha : 23-Jun-21

Dia : Miércoles

| Hora | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | | Camion | | | | Semitrayler | | | | | | | Trayler | | | | | | TOTAL | % | | |
|-----------|-------|-----------|---------|------|------|------|--------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|------|------|---------|------|------|------|------|------|-------|--------|--------|--|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | 8x4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T2S4 | T3S1 | T3S2 | T3S3 | > 6 EJ | C2R2 | C2R3 | C2R4 | C3R2 | C3R3 | | | > 6 EJ | |
| 06:0-07:0 | 36 | 44 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 94 | 4.7% | |
| 07:0-08:0 | 42 | 62 | 0 | 0 | 6 | 0 | 7 | 2 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 125 | 6.2% | |
| 08:0-09:0 | 38 | 37 | 0 | 0 | 4 | 0 | 6 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 94 | 4.7% | |
| 09:0-10:0 | 30 | 41 | 0 | 0 | 3 | 0 | 10 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 92 | 4.6% | |
| 10:0-11:0 | 32 | 47 | 0 | 1 | 0 | 0 | 9 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 5.0% | |
| 11:0-12:0 | 44 | 48 | 0 | 0 | 1 | 1 | 8 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 112 | 5.6% | |
| 12:0-13:0 | 39 | 49 | 0 | 0 | 1 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 107 | 5.3% | |
| 13:0-14:0 | 36 | 40 | 0 | 0 | 3 | 1 | 7 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 10 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 100 | 5.0% | |
| 14:0-15:0 | 28 | 51 | 0 | 0 | 0 | 0 | 10 | 4 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 11 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 109 | 5.4% | |
| 15:0-16:0 | 39 | 54 | 0 | 0 | 0 | 1 | 8 | 8 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 118 | 5.9% | |
| 16:0-17:0 | 42 | 60 | 0 | 0 | 2 | 0 | 14 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 2 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 134 | 6.7% | |
| 17:0-18:0 | 40 | 48 | 0 | 1 | 4 | 0 | 5 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 118 | 5.9% | |
| 18:0-19:0 | 39 | 40 | 1 | 1 | 7 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 | 119 | 5.9% | |
| 19:0-20:0 | 36 | 43 | 0 | 0 | 4 | 0 | 12 | 2 | 1 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 0 | 1 | 13 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 113 | 5.6% | |
| 20:0-21:0 | 39 | 32 | 0 | 0 | 1 | 0 | 11 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 95 | 4.7% | |
| 21:0-22:0 | 24 | 25 | 1 | 0 | 1 | 0 | 6 | 7 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 71 | 3.5% | |
| 22:0-23:0 | 19 | 21 | 1 | 0 | 8 | 1 | 8 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 6 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 64 | 3.2% | |
| 23:0-00:0 | 10 | 11 | 0 | 0 | 6 | 2 | 7 | 1 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 42 | 2.1% | |
| 00:0-01:0 | 4 | 7 | 0 | 0 | 1 | 0 | 2 | 2 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 22 | 1.1% | |
| 01:0-02:0 | 6 | 3 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 23 | 1.1% | |
| 02:0-03:0 | 5 | 4 | 0 | 0 | 1 | 0 | 5 | 1 | 1 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 0 | 0 | 22 | 1.1% | |
| 03:0-04:0 | 1 | 8 | 1 | 1 | 9 | 0 | 3 | 4 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 39 | 1.9% | |
| 04:0-05:0 | 7 | 9 | 0 | 1 | 5 | 0 | 3 | 3 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 12 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 40 | 2.0% | |
| 05:0-06:0 | 16 | 18 | 0 | 0 | 1 | 0 | 3 | 2 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 9 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 0 | 49 | 2.4% | |
| TOTAL | 652 | 802 | 4 | 5 | 69 | 6 | 170 | 66 | 13 | 0 | 0 | 4 | 1 | 0 | 1 | 11 | 185 | 4 | 1 | 0 | 0 | 4 | 4 | 0 | 2,002 | 100.0% | |
| % | 32.57 | 40.06 | 0.20 | 0.25 | 3.45 | 0.30 | 8.49 | 3.30 | 0.65 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.05 | 0.00 | 0.05 | 0.55 | 9.24 | 0.20 | 0.05 | 0.00 | 0.00 | 0.20 | 0.20 | 0.00 | 100.00 | | |

**ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS**

Ubicacion : 151 + 500

Estacion : ÚNICA

Sentido : AMBOS

Dia : Jueves

Fecha : 24-Jun-21

| Hora | Camioneta | | Ómnibus | | | | Camion | | | Semitrayler | | | | | | Trayler | | TOTAL | % |
|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|--------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S2 | T3S3 | > 6 EJ | C3R2 | C3R3 | | |
| 06:0-07:0 | 29 | 32 | | | 2 | | 5 | 2 | | | | | | 6 | | | | 76 | 3.8% |
| 07:0-08:0 | 24 | 61 | | 2 | 5 | | 6 | 4 | | | | | 2 | 12 | | 1 | 1 | 118 | 5.9% |
| 08:0-09:0 | 30 | 39 | | | 2 | | 2 | 3 | | 1 | | | 1 | 3 | | | | 81 | 4.1% |
| 09:0-10:0 | 27 | 48 | | 1 | 5 | | 5 | 4 | | | | | | 12 | | | 1 | 103 | 5.2% |
| 10:0-11:0 | 17 | 37 | 1 | 1 | 2 | | 1 | 1 | | 1 | | | | 5 | | | 1 | 67 | 3.4% |
| 11:0-12:0 | 34 | 44 | | | 1 | 1 | 15 | 3 | | | 2 | | 1 | 8 | | | | 109 | 5.5% |
| 12:0-13:0 | 35 | 48 | | | 1 | | 7 | 6 | | | | | 2 | 15 | | | | 114 | 5.7% |
| 13:0-14:0 | 33 | 47 | | 1 | 2 | | 8 | 2 | | | | 1 | 1 | 10 | | | | 105 | 5.3% |
| 14:0-15:0 | 37 | 46 | | 1 | 1 | | 6 | 7 | | | | | 2 | 10 | 1 | | 1 | 112 | 5.6% |
| 15:0-16:0 | 30 | 47 | | | | 1 | 14 | 1 | 2 | | | | 2 | 11 | | | | 108 | 5.4% |
| 16:0-17:0 | 28 | 57 | | 1 | 2 | | 9 | 7 | | | | | | 13 | | | | 117 | 5.9% |
| 17:0-18:0 | 28 | 70 | | 1 | 3 | | 10 | 3 | | | | | | 11 | | | | 126 | 6.3% |
| 18:0-19:0 | 36 | 47 | | | 6 | | 8 | 10 | | | | | | 8 | 1 | 1 | 1 | 118 | 5.9% |
| 19:0-20:0 | 39 | 58 | | 1 | 8 | | 23 | | 1 | | | | | 13 | 1 | | | 144 | 7.2% |
| 20:0-21:0 | 36 | 37 | | | 1 | | 11 | 3 | | | | | | 8 | | | 1 | 97 | 4.9% |
| 21:0-22:0 | 24 | 28 | 1 | | 1 | | 6 | 7 | | | | | 1 | 6 | | | | 74 | 3.7% |
| 22:0-23:0 | 16 | 22 | 1 | | 8 | 1 | 8 | | | | | | | 6 | | | | 62 | 3.1% |
| 23:0-00:0 | 7 | 13 | | | 6 | 2 | 7 | 1 | 2 | | | | | 1 | | | | 39 | 2.0% |
| 00:0-01:0 | 3 | 8 | | | 1 | | 2 | 2 | 2 | | | | 1 | 3 | | | | 22 | 1.1% |
| 01:0-02:0 | 10 | 5 | | | 1 | | 3 | 3 | 3 | | | | | 4 | | | | 29 | 1.5% |
| 02:0-03:0 | 4 | 7 | | | 1 | | 5 | 1 | 1 | | | | | 4 | | 1 | | 24 | 1.2% |
| 03:0-04:0 | 3 | 10 | 1 | 1 | 9 | | 3 | 4 | | | | | | 12 | | | | 43 | 2.2% |
| 04:0-05:0 | 9 | 11 | | 1 | 5 | | 3 | 3 | | | | | | 12 | | | | 44 | 2.2% |
| 05:0-06:0 | 16 | 24 | | | 1 | | 3 | 2 | | | | | | 9 | | | | 55 | 2.8% |
| TOTAL | 555 | 846 | 4 | 11 | 74 | 5 | 170 | 79 | 11 | 2 | 2 | 1 | 13 | 202 | 3 | 3 | 6 | 1,987 | 100.0% |
| % | 27.93 | 42.58 | 0.20 | 0.55 | 3.72 | 0.25 | 8.56 | 3.98 | 0.55 | 0.10 | 0.10 | 0.05 | 0.65 | 10.17 | 0.15 | 0.15 | 0.30 | 100.00 | |

**ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS**

Ubicacion : 151 + 500

Estacion : ÚNICA

Sentido : AMBOS

Dia : Viernes

Fecha : 25-Jun-21

| Hora | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | | Camion | | | | Semitrayler | | | | | Trayler | | | TOTAL | % | |
|-----------|-------|-----------|---------|------|------|------|--------|------|------|------|-------------|------|------|------|------|---------|------|------|-------|--------|--------|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | 8x4 | T2S1 | T2S2 | T2S3 | T3S2 | T3S3 | > 6EJ | C2R2 | C3R2 | | | C3R3 |
| 06:0-07:0 | 17 | 39 | | | 2 | | 9 | 2 | | | | | 1 | | 14 | | 2 | | | 86 | 3.8% |
| 07:0-08:0 | 23 | 43 | | | 5 | | 6 | 6 | | | | | | | 9 | | | 1 | | 93 | 4.2% |
| 08:0-09:0 | 34 | 45 | | | 2 | 1 | 7 | 3 | | | | | 1 | 9 | | | | | 102 | 4.6% | |
| 09:0-10:0 | 26 | 48 | | 1 | 5 | | 3 | 3 | | | | 1 | | 10 | | | | | 98 | 4.4% | |
| 10:0-11:0 | 37 | 45 | | 1 | 1 | 1 | 9 | 4 | | 1 | | | 1 | 2 | 9 | | | | 113 | 5.1% | |
| 11:0-12:0 | 34 | 56 | | | 3 | | 6 | | | | | | | | 14 | | | | 114 | 5.1% | |
| 12:0-13:0 | 38 | 50 | | 1 | 1 | | 6 | 3 | 1 | | | | 2 | 6 | | | | | 108 | 4.8% | |
| 13:0-14:0 | 40 | 53 | | 1 | 3 | | 7 | 3 | | | | | | 4 | | | 1 | | 112 | 5.0% | |
| 14:0-15:0 | 35 | 61 | | 1 | 1 | | 11 | 7 | | | | | | 1 | 10 | 1 | | | 128 | 5.7% | |
| 15:0-16:0 | 38 | 71 | | 1 | 1 | | 9 | 6 | | | | | | 2 | 10 | | | | 139 | 6.2% | |
| 16:0-17:0 | 44 | 68 | | | 2 | | 13 | 6 | | | | | 1 | 1 | 9 | | | | 144 | 6.4% | |
| 17:0-18:0 | 53 | 67 | | 1 | 6 | | 8 | 6 | 1 | | | | | 1 | 15 | | | 2 | 160 | 7.2% | |
| 18:0-19:0 | 55 | 58 | | | 8 | | 12 | 3 | 1 | | | | | 1 | 14 | 1 | 2 | | 155 | 6.9% | |
| 19:0-20:0 | 47 | 59 | | | 6 | 1 | 6 | 6 | | | | | | | 13 | | | | 140 | 6.3% | |
| 20:0-21:0 | 26 | 42 | | | | | 7 | 3 | | | | | | | 6 | | | | 85 | 3.8% | |
| 21:0-22:0 | 22 | 28 | | | 1 | | 11 | 7 | 1 | | | | | | 15 | | | 2 | 87 | 3.9% | |
| 22:0-23:0 | 17 | 17 | | | 9 | 1 | 2 | 4 | | | | | | | 5 | | | | 55 | 2.5% | |
| 23:0-00:0 | 8 | 16 | 1 | | 8 | 1 | 3 | 4 | | | | | | | 4 | | | | 45 | 2.0% | |
| 00:0-01:0 | 4 | 8 | | | | | 7 | | | | | | | | 4 | | | 2 | 25 | 1.1% | |
| 01:0-02:0 | 4 | 10 | | | 1 | | 6 | 4 | | | | | | | 2 | | | | 27 | 1.2% | |
| 02:0-03:0 | 3 | 6 | | | 2 | | 7 | 2 | | | | | | | 8 | | | | 28 | 1.3% | |
| 03:0-04:0 | 3 | 3 | | | 11 | 2 | 11 | 1 | | | | 1 | | | 4 | | | 1 | 37 | 1.7% | |
| 04:0-05:0 | 15 | 12 | | 1 | 5 | | 4 | 4 | | | | | | | 15 | | | | 56 | 2.5% | |
| 05:0-06:0 | 25 | 47 | | 1 | 1 | | 7 | 1 | 1 | | | | | | 10 | 1 | 1 | 1 | 98 | 4.4% | |
| TOTAL | 648 | 952 | 1 | 9 | 84 | 7 | 177 | 88 | 5 | 1 | 1 | 7 | 1 | 9 | 219 | 3 | 6 | 8 | 9 | 2,235 | 100.0% |
| % | 28.99 | 42.60 | 0.04 | 0.40 | 3.76 | 0.31 | 7.92 | 3.94 | 0.22 | 0.04 | 0.04 | 0.31 | 0.04 | 0.40 | 9.80 | 0.13 | 0.27 | 0.36 | 0.40 | 100.00 | |

**ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS**

Ubicacion : 151 + 500

Estacion : ÚNICA

Sentido : AMBOS

Dia : Sábado

Fecha : 26-Jun-21

| Hora | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | | Camion | | | Semitrayler | | | | | Trayler | | | TOTAL | % |
|--------------|--------------|--------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|-------------|---------------|---------------|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S2 | T2S3 | T3S2 | T3S3 | > 6 EJ | C2R2 | C3R2 | C3R3 | | |
| 06:0-07:0 | 24 | 41 | | | 1 | | 4 | 4 | | 1 | | | 7 | 1 | | | | 83 | 3.9% |
| 07:0-08:0 | 29 | 57 | | | 3 | | 8 | 1 | | 1 | | | 7 | | | | | 106 | 5.0% |
| 08:0-09:0 | 32 | 40 | 1 | | 3 | | 3 | 2 | | | | | 9 | | | | 1 | 91 | 4.3% |
| 09:0-10:0 | 36 | 52 | | 1 | 5 | | 5 | 1 | 1 | | | | 2 | | | | | 103 | 4.9% |
| 10:0-11:0 | 38 | 53 | | 3 | 3 | | 8 | 4 | 1 | | | | 5 | | | | | 115 | 5.4% |
| 11:0-12:0 | 48 | 46 | | | 2 | 1 | 10 | 4 | | | | | 11 | 1 | | 1 | | 124 | 5.9% |
| 12:0-13:0 | 44 | 61 | | | 1 | | 3 | 3 | | | 1 | | 8 | | | | | 121 | 5.7% |
| 13:0-14:0 | 32 | 61 | | | 3 | | 10 | 4 | | | | | 8 | | | | | 118 | 5.6% |
| 14:0-15:0 | 41 | 65 | | 1 | 1 | 1 | 12 | 5 | | | | | 12 | | 1 | | 1 | 140 | 6.6% |
| 15:0-16:0 | 42 | 57 | | | | 1 | 10 | 1 | | | 1 | | 9 | | | | 1 | 122 | 5.8% |
| 16:0-17:0 | 42 | 67 | | 1 | 3 | | 11 | 4 | | | | | 10 | | | 1 | 1 | 140 | 6.6% |
| 17:0-18:0 | 47 | 52 | 1 | 1 | 4 | 1 | 9 | 5 | 1 | | 1 | | 11 | | | 3 | 3 | 139 | 6.6% |
| 18:0-19:0 | 41 | 45 | | 1 | 7 | | 6 | 3 | 1 | | | 2 | 8 | | | | 1 | 115 | 5.4% |
| 19:0-20:0 | 58 | 60 | | | 5 | | 12 | 1 | | | 1 | | 10 | | | | 5 | 152 | 7.2% |
| 20:0-21:0 | 33 | 32 | | | 1 | | 11 | 3 | | | | | 8 | | | | 1 | 89 | 4.2% |
| 21:0-22:0 | 21 | 25 | 1 | | 1 | | 6 | 7 | | | 1 | | 6 | | | | | 68 | 3.2% |
| 22:0-23:0 | 17 | 21 | 1 | | 8 | 1 | 8 | | | | | | 6 | | | | | 62 | 2.9% |
| 23:0-00:0 | 9 | 11 | | | 6 | 2 | 7 | 1 | 2 | | | | 1 | | | | | 39 | 1.8% |
| 00:0-01:0 | 2 | 7 | | | 1 | | 2 | 2 | 2 | | 1 | | 3 | | | | | 20 | 0.9% |
| 01:0-02:0 | 7 | 3 | | | 1 | | 3 | 3 | 3 | | | | 4 | | | | | 24 | 1.1% |
| 02:0-03:0 | 3 | 4 | | | 1 | | 5 | 1 | 1 | | | | 4 | | | 1 | | 20 | 0.9% |
| 03:0-04:0 | 2 | 8 | 1 | 1 | 9 | | 3 | 4 | | | | | 12 | | | | | 40 | 1.9% |
| 04:0-05:0 | 7 | 9 | | 1 | 5 | | 3 | 3 | | | | | 12 | | | | | 40 | 1.9% |
| 05:0-06:0 | 12 | 18 | | | 1 | | 3 | 2 | | | | | 9 | | | | | 45 | 2.1% |
| TOTAL | 667 | 895 | 5 | 10 | 75 | 7 | 162 | 68 | 12 | 2 | 1 | 7 | 182 | 2 | 1 | 6 | 14 | 2,116 | 100.0% |
| % | 31.52 | 42.30 | 0.24 | 0.47 | 3.54 | 0.33 | 7.66 | 3.21 | 0.57 | 0.09 | 0.05 | 0.33 | 8.60 | 0.09 | 0.05 | 0.28 | 0.66 | 100.00 | |

**ESTUDIO DE TRAFICO
AFORO VEHICULAR DE 24 HORAS**

Ubicacion : 151 + 500

Estacion : ÚNICA

Sentido : AMBOS

Dia : Domingo

Fecha : 27-Jun-21

| Hora | Auto | Camioneta | Ómnibus | | | | Camion | | | Semitrayer | | | | Trayler | | | TOTAL | % |
|-----------|-------|-----------|---------|------|------|------|--------|------|------|------------|------|------|--------|---------|------|------|--------|--------|
| | Ac | Ap | M3 | B2 | B3 | B4 | C2 | C3 | C4 | T2S2 | T3S2 | T3S3 | > 6 EJ | C2R2 | C3R2 | C3R3 | | |
| 06:0-07:0 | 27 | 53 | | | 2 | | 5 | 6 | | | | 9 | 1 | | | | 103 | 4.6% |
| 07:0-08:0 | 32 | 74 | | 1 | 5 | | 7 | 7 | 1 | 2 | 1 | 12 | 2 | | | | 144 | 6.5% |
| 08:0-09:0 | 23 | 40 | | | 2 | 1 | 2 | 2 | | | | 7 | | | | 2 | 79 | 3.5% |
| 09:0-10:0 | 44 | 54 | | | 8 | | 5 | 3 | | | 1 | 12 | | | | | 127 | 5.7% |
| 10:0-11:0 | 49 | 63 | | 1 | 3 | | 3 | 4 | 1 | | | 7 | | | | 1 | 132 | 5.9% |
| 11:0-12:0 | 48 | 52 | | 1 | 2 | | 6 | 9 | | | | 8 | | | | 1 | 127 | 5.7% |
| 12:0-13:0 | 40 | 45 | | | 1 | | 7 | 2 | | 1 | 2 | 7 | 3 | | | 2 | 110 | 4.9% |
| 13:0-14:0 | 41 | 61 | | | 4 | | 6 | 10 | 1 | | | 10 | | | | | 133 | 6.0% |
| 14:0-15:0 | 43 | 60 | | | 2 | | 12 | 8 | | | 1 | 9 | | 1 | 1 | | 137 | 6.2% |
| 15:0-16:0 | 45 | 47 | | 1 | | | 13 | 3 | 1 | | | 8 | 2 | | 1 | 3 | 124 | 5.6% |
| 16:0-17:0 | 50 | 64 | | 1 | 6 | 2 | 8 | 8 | 1 | | 1 | 12 | | | | 1 | 154 | 6.9% |
| 17:0-18:0 | 45 | 61 | | 1 | 5 | | 10 | 5 | | 1 | | 10 | | | 1 | 3 | 142 | 6.4% |
| 18:0-19:0 | 35 | 54 | | 1 | 8 | | 5 | 5 | | 1 | 1 | 8 | | | | 4 | 122 | 5.5% |
| 19:0-20:0 | 48 | 64 | | | 6 | | 7 | 7 | | | 2 | 11 | | | | 3 | 148 | 6.6% |
| 20:0-21:0 | 34 | 38 | | | 2 | | 6 | 2 | | | | 4 | | | | | 86 | 3.9% |
| 21:0-22:0 | 24 | 34 | | | | | 4 | 4 | | | 2 | 10 | | | | | 78 | 3.5% |
| 22:0-23:0 | 26 | 26 | 2 | | | | 4 | | | | | 4 | | | | | 62 | 2.8% |
| 23:0-00:0 | 14 | 16 | | | | | 6 | | | | | | | | | | 36 | 1.6% |
| 00:0-01:0 | 4 | 10 | | | 2 | | 4 | 2 | 2 | | 2 | 4 | | | | | 30 | 1.3% |
| 01:0-02:0 | 12 | 4 | | | 2 | | 6 | 6 | | | | 4 | | | | | 34 | 1.5% |
| 02:0-03:0 | 6 | 4 | | | 2 | | 10 | 2 | | | | 4 | | | | | 28 | 1.3% |
| 03:0-04:0 | 2 | 10 | 2 | 2 | 18 | | 2 | 4 | | | | 6 | | | | | 46 | 2.1% |
| 04:0-05:0 | 8 | 2 | | 2 | 10 | | 2 | 2 | | | | | | | | | 26 | 1.2% |
| 05:0-06:0 | 2 | 6 | | | 2 | | 2 | 4 | | | | 2 | | | | | 18 | 0.8% |
| TOTAL | 702 | 942 | 4 | 11 | 92 | 3 | 142 | 105 | 7 | 5 | 13 | 168 | 8 | 1 | 3 | 20 | 2,226 | 100.0% |
| % | 31.54 | 42.32 | 0.18 | 0.49 | 4.13 | 0.13 | 6.38 | 4.72 | 0.31 | 0.22 | 0.58 | 7.55 | 0.36 | 0.04 | 0.13 | 0.90 | 100.00 | |

Anexo 3: Anexo Fotográfico

Figura N° 44: Verificación de las longitudes tramo en tangente.



Figura N° 45: Estación de aforo del tráfico vehicular.



Figura N° 46: Cámara instalada para el aforo del tráfico vehicular.



Figura N° 47: Tramos sucesivos de la carretera con velocidades de operación muy diferentes.



Figura N° 48: Medición de las velocidades de operación



Figura N° 49: Ancho de la calzada no adecuado para el ancho del vehículo.



Figura N° 50: Tramo señalizado con velocidad máxima de 50 Km/h.



Figura N° 51: Tramo señalizado con velocidad máxima de 30 Km/h



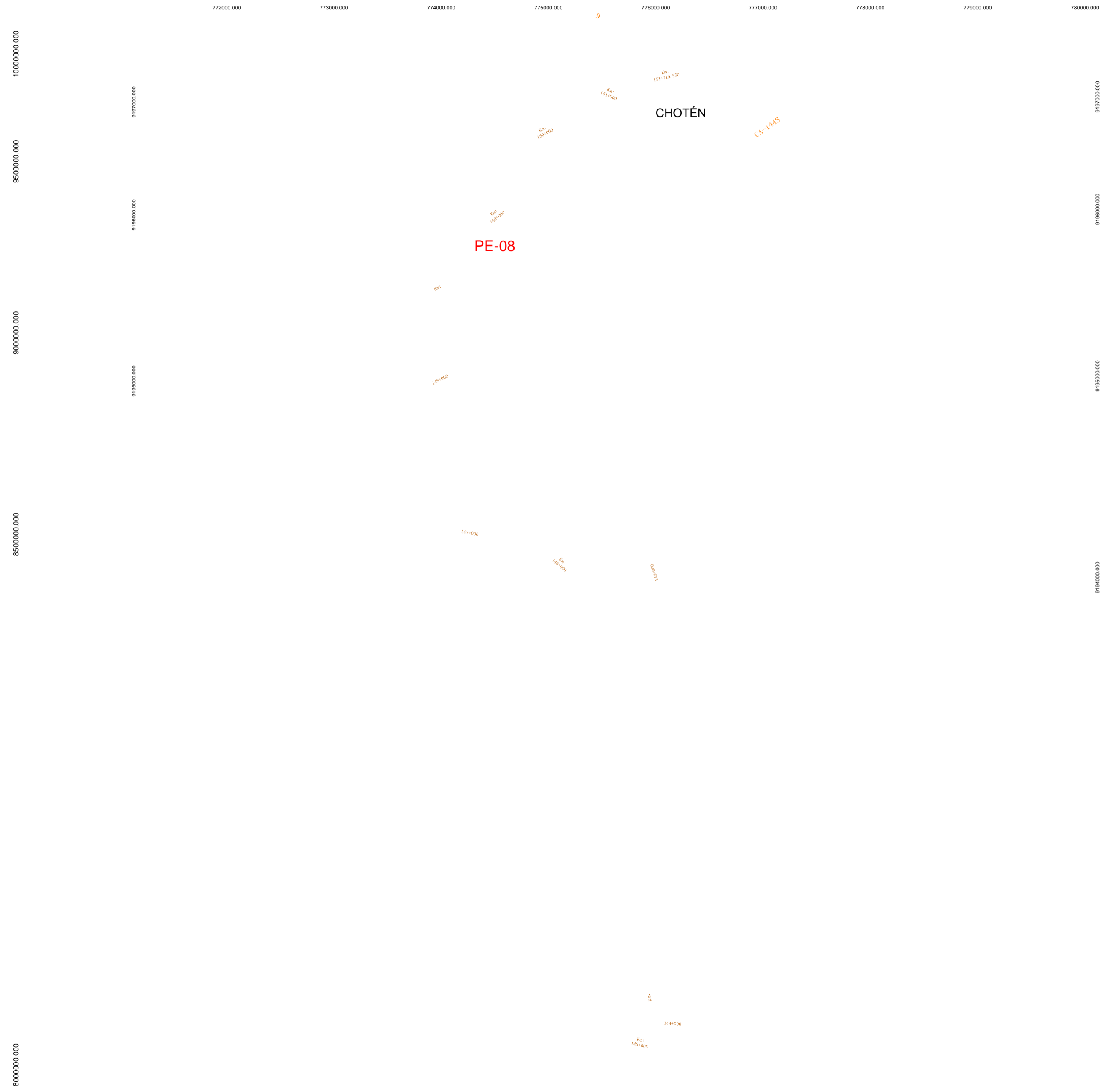
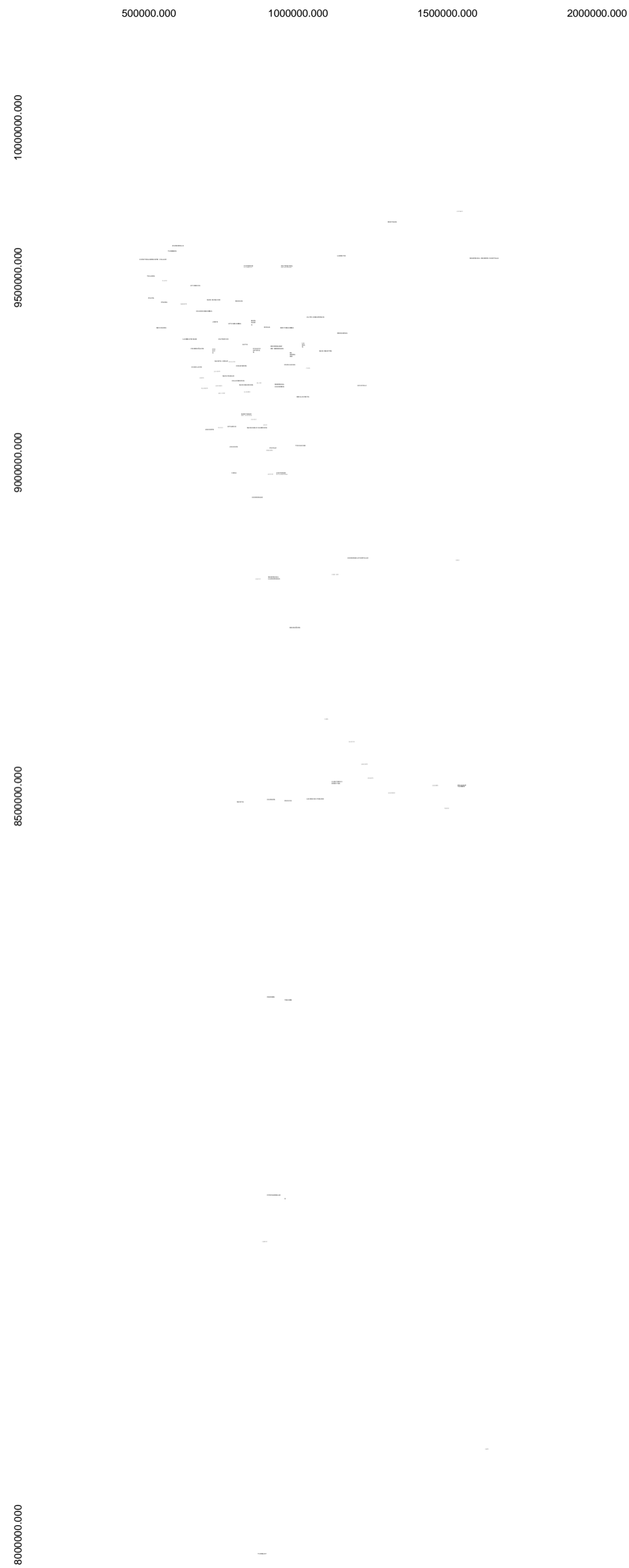
Figura N° 52: Inicio del centro poblado de Choten



Figura N° 53: Punto final del estudio.



CARRETERA CHOTÉN - SAN JUAN



9500000.000



919000.000



0000000000

-

-

-

-

-

-

CA-1447

AM-112

9225000.000

Handwritten scribbles in purple ink, possibly initials or a signature.

1
2
3
4
5
6
7
8
9
10
11
12
13
14
15
16
17
18
19
20
21
22
23
24
25
26
27
28
29
30
31
32
33
34
35
36
37
38
39
40
41
42
43
44
45
46
47
48
49
50
51
52
53
54
55
56
57
58
59
60
61
62
63
64
65
66
67
68
69
70
71
72
73
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

CA-114

10000.00

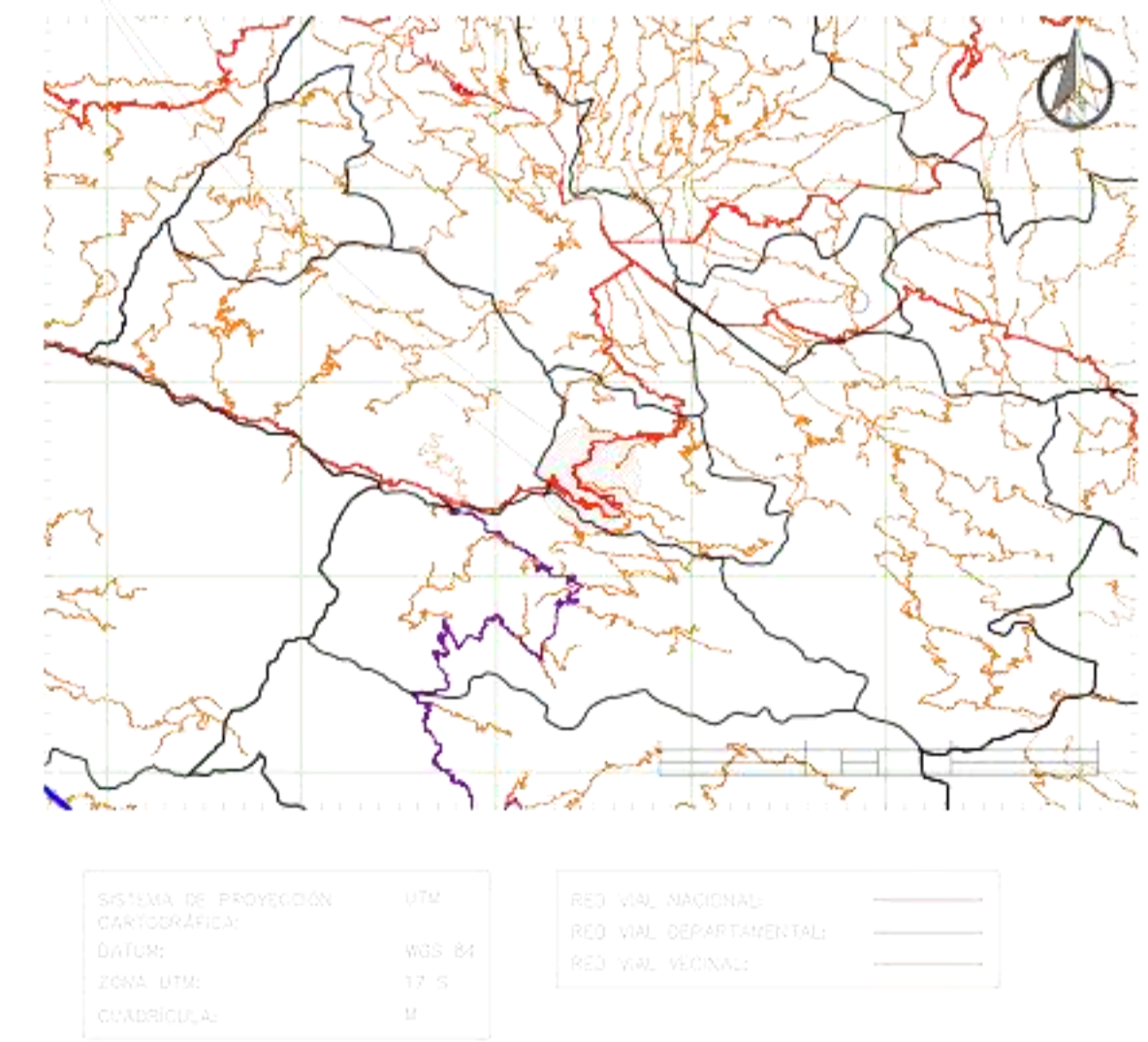
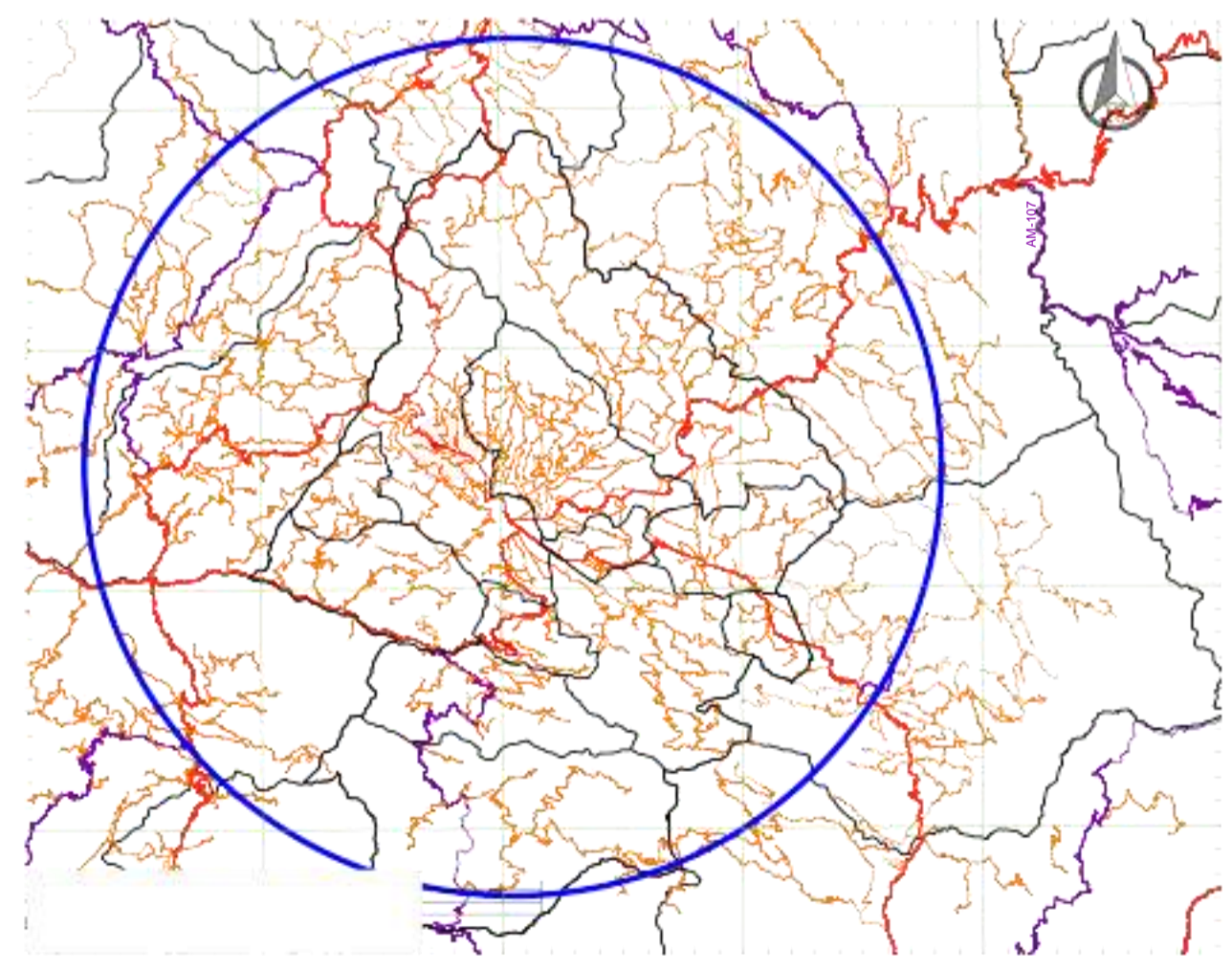
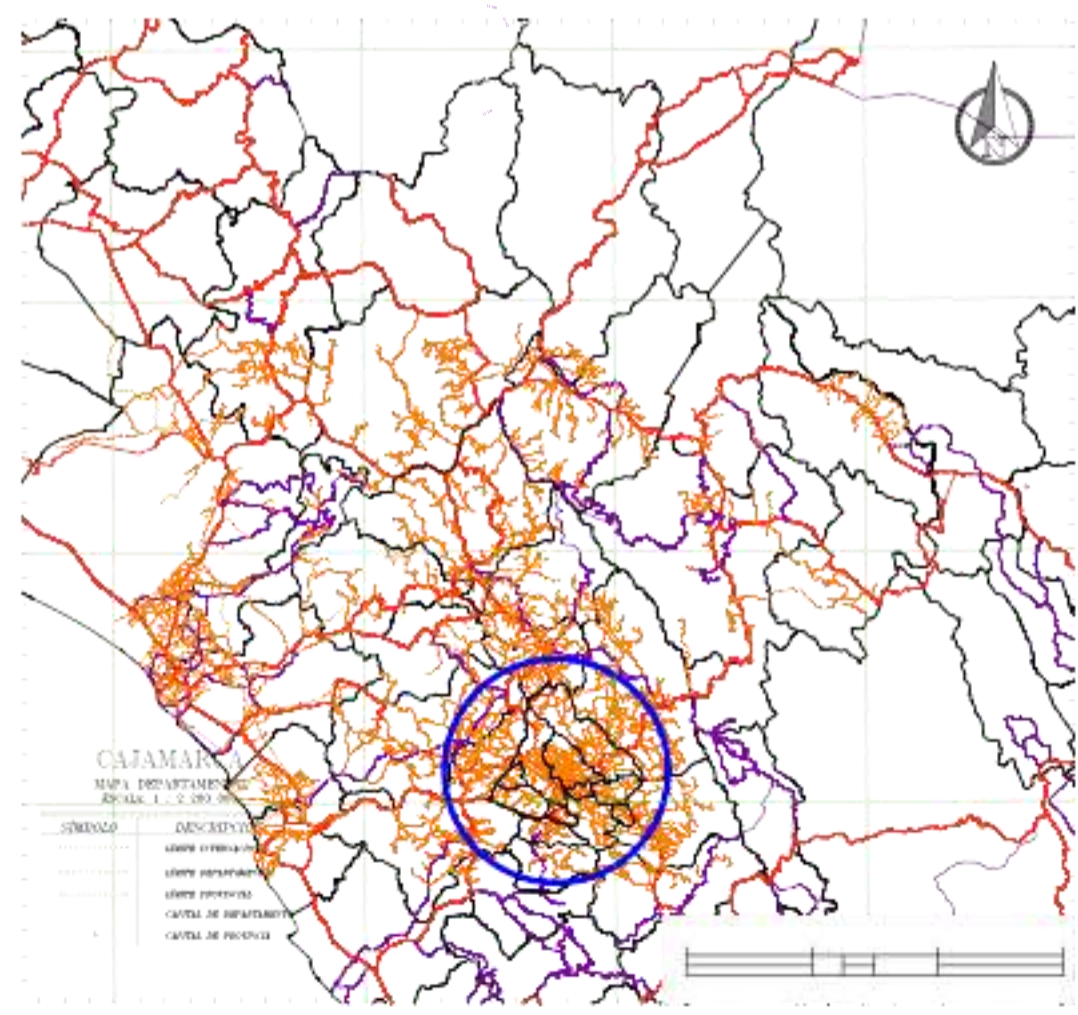
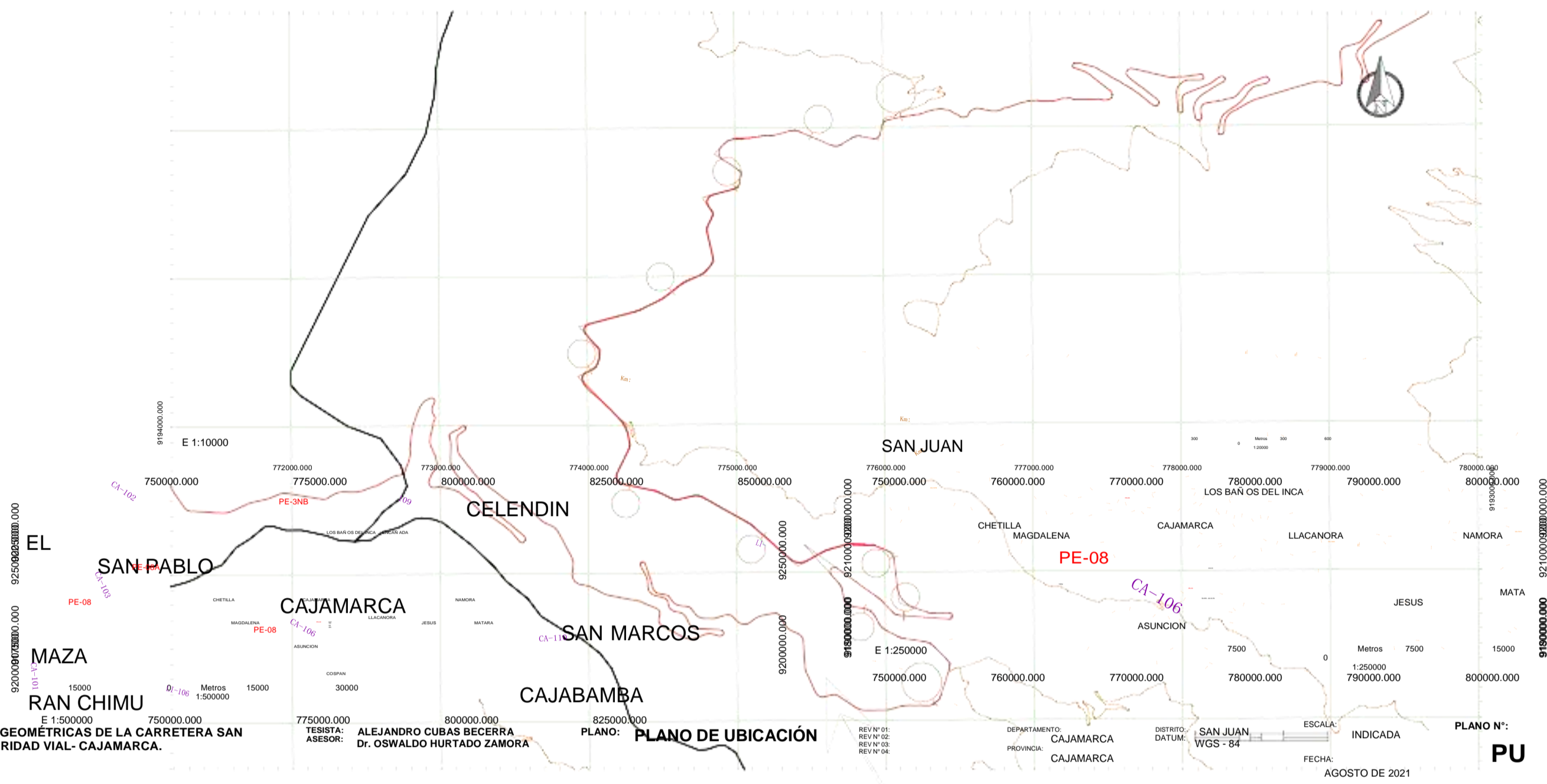
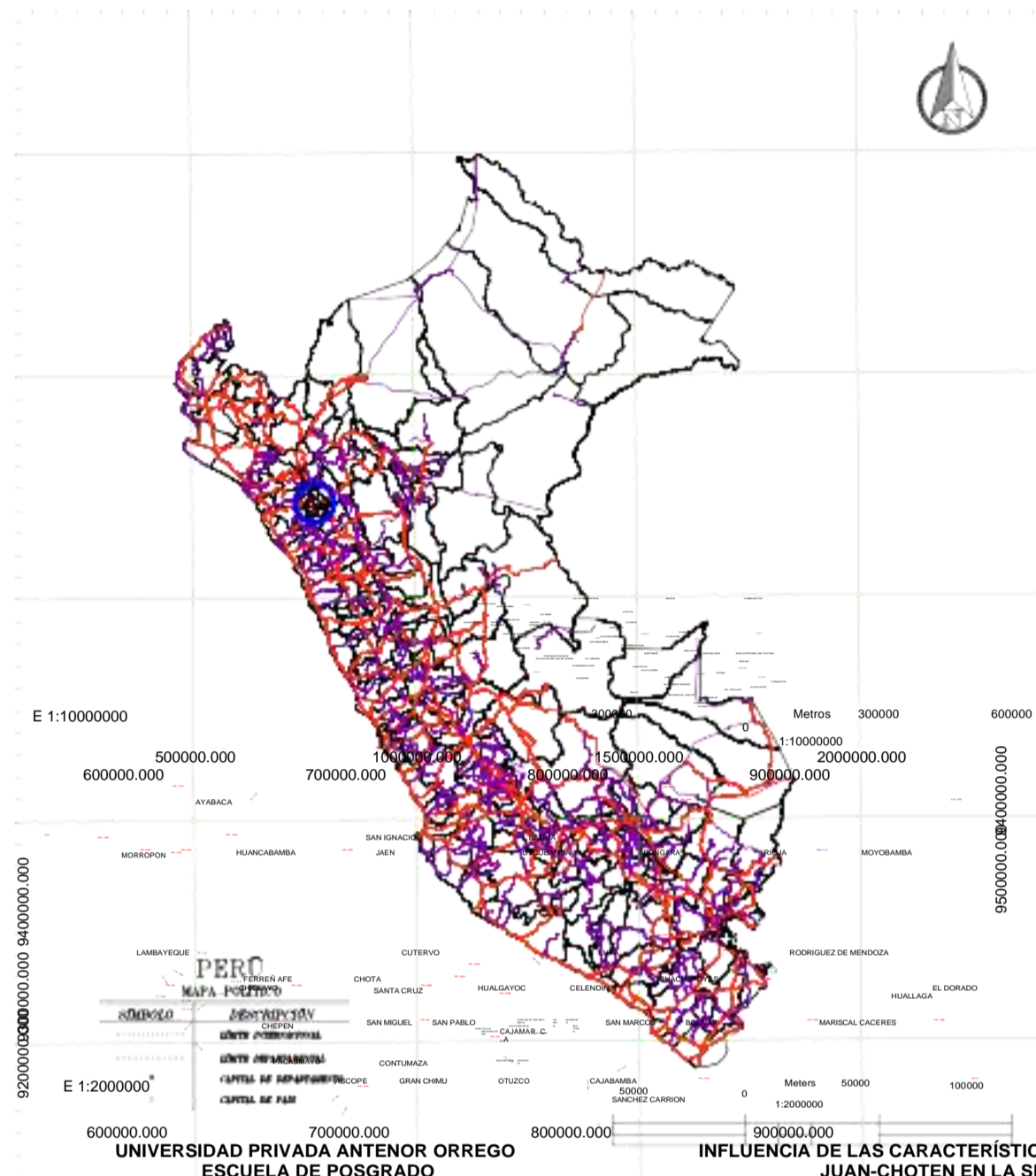
CA-108

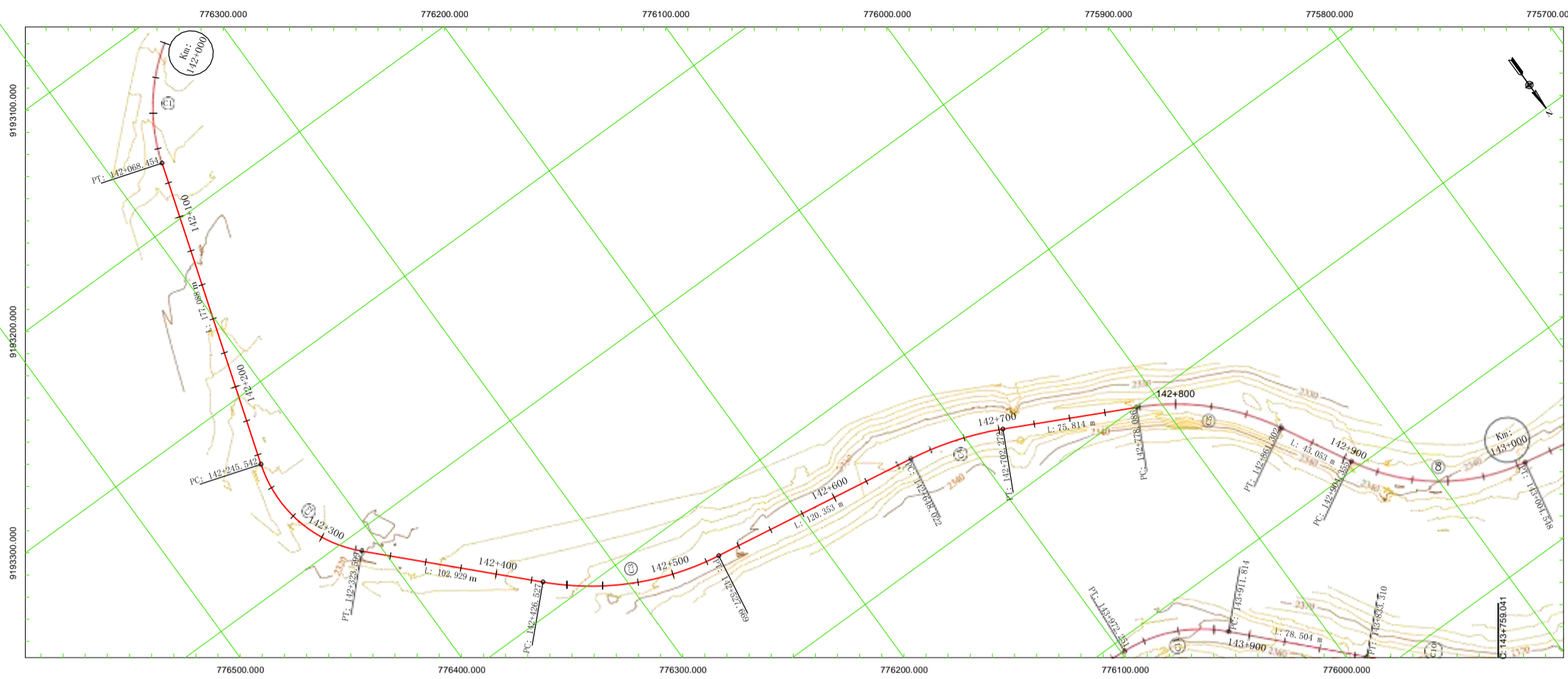
9175000.000

1000000000

9200000.000

11.700



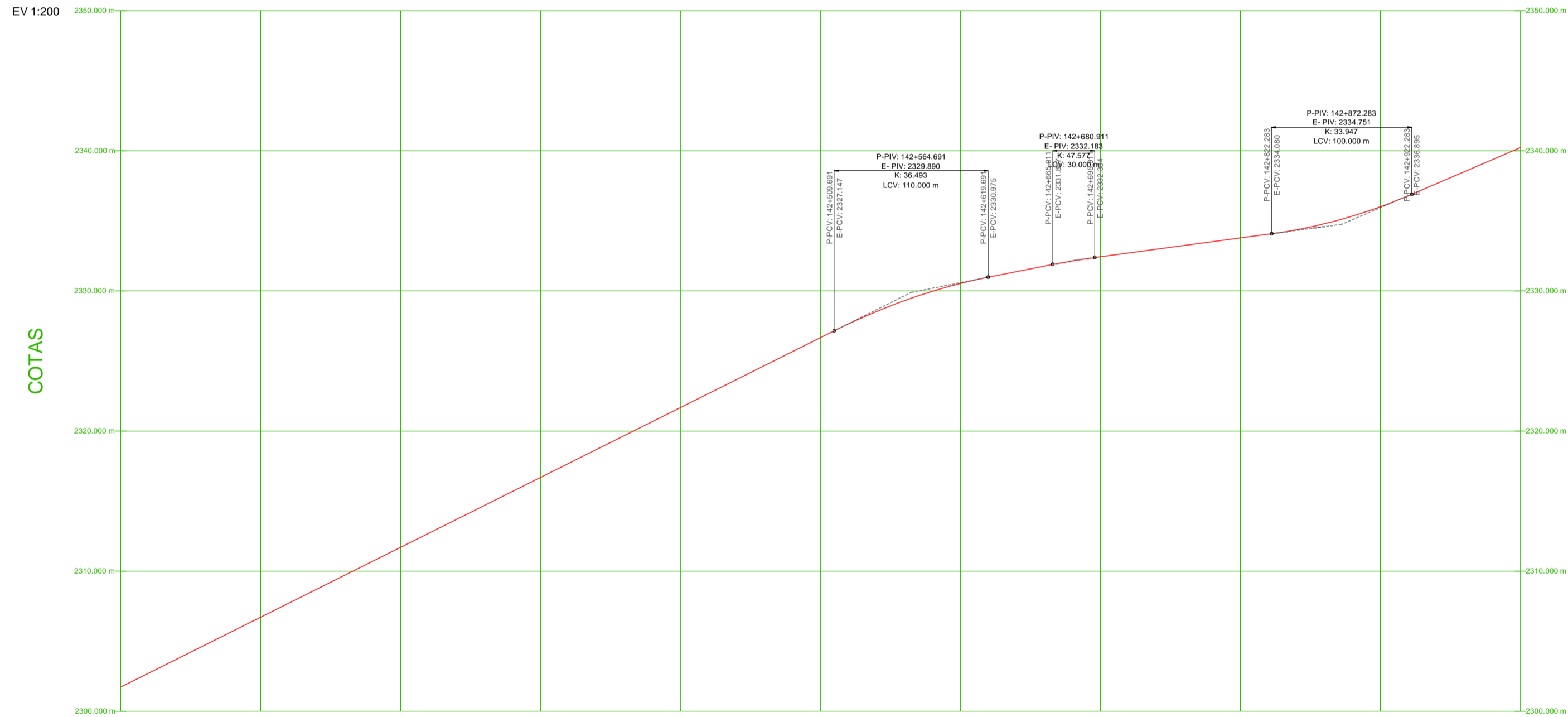


E 1:2000

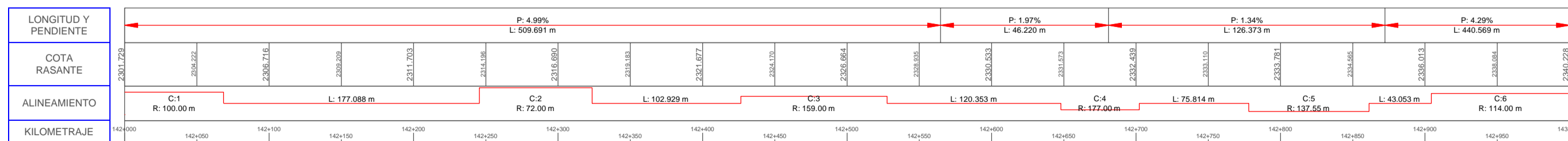
| TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS | | | | | | | | | | | |
|------------------------------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | Pk | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Se existente (m) |
| C1 | 100.00 | 68.454 | 35.629 | 67.125 | 5.8 | 6.158 | 8.00 | 21.43 | 4.29 | 17.14 | 1.1 |
| C2 | 72.00 | 78.057 | 43.361 | 74.29 | 10.321 | 12.049 | 5.80 | 16.71 | 4.29 | 12.43 | 1.9 |
| C3 | 159.00 | 101.142 | 52.348 | 99.445 | 7.975 | 8.396 | 3.80 | 12.43 | 4.29 | 8.14 | 0.9 |
| C4 | 177.00 | 54.25 | 27.34 | 54.038 | 2.074 | 2.099 | 3.50 | 11.79 | 4.29 | 7.50 | 0.9 |
| C5 | 137.55 | 83.216 | 42.925 | 81.962 | 6.245 | 6.542 | 4.20 | 13.29 | 4.29 | 9.00 | 1.1 |
| C6 | 114.00 | 100.192 | 53.591 | 96.999 | 10.831 | 11.968 | 4.60 | 14.14 | 4.29 | 9.98 | 1.3 |

| TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS | | | | | | |
|------------------------------------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
| C1 | 142+000.000 | 142+035.629 | 142+068.454 | E: 776331.575 N: 9193115.768 | E: 776361.500 N: 9193135.104 | E: 776372.457 N: 9193169.007 |
| C2 | 142+245.542 | 142+288.903 | 142+323.599 | E: 776426.917 N: 9193337.513 | E: 776440.251 N: 9193378.772 | E: 776410.019 N: 9193409.855 |
| C3 | 142+426.527 | 142+478.875 | 142+527.669 | E: 776338.254 N: 9193483.640 | E: 776301.755 N: 9193521.165 | E: 776250.102 N: 9193529.668 |
| C4 | 142+648.022 | 142+675.361 | 142+702.272 | E: 776131.348 N: 9193549.217 | E: 776104.371 N: 9193553.658 | E: 776079.992 N: 9193566.032 |
| C5 | 142+778.086 | 142+821.011 | 142+861.302 | E: 776012.387 N: 9193600.344 | E: 775974.109 N: 9193619.771 | E: 775953.675 N: 9193657.520 |
| C6 | 142+904.355 | 142+957.946 | 143+004.548 | E: 775933.180 N: 9193695.382 | E: 775907.668 N: 9193742.511 | E: 775855.100 N: 9193752.935 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 142+000.000 HASTA Km 143+000.000



EH 1:2000



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SAN JUAN-CHOTEN EN LA SEGURIDAD VIAL- CAJAMARCA.

TESISTA:
ALEJANDRO CUBAS BECERRA
ASESOR:
Dr. OSWALDO HURTADO ZAMORA

PLANO:
**PLANO PLANTA - PERFIL
KM 142+00 AL KM 143+00**

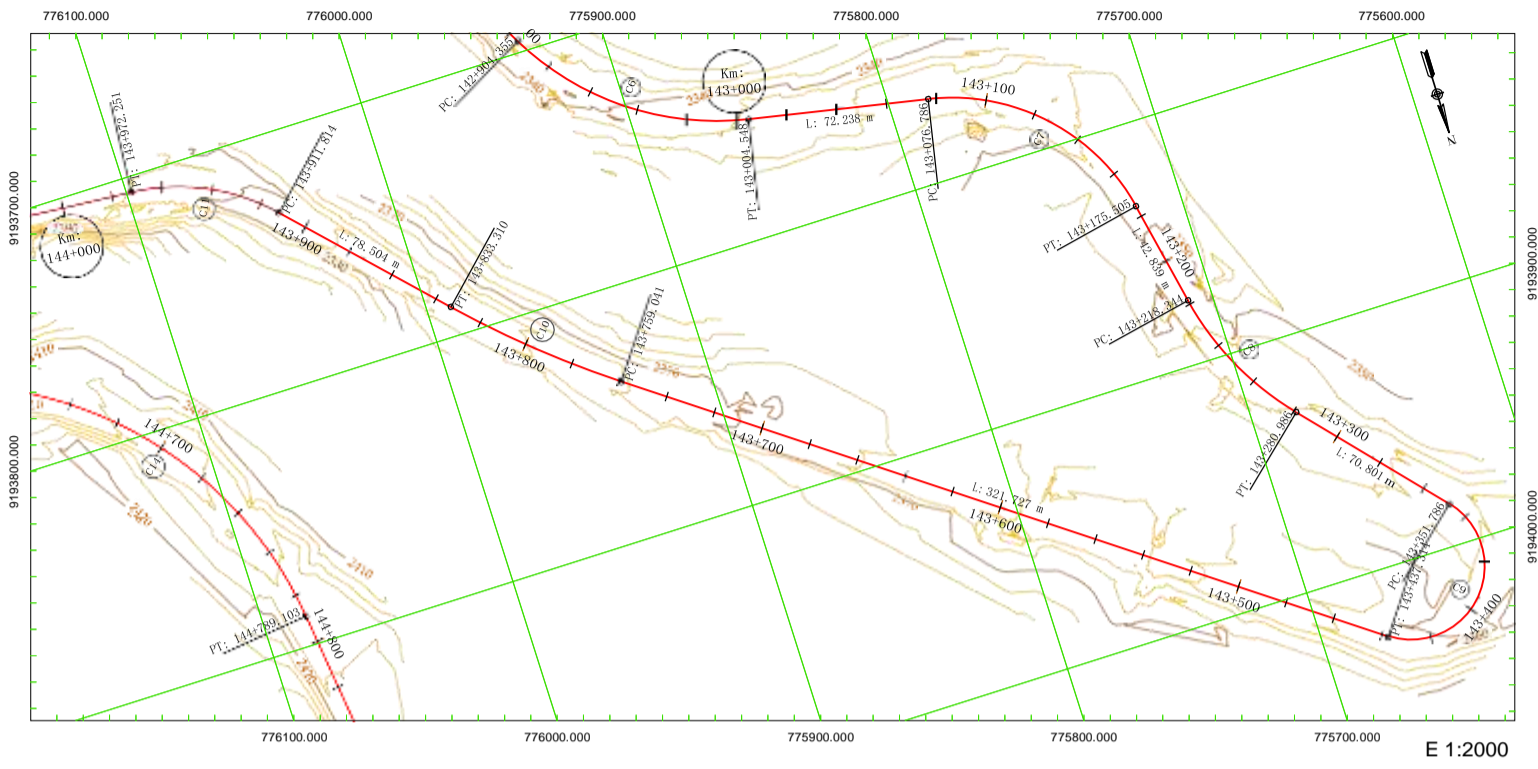
REV N° 01:
REV N° 02:
REV N° 03:
REV N° 04:

DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA
PROVINCIA:
CAJAMARCA

DISTRITO:
SAN JUAN
DATUM:
WGS - 84

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
AGOSTO DE 2021

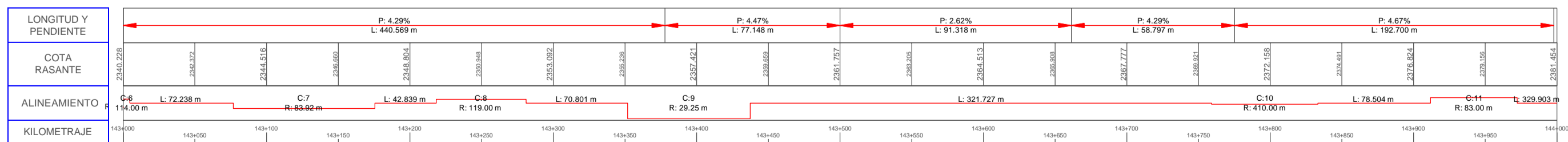
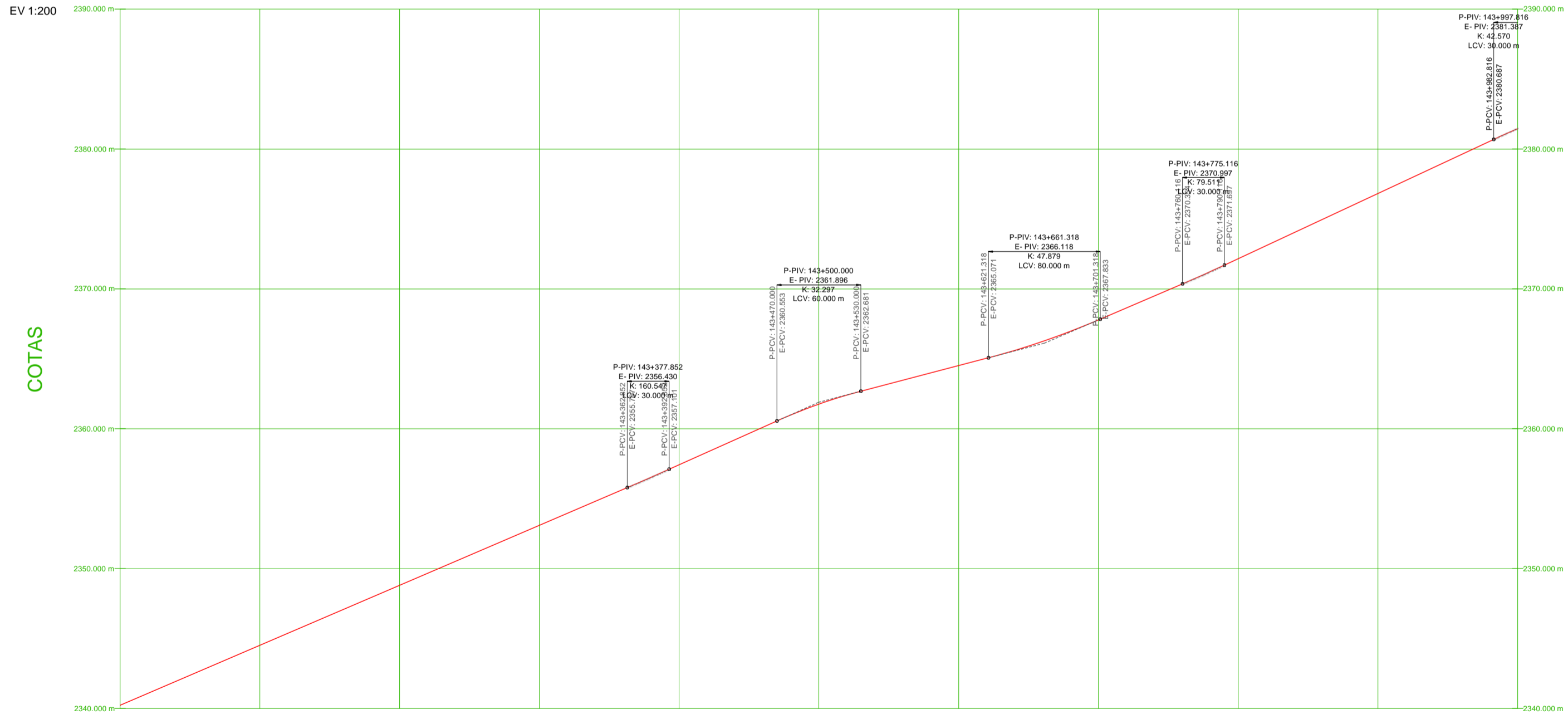
PLANO N°:
PP-01



| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C6 | 114.00 | 100.192 | 53.591 | 96.999 | 10.831 | 11.968 | 4.60 | 14.14 | 4.29 | 9.86 | 1.3 |
| C7 | 83.92 | 98.719 | 55.967 | 93.125 | 14.102 | 16.951 | 5.40 | 15.86 | 4.29 | 11.57 | 1.7 |
| C8 | 119.00 | 62.642 | 32.065 | 61.921 | 4.098 | 4.244 | 4.50 | 13.93 | 4.29 | 9.64 | 1.2 |
| C9 | 29.25 | 85.528 | 267.817 | 58.154 | 26.074 | 240.159 | 8.00 | 21.43 | 4.29 | 17.14 | 4.5 |
| C10 | 410.00 | 74.268 | 37.236 | 74.167 | 1.68 | 1.687 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.4 |
| C11 | 83.00 | 60.437 | 31.629 | 59.111 | 5.44 | 5.822 | 5.40 | 15.86 | 4.29 | 11.57 | 1.7 |

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C6 | 142+904.355 | 142+957.946 | 143+004.548 | E:775933.180 N:9193695.382 | E: 775907.668 N: 9193742.511 | E: 775855.100 N: 9193752.935 |
| C7 | 143+076.786 | 143+132.753 | 143+175.505 | E:775784.242 N:9193766.986 | E: 775729.343 N: 9193777.873 | E: 775718.296 N: 9193832.739 |
| C8 | 143+218.344 | 143+250.409 | 143+280.986 | E:775709.840 N:9193874.735 | E: 775703.511 N: 9193906.169 | E: 775682.246 N: 9193930.167 |
| C9 | 143+351.786 | 143+619.603 | 143+437.314 | E:775635.290 N:9193983.157 | E: 775457.673 N: 9194183.601 | E: 775674.370 N: 9194026.223 |
| C10 | 143+759.041 | 143+796.277 | 143+833.310 | E:775934.688 N:9193837.165 | E: 775964.817 N: 9193815.284 | E: 775990.511 N: 9193788.333 |
| C11 | 143+911.814 | 143+943.443 | 143+972.251 | E:776044.681 N:9193731.512 | E: 776066.505 N: 9193708.620 | E: 776098.030 N: 9193706.057 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 143+000.000 HASTA Km 144+000.000



EH 1:2000



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SAN JUAN-CHOTEN EN LA SEGURIDAD VIAL- CAJAMARCA.

TESISTA:
ALEJANDRO CUBAS BECERRA
ASESOR:
Dr. OSWALDO HURTADO ZAMORA

PLANO:
PLANO PLANTA - PERFIL
KM 143+00 AL KM 144+00

REV N° 01:
REV N° 02:
REV N° 03:
REV N° 04:

DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA
PROVINCIA:
CAJAMARCA

DISTRITO:
SAN JUAN
DATUM:
WGS - 84

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
AGOSTO DE 2021

PLANO N°:
PP-02

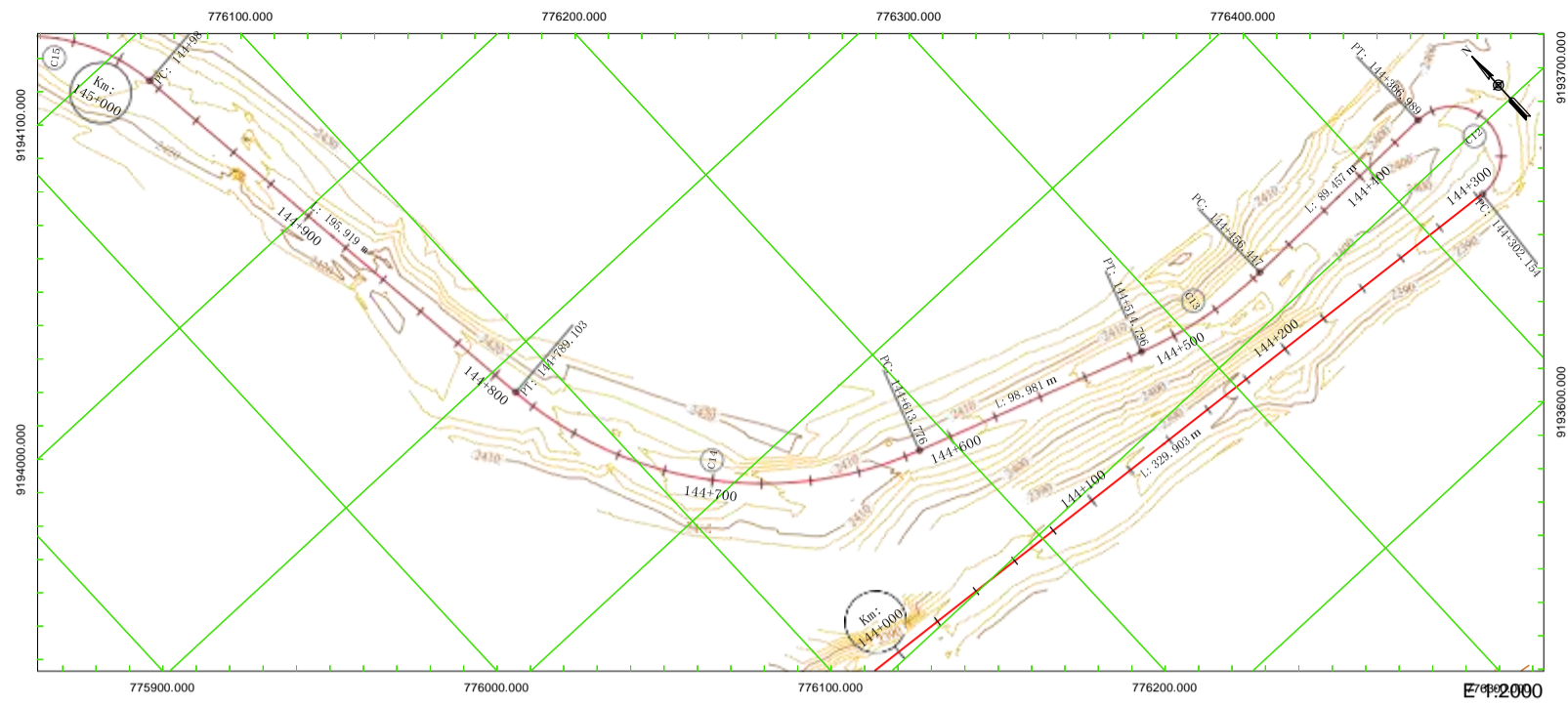


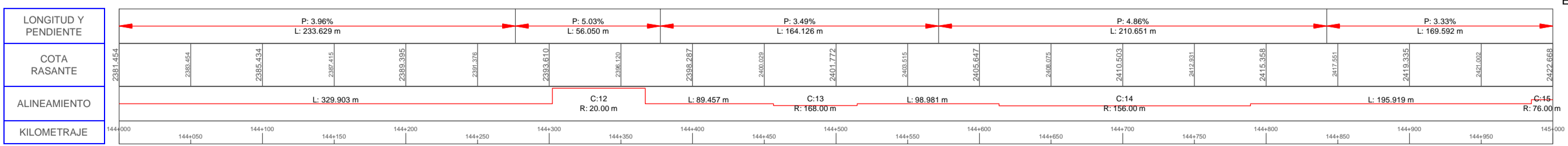
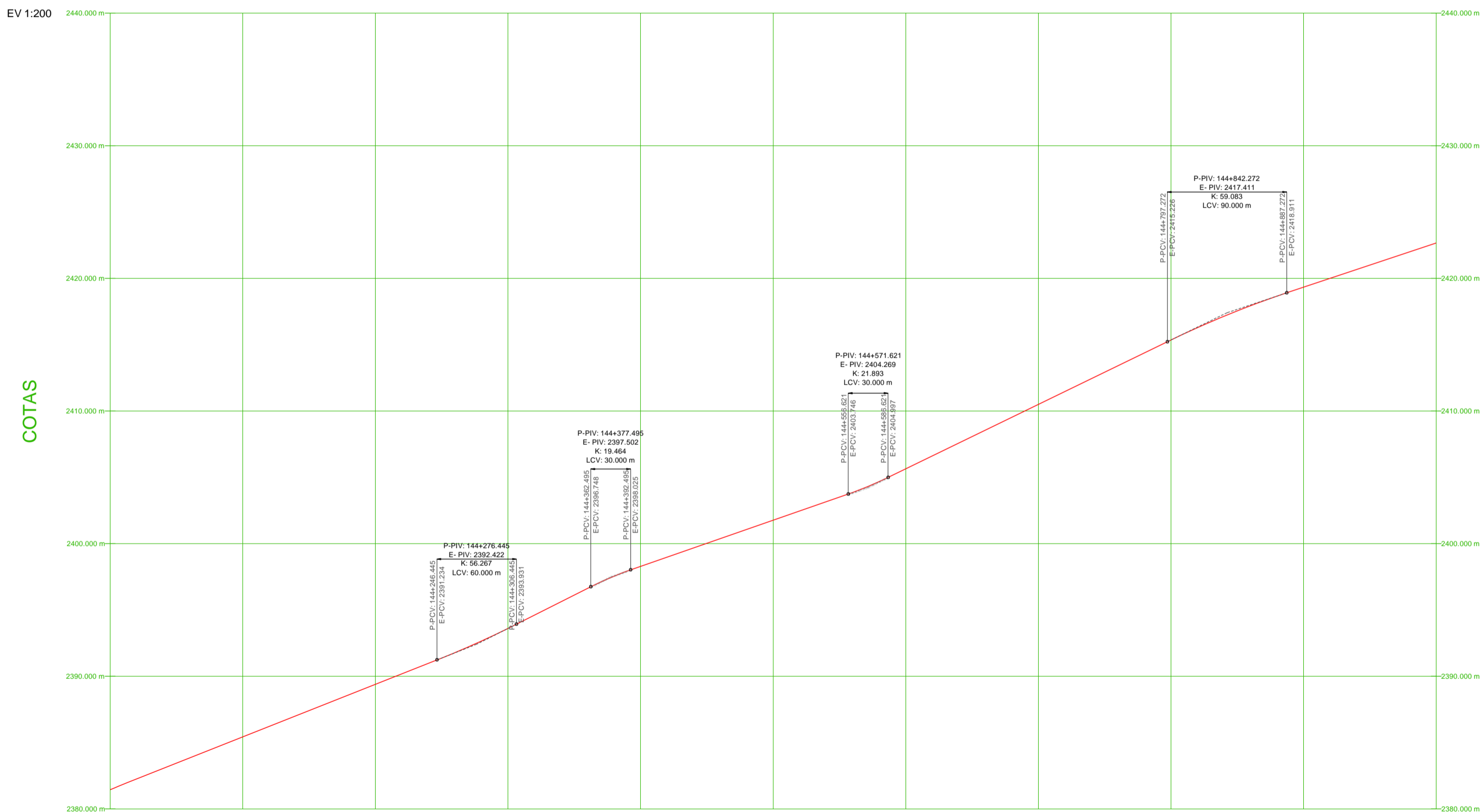
TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flacha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C12 | 20.00 | 64.835 | 396.953 | 39.95 | 21.001 | 419.454 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 6.7 |
| C13 | 168.00 | 58.348 | 29.471 | 58.056 | 2.527 | 2.565 | 3.80 | 12.00 | 4.29 | 7.71 | 0.9 |
| C14 | 156.00 | 175.327 | 98.227 | 166.244 | 23.99 | 28.349 | 3.80 | 12.43 | 4.29 | 8.14 | 1 |
| C15 | 76.00 | 83.742 | 46.094 | 79.569 | 11.245 | 13.198 | 5.70 | 16.50 | 4.29 | 12.21 | 1.8 |

TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

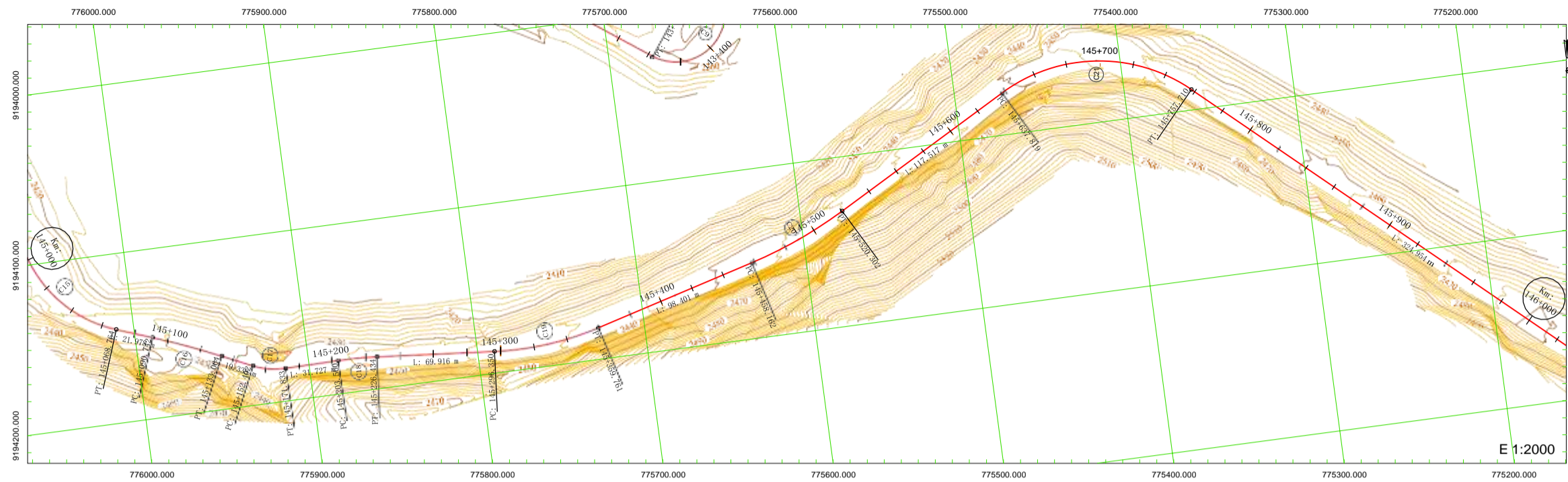
| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C12 | 144+302.154 | 143+903.201 | 144+366.989 | E: 776426.847 N: 9193679.326 | E: 776029.206 N: 9193711.652 | E: 776428.087 N: 9193719.257 |
| C13 | 144+456.447 | 144+485.918 | 144+514.796 | E: 776338.646 N: 9193717.551 | E: 776309.180 N: 9193716.990 | E: 776281.282 N: 9193726.491 |
| C14 | 144+613.776 | 144+712.004 | 144+789.103 | E: 776187.586 N: 9193758.401 | E: 776094.603 N: 9193790.069 | E: 776082.976 N: 9193887.606 |
| C15 | 144+985.022 | 145+031.716 | 145+068.764 | E: 776059.784 N: 9194082.147 | E: 776054.257 N: 9194128.512 | E: 776010.399 N: 9194144.536 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 144+000.000 HASTA Km 145+000.000

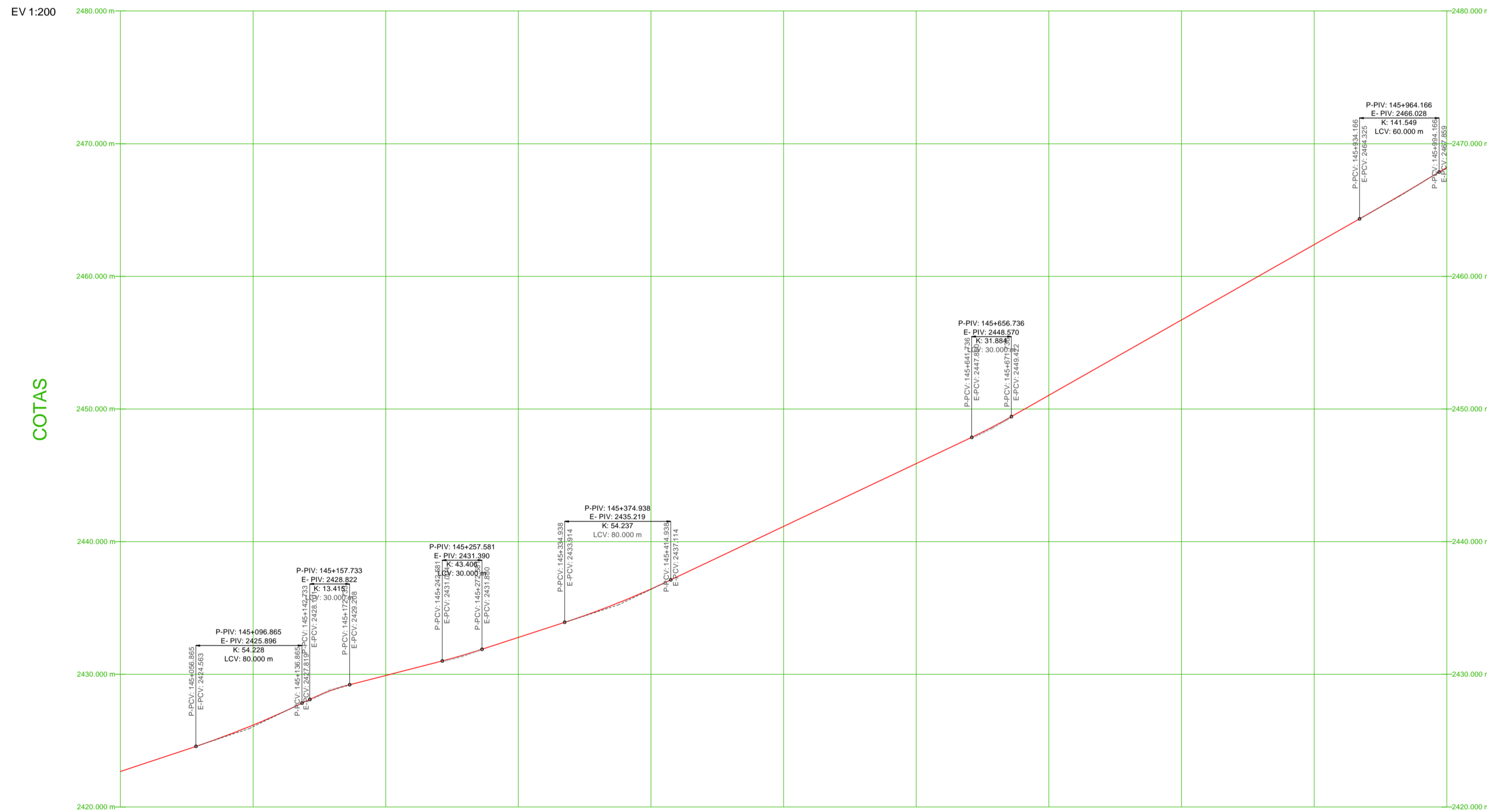


EH 1:2000





PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 145+000.000 HASTA Km 146+000.000



| LONGITUD Y PENDIENTE | COTA RASANTE | ALINEAMIENTO | KILOMETRAJE |
|--------------------------|--------------|--------------------------------------|-------------|
| P: 3.33% L: 169.592 m | 2427.888 | C-15 R: 76.00 m | 145+000 |
| P: 4.81% L: 5.868 m | 2428.131 | C-16 L: 21.978 m R: 484.00 m | 145+050 |
| P: 2.57% L: 69.848 m | 2428.172 | C-17 L: 19.338 m R: 43.00 m | 145+100 |
| P: 3.26% L: 62.357 m | 2428.631 | C-18 L: 31.727 m R: 225.00 m | 145+150 |
| P: 4.74% L: 226.798 m | 2429.909 | C-19 L: 69.916 m R: 178.00 m | 145+200 |
| P: 5.68% L: 262.431 m | 2430.292 | C-20 R: 264.00 m | 145+250 |
| P: 6.10% L: 289.339 m | 2430.774 | C-21 L: 117.517 m R: 324.954 m | 145+300 |
| | 2431.257 | | 145+350 |
| | 2431.740 | | 145+400 |
| | 2432.223 | | 145+450 |
| | 2432.706 | | 145+500 |
| | 2433.189 | | 145+550 |
| | 2433.672 | | 145+600 |
| | 2434.155 | | 145+650 |
| | 2434.638 | | 145+700 |
| | 2435.121 | | 145+750 |
| | 2435.604 | | 145+800 |
| | 2436.087 | | 145+850 |
| | 2436.570 | | 145+900 |
| | 2437.053 | | 145+950 |
| | 2437.536 | | 146+000 |

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Ba existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C15 | 76.00 | 83.742 | 46.694 | 79.569 | 11.245 | 13.198 | 5.70 | 16.50 | 4.29 | 12.21 | 1.8 |
| C16 | 484.00 | 42.322 | 21.174 | 42.308 | 0.463 | 0.463 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.4 |
| C17 | 43.00 | 19.431 | 9.884 | 19.266 | 1.093 | 1.121 | 7.10 | 19.50 | 4.29 | 15.21 | 3.1 |
| C18 | 225.00 | 22.874 | 11.447 | 22.864 | 0.291 | 0.291 | 2.90 | 10.50 | 4.29 | 6.21 | 0.7 |
| C19 | 178.00 | 63.411 | 32.045 | 63.076 | 2.816 | 2.861 | 3.50 | 11.79 | 4.29 | 7.50 | 0.9 |
| C20 | 264.00 | 62.14 | 31.214 | 61.997 | 1.826 | 1.839 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.6 |
| C21 | 97.00 | 119.891 | 68.956 | 112.404 | 17.941 | 22.012 | 5.10 | 15.21 | 4.29 | 10.93 | 1.5 |

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C15 | 144+985.022 | 145+031.716 | 145+068.764 | E: 776059.784 N: 9194082.147 | E: 776054.257 N: 9194128.512 | E: 776010.399 N: 9194144.536 |
| C16 | 145+090.742 | 145+111.916 | 145+133.064 | E: 775989.755 N: 9194152.078 | E: 775969.867 N: 9194159.344 | E: 775950.689 N: 9194168.319 |
| C17 | 145+152.402 | 145+162.286 | 145+171.833 | E: 775933.173 N: 9194176.516 | E: 775924.221 N: 9194180.706 | E: 775914.338 N: 9194180.566 |
| C18 | 145+203.560 | 145+215.006 | 145+226.434 | E: 775882.614 N: 9194189.117 | E: 775871.169 N: 9194179.855 | E: 775859.766 N: 9194180.855 |
| C19 | 145+296.350 | 145+328.395 | 145+359.761 | E: 775790.117 N: 9194187.065 | E: 775758.194 N: 9194189.866 | E: 775727.300 N: 9194181.358 |
| C20 | 145+458.162 | 145+489.376 | 145+520.302 | E: 775632.430 N: 9194155.231 | E: 775602.337 N: 9194146.943 | E: 775575.005 N: 9194131.866 |
| C21 | 145+637.819 | 145+706.775 | 145+757.710 | E: 775472.107 N: 9194075.102 | E: 775411.729 N: 9194041.794 | E: 775360.431 N: 9194067.875 |

EH 1:2000



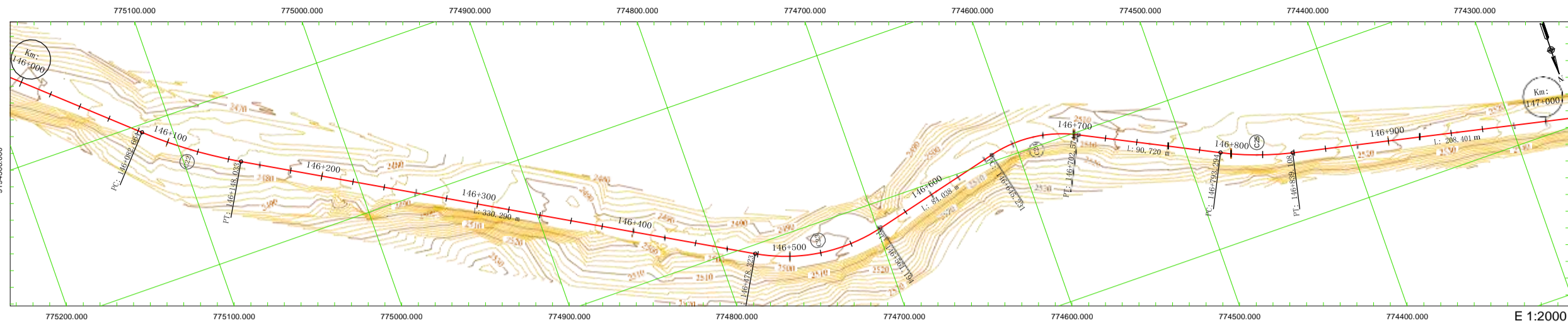


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C22 | 300.00 | 65.369 | 32.814 | 65.24 | 1.779 | 1.789 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.5 |
| C23 | 109.00 | 82.871 | 43.554 | 80.889 | 7.781 | 8.379 | 4.80 | 14.57 | 4.29 | 10.29 | 1.3 |
| C24 | 81.00 | 57.342 | 29.932 | 56.152 | 5.021 | 5.353 | 5.50 | 16.07 | 4.29 | 11.79 | 1.7 |
| C25 | 184.00 | 45.815 | 23.026 | 45.696 | 1.424 | 1.435 | 3.40 | 11.57 | 4.29 | 7.29 | 0.8 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 146+000.000 HASTA Km 147+000.000

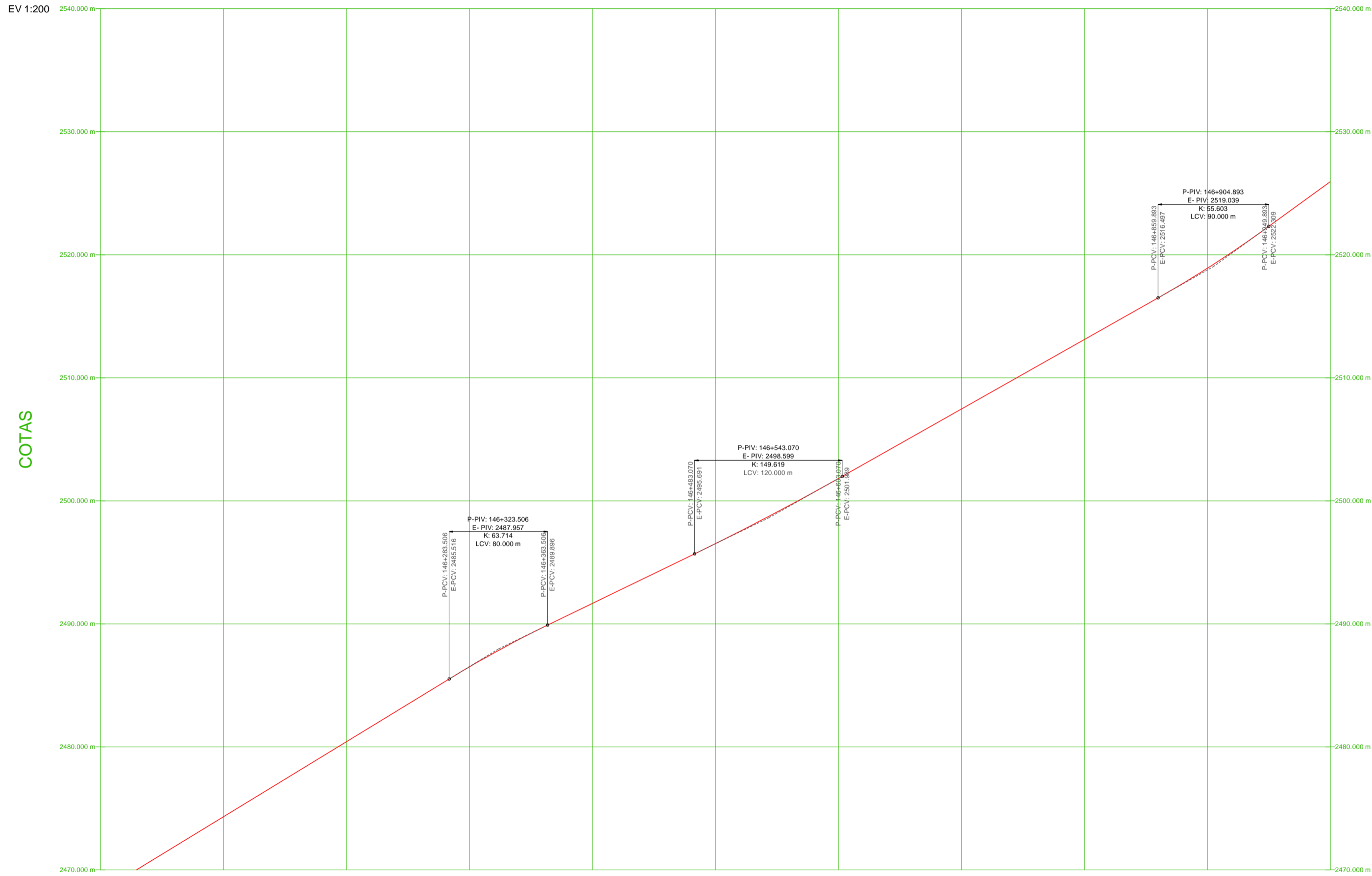
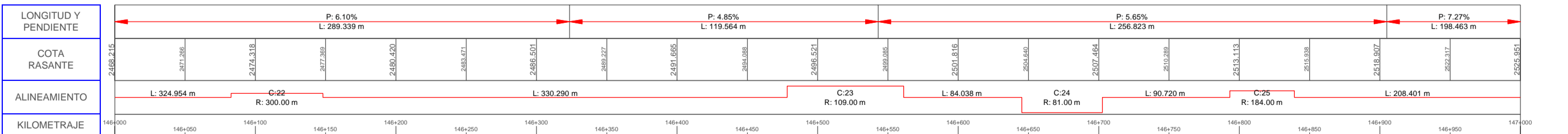


TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C22 | 146+082.664 | 146+115.479 | 146+148.033 | E: 775118.691 N: 9194305.032 | E: 775094.280 N: 9194326.961 | E: 775065.706 N: 9194343.095 |
| C23 | 146+478.323 | 146+521.877 | 146+561.194 | E: 774778.092 N: 9194505.482 | E: 774740.165 N: 9194526.895 | E: 774697.926 N: 9194516.277 |
| C24 | 146+645.231 | 146+675.163 | 146+702.574 | E: 774616.424 N: 9194495.787 | E: 774587.396 N: 9194488.489 | E: 774560.597 N: 9194501.821 |
| C25 | 146+793.294 | 146+816.320 | 146+839.108 | E: 774479.373 N: 9194542.229 | E: 774458.757 N: 9194552.485 | E: 774436.249 N: 9194557.344 |



EH 1:2000



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SAN JUAN-CHOTEN EN LA SEGURIDAD VIAL- CAJAMARCA.

TESISTA:
ALEJANDRO CUBAS BECERRA
ASESOR:
Dr. OSWALDO HURTADO ZAMORA

PLANO:
**PLANO PLANTA - PERFIL
KM 146+00 AL KM 147+00**

REV N° 01:
REV N° 02:
REV N° 03:
REV N° 04:

DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA
PROVINCIA:
CAJAMARCA

DISTRITO:
SAN JUAN
DATUM:
WGS - 84

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
AGOSTO DE 2021

PLANO N°:
PP-05

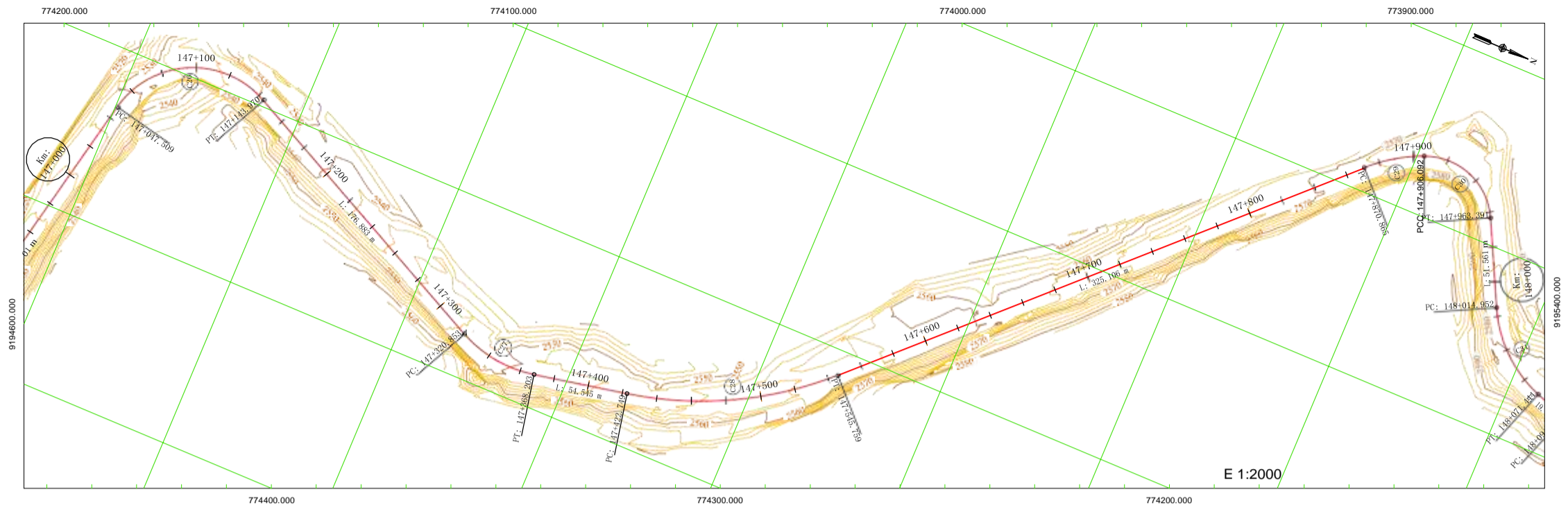


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C26 | 53.00 | 96.461 | 68.178 | 83.688 | 20.472 | 33.356 | 6.50 | 18.21 | 4.29 | 13.93 | 2.5 |
| C27 | 72.00 | 47.35 | 24.567 | 46.501 | 3.857 | 4.076 | 5.80 | 16.71 | 4.29 | 12.43 | 1.9 |
| C28 | 213.00 | 123.011 | 63.274 | 121.308 | 8.819 | 9.199 | 3.00 | 10.71 | 4.29 | 6.43 | 0.7 |
| C29 | 95.00 | 35.227 | 17.818 | 35.026 | 1.628 | 1.657 | 5.10 | 15.21 | 4.29 | 10.93 | 1.5 |
| C30 | 38.00 | 57.299 | 35.681 | 52.023 | 10.298 | 14.126 | 7.40 | 20.14 | 4.29 | 15.86 | 3.5 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 147+000.000 HASTA Km 148+000.000

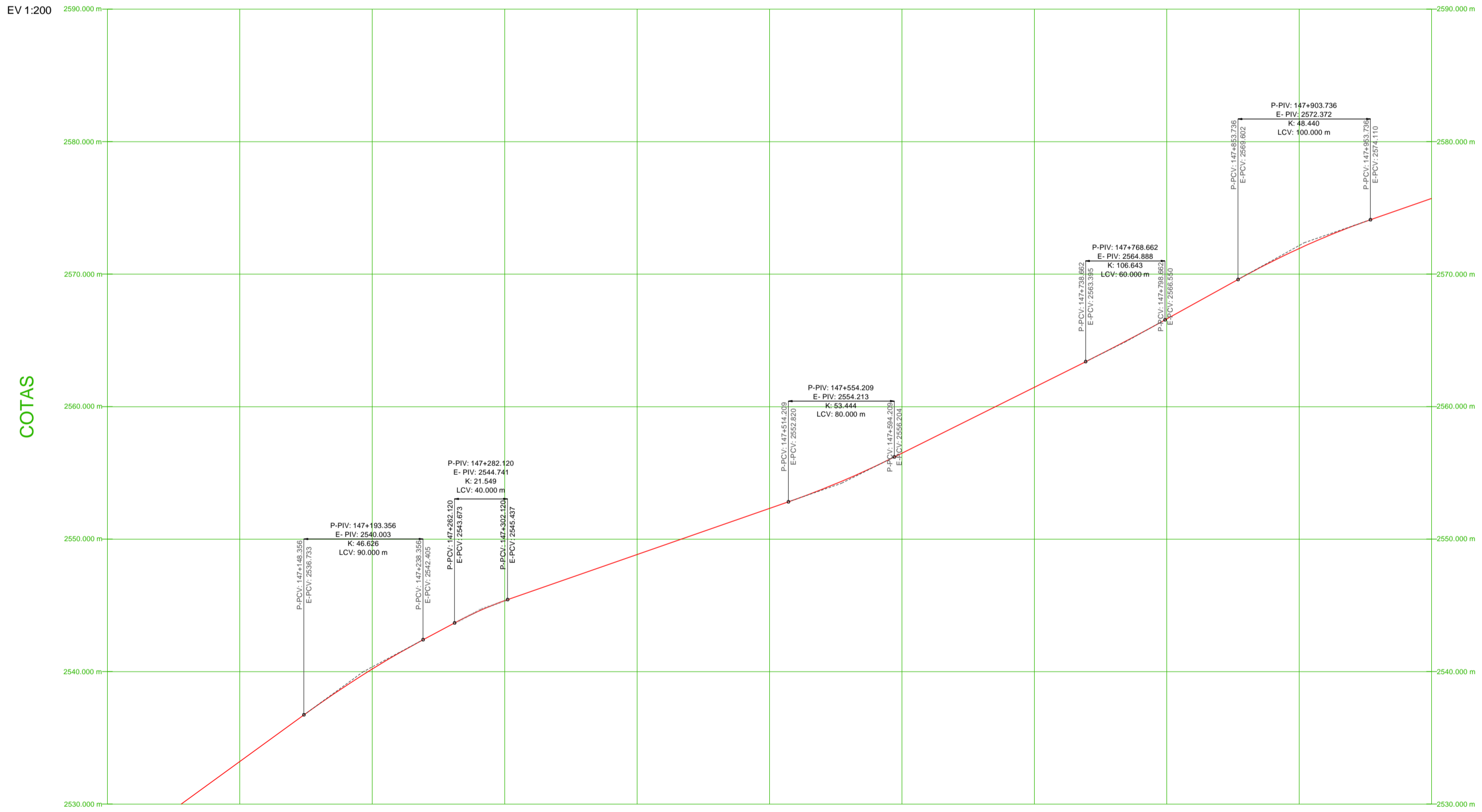
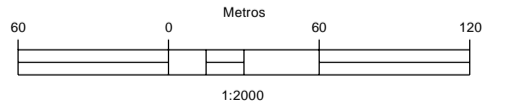
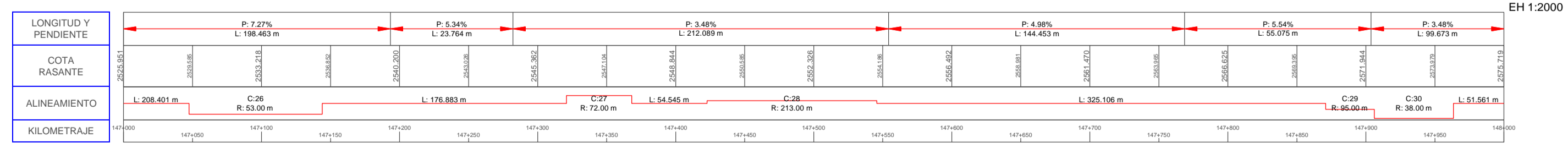


TABLA DE ELEMENTO DE CURVAS

| N° CURVA | Δ | R (m) | LC (m) | T (m) | C (m) | F (m) | E (m) |
|----------|------------|---------|---------|--------|---------|--------|--------|
| C26 | 104°16'44" | 53.000 | 96.461 | 68.178 | 83.688 | 20.472 | 33.356 |
| C27 | 37°40'48" | 72.000 | 47.350 | 24.567 | 46.501 | 3.857 | 4.076 |
| C28 | 33°05'21" | 213.000 | 123.011 | 63.274 | 121.308 | 8.819 | 9.199 |
| C29 | 21°14'45" | 95.000 | 35.227 | 17.818 | 35.026 | 1.628 | 1.657 |
| C30 | 86°23'41" | 38.000 | 57.299 | 35.681 | 52.023 | 10.298 | 14.126 |



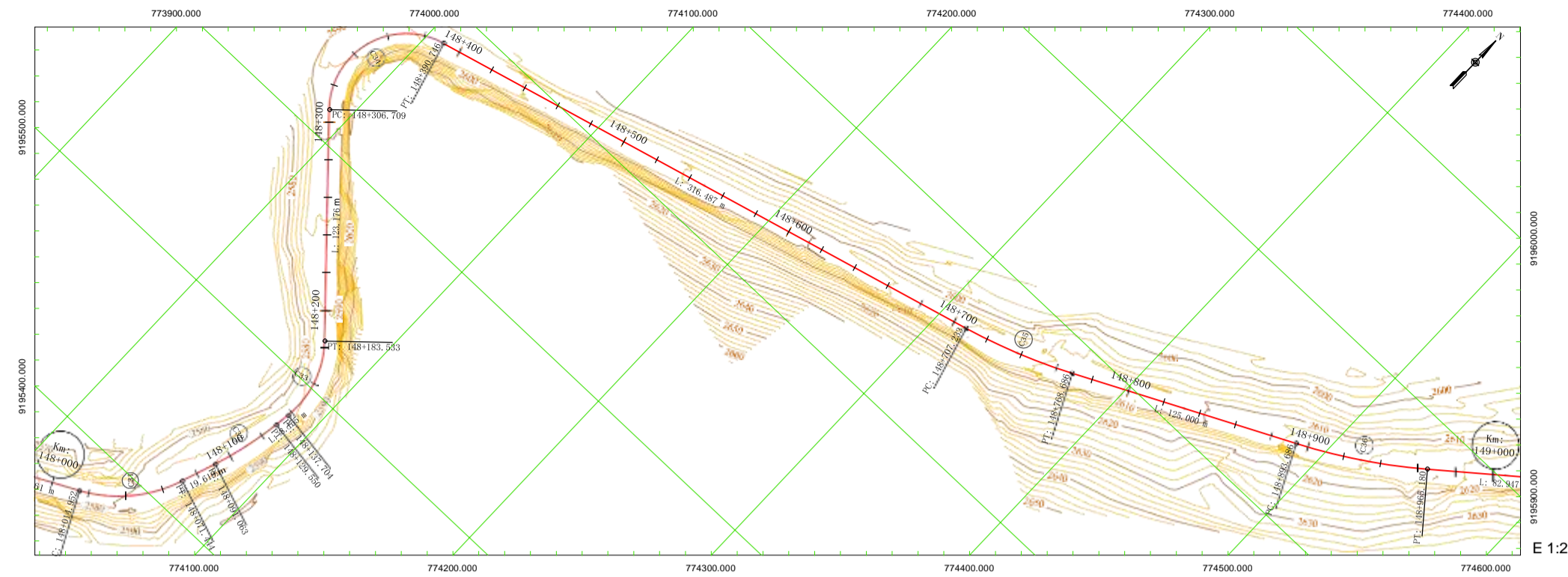


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flcha (m) | Extema (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|-----------|------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C31 | 74.00 | 56.493 | 29.703 | 55.131 | 5.326 | 5.739 | 5.70 | 16.50 | 4.29 | 12.21 | 1.9 |
| C32 | 195.00 | 38.487 | 19.306 | 38.424 | 0.949 | 0.953 | 3.20 | 11.14 | 4.29 | 6.85 | 0.8 |
| C33 | 52.00 | 45.629 | 24.523 | 44.36 | 4.968 | 5.492 | 6.60 | 18.43 | 4.29 | 14.14 | 2.6 |
| C34 | 41.00 | 84.037 | 67.483 | 70.08 | 19.711 | 37.962 | 7.20 | 19.71 | 4.29 | 15.43 | 3.2 |
| C35 | 316.00 | 81.453 | 30.824 | 81.357 | 1.493 | 1.5 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.5 |
| C36 | 320.00 | 71.494 | 35.896 | 71.345 | 1.995 | 2.007 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.5 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 148+000.000 HASTA Km 149+000.000

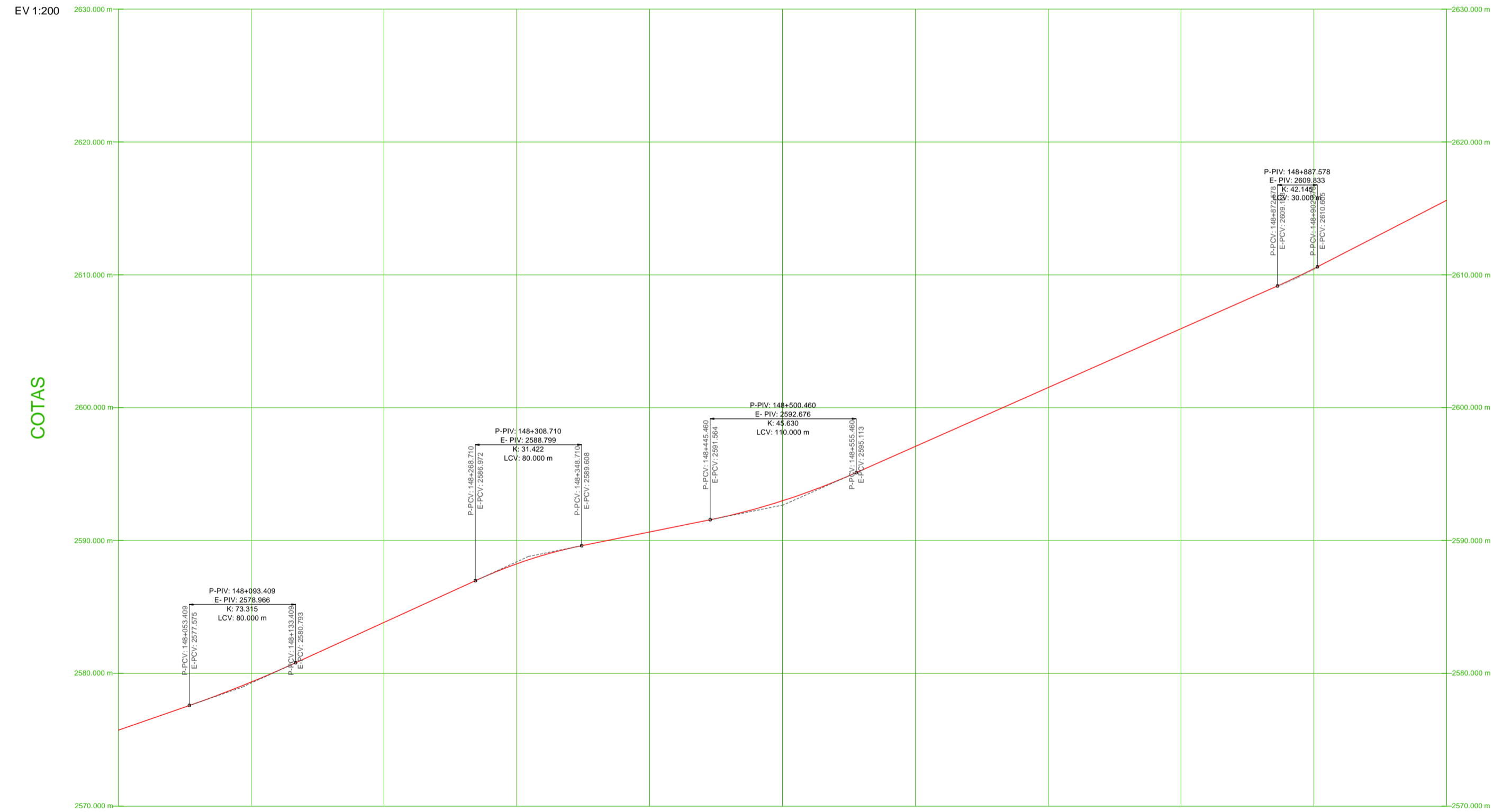
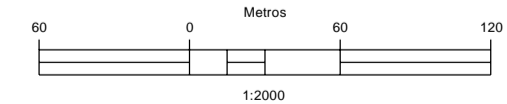
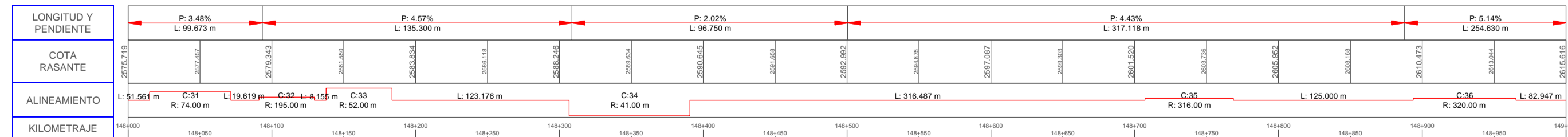


TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C31 | 148+014.952 | 148+044.655 | 148+071.444 | E: 774031.625 N: 9195375.815 | E: 774058.169 N: 9195389.145 | E: 774068.130 N: 9195417.128 |
| C32 | 148+091.063 | 148+110.369 | 148+129.550 | E: 774074.709 N: 9195435.611 | E: 774081.183 N: 9195453.799 | E: 774083.965 N: 9195472.904 |
| C33 | 148+137.704 | 148+162.227 | 148+183.533 | E: 774085.140 N: 9195480.973 | E: 774088.674 N: 9195505.240 | E: 774072.198 N: 9195523.403 |
| C34 | 148+306.709 | 148+374.192 | 148+390.746 | E: 773989.441 N: 9195614.637 | E: 773944.102 N: 9195664.620 | E: 774009.354 N: 9195681.828 |
| C35 | 148+707.233 | 148+738.057 | 148+768.686 | E: 774315.379 N: 9195762.529 | E: 774345.184 N: 9195770.389 | E: 774372.908 N: 9195783.861 |
| C36 | 148+893.686 | 148+929.583 | 148+965.180 | E: 774485.338 N: 9195838.491 | E: 774517.625 N: 9195854.180 | E: 774545.633 N: 9195876.632 |



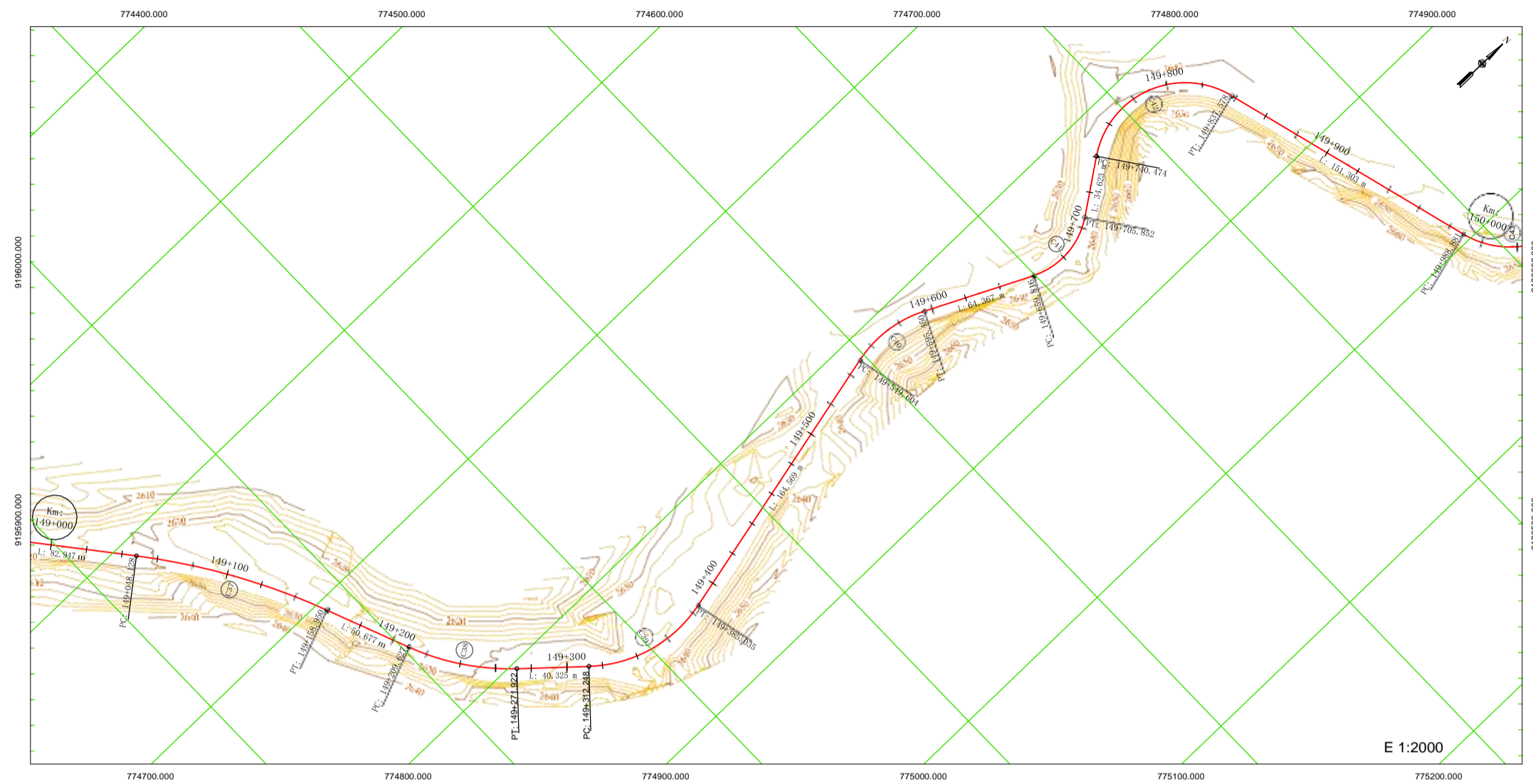


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C37 | 375.00 | 110.822 | 55.818 | 110.419 | 4.086 | 4.131 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.5 |
| C38 | 137.00 | 62.295 | 31.696 | 61.76 | 3.526 | 3.619 | 4.20 | 13.29 | 4.29 | 9.00 | 1.1 |
| C39 | 76.00 | 72.788 | 39.457 | 70.038 | 8.549 | 9.632 | 5.70 | 16.50 | 4.29 | 12.21 | 1.8 |
| C40 | 68.00 | 45.845 | 23.832 | 44.982 | 3.827 | 4.055 | 5.90 | 16.93 | 4.29 | 12.64 | 2 |
| C41 | 43.00 | 46.035 | 25.501 | 43.868 | 6.015 | 6.993 | 7.10 | 19.50 | 4.29 | 15.21 | 3.1 |
| C42 | 50.50 | 97.104 | 72.351 | 82.821 | 21.596 | 37.732 | 6.70 | 18.64 | 4.29 | 14.36 | 2.7 |
| C43 | 51.00 | 56.695 | 31.679 | 53.82 | 7.677 | 9.038 | 6.60 | 18.43 | 4.29 | 14.14 | 2.6 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 149+000.000 HASTA Km 150+000.000

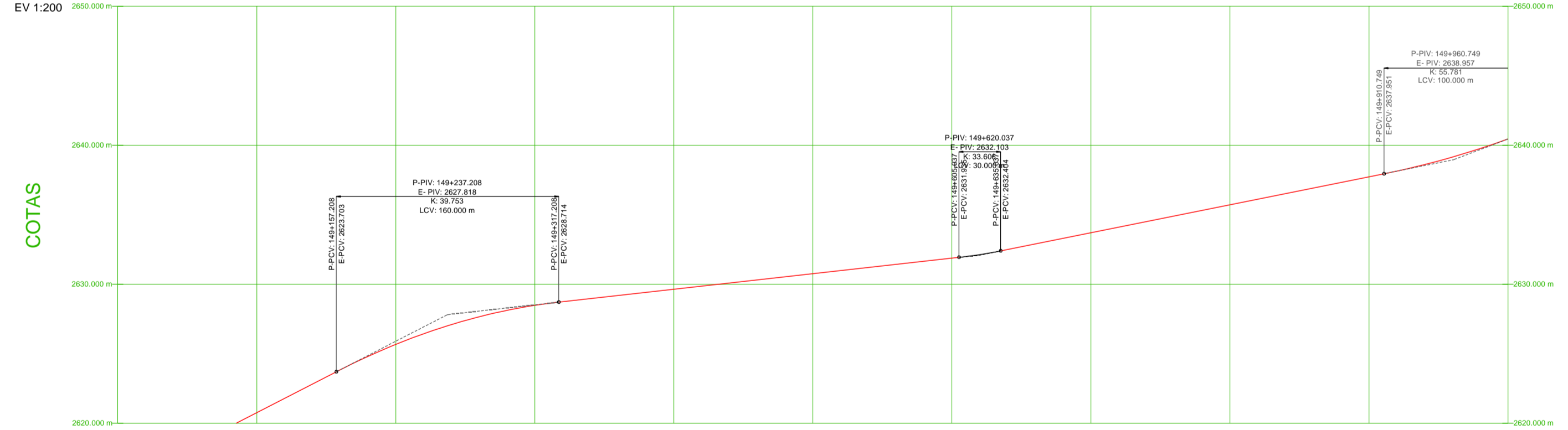
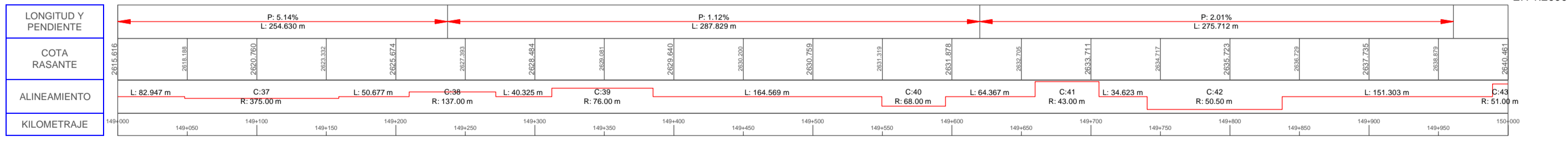


TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C37 | 149+048.128 | 149+103.945 | 149+158.950 | E: 774610.353 N: 9195928.513 | E: 774653.905 N: 9195963.425 | E: 774705.737 N: 9195984.139 |
| C38 | 149+209.627 | 149+241.323 | 149+271.922 | E: 774752.795 N: 9196302.946 | E: 774792.227 N: 9196344.709 | E: 774803.503 N: 9196339.203 |
| C39 | 149+312.248 | 149+351.705 | 149+385.035 | E: 774830.571 N: 9196268.094 | E: 774857.056 N: 9196297.341 | E: 774848.374 N: 9196135.831 |
| C40 | 149+549.604 | 149+573.437 | 149+595.450 | E: 774812.163 N: 9196296.366 | E: 774806.919 N: 9196319.615 | E: 774817.336 N: 9196341.050 |
| C41 | 149+659.816 | 149+685.318 | 149+705.852 | E: 774845.469 N: 9196398.943 | E: 774856.615 N: 9196421.879 | E: 774841.835 N: 9196442.660 |
| C42 | 149+740.474 | 149+812.826 | 149+837.578 | E: 774821.767 N: 9196470.874 | E: 774779.833 N: 9196529.833 | E: 774849.636 N: 9196548.865 |
| C43 | 149+988.881 | 150+020.561 | 150+045.576 | E: 774995.610 N: 9196588.666 | E: 775026.174 N: 9196596.999 | E: 775032.248 N: 9196628.091 |



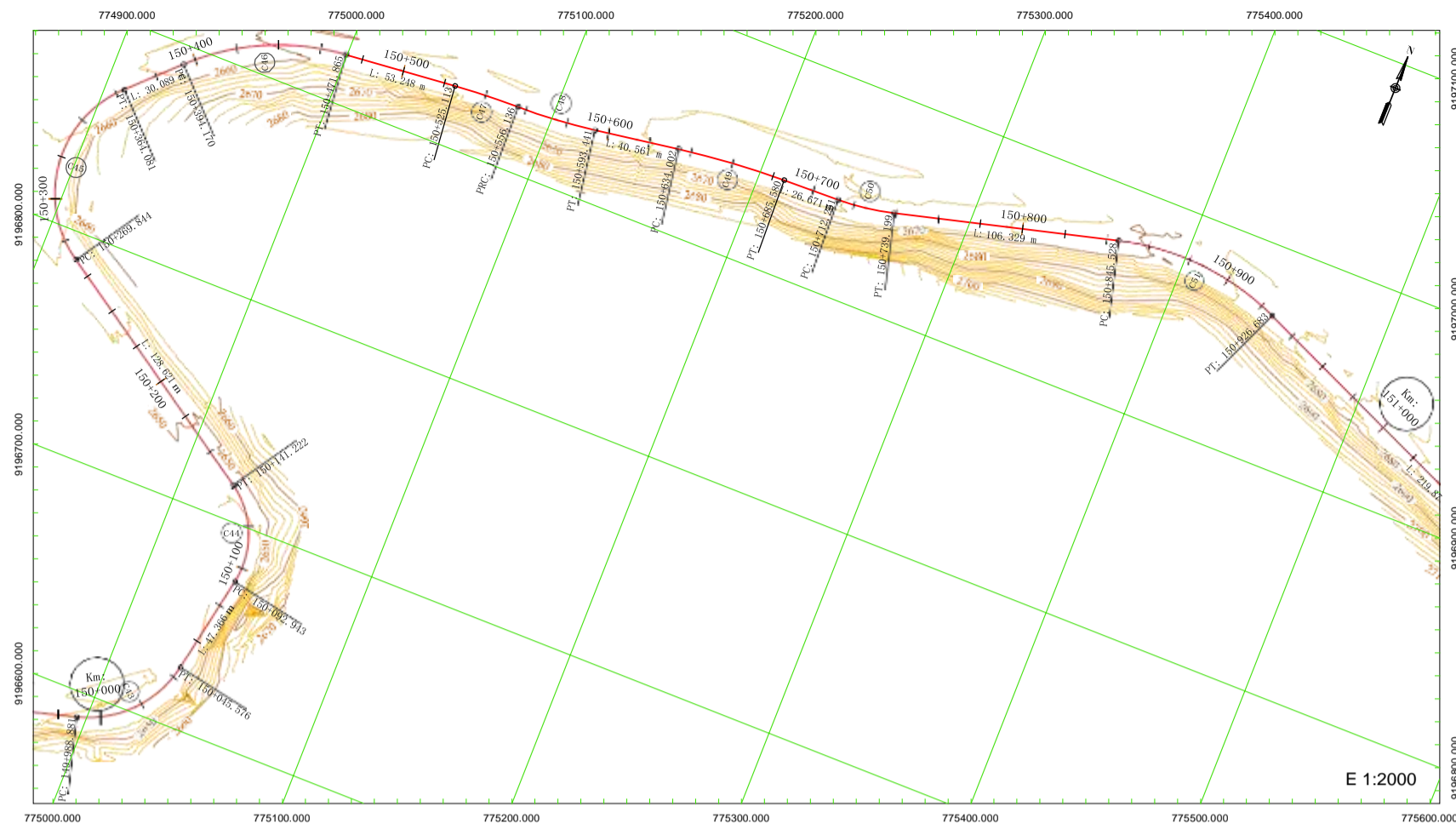


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Flecha (m) | Externa (m) | P% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C43 | 51.00 | 56.695 | 31.679 | 53.82 | 7.677 | 9.038 | 6.60 | 18.43 | 4.29 | 14.14 | 2.6 |
| C44 | 41.00 | 48.28 | 27.379 | 45.538 | 6.904 | 8.301 | 7.20 | 19.71 | 4.29 | 15.43 | 3.2 |
| C45 | 53.00 | 94.237 | 65.304 | 82.305 | 19.601 | 31.105 | 6.50 | 18.21 | 4.29 | 13.93 | 2.5 |
| C46 | 114.00 | 77.696 | 40.424 | 76.2 | 8.555 | 8.965 | 4.60 | 14.14 | 4.29 | 9.86 | 1.3 |
| C47 | 374.00 | 31.023 | 15.52 | 31.014 | 0.322 | 0.322 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.5 |
| C48 | 272.00 | 37.305 | 18.682 | 37.275 | 0.639 | 0.641 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.6 |
| C49 | 422.00 | 51.578 | 25.821 | 51.546 | 0.788 | 0.789 | 2.50 | 9.64 | 4.29 | 5.36 | 0.4 |
| C50 | 120.00 | 26.947 | 13.531 | 26.891 | 0.756 | 0.76 | 4.50 | 13.93 | 4.29 | 9.64 | 1.2 |
| C51 | 122.00 | 81.155 | 42.143 | 79.667 | 6.666 | 7.074 | 4.50 | 13.93 | 4.29 | 9.64 | 1.2 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 150+000.000 HASTA Km 151+000.000

EV 1:200

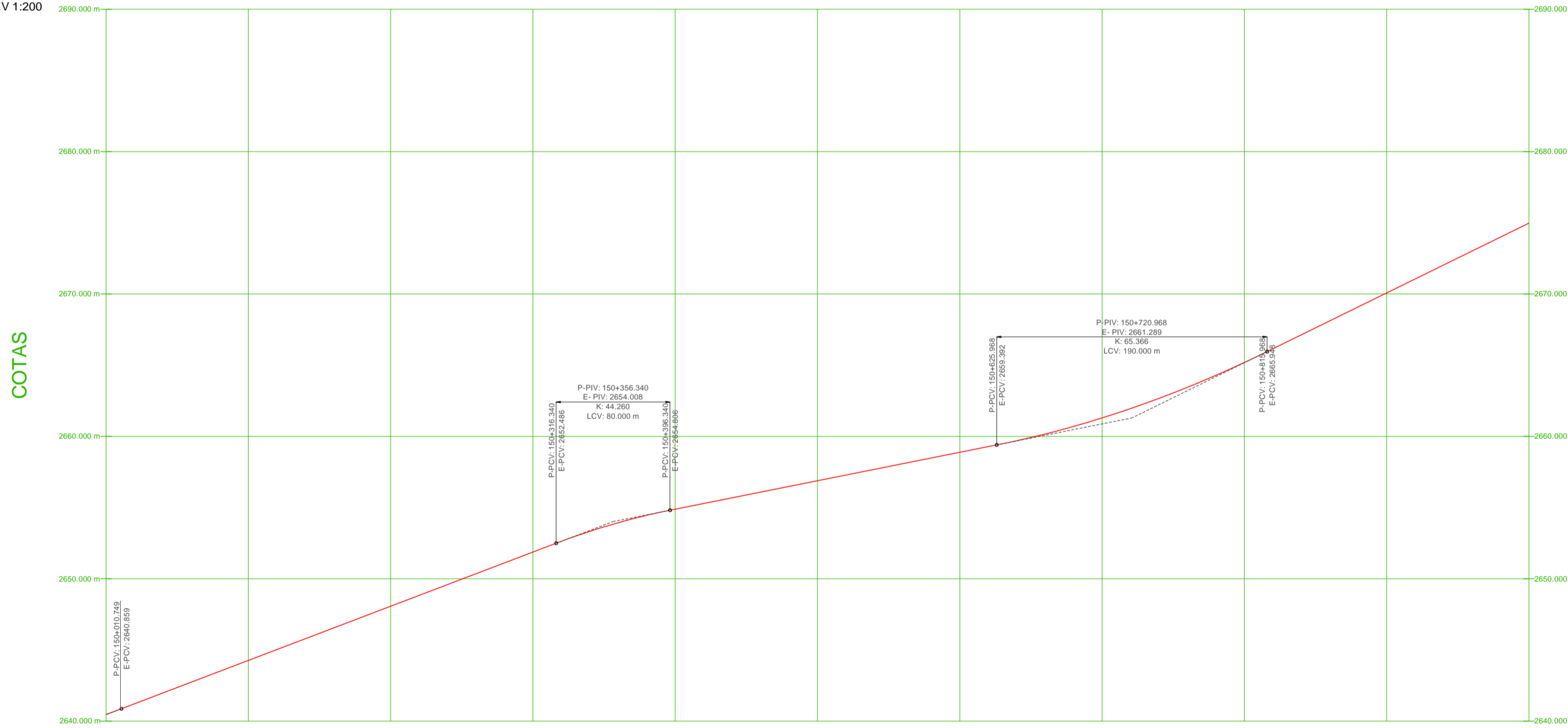
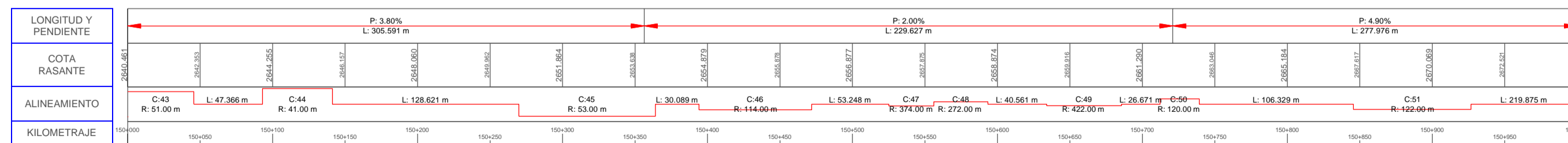


TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|-------------------------------|-------------------------------|-------------------------------|
| C43 | 149+988.881 | 150+020.561 | 150+045.576 | E:774995.610 N:9196588.666 | E:775026.174 N:9196596.999 | E:775032.248 N:9196628.091 |
| C44 | 150+092.943 | 150+120.322 | 150+141.222 | E:775041.331 N:9196674.578 | E:775046.581 N:9196701.449 | E:775023.772 N:9196716.595 |
| C45 | 150+269.844 | 150+335.148 | 150+364.081 | E:774916.624 N:9196787.747 | E:774862.222 N:9196823.873 | E:774908.769 N:9196869.677 |
| C46 | 150+394.170 | 150+434.594 | 150+471.865 | E:774930.216 N:9196890.781 | E:774959.030 N:9196919.134 | E:774999.269 N:9196923.001 |
| C47 | 150+525.113 | 150+540.634 | 150+556.136 | E:775052.273 N:9196928.095 | E:775067.722 N:9196929.580 | E:775083.242 N:9196929.779 |
| C48 | 150+556.136 | 150+574.818 | 150+593.441 | E:775083.242 N:9196929.779 | E:775101.922 N:9196930.019 | E:775120.393 N:9196932.811 |
| C49 | 150+634.002 | 150+659.823 | 150+685.580 | E:775160.499 N:9196938.873 | E:775186.030 N:9196942.732 | E:775211.842 N:9196943.449 |
| C50 | 150+712.251 | 150+725.782 | 150+739.199 | E:775238.502 N:9196944.190 | E:775252.028 N:9196944.566 | E:775265.130 N:9196947.945 |
| C51 | 150+845.528 | 150+887.671 | 150+926.683 | E:775368.091 N:9196974.403 | E:775408.900 N:9196985.015 | E:775447.502 N:9196986.106 |



UNIVERSIDAD PRIVADA ANTEOR ORREGO
ESCUELA DE POSGRADO

INFLUENCIA DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA SAN JUAN-CHOTEN EN LA SEGURIDAD VIAL- CAJAMARCA.

TESISTA:
ALEJANDRO CUBAS BECERRA
ASESOR:
Dr. OSWALDO HURTADO ZAMORA

PLANO:
**PLANO PLANTA - PERFIL
KM 150+00 AL KM 151+00**

REV N° 01:
REV N° 02:
REV N° 03:
REV N° 04:

DEPARTAMENTO:
CAJAMARCA
PROVINCIA:
CAJAMARCA

DISTRITO:
SAN JUAN
DATUM:
WGS - 84

ESCALA:
INDICADA
FECHA:
AGOSTO DE 2021

PLANO N°:
PP-09

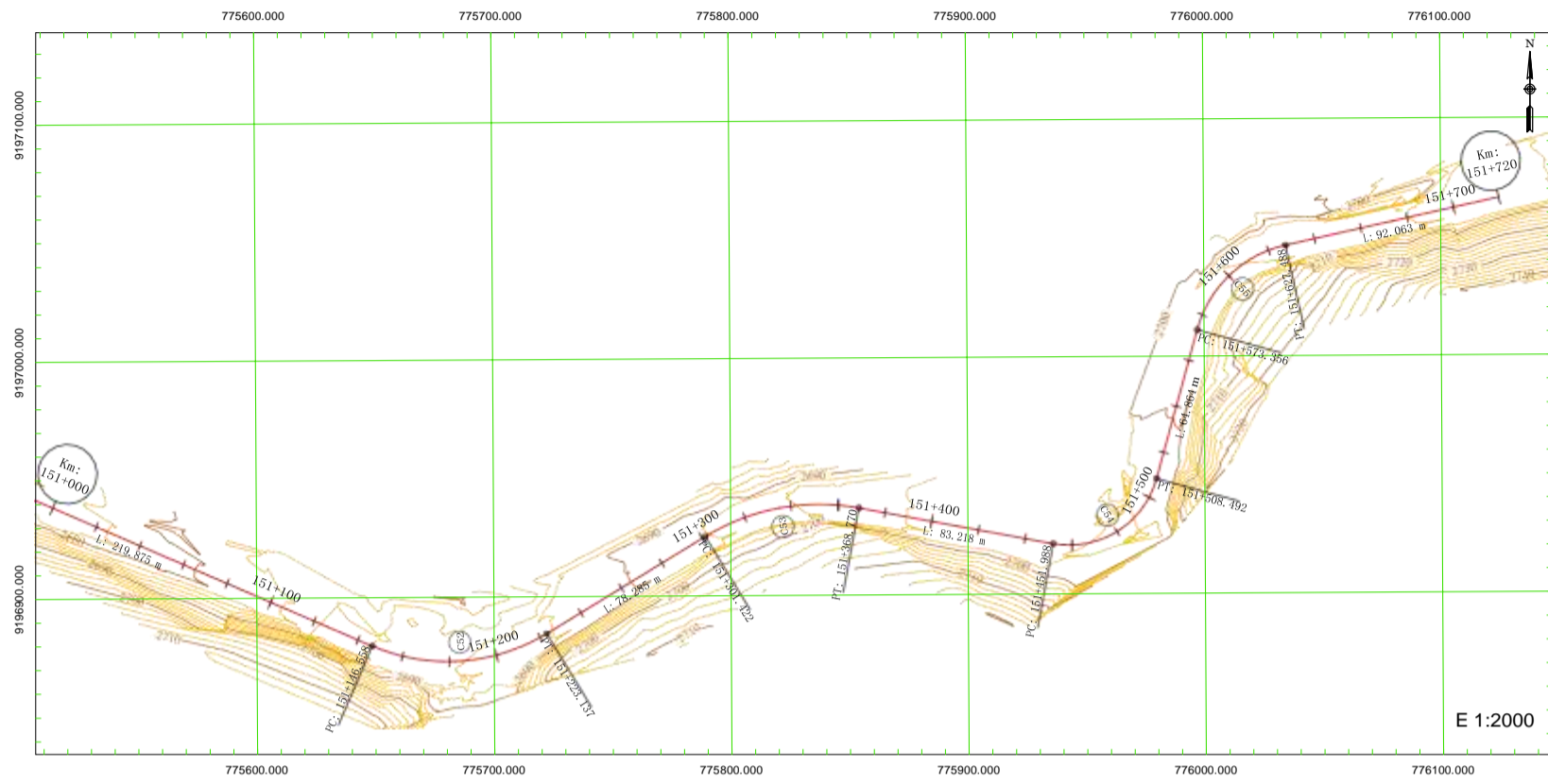


TABLA DE ELEMENTOS DE CURVAS

| N° C | Radio (m) | Longitud Curva (m) | Tangente (m) | Cuerda (m) | Fliecha (m) | Externa (m) | Pi% | Lt (m) | Lb (m) | Lp (m) | Sa existente (m) |
|------|-----------|--------------------|--------------|------------|-------------|-------------|------|--------|--------|--------|------------------|
| C52 | 80.00 | 78.579 | 41.509 | 73.689 | 8.99 | 10.128 | 5.50 | 16.07 | 4.29 | 11.79 | 1.7 |
| C53 | 92.00 | 67.348 | 35.283 | 65.854 | 6.094 | 6.526 | 5.20 | 15.43 | 4.29 | 11.14 | 1.5 |
| C54 | 38.00 | 56.504 | 34.941 | 51.441 | 10.028 | 13.622 | 7.40 | 20.14 | 4.29 | 15.86 | 3.5 |
| C55 | 50.00 | 54.132 | 30.061 | 51.526 | 7.148 | 8.341 | 6.70 | 18.64 | 4.29 | 14.36 | 2.7 |

PERFIL LONGITUDINAL DESDE Km 151+000.000 HASTA Km 151+700.000

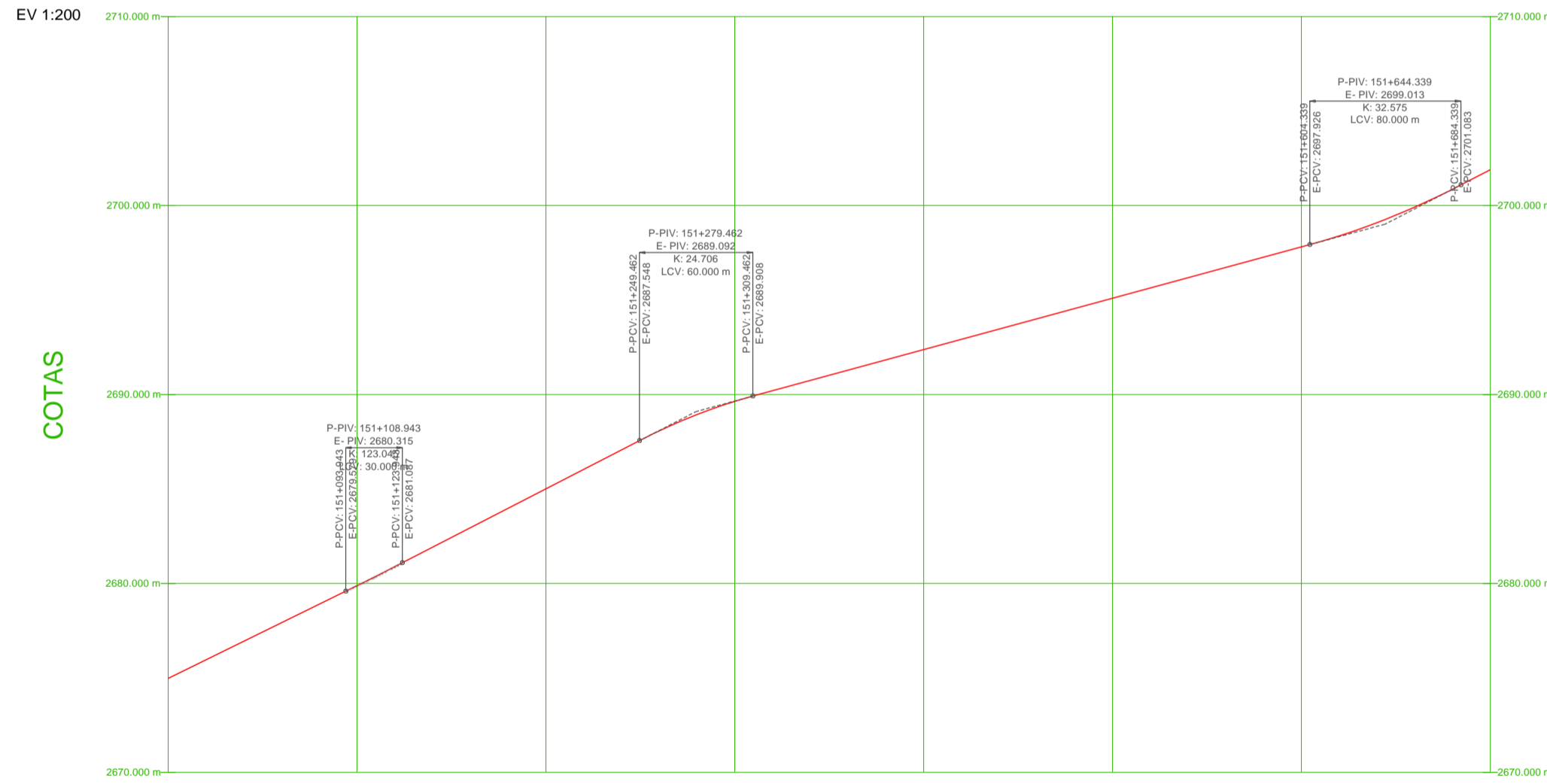
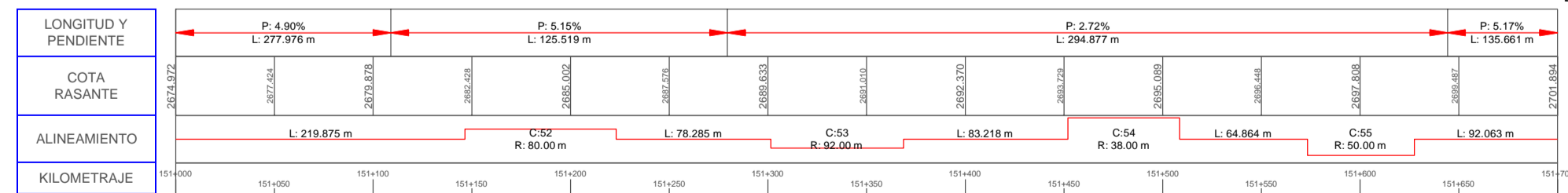
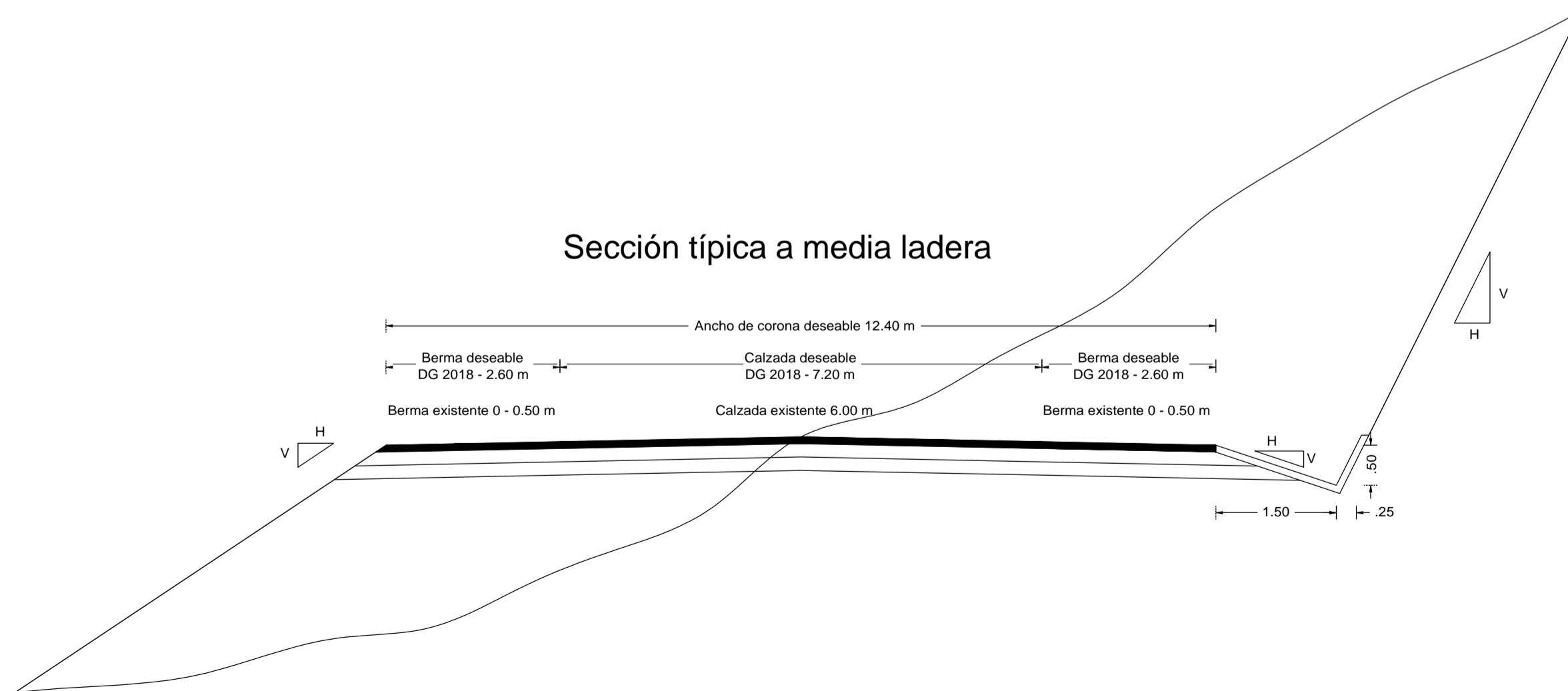
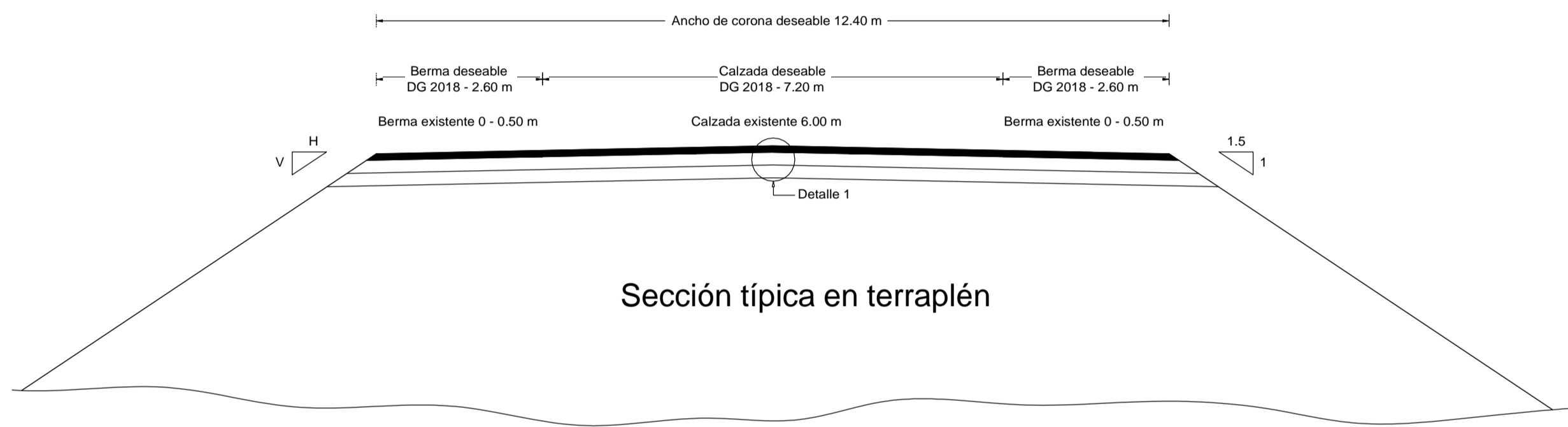
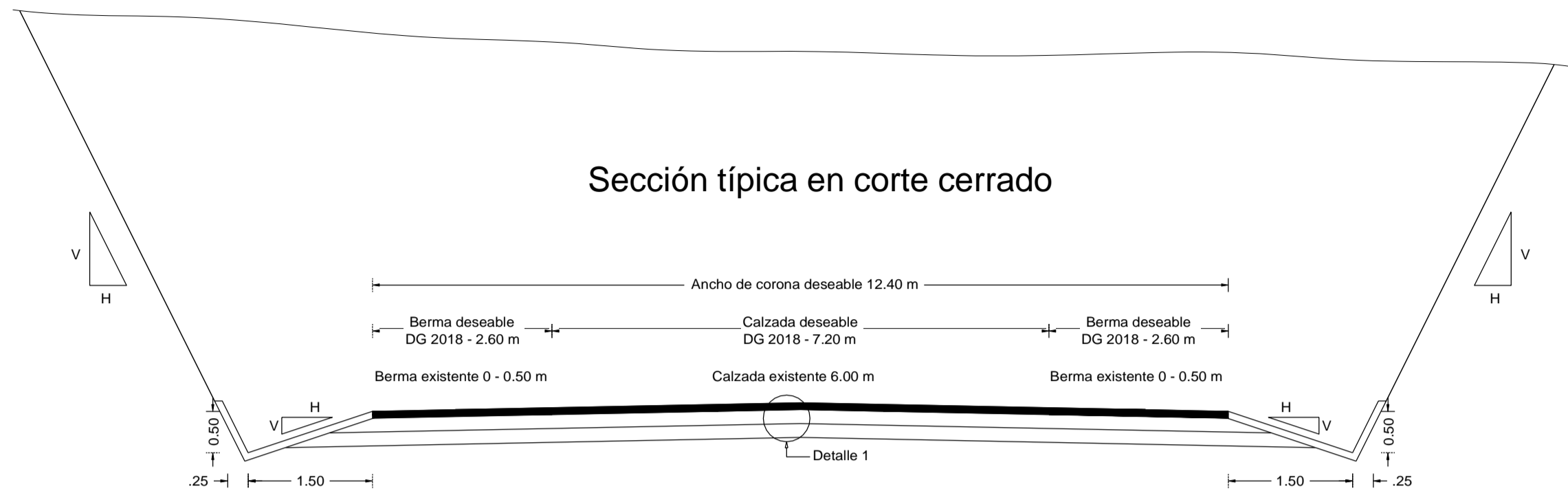


TABLA DE PROGRESIVAS Y COORDENADAS

| N° C | PC | PI | PT | PC | PI | PT |
|------|-------------|-------------|-------------|---------------------------------|---------------------------------|---------------------------------|
| C52 | 151+146.558 | 151+188.066 | 151+223.137 | E: 775648.902 N: 9196879.885 | E: 775686.923 N: 9196863.231 | E: 775722.432 N: 9196884.728 |
| C53 | 151+301.422 | 151+336.685 | 151+368.770 | E: 775789.401 N: 9196925.271 | E: 775819.566 N: 9196943.533 | E: 775854.210 N: 9196936.954 |
| C54 | 151+451.988 | 151+486.928 | 151+508.492 | E: 775935.967 N: 9196921.429 | E: 775970.294 N: 9196914.911 | E: 775979.664 N: 9196948.572 |
| C55 | 151+573.356 | 151+603.417 | 151+627.488 | E: 775997.059 N: 9197011.059 | E: 776005.121 N: 9197040.019 | E: 776034.479 N: 9197046.482 |





DETALLE 1

| |
|-------------------|
| CAPA DE RODADURA |
| BASE GRANULAR |
| SUB BASE GRANULAR |

