UNIVERSIDAD NACIONAL SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO

FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL

TESIS

"APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA COMO COMPLEMENTO AL DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CONOCOCHA – HUARAZ, TRAMO KM 510+000 AL KM 570+000 ANCASH"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. JOSELITO ALCIBIADES SÁNCHEZ SÁNCHEZ

Asesor: Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta

HUARAZ, PERÚ

DICIEMBRE - 2017

DEDICATORIA

- A mis padres, Margarita Sánchez de Sánchez y Serapio Sánchez Moreno, por el apoyo, esfuerzo y ejemplo de vida; cuyo incondicional estímulo contribuyeron a la formación mi vida personal y profesional.

AGRADECIMIENTO

- A mi asesor, Ing. Oscar Fredy Alva Villacorta, por sus valiosos comentarios y recomendaciones.

- En particular agradezco al Ing. Samuel Támara, por su colaboración, crítica y aliento para la culminación de la presente tesis.

RESUMEN

En la región Ancash, la seguridad vial no ha sido uno de los aspectos prioritarios a mejorar, por ello la cantidad de accidentes de tránsito y su severidad se ha incrementado debido al aumento del número de vehículos, el grado de motorización y la modernización del parque vehicular, permitiendo alcanzar altas velocidades y aumentando el nivel de exposición a un probable accidente.

La consistencia del diseño geométrico de una carretera, según diversos autores, es la principal herramienta para el estudio y mejora de la seguridad vial, por lo que resulta importante conocer el concepto y la aplicación de los criterios existentes, que encaminarán al objetivo de lograr una carretera más segura, permitiendo señalizar o rectificar zonas críticas de la carretera.

Esta investigación consiste en la verificación del cumplimiento de las recomendaciones y criterios establecidos en la norma peruana de diseño geométrico de la carretera Conococha - Huaraz (km 510+000 al km 570+000), ubicada en la región Ancash, para posteriormente realizar la evaluación de la consistencia del diseño geométrico y compararlas con los accidentes ocurridos del año 2011 al 2016. Además, identificar zonas críticas y recomendar los modelos de consistencia del diseño geométrico a utilizar en la región Ancash. Por tanto, en el presente trabajo se utilizó el enfoque cuantitativo y el tipo de investigación fue descriptivo.

La evaluación de la consistencia del diseño geométrico que se obtuvo fue de regular a mala en todos los subtramos según los modelos locales y globales utilizados. Conociendo este análisis se puede reducir los accidentes considerablemente y mejorar la seguridad vial con proyectos de mejoramiento de trazado, sin ocasionar perjuicios de grandes costos, cuyo éxito depende en gran medida de los modelos calibrados y adaptados a nuestra realidad.

Palabras clave: Diseño geométrico de carreteras, seguridad vial, consistencia del diseño geométrico, velocidad de operación, perfil de velocidad.

ABSTRACT

In Ancash region, road safety has not been one the critical aspects to be improved, therefore the amount of traffic accidents and their severity has increased due to the rising of vehicles number, the degree of motorization and the modernization of the vehicle fleet, letting to reach high speeds and increasing the level of risk to a probable accident.

The consistence of the geometric design in a road, according to several authors, is the main tool for the study and improvement of road safety, so it is important to know the concept and the application of the existing criteria, which will lead towards the objective to achieve safer roads, letting in this way to signalize or correct the critical zones of a road.

This research consists on the fulfillment verification of the recommendations and stablished criteria by the Peruvian regulations of geometric design in the road Conococha - Huaraz (km 510+000 to km 570+000), located in Ancash region, to conduct subsequently the consistency assessment of the geometric design to be compared with the accidents happened from the year 2011 to 2016. Besides, to identify the critical zones and recommend the consistency models of geometric design to be used in Ancash región. Thus, in the present research work it was used the quantitative approach and the kind of reserach was descriptive.

The consistency assessment of the geometric design obtained was from regular to bad in all the sub-sections according to the local and global models used. Being knowledgeable about this analysis the accidents can be reduced considerably and improve the road safety through tracing improvement projects, without causing damage of great costs, whose success depends to a large extent on calibrated and adapted models to our reality.

Key Words: Road geometric design, road safety, geometric design consistency, operation speed, speed profile.

“APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA COMO COMPLEMENTO AL DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CONOCOCHA – HUARAZ, TRAMO KM 510+000 AL KM 570+000 ANCASH”

ÍNDICE GENERAL

	Pág.
DEDICATORIA	ii
AGRADECIMIENTO	iii
RESUMEN	iv
ABSTRACT	v
ÍNDICE GENERAL	vi
ÍNDICE DE TABLAS	xi
ÍNDICE DE FIGURAS	xiv
INTRODUCCIÓN	xvi

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA 1
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 3
1.2.1 Problema general 3
1.2.2 Problemas específicos 3
1.3 OBJETIVOS 3
1.3.1 Objetivo General 3
1.3.2 Objetivos específicos 4
1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 4
1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN 6
1.6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO 6
1.7 VIABILIDAD DEL ESTUDIO 6
1.8 DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL 7

CAPÍTULO II
ASPECTOS TEÓRICOS

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN 8

2.2 BASES TEÓRICAS 11

2.2.1 Diseño geométrico de carreteras 11

2.2.1.1 Concepto 11

2.2.1.2 Diseño geométrico en planta 12

2.2.1.3 Diseño geométrico vertical 12

2.2.1.4 Diseño geométrico transversal 12

2.2.1.5 Marco normativo del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014 12

- Clasificación de las carreteras 13

- Criterios y controles básicos para el diseño geométrico 14

- Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal ... 19

2.2.2 Seguridad vial y consistencia del diseño geométrico 33

2.2.2.1 Seguridad vial y accidentes de tránsito 33

a) Seguridad vial: 33

b) Accidente de tránsito: 34

2.2.2.2 El proceso tradicional de diseño geométrico de carreteras 35

2.2.2.3 Consistencia del diseño geométrico 36

a) Definición 36

b) Expectativas del conductor 37

c) Evaluación de la consistencia del diseño geométrico 38

d) Cálculo de la velocidad de operación mediante perfiles de velocidad 46

i) Geometría de la vía 47

ii) Criterios de tramificación de carreteras 47

- Sección transversal, nudos y tráfico 47

- Método alemán 47
iii) Modelo predictivo de velocidad de operación..... 48
iv) Construcción del perfil de velocidad 51
e) Selección de criterios existentes para evaluar la consistencia .. 57
i) Modelos de evaluación local 58
- Criterios I y II de Lamm 58
ii) Modelos de evaluación global 59
- Criterio global de Polus 59
- Criterio global de Sánchez Ordóñez 61
2.2.2.4 Integración de la consistencia en la evaluación de la seguridad vial..... 63
a) Carreteras de nuevo diseño 63
b) Carreteras en servicio..... 64
2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS 65

CAPÍTULO III
HIPÓTESIS Y VARIABLES

1.1 HIPÓTESIS..... 66
1.1.1 Hipótesis general 66
1.1.2 Hipótesis específicas..... 66
1.2 VARIABLES..... 68
1.2.1 Definición conceptual de la variable 69
1.2.2 Definición operacional de cada variable..... 69
1.2.3 Operacionalización de la variable..... 70

CAPÍTULO IV
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 ORIENTACIÓN Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN 71
4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN 71

4.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN 72
4.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN 72
4.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN 72
4.6 POBLACIÓN 72
4.7 MUESTRA 72
4.8 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN 73
4.9 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS 73
4.9.1 Método y técnica 73
4.9.2 Validez del instrumento 73
4.9.3 Fiabilidad y consistencia del instrumento 73
4.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 74
4.10.1 Recopilación de información sobre el proyecto 74
4.10.2 Verificación de los parámetros de diseño geométrico establecido en el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014 75
4.10.3 Estimación del perfil de velocidad 76
4.10.4 Evaluación de la consistencia del diseño geométrico según distintos modelos 77
4.10.5 Análisis de la relación entre la consistencia del diseño geométrico y los accidentes ocurridos 77

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 78
5.1.1 Hipótesis general 78
5.1.2 Hipótesis específicas 78
5.2 CÁLCULOS 80
5.2.1 De los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014 80
5.2.1.1 Diseño geométrico en planta 80
5.2.1.2 Diseño geométrico en perfil 83
5.2.1.3 Diseño geométrico en sección transversal 86
5.2.1.4 Relación de la verificación del diseño geométrico y accidentes ocurridos 88

5.2.2 De la selección de modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico 98
5.2.3 De la evaluación de la consistencia del diseño geométrico 98
5.2.3.1 Estimación del perfil de velocidad 98
5.2.3.2 Evaluación de la consistencia según distintos modelos 103
5.2.3.3 Análisis de la relación entre la consistencia del diseño geométrico y los accidentes ocurridos 112
5.2.3.4 Ubicación de zonas críticas 115
5.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS 116
5.3.1 De los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014 116
5.3.1.1 Diseño geométrico en planta 118
5.3.1.2 Diseño geométrico en perfil 120
5.3.1.3 Diseño geométrico en sección transversal 122
5.3.2 De la selección de modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico 124
5.3.3 De la evaluación de consistencia del diseño geométrico 125
5.3.3.1 Estimación del perfil de velocidad 125
5.3.3.2 Evaluación de la consistencia según distintos modelos 128
5.3.3.3 Análisis de la relación entre la consistencia del diseño geométrico y los accidentes ocurridos 130
5.3.3.4 Ubicación de zonas críticas 132
DISCUSIÓN 133
CONCLUSIONES 135
RECOMENDACIONES 136
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS 137
ANEXOS 139

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1 Clasificación por demanda 13
Tabla 2.2 Clasificación por orografía 14
Tabla 2.3 Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía 15
Tabla 2.4 Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación..... 16
Tabla 2.5 Distancia de visibilidad de parada 17
Tabla 2.6 Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos 18
Tabla 2.7 Longitud de tramos en tangente 20
Tabla 2.8 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras 21
Tabla 2.9 Radios circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición 23
Tabla 2.10 Pendientes máximas (%) 25
Tabla 2.11 Anchos mínimos de calzada en tangente 31
Tabla 2.12 Ancho de bermas 32
Tabla 2.13 Valores del bombeo de la calzada 32
Tabla 2.14 Umbrales para la determinación de los niveles de consistencia del diseño geométrico criterios III de Lamm 40
Tabla 2.15 Ecuaciones para determinar la carga de trabajo o la demanda visual del conductor..... 43
Tabla 2.16 Modelos predictivos de velocidad de operación de Fitzpatrick y Collins (2000) 50
Tabla 2.17 Ecuaciones para determinar las distancias de aceleración y desaceleración (REPORT FHWA- Rd - 99 - 171, 2000) 55
Tabla 2.18 Umbrales para la determinación de la consistencia del diseño criterios I y II de Lamm et al. 59
Tabla 2.19 Umbrales del índice de consistencia global 61
Tabla 2.20 Calificación de la consistencia según el cambio de curvatura vertical (VCCR) 62
Tabla 5. 1 Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo I 88

Tabla 5. 2 Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo II 89
Tabla 5. 3 Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo III 90
Tabla 5. 4 Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo IV 91
Tabla 5. 5 Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo V 91
Tabla 5. 6 Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo I 92
Tabla 5. 7 Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo II 93
Tabla 5. 8 Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo III 94
Tabla 5. 9 Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo IV 94
Tabla 5. 10 Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo V 95
Tabla 5. 11 Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo I 96
Tabla 5. 12 Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo II 96
Tabla 5. 13 Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo III 97
Tabla 5. 14 Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo IV 97
Tabla 5. 15 Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo V 97
Tabla 5.16 Resumen del análisis de consistencia criterio I de Lamm 103
Tabla 5.17 Resumen del análisis de consistencia criterio II de Lamm 104
Tabla 5.18 Resumen del análisis de consistencia criterio global de Polus 104
Tabla 5.19 Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo I 106
Tabla 4.20 Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo II 108
Tabla 5.21 Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo III 109

Tabla 5.22 Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo IV 110
Tabla 5.23 Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo V 112
Tabla 5.24 Relación del análisis de consistencia criterio I de Lamm y número de accidentes 113
Tabla 5.25 Relación del análisis de consistencia criterio II de Lamm y número de accidentes 113
Tabla 5.26 Relación del análisis de consistencia criterio global de Polus y número de accidentes..... 114
Tabla 5.27 Relación del análisis de consistencia criterio global de Sánchez Ordóñez y número de accidentes..... 114
Tabla 5.28 Ubicación de zonas críticas y su relación con la consistencia local y global 115
Tabla 5.29 Comparación de parámetros establecidos entre el DG-2001 y DG-2014 ……. 117

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 2.1 Distancia de visibilidad de paso (Da) 19
Figura 2.2 Simbología de la curva circular 21
Figura 2.3 Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 o 3) 22
Figura 2.4 Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas 26
Figura 2.5 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas..... 27
Figura 2.6 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada 27
Figura 2.7 Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso 28
Figura 2.8 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas..... 29
Figura 2.9 Sección transversal típica a media ladera vía de dos carriles en curva 30
Figura 2.10 Ejemplo de tramificación según el método alemán 48
Figura 2.11 Ejemplo de una sección de vía (A) y su perfil de velocidad (B) 51
Figura 2.12 Caso A (Fitzpatrick y Collins, 2000) 52
Figura 2.13 Caso B (Fitzpatrick y Collins, 2000) 52
Figura 2.14 Caso C (Fitzpatrick y Collins, 2000) 52
Figura 2.15 Caso D (Fitzpatrick y Collins, 2000) 53
Figura 2.16 Caso E (Fitzpatrick y Collins, 2000)..... 53
Figura 2.17 Caso F (Fitzpatrick y Collins, 2000)..... 53
Figura 5.1 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo I (km 510+000 al km 519+500)..... 81
Figura 5.2 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo II (km 519+500 al km 526+300)..... 81
Figura 5.3 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo III (km 529+200 al km 534+500)..... 82
Figura 5.4 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo IV (km 548+000 al km 553+000)..... 82
Figura 5.5 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo V (km 553+000 al km 558+500)..... 83
Figura 5.6 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo I (km 510+000 al km 519+500)..... 84

Figura 5.7 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo II (km 519+500 al km 526+300) 84
Figura 5.8 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo III (km 529+200 al km 534+500) 85
Figura 5.9 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo IV (km 548+000 al km 553+000) 85
Figura 5.10 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo V (km 553+000 al km 558+500) 86
Figura 5.11 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo I (km 510+000 al km 519+500) 87
Figura 5.12 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo II (km 519+500 al km 526+300) 87
Figura 5.13 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo III (km 529+200 al km 534+500) 87
Figura 5.14 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo IV (km 548+000 al km 553+000) 88
Figura 5.15 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo V (km 553+000 al km 558+500) 88
Figura 5.16 Proceso de tramificación km 510+000 al km 570+000 99
Figura 5.17 Perfil de velocidades de operación subtramo I (km 510+000 al km 519+500) 100
Figura 5.18 Perfil de velocidades de operación subtramo II (km 519+500 al km 526+300) 101
Figura 5.19 Perfil de velocidades de operación subtramo III (km 529+200 al km 534+500) 101
Figura 5.20 Perfil de velocidades de operación subtramo IV (km 548+000 al km 553+000) 102
Figura 5.21 Perfil de velocidades de operación subtramo V (km 553+000 al km 558+500) 102

INTRODUCCIÓN

Cada vez es más difícil ignorar los accidentes de tránsito que ocurren en la región Ancash. Su incremento y severidad acarrea graves problemas tanto de índole social como de salud pública. Para intentar reducir el número de accidentes y mejorar la seguridad vial es necesario complementar el diseño vial con herramientas o metodologías como la aplicación del análisis de consistencia del diseño geométrico, que incorpora el comportamiento del conductor en el proceso tradicional; teniendo en consideración que el cumplimiento de los criterios y parámetros establecidos por el Manual de carreteras está dado por la seguridad nominal que no implica necesariamente que el diseño resultante sea seguro.

El presente trabajo tiene como principal objetivo determinar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000, vía de calzada única de dos carriles con doble sentido de circulación que constituye la mayor parte de la red vial en la región Ancash.

Se analizó la consistencia del diseño geométrico mediante modelos locales y globales basados en la velocidad de operación y de aceptación internacional, para conocer la relación con los accidentes ocurridos desde el año 2011 al 2016. De este modo, se identifica los modelos adecuados para ser utilizadas en las carreteras de nuestra región. Mediante el análisis de consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial se espera contribuir a mejorar la seguridad vial, ya que se podrá tomar medidas correctivas y eficientes que conlleven a disminuir y evitar futuros accidentes de tránsito, con el correspondiente ahorro de recursos económicos y elevado impacto social del cual el hombre forma parte.

La tesis ha sido organizada en cinco capítulos.

Capítulo I: Presenta un análisis de la determinación del problema, formulación del problema, objetivos, justificación de la investigación, importancia y alcances de la investigación, limitaciones del estudio, viabilidad del estudio y por último la delimitación espacial y temporal.

Capítulo II: Expone los antecedentes de investigación, bases teóricas como el concepto de diseño geométrico de carreteras en planta, perfil y sección transversal, criterios y controles principales del marco normativo del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, la definición y criterios existentes para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico. Se finalizó con la definición de los términos básicos más importantes.

Capítulo III: Presenta las hipótesis planteadas, la variable independiente (diseño geométrico) y la variable dependiente (consistencia del diseño geométrico).

Capítulo IV: Muestra la metodología de la investigación utilizada que comprende la orientación y enfoque de la investigación, tipo de investigación, nivel de investigación, diseño de investigación, descripción del ámbito de investigación, población, muestra, técnicas de investigación y los instrumentos de recolección de datos.

Capítulo V: Presenta la verificación del cumplimiento de los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual DG-2014, resultados de la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de los modelos locales y globales basados en la velocidad de operación y su relación con los accidentes ocurridos en los años 2011 al 2016, además de la contratación de las hipótesis planteadas.

Finalmente, se presenta la discusión de los resultados, las conclusiones y recomendaciones.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DETERMINACIÓN DEL PROBLEMA

En el Perú, el número de accidentes de tránsito fatales y no fatales en el año 2016 fue de 2 997, debido a choques y volcaduras en la red vial no urbana (carreteras). Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial una de las regiones con mayor número accidentes a nivel nacional es la región Ancash.

En nuestro país la seguridad vial es un tema complejo ya que representa un grave problema desde el punto de vista social y de salud pública; además, depende de varios factores como la interacción del conductor, el vehículo y la infraestructura. Estas características varían con el tiempo. Según Espinales (2011) es un fenómeno que tiene un gran componente aleatorio debido a diversos factores no controlables desde la fase de diseño y que generalmente están asociados a la gran variedad de vehículos y conductores que componen el tránsito. (p. 19)

El diseño tradicional aplica el supuesto que la velocidad de diseño describe adecuadamente el comportamiento del conductor y que esta nunca será sobrepasada por la velocidad de operación. Sin embargo, investigaciones realizadas en países como Australia, Estados Unidos y Chile, han verificado empíricamente que dicha hipótesis no es cierta en aquellas vías diseñadas con velocidades de diseño inferiores a 90 – 100 km/h. En tales casos la velocidad de operación medida en terreno ha resultado ser superior a la velocidad de diseño (Echaveguren, Altamira, Vargas-Tejeda y Riveros, 2009, p. 4). También debemos considerar que el cumplimiento de los criterios y parámetros establecidos por las normas de diseño geométrico, viene dado por la seguridad nominal, donde se tiene una serie de parámetros que actúan como umbrales donde no solo se considera la seguridad, sino también otros objetivos del diseño, como la economía, la armonía o estética, la integración ambiental, etc. Por tanto, el cumplimiento de la seguridad en su dimensión nominal no implica necesariamente que el diseño resultante sea seguro.

De lo anterior, se verifica que el cumplimiento de las normas existentes no resulta suficiente para garantizar la seguridad en el recorrido de la carretera; por lo tanto se necesita complementar al Manual de Diseño Geométrico, con el análisis de la consistencia en el diseño geométrico de probada efectividad, para analizarlas y utilizarlas en nuestra región.

Por ello es importante conocer el concepto y la aplicación de los criterios de la consistencia del diseño geométrico de una carretera, que encaminará al objetivo de lograr una vía más segura, ya sea en proyectos de nuevo trazado como en carreteras que se encuentren en servicio, permitiendo rectificar zonas críticas de la geometría que afecten la seguridad vial. Según Pérez (2012) la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de una carretera es la principal herramienta para el estudio y mejora de la seguridad vial. (p. 417)

El presente trabajo de tesis se centrará en el estudio carreteras pavimentadas existentes de calzada única de dos carriles con doble sentido de circulación, ello debido a que constituyen la mayor parte de la red vial en la región Ancash y en ellas ocurren el 70 % de accidentes, según estudios internacionales. Se analizará la

consistencia del diseño geométrico mediante modelos locales y globales, comparando estos modelos entre sí, para obtener la relación de cada modelo de consistencia con los accidentes ocurridos desde el año 2011 al 2016, para de este modo analizarlas y utilizarlas en nuestra región.

1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1 Problema general

- ¿Cuál será la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?

1.2.2 Problemas específicos

1.- ¿El cumplimiento de los parámetros del diseño geométrico garantizará la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?

2.- ¿Con qué modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial se mejorará la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?

3.-¿La evaluación de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial contribuirá a mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?

1.3 OBJETIVOS

1.3.1 Objetivo General

- Determinar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.

1.3.2 Objetivos específicos

1.- Determinar si los parámetros del diseño geométrico garantizan la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.

2.- Seleccionar los modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.

3.- Evaluar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.

1.4 JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

El problema de la seguridad vial y sus consecuencias ha cobrado importancia en los últimos años, especialmente al darse a conocer las estadísticas de diversas fuentes en las que los accidentes se van incrementando. Reducir la tasa de accidentalidad en las carreteras del Perú debe ser prioritario, más aún en la región Ancash. Además, la construcción y mantenimiento de las carreteras, resulta también de alta importancia para comunicar las diferentes ciudades y regiones, mejorando así la economía del país.

Frente a esta problemática, la importancia de la presente investigación consiste en contar con herramientas de elementos de diseño y metodologías, que de manera complementaria al Manual de Diseño Geométrico que establece el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, evalúe la seguridad vial en la fase de proyecto de nuevo trazado o en carreteras construidas, para que se puedan tomar medidas correctivas y eficientes mediante el análisis de la consistencia del diseño geométrico, que no se ha incluido hasta ahora, y que es relevante para la coordinación del trazo, y así se pueda

disminuir y evitar futuros accidentes de tránsito, con el correspondiente ahorro de recursos económicos y elevado impacto social del cual el hombre forma parte.

En la región Ancash, la seguridad vial no ha sido uno de los aspectos prioritarios, por ello los accidentes de tránsito y su severidad se han ido incrementado debido al aumento del número de vehículos, el grado de motorización y la modernización del parque vehicular, alcanzando altas velocidades y así aumentando el nivel de exposición a un probable accidente. El diseño de muchas de estas carreteras ha sido realizado en la mayoría con normas que no priorizan una mayor seguridad vial, por el contrario, tienden a considerar otros aspectos como son disminuir costos de construcción y de operación.

En investigaciones anteriores se ha demostrado que las colisiones tienden a concentrarse desproporcionadamente en ciertos tramos y puntos críticos de la carretera, indicando que además de los errores de los conductores, las características geométricas de la carretera juegan un papel primordial cuando se produce un accidente. Los problemas heredados de las vías existentes diseñadas sin tener en cuenta el comportamiento del conductor son un reto al que se enfrentan en la actualidad muchos administradores viales y que necesariamente hay que rectificar en muchos casos, donde la consistencia del diseño surge como un complemento de las técnicas que posee la virtud de proporcionar medios concretos a los proyectistas para evaluar la calidad de sus vías. En este sentido, el enfoque de consistencia en el diseño debe entenderse como un complemento y no como un sustituto de las normas existentes.

El estudio de esta investigación beneficiará directamente a los estudiantes de ingeniería civil, diseñadores y evaluadores, mediante un enfoque científico, ya que permitirá conocer los distintos modelos de consistencia del diseño geométrico de una carretera y así detectar rápidamente las faltas de coherencia en tramos o puntos críticos, la cual se verá reflejada en la mejora de la seguridad vial, así como la comodidad del usuario y el vehículo.

1.5 IMPORTANCIA Y ALCANCES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación se orienta en el análisis de la consistencia del diseño geométrico situado en la carretera Conococha Huaraz, cuya plataforma es pavimentada con dos carriles de circulación, con velocidades de diseño que varía entre los 40 a 60 km/h. Para esta investigación se utilizaron modelos de evaluación local y global para posteriormente compararlas con los accidentes ocurridos entre los años 2011 al 2016, cuyo estudio contribuirá a mejorar la seguridad vial.

1.6 LIMITACIONES DEL ESTUDIO

La principal limitación del presente estudio fue contar con un modelo de estimación de velocidad de operación de otro país por recomendación del Manual de Carreteras - Diseño Geométrico DG-2014, el cual propone usar el modelo de Fitpatrick que se realizó en EE.UU., si bien es cierto un contexto internacionalmente aceptado pero no acorde a la realidad peruana por lo que esta limitación supone que los resultados de estudio deben ser interpretados con cautela.

En este estudio no se tuvo en cuenta la señalización porque tendrán que llevarse a cabo otros estudios que tomen en cuenta las señales verticales y horizontales considerando la eficiencia de su cumplimiento.

Para llevar adelante este proyecto de investigación se recopiló información de accidentes ocurridos en la carretera desde el año 2011 hasta el año 2016, pero no se tuvo en cuenta un formato adecuado de registro de accidentes a cargo de la empresa encargada del servicio de gestión y conservación vial, donde se tenga presente no solo el kilometraje sino también el reporte del sentido del accidente, para realizar un mejor análisis.

1.7 VIABILIDAD DEL ESTUDIO

La presente investigación contó con una viabilidad adecuada ya que se pudo obtener los datos técnicos necesarios como los planos postconstrucción en formato

CAD y PDF y también una relación de los accidentes ocurridos, los cuales fueron proporcionados por el Consorcio Cosapi Translei. Además, se tuvo los recursos tecnológicos (laptop y programas), tiempo y los recursos económicos necesarios para el cumplimiento de los objetivos.

1.8 DELIMITACIÓN ESPACIAL Y TEMPORAL

La carretera en estudio se encuentra localizada en la región Ancash, entre el km 498+968 y el km 577+407 de la ruta PE-3N, que comunica el centro poblado de Conococha con la ciudad de Huaraz.

La selección de este tramo se efectuó considerando los siguientes criterios:

- Disponibilidad de las características técnicas según el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001 vigente hasta el año 2010.
- Disponibilidad de la información geométrica de la carretera cuyos planos post construcción fueron elaborados en los años 2010 y 2011.
- Disponibilidad de la base de datos de los accidentes ocurridos entre los años 2011 y 2016.

Estos parámetros fueron seleccionados porque representan las características más comunes de las carreteras del territorio como las carreteras pavimentadas existentes de calzada única de dos carriles con doble sentido de circulación, debido a que constituyen la mayor parte de la red vial en la región Ancash.

CAPÍTULO II

ASPECTOS TEÓRICOS

2.1 ANTECEDENTES DE INVESTIGACIÓN

Tesis:

Pérez (2012) en su tesis doctoral "Caracterización y Modelización de la Velocidad de operación en Carreteras Convencionales a partir de la Observación Naturalística de la Evolución de Vehículos Ligeros", cuyo objetivo fue tratar la caracterización y modelización de la velocidad de operación en carreteras convencionales, no solo desde el punto de vista de la influencia de la geometría de la carretera, sino también considerando las características del conductor y del vehículo. La metodología seguida fue toma de datos utilizando equipos GPS, y la estimación de perfiles de velocidad, además de actividades de campo como el diseño y entrega de trípticos informativos a los conductores, entre otros. Los resultados de este estudio indican que se obtuvieron modelos calibrados para estimación de la velocidad de operación en recta, curva y las tasas de deceleración y aceleración. Además, en su conclusión menciona que la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de una carretera es la principal herramienta para el estudio y mejora de la seguridad vial. El estudio orienta a esta investigación en profundizar aspectos relacionados con la velocidad de operación y la construcción de la estimación del perfil de velocidad.

Sánchez (2011) en su tesis doctoral "Metodología para la Evaluación de la Consistencia del Trazado de Carreteras Interurbanas de dos carriles", de la Universidad Politénica de Madrid, hace mención que el principal objetivo del estudio fue formular una metodología que permita evaluar la consistencia del trazado en carreteras interurbanas de dos carriles, que tengan en cuenta coordinación planta – alzado, cuya metodología planteada se aplicó a tres carreteras de la comunidad de Madrid, y una carretera en Colombia que son representativas de los diferentes tipos de relieve. Su resultado general puede considerarse como satisfactorio, arrojando resultados coherentes en las carreteras estudiadas, permitiendo detectar los sitios donde se presenta inconsistencia, evaluar las causas y facilita el proponer soluciones basándose en un criterio técnico. En su conclusión plantea un método para evaluar la consistencia del trazado considerando el parámetro de perfil de velocidades de operación, índice de trazado y las reapariciones del trazado, cuya relación con la presente tesis es el uso del método propuesto.

La autora Garach (2013) realizó la tesis de título "Medida de la Consistencia en Carreteras Convencionales y su Relación con la Seguridad Vial. Aplicación a la Provincia de Granada". Este estudio abarca el cálculo y análisis de los modelos de consistencia existentes en la literatura como también la relación entre la siniestralidad y los modelos de consistencia, el tratamiento de datos y la metodología seguida fue la obtención de alineaciones en 978 km. Se consideró una muestra de dos tramos al azar de cada categoría, cuyos resultados muestran una consistencia de buena, aceptable y pobre según el criterio global de Polus. Así mismo, concluye que a partir del cálculo y análisis de distintos modelos de consistencia global, entre ellos el de Polus, se pudo obtener cuatro modelos nuevos para relacionar con los accidentes. El estudio conduce al presente trabajo al relacionar la evaluación de la consistencia con los accidentes.

Artículos:

Los autores Echaveguren y Sáez (2001) en su artículo Indicadores de consistencia en el diseño geométrico de carreteras del congreso chileno de ingeniería de transporte, resalta que la evidencia empírica acerca de las diferencias entre el comportamiento real y modelado del conductor, ha orientado la investigación en diseño geométrico a elaborar instrumentos que permitan medir la bondad de los diseños en términos de su consistencia. En síntesis, presenta el estado de arte del análisis de consistencia para posteriormente analizar los diversos criterios cuantitativos de calificación de trazados. Finalmente, se ha argumentado que el análisis de consistencia constituye un proceso que complementado al proceso de diseño tradicional, permite analizar la relación entre comportamiento modelado y real de los conductores ante un trazado en particular de modo tal de armonizar el diseño con las expectativas de los conductores. Este trabajo a la investigación en curso da una definición adecuada a la consistencia del diseño geométrico.

Los investigadores García, Camacho, Pérez, Moreno y Llorca (2013) quienes proponen "Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras", en resumen pretende revisar el proceso de diseño actual, con el fin de incorporar un nuevo proceso de diseño que permitirá desarrollar carreteras que no solo se ajusten a la normativa, sino que también estén concebidas desde el principio considerando a los conductores para la mejora de la seguridad vial. En este trabajo se ha dado cuenta un nuevo proceso de diseño geométrico donde incorpora el análisis de operación vehicular para obtener unas carreteras más seguras. Además, este estudio se relaciona con la investigación planteada, en conocer los modelos de evaluación de la consistencia del diseño geométrico.

Estas tesis y artículos han sido consideradas como antecedente de estudio, debido a que tienen objetivos y metodologías referenciales para la presente investigación.

Marco Legal:

- Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2001 Segunda Edición, aprobado por la Resolución Directoral N° 143-2001-MTC/15.17, de fecha 12 de marzo del 2001, y su modificatoria, la Resolución Directoral N° 037-2008-MTC/14, de fecha 22 de setiembre del 2008.

- Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, aprobado por la Resolución Directoral N° 028-2014-MTC/14, de fecha 30 de octubre del 2014.

2.2 BASES TEÓRICAS

2.2.1 Diseño geométrico de carreteras

2.2.1.1 Concepto

Chocontá (2004) menciona que es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno. La razón es que esos elementos físicos se representan por su geometría, como sucede con los alineamientos horizontal y vertical, las secciones transversales, las distancias de visibilidad, etc. En el diseño geométrico de una vía, especialmente si se trata de una carretera, es necesario establecer las relaciones posibles entre la vía en potencia, el vehículo y el conductor, que son los tres elementos que intervienen en la operación de transportar. (p. 19)

Además, García, Camacho y Pérez (2013) argumentan que el "diseño geométrico constituye la parte más importante del proyecto de una carretera. A partir de unos condicionantes previos, se establece la configuración geométrica definitiva de la misma persiguiendo satisfacer al máximo los siguientes objetivos fundamentales: funcionalidad, seguridad, comodidad, integración ambiental, armonía o estética, economía y elasticidad". (párr. 6)

2.2.1.2 Diseño geométrico en planta

Es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial. Dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas. (Cárdenas, 2008, p. 34)

2.2.1.3 Diseño geométrico vertical

Es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo. Debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía. A este eje también se le denomina rasante o subrasante. (Cárdenas, 2008, p. 265)

2.2.1.4 Diseño geométrico transversal

Consiste en la definición de la ubicación y dimensiones de los elementos que forman la carretera, y su relación con el terreno natural, en cada punto de ella sobre una sección normal al alineamiento horizontal. De esta manera se podrá fijar la rasante y el ancho de la faja que ocupará la futura carretera y así estimar las áreas y volúmenes de tierra a mover. (Cárdenas, 2008, p. 349)

2.2.1.5 Marco normativo del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014

Con la finalidad de cumplir uno de los objetivos de la presente investigación, se hace necesario conocer el marco normativo del diseño geométrico de carreteras que en el año 2014, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, a través de la Dirección General de Caminos y Ferrocarriles, mediante la resolución directoral Nº 028-2014-MTC/14, resuelve aprobar la nueva versión del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014.

En el presente manual se menciona que contiene normas, guías y procedimientos para el diseño de carreteras, conformando un documento que organiza y recopila las técnicas de diseño desde el punto de vista de concepción y desarrollo, en función a determinados parámetros. Cabe mencionar que este documento oficial es de suma

importancia para los proyectistas y administradores de las vías de nuestro país, debido a que tiene un carácter normativo y de cumplimiento obligatorio. A continuación se presenta una síntesis.

- **Clasificación de las carreteras**

a) Clasificación por demanda

La Tabla 2.1 presenta la clasificación de las carreteras del Perú, en función a la demanda.

Tabla 2.1
Clasificación por demanda

Clasificación	IMDA (veh/día)	Separador central (m)	Número de carriles por calzada	Ancho mínimo (m)	Superficie de rodadura
Autopistas de primera clase	6000 ≤ IMDA	6.0 ≤ S.C	> 2	3.60	Pavimentada
Autopistas de segunda clase	4001 ≤ IMDA < 6000	1.0≤ S.C ≤6.0	> 2	3.60	Pavimentada
Carreteras de primera clase	2 001 ≤ IMDA< 4000	-	=2	3.60	Pavimentada
Carreteras de segunda clase	400 ≤ IMDA< 2000	-	=2	3.3	Pavimentada
Carretas de tercera clase	IMDA < 400	-	=2	3.00 o 2.5 con sustento técnico	Estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micropaviemntos; o afirmado
Trochas carrozables	IMDA < 200	-	-	4,00 m	Afirmada o sin afirmar

Fuente: Elaboración propia.

b) Clasificación por orografía

En el Manual DG-2014 se menciona que las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por donde discurre su trazado, se clasifican en:

Tabla 2.2
Clasificación por orografía

Orografía/Pendiente	Pendiente Transversal (St)	Pendiente Longitudinal (Sl)
Terreno plano (Tipo 1)	10%<St	3%<Sl
Terreno plano (Tipo 2)	10%<St<50%	3%<Sl<6%
Terreno accidentado (Tipo 3)	51%<St<100%	6%<Sl<8%
Terreno escarpado (Tipo 4)	100%<St	8%<Sl

Fuente: Elaboración propia.

- **Criterios y controles básicos para el diseño geométrico**

a) Características del tránsito

i. Índice medio diario anual (IMDA)

Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 95)

b) Velocidad de diseño

i. Definición

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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 100)

ii. Velocidad de diseño del tramo homogéneo

La velocidad de diseño está definida en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la velocidad de diseño en el rango que se indica en la Tabla 2.3. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 100)

Tabla 2.3
Rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de segunda clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Carretera de tercera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											

Fuente: Tabla 204.01 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

iii. 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 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 105). En la Tabla 2.4 (ecuaciones de Fitzpatrick), se puede apreciar estimaciones para la determinación de velocidades de operación.

Tabla 2.4
Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación

	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V85 = 102{,}10 - \frac{3\,077{,}13}{R}$
2	Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V85 = 105{,}98 - \frac{3\,709{,}90}{R}$
3	Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V85 = 104{,}82 - \frac{3\,574{,}51}{R}$
4	Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V85 = 96{,}61 - \frac{2\,752{,}19}{R}$
5	Curva horizontal combinada con curvas cóncavas (sag)	$V85 = 105{,}32 - \frac{3\,438{,}19}{R}$
6	Curva horizontal combinada con curvas convexas sin limitación de visibilidad	(Nota 2)
7	Curva horizontal combinada con curvas convexas con limitación de visibilidad (K≤ 43 m / %)	$V85 = 103{,}24 - \frac{3\,576{,}51}{R}; (nota\ 2)$
8	Curva vertical cóncava sobre recta horizontal	V85 se asume como la velocidad deseada
9	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada (K> 43 m / %) sobre recta horizontal	V85 se asume como la velocidad deseada
10	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada (K≤ 43 m / %) sobre recta horizontal	$V85 = 105{,}08 - \frac{149{,}69}{k}$

Notas:
1) Usa la menor velocidad estimada con las ecuaciones 1 o 2 (para pendientes descendentes) y 3 o 4 (para pendientes ascendentes).
2) Además, comparar con la velocidad estimada con las ecuaciones 1 o 2 (para pendientes descendentes) y 3 o 4 (para pendientes ascendentes) y usar la menor. Esto asegurará que la velocidad estimada a lo largo de curvas combinadas no será mejor que si sólo la curva horizontal está presente. Es decir, la inclusión de una curva convexa con visibilidad limitada resulte en una mayor velocidad.

V85 Percentil 85 de velocidad de automóviles (km/h)
R Radio de curva (m)

Fuente: Tabla 204.03 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

c) Distancia de visibilidad

i. Definición

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En los proyectos se consideran tres distancias la visibilidad de parada, visibilidad de paso o adelantamiento y visibilidad de cruce con otra vía. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 108)

ii. Distancia de visibilidad de parada

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 108). A continuación se muestra las distancias de visibilidad de parada, en función a la velocidad de diseño y a la pendiente, se aprecia en la Tabla 2.5.

Tabla 2.5
Distancia de visibilidad de parada

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	264	252	238

Fuente: Tabla 205.01 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

iii. Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

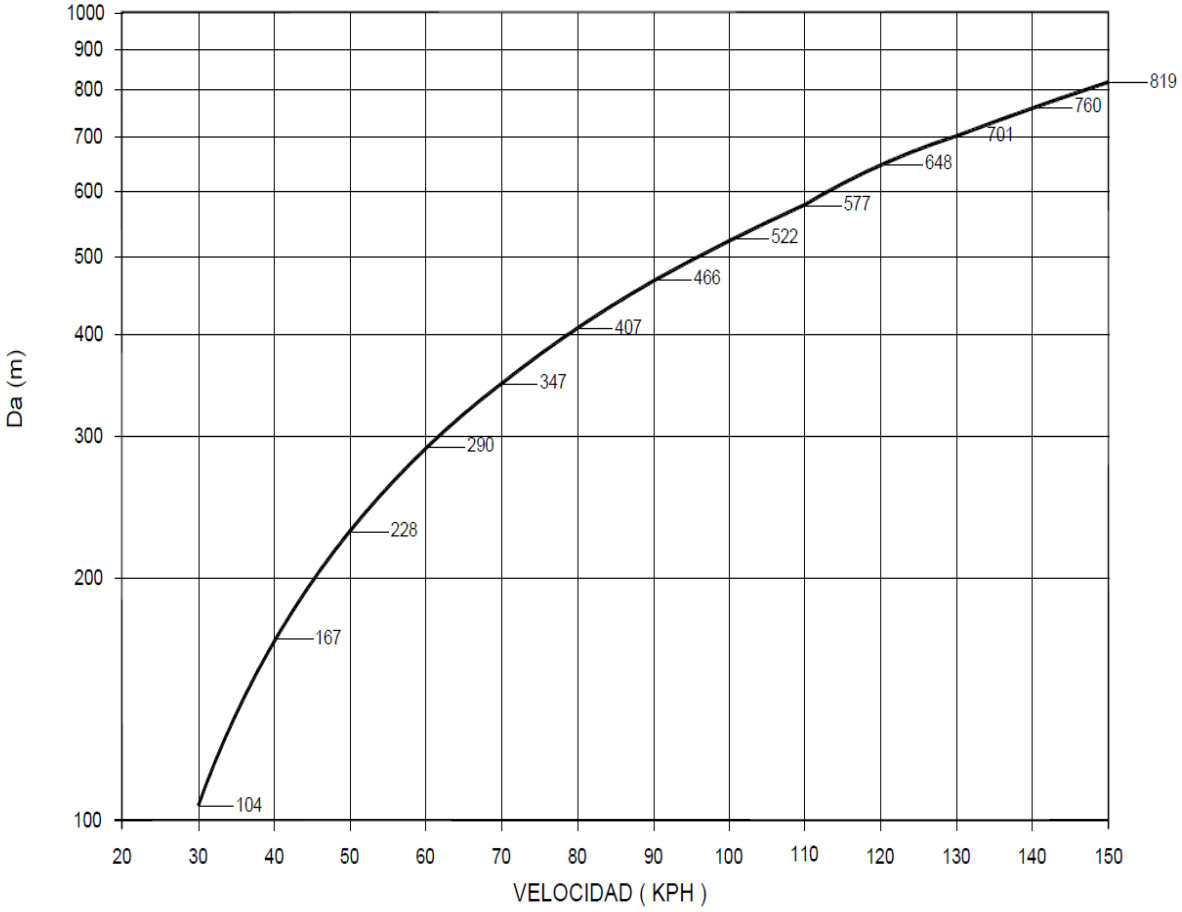
Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 111)

Tabla 2.6
Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles dos sentidos

Velocidad especifica en la tangente en la que se efectúa la maniobra (km/h)	Velocidad del vehículo adelantado (km/h)	Velocidad del vehículo que adelanta, V (km/h)	Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento Da (m)	
			Calculada	Redondeada
20	-	-	130	130
30	29	44	200	200
40	36	51	266	270
50	44	59	341	345
60	51	66	407	410
70	59	74	482	485
80	65	80	538	540
90	73	88	613	615
100	79	94	670	670
110	85	100	727	730
120	90	105	774	775
130	94	109	812	815

Fuente: Tabla 205.03 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

La distancia de visibilidad de paso podrá determinarse de la Figura 2.1.



V (kph)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130	140	150
Da (m)	110	170	230	290	350	410	470	530	580	650	700	760	820

Figura 2.1 Distancia de visibilidad de paso (Da).
Fuente: Figura 205.03 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

- **Diseño geométrico en planta, perfil y sección transversal**

De acuerdo al Capítulo III, los elementos geométricos de una carretera deben garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, teniendo en consideración que no basta que el movimiento de los vehículos sea dinámicamente posible en condiciones de estabilidad, sino asegurar que el usuario en todos los puntos de vía tenga suficiente tiempo para adecuar su conducción a la geometría de esta y a las eventualidades que puedan presentarse.

a) Diseño geométrico en planta

De acuerdo a la sección 302 del Manual DG-2014, considera los siguientes aspectos:

i. Tramos en tangente

En la Tabla 2.7 están indicadas las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño.

Tabla 2.7
Longitud de tramos en tangente

Vd (Km/h)	**L** min.s (m)	**L** min.o (m)	**L** máx (m)
30	42	84	500
40	56	111	668
50	69	139	835
60	83	167	1002
70	97	194	1169
80	111	222	1336
90	125	250	1503
100	139	278	1670
110	153	306	1837
120	167	333	2004
130	180	362	2171

Fuente: Tabla 302.01 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

Donde:

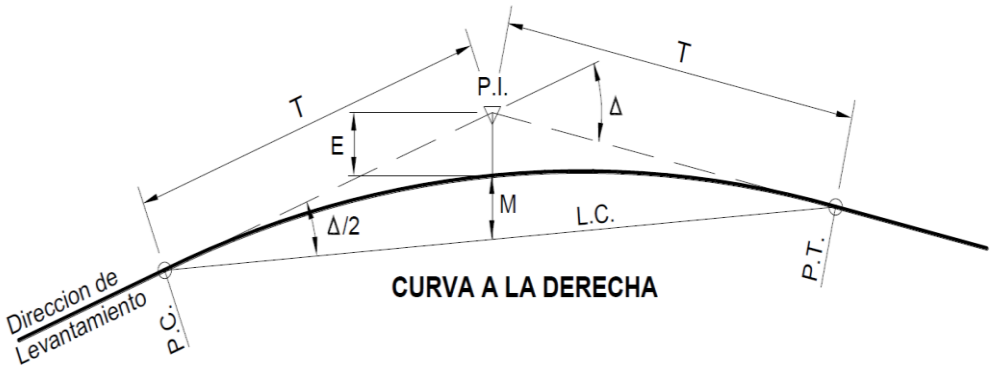
L min.s: Longitud mínima (m) para trazados en "S" (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura de sentido contrario).
L min.o: Longitud mínima (m) para el resto de casos (alineación recta entre alineaciones curvas con radios de curvatura del mismo sentido).
L máx: Longitud máxima (m).
Vd: Velocidad de diseño (Km/h).

ii. Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 137)

- **Elementos de la curva circular**

La simbología en los elementos de la curva circular, se sintetizan en la Figura 2.2.



P.C. = Punto de Inicio de la Curva
P.I. = Punto de Intersección
P.T. = Punto de Tangencia
E = Distancia a Externa (m.)
M = Distancia de la Ordenada Media (m.)
R = Longitud del Radio de la Curva (m.)
T = Longitud de la Subtangente (P.C. a P.I. a P.T.) (m.)
L = Longitud de la Curva (m.)
L.C. = Longitud de la Cuerda (m.)
Δ = Angulo de Deflexión

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

$L.C. = 2\,R \operatorname{sen} \frac{\Delta}{2}$

$L = 2\pi R \frac{\Delta}{360}$

$M = R[1-\cos(\Delta/2)]$

$E = R[\sec(\Delta/2)-1]$

Figura 2.2 Simbología de la curva circular
Fuente: Figura 302.01 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

- **Radios mínimos**

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 138). La Tabla 2.8 muestra los radios mínimos calculados y redondeados, en función a la velocidad de diseño y los peraltes máximos, tomando en consideración los valores límites de fricción.

Tabla 2.8
Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la Vía	**Velocidad de diseño**	**Þ máx%**	***f*máx**	**Radio calculado (m)**	**Radio redondeado (m)**
	30	8	0.17	28.3	30

Área Rural(Plana u ondulada)	40	8	0.17	50.4	55
	50	8	0.16	82.0	85
	60	8	0.15	123.2	125
	70	8	0.14	175.4	175
	80	8	0.14	229.1	230
	90	8	0.13	303.7	305
	100	8	0.12	393.7	395
	110	8	0.11	501.5	505
	120	8	0.09	667.0	670
	130	8	0.08	831.7	835

Fuente: Tabla 302.02 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

- **Relación de peralte, radio y velocidad especifica de diseño**

La Figura 2.3, permite obtener el peralte, para una curva que se desea proyectar, con una velocidad específica de diseño y el radio.

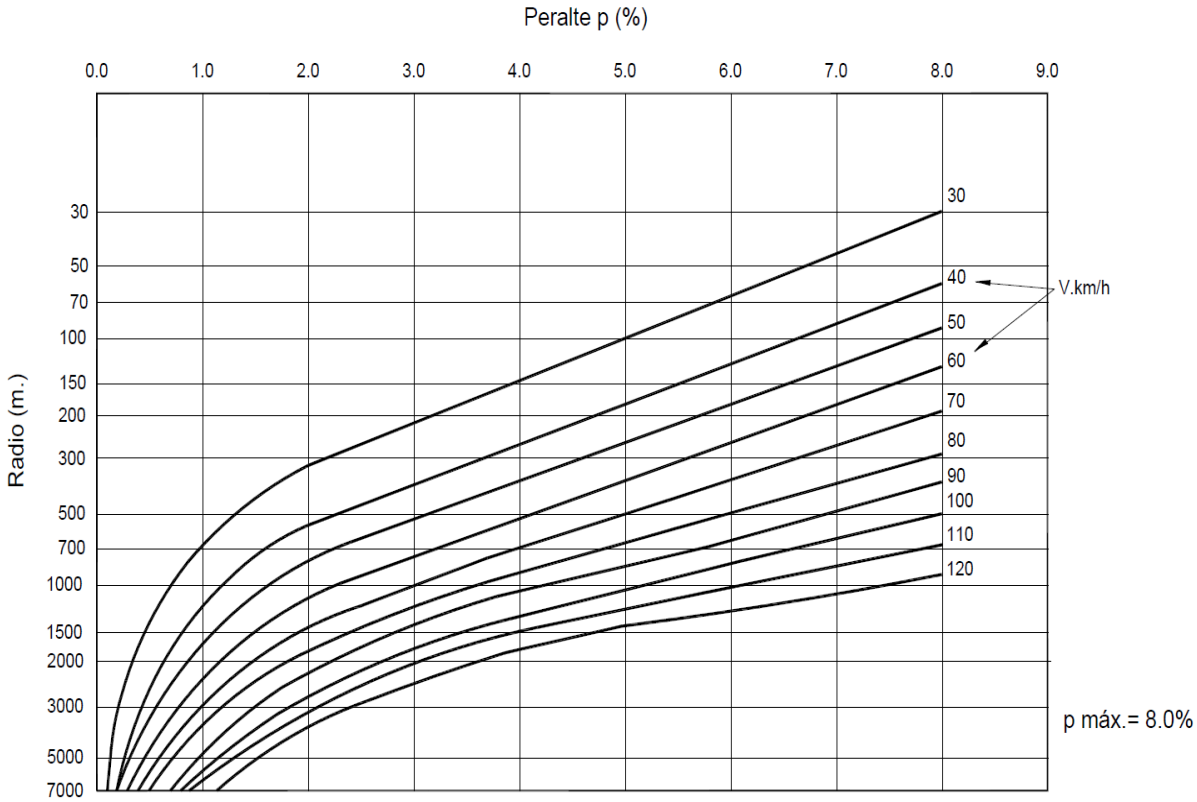


Figura 2.3 Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)
Fuente: Figura 302.03 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

iii. Curvas de transición

Las curvas de transición son espirales que tienen por objeto evitar las discontinuidades en la curvatura del trazo, por lo que en su diseño deberán ofrecer las mismas condiciones de seguridad, comodidad y estética que el resto de los elementos del trazado. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 150)

Se adoptará en todos los casos, la clotoide como curva de transición, la ecuación de la clotoide (Euler) está dada por:

$$R\,L = A^2 \qquad (2.1)$$

Dónde:
R: radio de curvatura en un punto cualquiera.
L: Longitud de la curva entre su punto de inflexión (R =∞) y el punto de radio R.
A: Parámetro de la clotoide, característico de la misma.
En el punto de origen, cuando L = 0, R = ∞, y a su vez, cuando L = ∞, R = 0
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 150)

Radios que permiten prescindir de la curva de transición se muestra en la Tabla 2.9.

Tabla 2.9
Radios circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición

V(km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

Fuente: Tabla 302.11 A del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

iv. Sobreancho

El sobreancho variará en función del tipo de vehículo, del radio de la curva y de la velocidad de diseño y se calculará con la siguiente fórmula:

$$Sa = n\left(R - \sqrt{R^2 - L^2}\right) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \qquad (2.2)$$

Dónde:

Sa: Sobreancho (m)

N: Número de carriles

R: Radio (m)

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

V: Velocidad de diseño (km/h)

(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 176)

b) Diseño geométrico en perfil

De acuerdo a la sección 303 del Manual DG-2014, considera los siguientes aspectos:

i. Pendiente

- **Pendiente mínima**

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0,5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 189)

- **Pendiente máxima**

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la Tabla 2.10; no obstante, se pueden presentar casos particulares:

- En zonas de altitud superior a los 3 000 msnm, los valores máximos de la Tabla 2.10, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 189)

Tabla 2.10
Pendientes Máximas (%)

Demanda	**Autopistas**								**Carretera**				**Carretera**				**Carretera**			
Vehículos/día	**> 6000**				**6000 - 4001**				**4000 - 2001**				**2000-400**				**< 400**			
Características	**Primera Clase**				**Segunda Clase**				**Primera Clase**				**Segunda Clase**				**Tercera Clase**			
Tipo de Orografía	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
VELOCIDAD DE DISEÑO:																				
30 KPH																			10,00	12,00
40 KPH																9,00	8,00	9,00	10,00	
50 KPH											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	
60 KPH					6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00		
70 KPH			5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00		7,00	7,00		
80 KPH	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00			7,00	7,00		
90 KPH	4,50	4,50	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00			6,00				6,00	6,00		
100 KPH	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00				6,00							
110 KPH	4,00	4,00			4,00															
120 KPH	4,00	4,00			4,00															
130 KPH	3,50																			

Notas:
1) En caso que se desee pasar de carreteras de primera o segunda clase, a una autopista, las características de éstas se deberán adecuar al orden superior inmediato.
2) De presentarse casos no contemplados en la presente tabla, su utilización previo sustento técnico será autorizada por el órgano competente del MTC.

Fuente: Tabla 303.01 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

ii. Curvas verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás.

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A \qquad (2.3)$$

Dónde,

K: Parámetro de curvatura

L: Longitud de la curva vertical

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes
(Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 194)

- **Tipos de curvas verticales**

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 194). En la Figura 2.4 se indican las curvas verticales convexas y cóncavas y en la Figura 2.5 las curvas verticales simétricas y asimétricas.

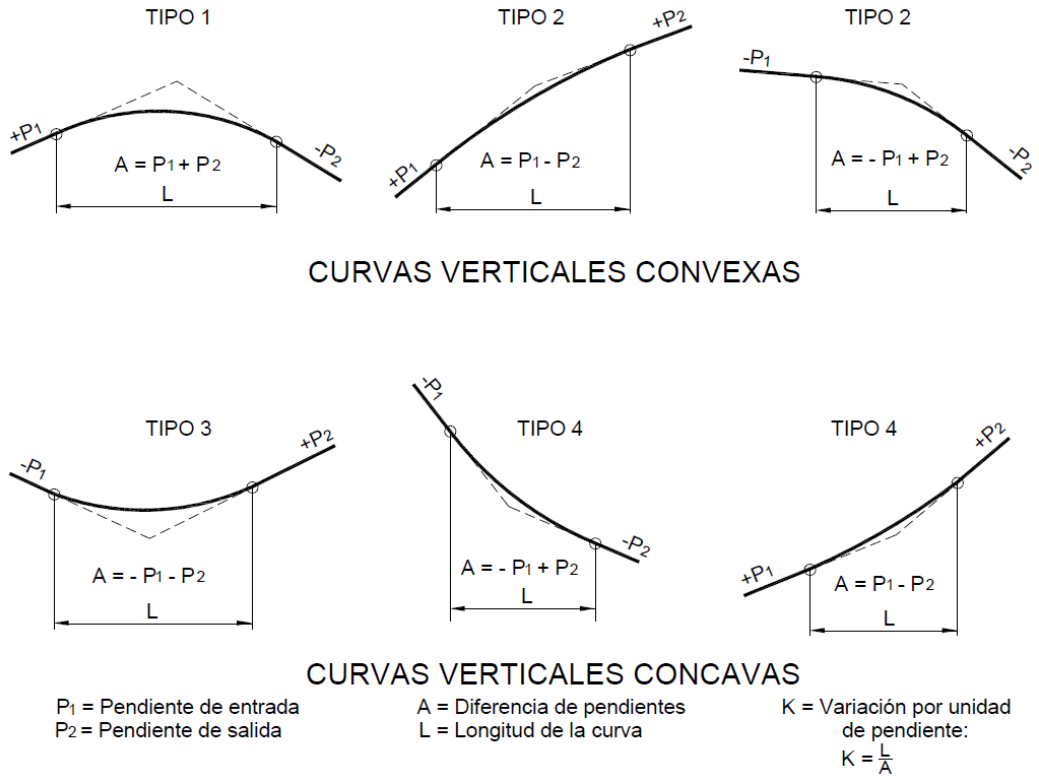


Figura 2.4 Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas
Fuente: Figura 303.02 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

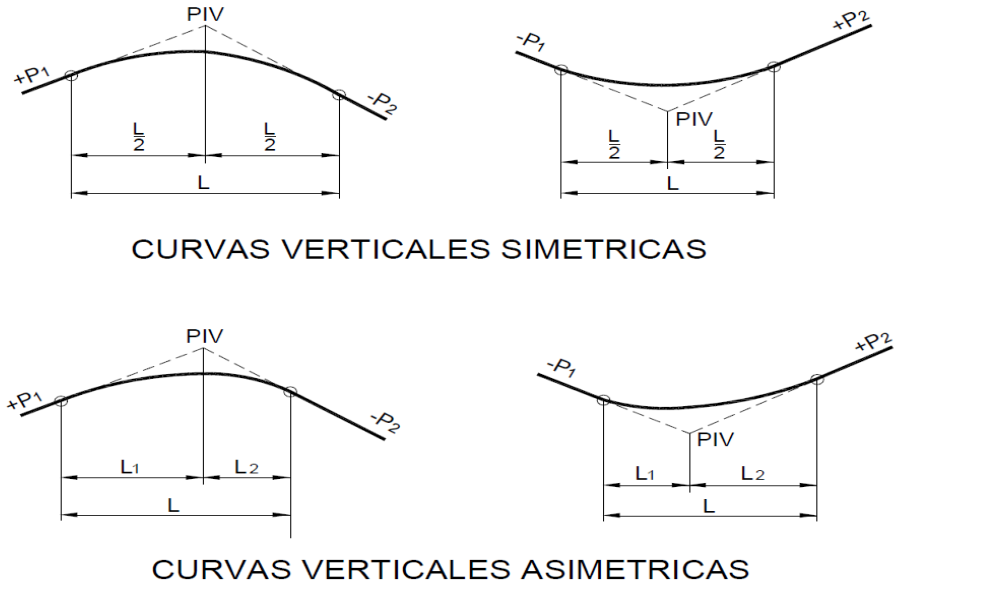


Figura 2.5 Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas
Fuente: Figura 303.03 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

- Longitud de las curvas convexas

La Figura 2.6, presenta los gráficos para resolver las ecuaciones planteadas, para el caso más común con h1 = 1,07 m y h2 = 0,15 m. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 199)

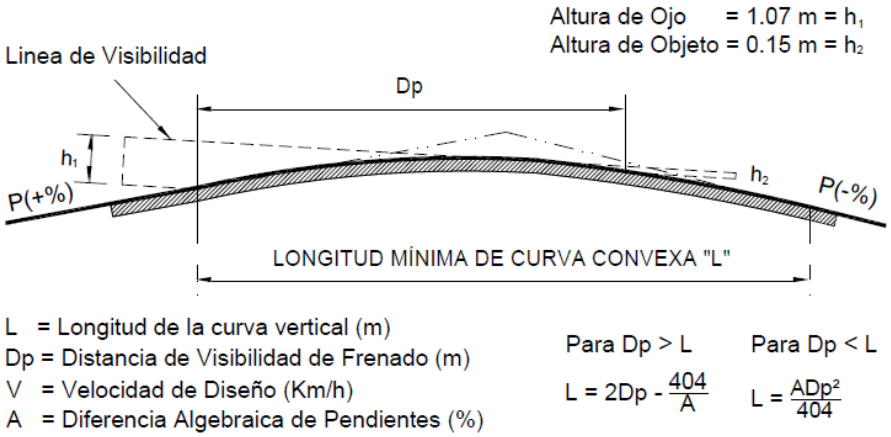


Figura 2.6 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada
Fuente: Figura 303.06 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso (Da).

Se utilizará los valores de longitud de curva vertical de la Figura 2.7 para esta condición; asimismo se aplicarán las mismas fórmulas que en (a); utilizándose como h_2 = 1.30 m, considerando h_1 = 1.07 m. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 200)

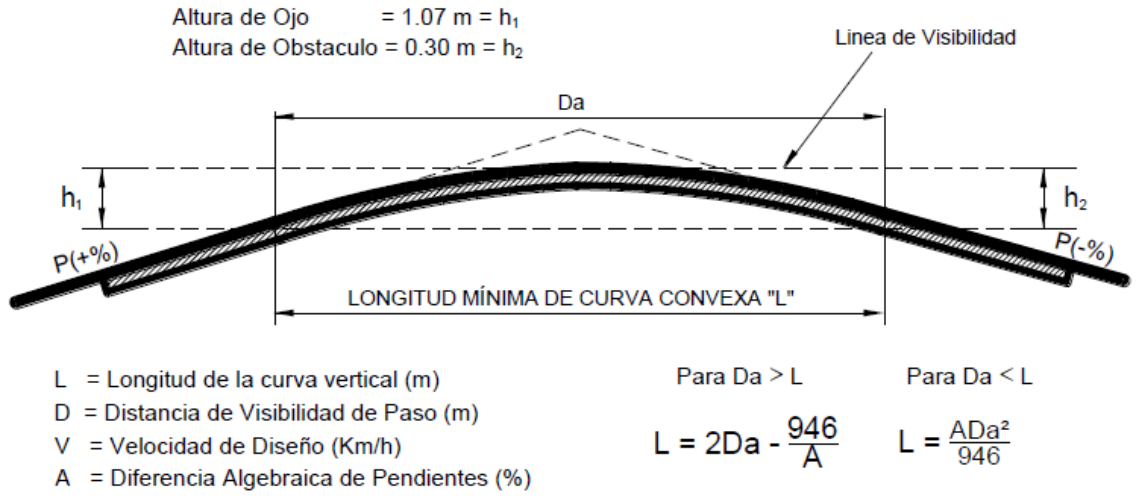


Figura 2.7 Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso.
Fuente: Figura 303.07 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

- Longitud de las curvas cóncavas

La longitud de las curvas verticales cóncavas se puede determinar con las siguientes fórmulas que se aprecia en la Figura 2.8.

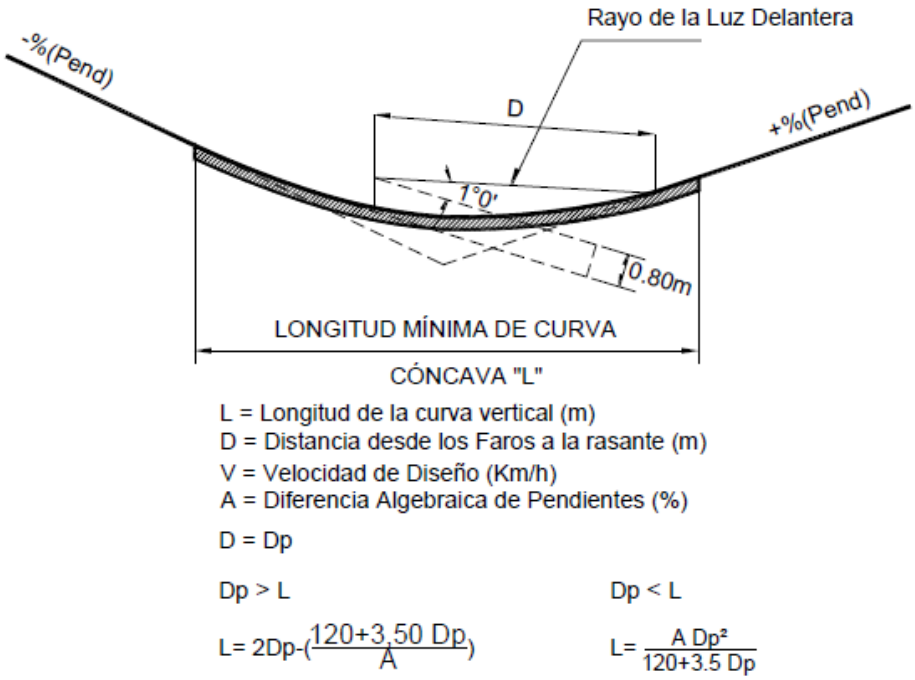


Figura 2.8 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas
Fuente: Figura 303.08 del Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG–2014.

c) Diseño geométrico de la sección transversal

La sección 304 del Manual DG-2014, considera los siguientes aspectos:

i. Elementos de la sección transversal

Los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 204). En la Figura 2.9, se puede observar una sección tipo a media ladera para una carretera de una calzada de dos carriles en curva.

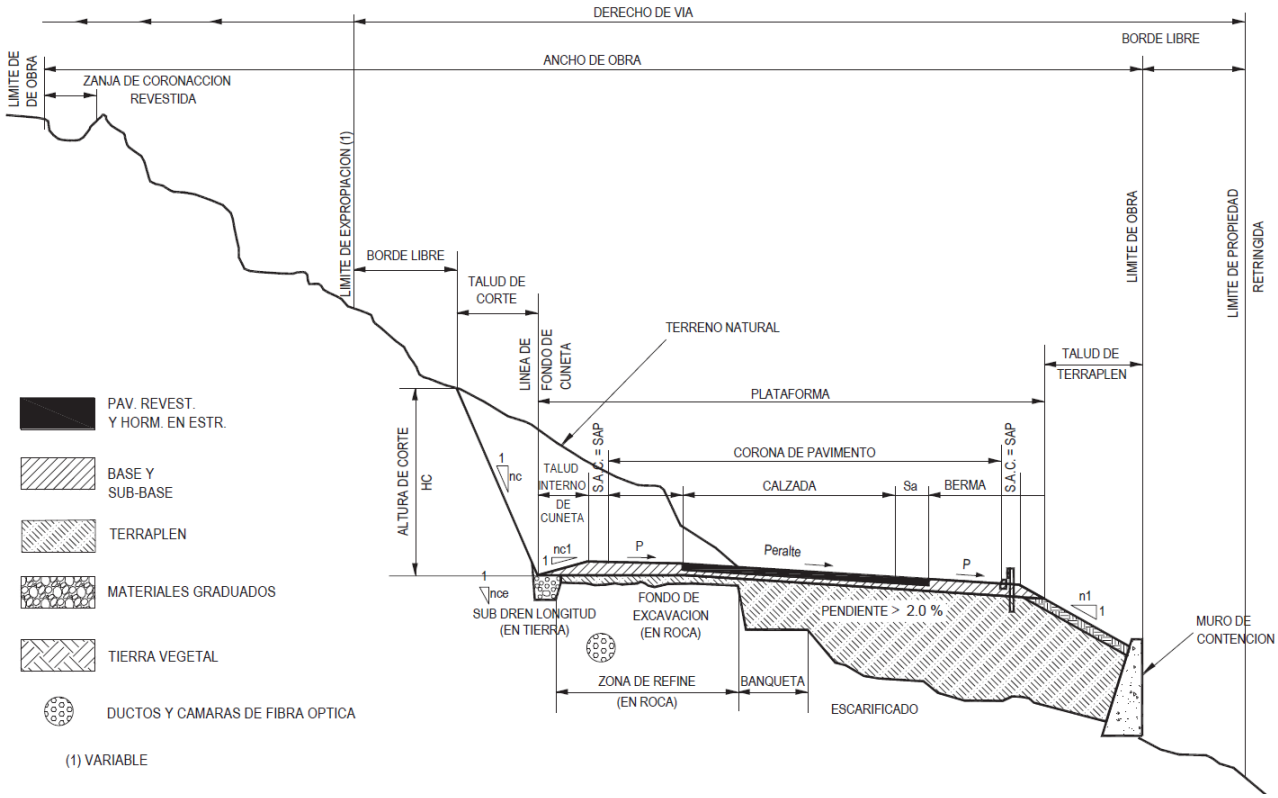


Figura 2.9 Sección transversal típica a media ladera vía de dos carriles en curva.
Fuente: Figura 304.02 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

ii. Calzada o superficie de rodadura

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 208)

- Ancho de la calzada en tangente

El ancho de la calzada en tangente se determinará tomando como base el nivel de servicio deseado al finalizar el período de diseño. En consecuencia, el ancho y número de carriles se determinarán mediante un análisis de capacidad y niveles de servicio (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 208). En la Tabla 2.11, se indican los valores.

Tabla 2.11
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	**Autopistas**								**Carretera**				**Carretera**				**Carretera**			
Vehículos/día	**> 6000**				**6000 - 4001**				**4000 - 2001**				**2000-400**				**< 400**			
Características	**Primera Clase**				**Segunda Clase**				**Primera Clase**				**Segunda Clase**				**Tercera Clase**			
Tipo de Orografía	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**	**1**	**2**	**3**	**4**
Velocidad de diseño:																				
30 KPH																			6,00	6,00
40 KPH																6,60	6,60	6,60	6,00	
50 KPH											7,20	7,20			6,60	6,60	6,60	6,60	6,00	
60 KPH					7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60	6,60	6,60	6,60		
70 KPH			7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	6,60		6,60	6,60		
80 KPH	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			6,60	6,60		
90 KPH	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20	7,20			7,20				6,60	6,60		
100 KPH	7,20	7,20	7,20		7,20	7,20	7,20		7,20				7,20							
110 KPH	7,20	7,20			7,20															
120 KPH	7,20	7,20			7,20															
130 KPH	7,20																			

Notas:
a) Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4).
b) En carreteras de tercera clase, excepcionalmente podrán utilizarse calzadas de hasta 5,00 m, con el correspondiente sustento técnico y económico.

Fuente: Tabla 304.01 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

- Ancho de tramos en curva

A los anchos mínimos de calzada en tangente indicados en la Tabla 2.11 se deberán añadir el valor del sobreancho en las zonas de curva.

iii. Bermas

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 210)

- Ancho de las bermas

De la Tabla 2.12, se obtiene el ancho de bermas.

Tabla 2.12
Ancho de bermas

Clasificación	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
Vehículos/día	> 6000				6000 - 4001				4000 - 2001				2000-400				< 400			
Características	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase			
Tipo de Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
Velocidad de diseño::																				
30 KPH																			0,50	0,50
40 KPH																1,20	1,20	0,90	0,50	
50 KPH											2,60	2,60			1,20	1,20	1,20	0,90	0,90	
60 KPH					3,00	3,00	2,60	2,60	3,00	3,00	2,60	2,60	2,00	2,00	1,20	1,20	1,20	1,20		
70 KPH			3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	2,00	2,00	1,20		1,20	1,20		
80 KPH	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00	3,00		2,00	2,00			1,20	1,20		
90 KPH	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00	3,00			2,00				1,20	1,20		
100 KPH	3,00	3,00	3,00		3,00	3,00	3,00		3,00				2,00							
110 KPH	3,00	3,00			3,00															
120 KPH	3,00	3,00			3,00															
130 KPH	3,00																			

Fuente: Tabla 304.02 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

iv. Bombeo

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 214). La Tabla 2.13 muestra los valores de bombeo de la calzada.

Tabla 2.13
Valores del bombeo de la calzada

Tipo de superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación: < 500 mm/año	Precipitación: >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2,0	2,5
Tratamiento superficial	2,5	2,5 – 3,0
Afirmado	3,0 – 3,5	3,0 – 4,0

Fuente: Tabla 304.03 del Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG–2014.

2.2.2 Seguridad vial y consistencia del diseño geométrico

2.2.2.1 Seguridad vial y accidentes de tránsito

A partir de la década de los ochenta, la evaluación del comportamiento de las carreteras con relación a la seguridad vial se ha convertido en una práctica internacional. Se han identificado diferentes enfoques o criterios para la modelación estadística de la accidentalidad. Internacionalmente los modelos de mayor uso en la evaluación de la seguridad vial son los modelos de predicción de accidentes, las auditorías de seguridad vial y el análisis de consistencia del trazado.

a) Seguridad vial:

García et al. (2013) mencionan que la seguridad vial es uno de los objetivos del diseño más importantes. Gran parte del contenido de normas y recomendaciones se centran en este aspecto, por lo que también debe recibir una atención especial en el proceso de diseño. Según lo propuesto por García et al. (2011) las formas de medir el grado de cumplimiento de la seguridad vial se les denomina dimensiones de la seguridad vial, existiendo cuatro posibles dimensiones:

En primer lugar la seguridad nominal, que 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.

En segundo lugar la seguridad legal es una parte constituyente de la seguridad nominal. Deja en el ámbito exclusivo del conductor la responsabilidad de la siniestralidad debido 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.

En tercer lugar, la 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).

Y en cuarto lugar, la 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. (pp. 14-15)

b) Accidente de tránsito:

El autor Espinales (2011) hace referencia que la definición de accidente de tránsito es la cadena de eventos desafortunados en la que interactúan los tres elementos del sistema (hombre, vehículo y entorno) en sus tres etapas de desarrollo (antes, durante y después). También hace mención que según Ogden (1996) lo define como un evento multicausal precedido por una situación en la cual algo ha fallado. En la actualidad, todos los investigadores del problema coinciden en que son eventos aleatorios con múltiples causas, una parte de naturaleza determinística (controlable y por lo tanto es posible actuar sobre ella) y otra estocástica (al azar y por lo tanto incontrolable). (p. 31)

2.2.2.2 El proceso tradicional de diseño geométrico de carreteras

Un análisis importante sobre el proceso de diseño que actualmente se realiza es la de los investigadores García et al. (2013) quienes enumeran una serie de razones por las que mencionan varias críticas y exponen:

La carretera es una realidad tridimensional, si bien no suele concebirse directamente como tal. El proceso de diseño tradicional consiste en centrarse iterativamente sobre cada una de sus partes o proyecciones (planta, alzado y sección transversal). A su vez, en cada uno de los pasos hay que tener en mente la realidad tridimensional del conjunto, analizando el cumplimiento de la normativa y el conjunto de criterios u objetivos.

Además, no todos los objetivos del diseño están en correspondencia. De hecho, algunos de ellos son contrapuestos. La imposibilidad de satisfacer la totalidad de los mismos conlleva la necesaria priorización de unos frente a otros. Otro problema existente es, en ocasiones, la dificultad o imposibilidad de medir su grado de cumplimiento. De hecho, el objetivo de seguridad vial tradicionalmente se ha asociado con la mera verificación del cumplimiento de la normativa de trazado.

En cuanto a los factores influyentes, son muy numerosos, por lo que conviene clasificarlos en externos (o previamente existentes) e internos (propios de la vía y su diseño). Así pues, entre los factores externos podría destacarse la orografía, geología y geotecnia, la demanda de tráfico, condicionantes urbanísticos y climatología. Como factores internos puede citarse las velocidades o los efectos operacionales de la geometría (visibilidad, etc.).

De todos estos factores, es quizá la velocidad que se espera poder facilitar a los conductores el más evidente para los ingenieros, y el que más peso tiene en el proceso de diseño. Así pues, definir una velocidad de partida en la que poder basar el diseño de la vía se convierte en una cuestión fundamental. A esta velocidad se la conoce como velocidad de diseño internacionalmente. Su selección, se basa principalmente en la clase o tipo de carretera y en las características orográficas.

Esta velocidad es considerada como punto de partida para la definición de los controles geométricos que afectan el diseño del tramo. Así pues, los valores mínimos de visibilidad, radio en curvas en planta, parámetro de acuerdos verticales o sección transversal se definen a partir de dicha velocidad. El paso siguiente consiste en el

diseño geométrico de la vía, respetando dichos controles y las normas de diseño. (pp. 13-14)

Además, García, Camacho y Pérez (2013) complementan que el actual proceso de diseño geométrico presenta ciertas carencias, derivadas principalmente de la falta de armonía entre velocidad de diseño y velocidad de operación.

La velocidad de diseño impone un mínimo estricto en ciertas condiciones dentro de un tramo, como el radio mínimo o las distintas visibilidades necesarias. Sin embargo, en la mayor parte del tramo homogéneo las condiciones geométricas serán más suaves, por lo que la velocidad de operación tenderá a ser superior a la de diseño, lo que implicará un infradimensionamiento de las visibilidades exigidas al tramo.

Por ello, en muchas ocasiones el producto final presenta disparidades importantes en las velocidades, redundando finalmente en una mayor siniestralidad. (párr. 15-17)

2.2.2.3 Consistencia del diseño geométrico

a) Definición

Echaveguren y Sáez (2001) mencionan que en términos genéricos se define como "la condición bajo la cual una vía se encuentra en armonía con las expectativas de los conductores". En la medida que reduzcan las inconsistencias, se avanzará hacia la armonización del diseño y lo que el conductor espera de él, reduciendo por consiguiente la probabilidad de ocurrencia de accidentes. Concepto que fue introducido por los autores Irizarry y Krammes (1998) y Lamm et al. (1995). (p. 316)

También Wooldridge et al. (2003) citado por García et al. (2013) menciona: se define consistencia del diseño geométrico al grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento que permite la vía. Mientras estos dos aspectos concuerden, el usuario podrá mantener su carga de trabajo media-reducida, sin variaciones bruscas, y no habrá problemas. Sin embargo, en el momento en el cual la vía presente un cambio súbito en su comportamiento, que no se adapte a las expectativas, supondrá una sorpresa y por lo tanto un aumento subido de la carga

de trabajo. En función del grado de discordancia habrá más o menos probabilidad de sufrir un accidente. (p. 22)

Según Pérez, Camacho y García (2011) estas expectativas pueden dividirse en dos categorías distintas:

- **Expectativas a priori.** El conductor basa su criterio de decisión en la experiencia acumulada tras conducir por otras carreteras anteriormente. Para cumplir con estas expectativas, en la carretera debe cumplirse una relación directa entre el tipo de vía y la geometría y las dotaciones que presenta. De esta forma, por ejemplo, un conductor espera que una carretera convencional se comporte de forma diferente a una autopista o autovía.
- **Experiencia ad hoc.** El conductor adquiere experiencia a partir de la percepción de las características del itinerario a medida que es recorrido. A medida que un conductor recorre un tramo de carretera, espera que en los siguientes kilómetros, la carretera se comporte de forma similar.

De este modo, un diseño será consistente cuando los elementos geométricos que lo componen y su coordinación impliquen una conducción cómoda y libre de sorpresas. El cumplimiento de las diferentes normativas no asegura que la carretera diseñada sea consistente. (p. 2)

b) Expectativas del conductor

Las expectativas del conductor pueden definirse como el conjunto de opciones de acción respecto de una situación dada y que pueden responder a situaciones, sucesos e información en forma predecible y exitosa. Las opciones son subjetivas, y se basan en sucesos aprendidos y experimentados. Están asociadas a todos los aspectos de la tarea de conducción: configuración geométrica, operación y reglas del tránsito que son obedecidas y/o violadas que llevan al aumento del tiempo de reacción, crean confusión, respuestas inapropiadas y errores de conducción. Los conductores tienden a anticipar situaciones inmediatas y eventos que son comunes a la vía por donde circulan, en ausencia de avisos asumen que solo tienen que reaccionar a situaciones estándar y experimentan problemas en aéreas de transición o en lugares con inconsistencia de diseño u operación. Mientras más predecible son las características

de la vía menos probabilidad de que ocurra un error de conducción (Word Road Association, 2013). (Espinales, 2011, p. 35)

En virtud de éstas expectativas, los ingenieros tienen la obligación de diseñar una vía acorde a la situación geográfica, ambiental y con las seguridades viales aconsejadas por la técnica a fin de que el conductor pueda recorrerla sin enfrentarse a situaciones extremas o incómodas y donde sus maniobras puedan ser anticipadas y evitar riesgos innecesarios, logrando una relación armónica entre el conjunto conductor/vehículo, la vía y el entorno inmediato a ella. (Velez, 2011, p. 30)

c) Evaluación de la consistencia del diseño geométrico

Para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico se viene realizando estudios por diferentes investigadores internacionales desde los años setenta, como un complemento de mejora para la seguridad vial. Dichos estudios vienen relacionando la consistencia de la vía con los accidentes ocurridos, donde se ha tenido avances importantes en la propuesta de varios métodos de evaluación, que cuentan con diferentes metodología que al pasar el tiempo se vienen afinando y complementando según el criterio de cada investigador, donde una considerable cantidad de literatura científica ha sido publicada hasta la actualidad.

En el presente capítulo daremos un resumen de los principales estudios de la literatura, comenzando con una visión general de los criterios para el análisis de consistencia del diseño geométrico como son: la estabilidad del vehículo en curvas, índices de trazado, carga mental y velocidad de operación; y como se ha ido explorando, verificando, mejorando para su posterior aplicación en diversos países.

Conoceremos los modelos más representativos de las investigaciones realizadas durante los últimos años; de este modo se podrá distinguir los modelos que más se puedan adecuar a nuestra realidad, para poder aplicarlas y demostrar que puedan ser replicadas en las carreteas de nuestra región, tanto en etapas de diseño como en etapas de operación de las carreteras.

Mediante los criterios de evaluación que permiten realizar el análisis de la consistencia del diseño geométrico tenemos cuatro:

i. Criterios de evaluación basados en la estabilidad del vehículo

La estabilidad vehicular es una medida de la consistencia del diseño geométrico. De hecho, en gran número de casos los accidentes por salida de calzada y choques frontales pueden atribuirse a un insuficiente rozamiento transversal en la curva. El diseño de estos elementos viola la habilidad del conductor para guiar y controlar su vehículo adecuadamente y, por tanto, no se ajusta a las expectativas de los conductores. Es por ello que las zonas en las que no se proporciona suficiente estabilidad al vehículo pueden considerarse inconsistentes. (Pérez et al., 2011, pp. 2-3)

La diferencia entre rozamiento transversal movilizado y demandado (Δf_R) se utiliza usualmente para representar la estabilidad vehicular.

$$\Delta f_{R=} f_R - f_{RD} \quad \textbf{(2.4)}$$

Donde:

$f_{R:}$ rozamiento transversal asumido

f_{RD}: Es el rozamiento transversal demandado

Además se tiene que:

$$f_R = 0.22 - 1.79.10^{-3}.v_d + 0.56.10^{-5}.v_d^2 \quad \textbf{(2.5)}$$

$$f_{RD} = \frac{v_{85}^2}{127.R} - e \quad \textbf{(2.6)}$$

Donde:

$v_{d:}$ velocidad de diseño (km/h)

$v_{85:}$ velocidad de operación (km/h)

R: radio de curva (m)

e: peralte de la curva

Tabla 2.14
Umbrales para la determinación de los niveles de consistencia del diseño geométrico. Criterios III de Lamm

Criterio III de Lamm		
Buena	**Aceptable**	**Pobre**
$\Delta f_R \geq 0.01$	$0.01 > \Delta f_R \geq -0.04$	$\Delta f_R < -0.04$

Fuente: Pérez, Camacho y García (2011).

Es necesario considerar una serie de limitaciones importantes que según el autor Pérez et al. (2011) está sujeta: en primer lugar este modelo se basa únicamente en un parámetro (la velocidad de diseño), lo cual lo hace muy sencillo de utilizar pero, a la vez, muy simple para reflejar el efecto real. Segundo, la definición de f_{RD} presenta deficiencias en cuanto a la validez de la simplificación del problema de fricción, ya que considera la masa del vehículo concentrada en un punto, con lo que se ignora la interacción entre pavimento y neumático, además de la distribución de fuerzas de fricción en los diferentes neumáticos del vehículo. Por otra parte, este modelo no tiene en cuenta el carácter tridimensional de la carretera. (p. 3)

La evidencia surgida de este criterio de evaluación hace que en la presente investigación se prescinda para su aplicación.

ii. Criterios de evaluación basados en los índices de trazado

Los índices de trazado son una medida cuantitativa de las características generales del trazado en un tramo de carretera. Evalúan diferentes aspectos del mismo. Tienen la ventaja de ser fáciles de medir y entender, y pueden evaluar aspectos del trazado en planta y en alzado. (Sánchez, 2011, p. 42)

Pérez et al. (2011), presentan una lista y realiza algunos comentarios de los índices de trazado más utilizados en diversas investigaciones para la evaluación de la consistencia.

- **Índices de trazado horizontales**

  - Tasa de cambio de curvatura (CCR)
  - Grado de curvatura (DC)
  - Ratio entre la longitud de tramos curvos y la vía (CL:RL)
  - Radio medio (AR)
  - Recta media (AT)
  - Relación radio y radio medio (CRR)
  - Ratio entre el radio mayor y el menor (RR)
  - Ratio entre la longitud de una recta y la longitud media de rectas (TL:AT)

- **Índices de Trazado Verticales**

  - CCR vertical (V CCR)
  - Curvatura vertical media (AVC)
  - Pendiente media (V AG)

- **Índices combinados**

  - Combinación CCR

Los índices de trazado más utilizados son el radio medio (AR), el cociente entre el radio máximo y el radio mínimo (RR) y la media de la curvatura vertical (AVC).

El radio medio ofrece una estimación de la sinuosidad del trazado. A medida que el radio medio aumenta las velocidades tenderán a aumentar también.

Por otra parte, a medida que el parámetro RR tiende a 1, los radios en el trazado tienden a ser más uniformes y el comportamiento de la vía es más homogéneo, con lo que la consistencia es mayor (aunque con matices, por lo que es preferible utilizar este índice con el radio medio o con el radio mínimo).

Un parámetro adicional es el CRR, que se define como el cociente entre el radio una curva con el radio medio del tramo completo. Este parámetro está basado en la premisa de que cuando el radio de una curva horizontal dada se desvía considerablemente del radio medio del tramo en el que se encuentra, la citada curva puede violar las expectativas de los conductores, dando lugar a una inconsistencia. (pp. 4-5)

Pocos estudios actuales han sido capaces de recurrir al análisis de consistencia del diseño geométrico mediante los índices de trazado debido a que se han usado principalmente como estimadores de velocidad, pero no como indicadores en sí mismos de la consistencia del trazado (Sánchez, 2011, p. 45), por lo que en el presente estudio no se procedió a adoptar este método para la realización de esta investigación.

iii. Criterios de evaluación basados en la carga de trabajo

Sánchez en el 2011 menciona que puede definirse como el porcentaje de tiempo en el que los conductores deben realizar las tareas relacionadas con la conducción. Su determinación es difícil, ya que en ella intervienen aspecto tanto físicos (sexo, edad, salud) como psicológicos del conductor (entre ellos el estado de ánimo y motivación), aspectos relacionados con el vehículo (como el modelo, la tecnología, el estado de conservación), la vía y las condiciones climáticas, entre otros. (p. 47)

En la actualidad se tiene investigaciones que Sánchez en el 2011, recoge las formulas planteadas con este parámetro en la Tabla 2.15.

Tabla 2.15
Ecuaciones para determinar la carga de trabajo o la demanda visual del conductor

Autor	Año	Ecuación
Messer	1980	WLn = U x E x S x Rf + C x WLI
WLn = carga de trabajo esperada en el tramo U = factor de familiarización del conductor con la infraestructura E = factor de expectativa. Tramo similar al anterior, E = C-1; diferente, E = 1 C = factor que depende de la distancia entre tramos S = factor que depende de la distancia de visibilidad disponible Rf = valor potencial de carga de trabajo promedio para toda la carretera WLI = carga de trabajo del tramo anterior		
Lamm et al.	1995	WL = 0.193 + 0.016 GC
WL = carga de trabajo promedio en una curva (%) GC = grado de curvatura (º)		
Wooldridge et al.	2000	DV_{NF} = 0.173 + 43.0 / R DV_F = 0.198 + 29.2 / R
DV_{NF} = demanda visual de conductores no familiarizados con el trazado DV_F = demanda visual de conductores familiarizados con el trazado R = radio de curvatura (m)		
UMTRI		$DV_i = t_v / (t_2 - t_1)$ $DV_{0.5L}$ = 0.373 + 34.7 / R $DV_{0.5L}$ = 0.394 + 34.8 / R
DV_i = demanda visual en el intervalo de tiempo ($t_2 - t_1$) $t_2 - t_1$ = tiempo transcurrido entre dos pulsaciones consecutivas del interruptor que permite la visión (s) t_v = tiempo de visión del conductor (para el experimento se fijó en 0.5 s) $DV_{0.5L}$ = demanda visual en el punto medio de la curva; la primera ecuación se aplica para conductores no familiarizados con el trazado y la segunda para los que lo conocen R = radio de la curva horizontal (m)		

Fuente: Sánchez (2011).

De esta la tabla anterior Sánchez (2011) realizó los siguientes comentarios:

En el modelo de Messer en 1980, ofrece una forma aproximada de estimar un parámetro bastante complejo, agrupando variables de difícil medición a través de factores (U, E) que el investigador debe cuantificar con base en su experiencia o mediante análisis de sensibilidad, con el fin de seleccionar los más adecuados en cada

situación, donde los parámetros utilizados en la metodología, no indica claramente su origen.

Se estableció un rango de calificación según el cual

- WLn ≤ 1, el tramo no tienes problemas de consistencia
- WLn > 6, aparentemente hay problemas de inconsistencia en la geometría (Sánchez Ordóñez, 2011, p. 48)

En el modelo de Lamm et al. en 1995, estableció que el método más común para medir este aspecto es utilizar un oclusor de la visión, que permite visualizar la vía solamente cuando el conductor lo solicita, se mide el tiempo total que el conductor desactiva el oclusor, así como el tramo recorrido durante ese tiempo. Los datos recogidos permitieron establecer un modelo de regresión para estimar la carga de trabajo promedio en curvas. Así mismo, este procedimiento presenta el inconveniente de una baja precisión en la toma de datos, ya que se hizo manualmente y se fundamentaba en la comunicación oral entre conductor y su acompañante.

En el modelo de Wooldridge et al. el 2000, desarrollaron un estudio donde los conductores portaban un visor que solo les permitía observar el tiempo suficiente para mantener la trayectoria en la vía al presionar un interruptor. Un ordenador registraba los tiempos durante los cuales el conductor requería observar, y la posición del vehículo a lo largo de la pista. La relación entre la trayectoria recorrida mientras se observa y el tiempo entre observaciones determina la demanda visual, que a su vez se considera como el principal indicador de la carga de trabajo del conductor. El procedimiento de toma de información es bastante preciso, pero no representa las condiciones reales de circulación, ya que el conductor, pese a que fije su vista en objetos que se encuentren en el interior del coche o en un sitio fuera de la dirección de avance, capta los elementos de la carretera que estén dentro de su campo de visión, sin quedar completamente ciego como en la prueba realizada. (Sánchez, 2011, pp. 50-51)

El Instituto de Investigación en Transporte de la Universidad de Michigan (UMTRI) realizó un estudio en un simulador localizado en su laboratorio, para evaluar aspectos relacionados con la carga de trabajo del conductor tales como la demanda visual y la fijación de la visión. Se seleccionó a 12 hombres y a 12 mujeres de diferentes edades, que debían recorrer varias veces un circuito virtual con 13 curvas horizontales, de radio comprendido entre 146 y 592, y ángulos de giro desde 10 hasta los 90 grados, a izquierda y derecha. Se utilizó un oclusor de visión que impedía la visibilidad a menos que el conductor presionara un interruptor que aclaraba la visión por un intervalo de tiempo de 0.5 segundos, acción que era registrada por un ordenador a fin de determinar la demanda visual con los elementos geométricos de la carretera. Adicionalmente se compararon los resultados de ensayo realizados en pisa de pruebas, en carretera y en el simulador, sin encontrarse diferencias significativas entre los resultados obtenidos en cuanto a la demanda visual. (Sánchez, 2011, p. 51)

Así mismo, concluye que si bien la carga de trabajo y demanda visual han demostrado ser parámetros interesantes para determina la consistencia del trazado y se han avanzado en los mecanismos para su medición, es necesario desarrollar más estudios para conocerla mejor. Además, todavía no se ha evaluado el efecto sobre estos parámetros de la combinación de la alineación en planta y en alzado, ni se han establecido mecanismos de comparación.

iv. Criterios de evaluación basados en la velocidad de operación

En este estudio al igual que en investigaciones pasadas, según Pérez et al. (2011) este criterio es una de las técnicas más utilizadas para la evaluación de la consistencia consiste en el análisis de las variaciones de la velocidad de operación (V_{85}) entre elementos geométricos consecutivos. La velocidad de operación se define comúnmente como el percentil 85 de la distribución de velocidades obtenida de vehículos circulando en condiciones de flujo libre en un tramo de carretera. La reducción de velocidad de operación entre elementos consecutivos (ΔV_{85}) es un fenómeno muy relacionado con la siniestralidad (las transiciones recta-curva son localizaciones que pueden conllevar siniestralidad asociada), considerándose también una medida de consistencia. De hecho, se estima que más del 50% del total de las

muertes en carreteras convencionales se producen en las secciones curvas (Lamm et al., 1992). Asimismo, puede utilizarse esta magnitud de la velocidad en la evaluación de la consistencia examinando diferencias entre la velocidad de diseño (V_d) y la V_{85}. (p. 8)

Como se mencionó en el párrafo anterior por tratarse de una de las técnicas más utilizadas y con el estímulo que cada vez cobra más importancia en los recientes desarrollos en el campo del análisis de la consistencia del diseño geométrico, cuyos efectos están directamente relacionados con la accidentabilidad, se procederá en su aplicación en la presente investigación que a continuación se detalla.

d) Cálculo de la velocidad de operación mediante perfiles de velocidad

Uno de los aspectos clave para el análisis de consistencia es conocer la variable velocidad de operación, cuyo valor se puede estimar de acuerdo al Manual DG-2014, que recomienda utilizar la tabla del autor Fitzpatrick, Pérez et al. (2011) hace mención que a la hora de evaluar una carretera será necesario elegir el modelo que geográficamente se adecue al comportamiento de los conductores ya que varía de un país a otro, y en Perú no se tiene una recalibración de los datos analizados en las carreteras con doble sentido de circulación.

El Manual de Diseño Geométrico DG-2014 define a la velocidad de operación como 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. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 105)

De acuerdo a estudios generalmente el análisis de este perfil de velocidad corresponde a un perfil teórico que requiere contar con un conocimiento previo de la geometría del trazado a evaluar.

i) Geometría de la vía

Las características tridimensionales de una vía están en relación con la alineación en planta, perfil y sección transversal, para un desarrollo adecuado de los modelos de predicción de velocidad de operación, es necesario tener como dato en detalle los planos postconstrucción del trazado de la carretera en estudio.

ii) Criterios de tramificación de carreteras

Según García et al. (2013) existen varios factores para la tramificación entre ellos las variaciones en el tipo de carretera y las variaciones geométricas. A continuación el autor detalla los siguientes criterios que se deben complementar para obtener tramos homogéneos.

- **Sección transversal, nudos y tráfico**

Se basa en la división simple de la vía considerando la existencia de poblaciones, puesto que suponen la incorporación de nuevos usuarios además de analizar los cambios en la sección transversal.

- **Método alemán**

El procedimiento consiste en la representación gráfica del valor absoluto de los ángulos de deflexión acumulados de todos los elementos geométricos en planta. Posteriormente, este perfil se divide en secciones homogéneas con pendiente aproximadamente constante, que se corresponde con sinuosidad del trazado en planta similar. Cada tramo homogéneo se caracteriza por el valor de su tasa de cambio de curvatura (CCR), definida según la ecuación 2.7.

$$CCR = \frac{\Sigma|\gamma_i|}{L} \quad \textbf{(2.7)}$$

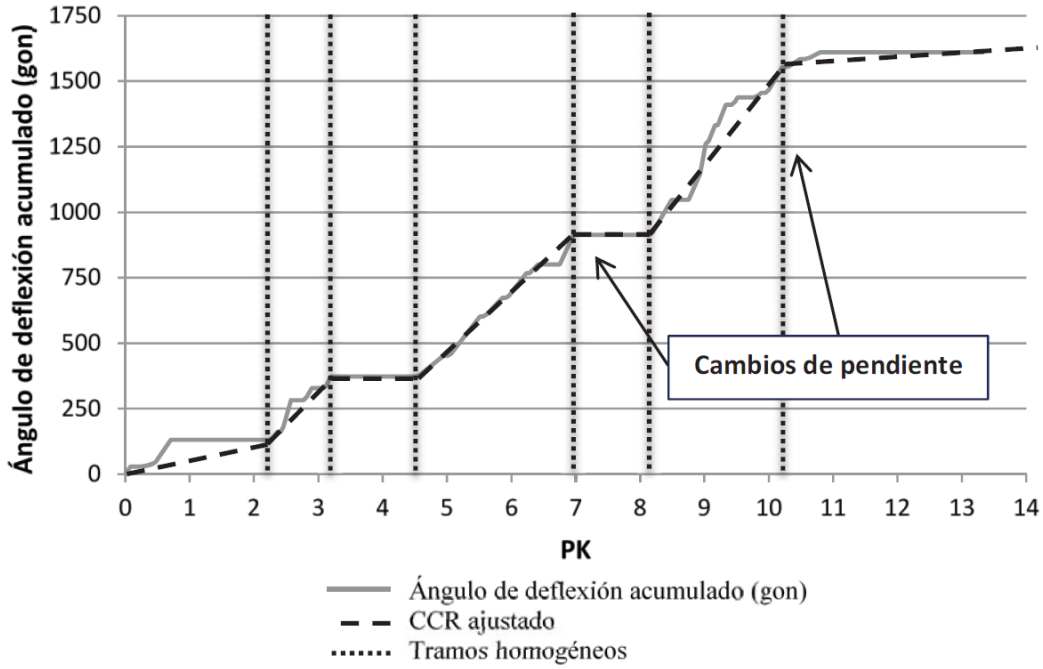


Figura 2.10 Ejemplo de tramificación según el método Alemán.
Fuente: García, Camacho, Pérez y Moreno (2013).

Dónde: CCR es la Tasa de Cambio de Curvatura; γi es el ángulo de deflexión de cada elemento geométrico (gon); y L es la longitud del tramo de carretera (km). Esta tasa suele expresarse en gon/km. La longitud mínima recomendable del tramo de carretera es 2000 m, aunque no existe una razón subyacente. La Figura 2.10 muestra un ejemplo de tramificación. (pp. 31-32)

iii) Modelo predictivo de velocidad de operación

Hasta la fecha se han desarrollado e introducido varios modelos para la estimación de la velocidad de operación, en el tópico 204.06 del Manual DG-2014 se hace mención que 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, donde se podrán apreciar aquellos lugares que puedan comprometer la seguridad en el trazado. El análisis del indicado diagrama, constituye el método más común, para evaluar la consistencia del diseño geométrico.

Según los estudios y análisis realizados por los autores Posada, Cadavid y Castro (2014) los modelos estudiamos de los autores Lamm et al., Castro et al y Fitzpatrick et al. permiten identificar que en algunos se obtienen valores negativos de la velocidad lo que indica que cada modelo expone un rango de variables en el cual funciona adecuadamente. La mayoría de los modelos analizados presentan un comportamiento adecuado para curvas con radios mayores a 40 m y menores a 300 m aproximadamente. (p. 46)

Teniendo como base los conceptos antes indicados, así como los criterios y parámetros técnicos de diseño establecidos, en esta investigación se utilizó el modelo de estimación del autor Fitzpatrick reconocido internacionalmente y recomendado en el Manual DG-2014 para nuestro país.

Además se complementó los valores de la velocidad de operación en zonas de tangente, así como los valores de las tasas de aceleración y desaceleración de acuerdo al mismo autor que no se menciona en el manual, pero que el autor Echaveguren (2012) recoge en la Tabla 2.16.

Tabla 2.16
Modelos predictivos de velocidad de operación de Fitzpatrick y Collins (2000)

Geometría Horizontal *Horizontal Geometry*	Geometría Vertical *Vertical Geometry*	Velocidad de operación (km/h) *Operation speed (km/h)*	Deceleración (m/s^2) *Deceleration (m/s^2)*	Aceleración (m/s^2) *Acceleration (m/s^2)*
Curva/ *Curve*	-9 % < i < -4 %	$V_{85} = 102{,}1 - \frac{3077{,}13}{R}$	1,00 ; R ≤ 175 m $0{,}6794 - \frac{295{,}14}{R}$; 175<R ≤ 436 m 0,00 ; R > 436 m	0,54 ; 175<R ≤ 250 m 0,43 ; 250<R ≤ 436 m 0,21 ; 436<R ≤ 875 m 0,00 ; R > 875 m
Curva/ *Curve*	-4 % < i < 0 %	$V_{85} = 105{,}98 - \frac{3709{,}90}{R}$		
Curva/ *Curve*	0 % < i < 4 %	$V_{85} = 104{,}82 - \frac{3574{,}51}{R}$		
Curva/ *Curve*	4 % < i < 9 %	$V_{85} = 96{,}61 - \frac{2752{,}19}{R}$		
Curva/ *Curve*	Curva Cóncava *Concave curve*	$V_{85} = 103{,}24 - \frac{3576{,}51}{R}$	1,00	0,54
Curva/ *Curve*	Curva Convexa *Convex curve*	(1)	(2)	(2)
Recta/ *Straight*	Curva Cóncava *Concave curve*	V_{85} = velocidad deseada *expected speed*	No aplicable *Not applicable*	No aplicable *Not applicable*
Recta/ *Straight*	Curva Convexa *Convex curve*	V_{85} = velocidad deseada (3 *expected speed*)	No aplicable *Not applicable*	No aplicable *Not applicable*
Recta/ *Straight*	Curva Convexa *Convex curve*	$V_{85} = 105{,}08 - \frac{149{,}69}{K}$ (3)	1,00	0,54

Notas: (1) usar ecuaciones para curvas en pendientes; (2) usar aceleraciones y deceleraciones para curvas en pendiente (3): considerar visibilidad restringida

Fuente: Echaveguren (2012).

Asimismo, Echaveguren (2012) en su estudio análisis de consistencia de caminos bidireccionales usando mediciones continuas de velocidad de operación obtenidas con GPS, hace la critica que el modelo tiene varias limitaciones. Entre ellas, que no permite considerar el efecto de la tangente de enlace entre curvas y contracurvas, lo cual lleva a una potencial sobreestimación de velocidad en la contracurva. Asimismo, en rectas requiere como dato la velocidad deseada, valor que no siempre está disponible, por lo cual es usual asociarla a la velocidad límite legal lo cual es un error teniendo en cuenta que ésta debiera corresponder al percentil 99 de la velocidad de operación. Por otro

lado, para la aplicación del modelo se requiere de un conocimiento detallado del diseño geométrico de los trazados de carreteras. (p. 62)

iv) Construcción del perfil de velocidad

Jiménez (2007) menciona que un perfil de velocidad es básicamente un gráfico de velocidades de operación en el eje vertical frente a la distancia a lo largo de la calzada en el eje horizontal. Este perfil se obtiene midiendo las velocidades de operación de los elementos geométricos sucesivos, de los alineamientos horizontal y vertical. Para el caso de carreteras no existentes o en proyecto, este perfil de velocidad se obtiene mediante métodos de regresión que relacionan la velocidad de operación y las características geométricas; en el caso de las carreteras existentes, se obtienen mediante la distribución de velocidades de los usuarios. En la Figura 2.11, se muestra un ejemplo de lo que es un perfil de velocidad. (Posada et al., 2014, p. 41)

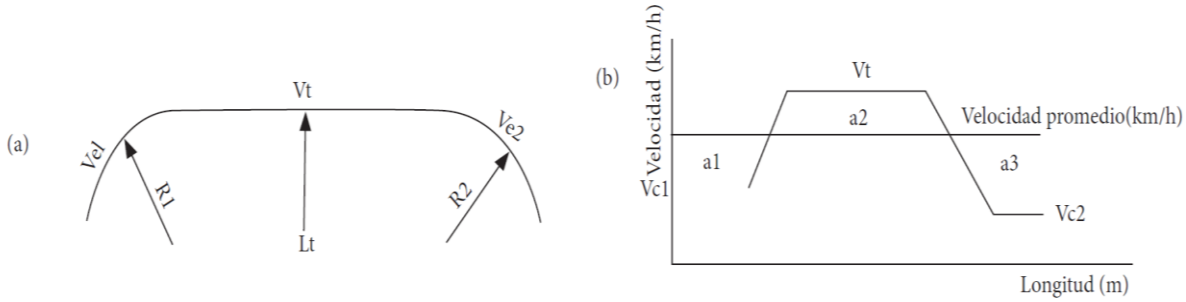


Figura 2.11 Ejemplo de una sección de vía (a) y su perfil de velocidad (b).
Fuente: Posada, Cadavid y Castro (2014).

Para la construcción del perfil de velocidad Callupe (2010) hace un consolidado de las seis situaciones que según los autores Fitzpatrick y Collins proponen, que están en función de la longitud de la tangente y que básicamente un conductor puede asumir, para esta investigación se usó como ajuste del modelo del perfil de velocidades.

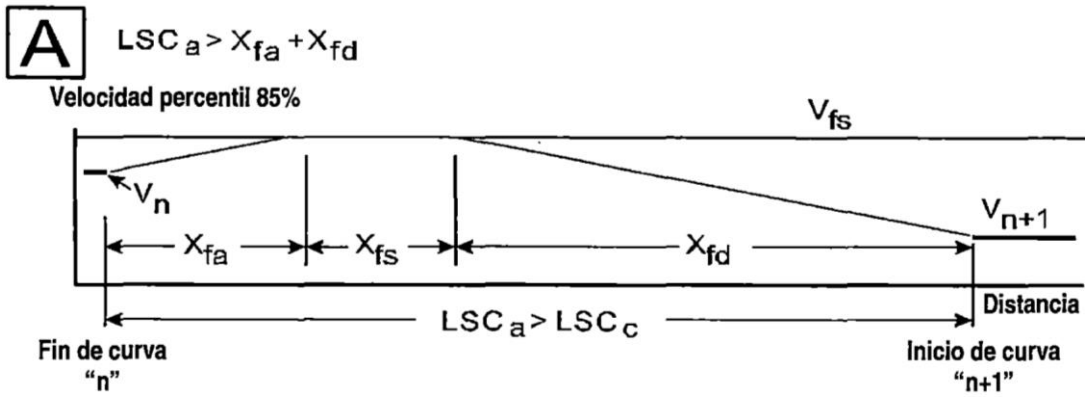


Figura 2.12 Caso A (Fitzpatrick y Collins, 2000).
Fuente: Callupe (2010).

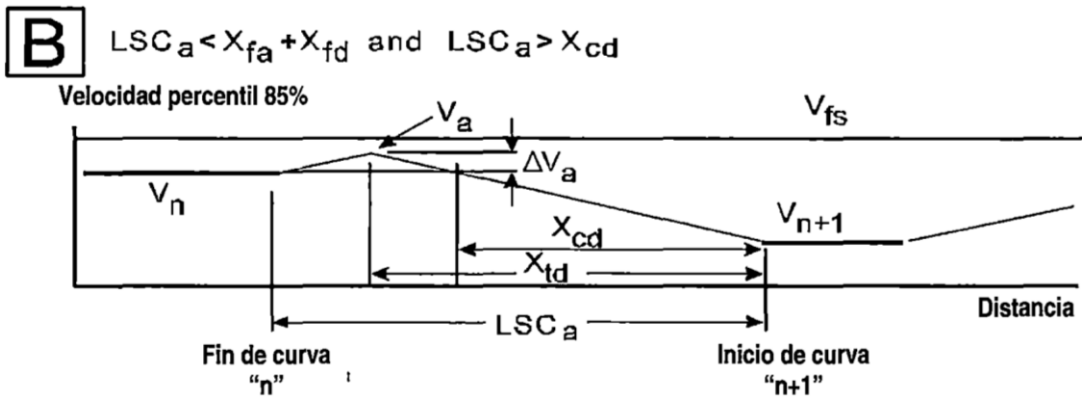


Figura 2.13 Caso B (Fitzpatrick y Collins, 2000).
Fuente: Callupe (2010).

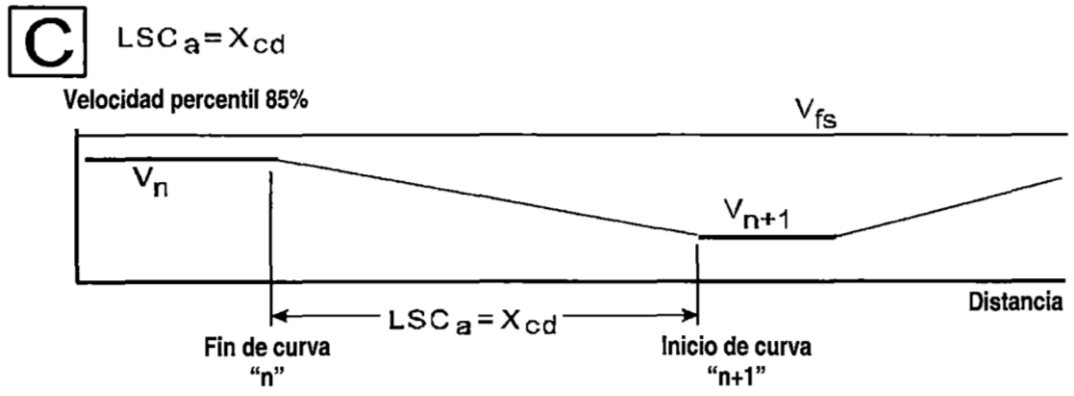


Figura 2.14 Caso C (Fitzpatrick y Collins, 2000).
Fuente: Callupe (2010).

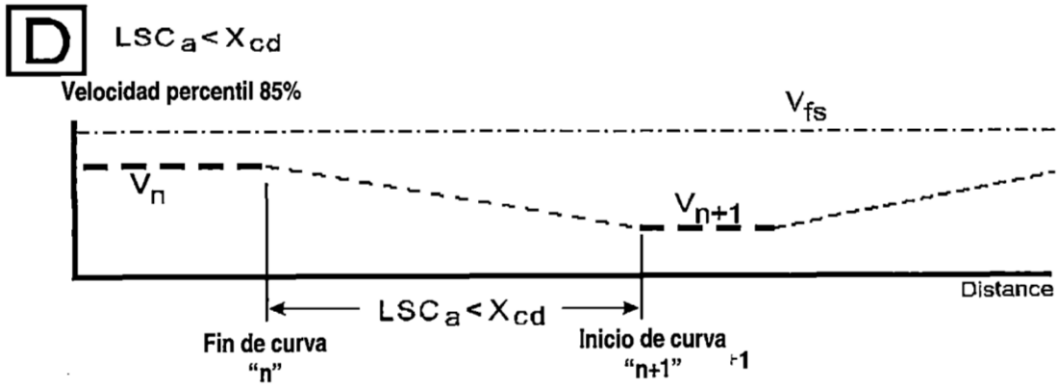


Figura 2.15 Caso D (Fitzpatrick y Collins, 2000).
Fuente: Callupe (2010).

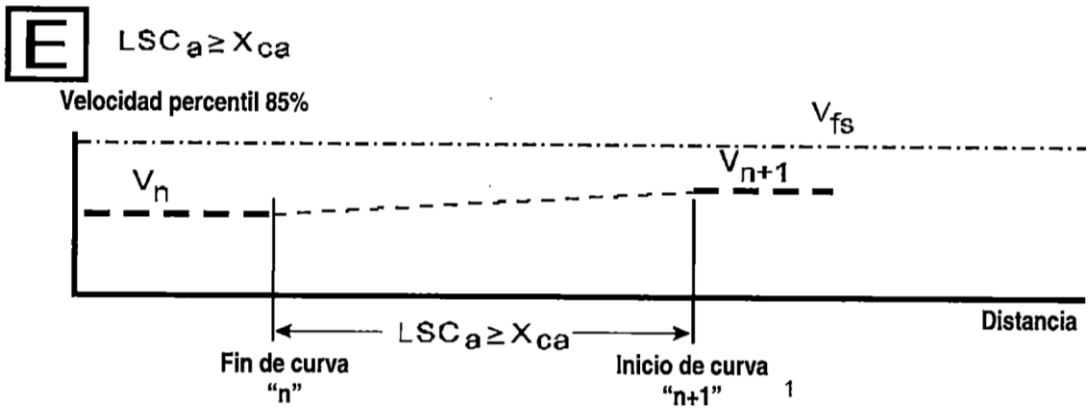


Figura 2.16 Caso E (Fitzpatrick y Collins, 2000)
Fuente: Callupe (2010).

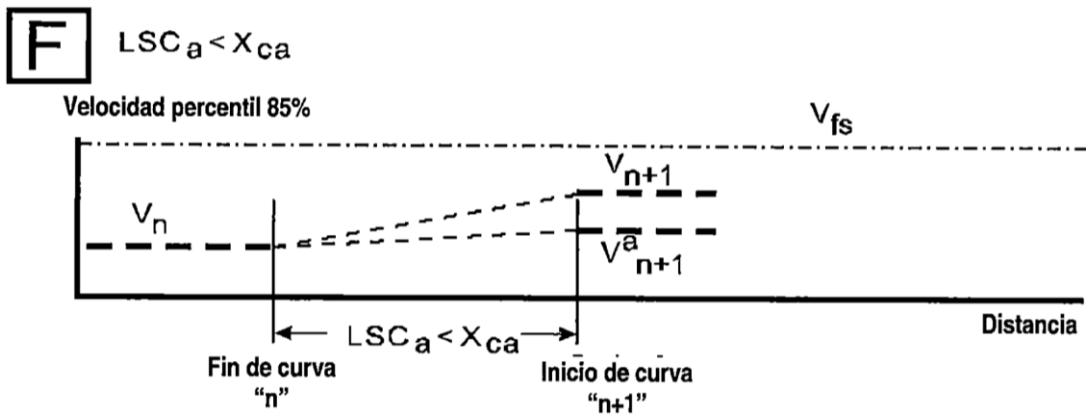


Figura 2.17 Caso F (Fitzpatrick y Collins, 2000).
Fuente: Callupe (2010).

De las figuras anteriores Callupe (2010), hace un resumen de cada una de las 6 situaciones y menciona:

Caso "A":

Este caso es el más ideal, aquí se tiene que la longitud disponible para cambios de velocidad (LSCa) es mayor que la suma de las longitudes necesarias para desarrollar la aceleración (Xfa) y desaceleración (Xfd), quedando además una longitud (Xfs) donde el vehículo mantiene la velocidad de operación deseada antes de la desaceleración.

Caso "B":

En este caso la longitud disponible para cambios de velocidad (LSCa) es menor a la suma de las longitudes necesarias para desarrollar la aceleración (Xfa) y desaceleración (Xfd), pero es mayor que la longitud necesaria para desarrollar la desaceleración desde la velocidad de la curva "n" hasta la velocidad de la curva "n+1" (Xcd). En estas condiciones, la aceleración se producirá hasta alcanzar una velocidad "Va", que es menor a la deseada, y desde este valor comienza la desaceleración hasta la velocidad de la curva "n+1".

Caso "C":

En este caso la longitud disponible para cambios de velocidad (LSCa) es igual a la longitud necesaria para desarrollar la desaceleración desde la velocidad de la curva "n" hasta la velocidad de la curva "n+1" (Xcd).

Caso "D":

En este caso la longitud disponible para cambios de velocidad (LSCa) es menor a la necesaria para desarrollar la desaceleración desde la velocidad de la curva "n" hasta la velocidad de la curva "n+1" (Xcd). En estas condiciones el software podrá colocar una banderilla en el perfil para indicarle al usuario que una aceleración superior a la deseada se está produciendo entre dos curvas. Esto último no es tan grave debido a que los límites de aceleración de la Tabla son aproximaciones y no valores definitivos.

Caso "E":

En este caso la longitud disponible para cambios de velocidad (LSCa) es mayor o igual a la longitud necesaria para acelerar desde la velocidad de la curva "n" hasta la velocidad de la curva "n+1" (Xca), esto no representa problema alguno para el afinamiento del perfil de velocidades.

Caso "F":

En este caso la longitud disponible para cambios de velocidad (LSCa) es menor a la longitud necesaria para acelerar desde la velocidad de la curva "n" hasta la velocidad de la curva "n+1" (Xca). En estas condiciones la velocidad en la curva "n+1" puede ser ajustada a la velocidad v^an+1. (pp. 89-90)

Tabla 2.17

Ecuaciones para determinar las distancias de aceleración y desaceleración (Report FHWA- RD - 99 - 171, 2000)

$$LSC_C = X_{fa} + X_{fd} \quad (1)$$

$$X_{fd} = \frac{V_{fs}^2 - V_{n+1}^2}{25.92d} \quad (2)$$

$$X_{cd} = \frac{V_n^2 - V_{n+1}^2}{25.92d} \quad (3)$$

$$X_{ca} = \frac{V_{n+1}^2 - V_n^2}{25.92a} \quad (4)$$

$$X_{fa} = \frac{V_{fs}^2 - V_n^2}{25.92a} \quad (5)$$

$$X_{fs} = LSC_a - X_{fd} - X_{fa} \quad (6)$$

$$X_{td} = \frac{V_a^2 - V_{n+1}^2}{25.92d} \quad (7)$$

$$V_a = V_n + \Delta V_a \quad (8)$$

Nota: Cuando se calcula V_a, la curva con el mayor radio es utilizada.

$$\Delta V_a = \left(\frac{25.92ad(LSC_a) + dV_n^2 + aV_{n+1}^2}{(a+d)}\right)^{\frac{1}{2}} - V_n \quad (9)$$

$$V_{n+1}^a = \left(V_n^2 + 2a(LSC_a)\right)^{\frac{1}{2}} \quad (10)$$

Donde:

V_{fs} =percentil 85% de las velocidades deseadas en tangentes largas (m)

V_n =percentil 85% de velocidades en la curva "n" (Km/h)

V_{n+1} =percentil 85% de velocidades en la curva "n+1" (Km/h)

V_{n+1}^a =percentil 85% de velocidades en la curva "n+1" determinado como función de la tasa asumida de aceleración (Km/h)

V_a =maxima velocidad lograda en la via entre curvas en condición "B" (Km/h)

ΔV_a =diferencia entre la velocidad de la curva "n" y la máxima velocidad lograda en la vía entre curvas en condición "B" (Km/h)

d =tasa de desaceleración

a =tasa de aceleración

LSC_c =longitud critica de via para desarrollar toda la aceleración y desaceleración

LSC_a =longitud de vía disponible para cambios de velocidad

X_{fd} =longitud de vía para desacelerar desde la velocidad deseada hasta la velocidad en la curva "n+1" (m)

X_{cd} =longitud de vía para desacelerar desde la velocidad de la curva "n" hasta la velocidad en la curva "n+1" (m)

X_{td} =longitud de vía para desacelerar desde la velocidad Va hasta la velocidad en la curva "n+1" (m)

X_{ca} =longitud de vía para acelerar desde la velocidad en la curva "n" hasta la velocidad en la curva "n+1" (m)

X_{fa} =longitud de vía para acelerar desde la velocidad en la curva "n" hasta la velocidad deseada (m)

X_{fs} =longitud de vía limitada entre las velocidades de dos curvas luego de la aceleración y antes de la desaceleración (m)

Fuente: Callupe (2010).

e) Selección de criterios existentes para evaluar la consistencia

En el Perú se tiene poca experiencia de cuál es el método o criterio adecuado para la aplicación del análisis de consistencia del diseño geométrico, por lo que se hace necesario conocer y explorar la utilidad de los diferentes métodos existentes de efectividad comprobada que han sido analizadas y utilizadas en distintos países.

En la presente investigación es de suma importancia conocer cuál de estos criterios es de mejor aplicación en las vías de la región Áncash, teniendo en consideración las características geométricas similares y posteriormente comparándolas con los accidentes ocurridos en los años 2011 al 2016, para mejorar la seguridad vial que no ha sido prioridad hasta la actualidad.

Se decidió que el mejor criterio a adoptar para la realización de esta investigación fue el criterio de la velocidad de operación y sus variaciones. A continuación se realizarán los fundamentos de manera detallada.

García et al. (2013) mencionan que la velocidad de operación es un parámetro de respuesta de los conductores, y por ello se desconoce en el momento de diseño de la carretera. Ello, en teoría, imposibilita su utilización en la fase de diseño. Sin embargo, puede estimarse dicho comportamiento a través de los denominados modelos de velocidad de operación. Estos modelos empíricos permiten estimar la velocidad de operación que se desarrollará en un determinado elemento del trazado, fundamentalmente en función de sus características geométricas. En función de las variables consideradas, el modelo será más o menos preciso. (p. 18)

Así mismo los autores hacen mención de dos diferentes criterios o métodos de análisis de la consistencia, podemos distinguir entre los que llevan a cabo la evaluación local en cada uno de los elementos geométricos, especialmente en curvas, y de los métodos para la evaluación global del conjunto del tramo que se esté diseñando o analizando.

i) Modelos de evaluación local

Se centran fundamentalmente en analizar las variaciones de velocidad puntuales, que por lo general responden a un elemento del trazado no concordante con los que le rodean. Su gran ventaja es que permiten focalizar rápidamente el origen de la inconsistencia y actuar sobre ella. (García et al., 2013, p. 28)

- **Criterios I y II de Lamm**

Los métodos de evaluación de la consistencia más extendidos son los desarrollados por Lamm et al. (1999), quienes 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 2.18 presenta un resumen de los umbrales de consistencia para los criterios I y II (García et al., 2013, p. 41), además resalta que 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 et al., 2013, pp. 41-42)

Tabla 2.18
Umbrales para la determinación de la consistencia del diseño. Criterios I y II de Lamm et al.

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

Fuente: García, Camacho, Pérez, Moreno y Lorca (2013).

ii) Modelos evaluación global

Los criterios globales, evalúan el tramo de forma conjunta, a través de examinar la dispersión de la velocidad de operación. No permiten identificar directamente el origen de la inconsistencia, pero son efectivos puesto que en ocasiones un tramo presenta un mal diseño por excesivos cambios en la carga de trabajo del conductor. Además, los criterios de consistencia globales surgen de la necesidad de considerar la consistencia a nivel global para un determinado tramo de carretera. Por otra parte, es posible calibrar su relación con la siniestralidad, por lo que pueden servir al ingeniero para estimar la variación en la seguridad vial de una determinada actuación o diseño, atendiendo al número estimado de accidentes con víctimas. (García et al., 2013, p. 43)

- **Criterio global de Polus**

Polus y Mattar-Habib (2004) postularon que la consistencia de un segmento de carretera está determinada por la variación de la velocidad de operación alrededor de su promedio a lo largo de un segmento de carretera. Mientras mayor es la diferencia entre ambas velocidades, mayor es la inconsistencia en el trazado. (Echaveguren y Cárdenas, 2013, p. 3)

García et al, hace mención que el primer paso consiste en determinar el perfil de velocidad de operación de la carretera, para ambos sentidos de circulación. A partir de ahí se deducen dos parámetros auxiliares: R*a* y σ:

Donde:

$$R_a = \frac{\sum |a_i|}{L} \quad \textbf{(2.8)}$$

R*a*: medida de consistencia del área relativa (m/s)

Σ|*a*i| : suma de áreas (en valor absoluto) entre la velocidad de operación en cada punto del perfil y la velocidad de operación media (m2/s)

L: longitud del tramo (m)

Donde:

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N} \cdot \sum (v_i - \bar{v})^2} \quad \textbf{(2.9)}$$

σ: desviación estándar de las velocidades (km/h)

N: número de alineaciones

vi: velocidad individual de una alineación (km/h)

v: velocidad media del tramo (km/h)

El primero de los dos parámetros es el área encerrada entre el perfil de velocidad de operación y su valor promedio, dividida por la longitud del tramo. El segundo es la dispersión de la velocidad de operación.

El modelo de consistencia global presenta una forma exponencial y se calcula a partir de estos dos parámetros auxiliares según la expresión:

$$C = 2{,}808 \cdot e^{-0{,}278 \cdot \left(R_a \frac{\sigma}{3{,}6}\right)} \quad \textbf{(2.10)}$$

Los umbrales seleccionados para este modelo se muestran en la Tabla 2.19.

Tabla 2.19
Umbrales del índice de consistencia global

	Buena	Aceptable	Pobre
C (m/s)	$C > 2$	$1 < C \leq 2$	$C \leq 1$

Fuente: García, Camacho, Pérez, Moreno y Lorca (2013)

Este modelo únicamente puede ser aplicado a tramos homogéneos de carretera, por lo que hay que cuidar este aspecto o los resultados no serán estables. La longitud del tramo debe situarse entre 3 y 10 km, y la pendiente longitudinal no debe ser muy elevada, ya que los modelos de velocidad de operación utilizados no la contemplan. (García et al., 2013, p. 43-44)

- **Criterio global de Sánchez Ordóñez**

El autor Sánchez en el año 2011 incorpora un nuevo modelo de evaluacion de la consistencia, quien argumenta lo siguiente:

Las carreteras son objetos tridimensionales, el estudio de la geometría debe involucrar valores en las tres dimensiones. Si bien se reconoce que la geometría en planta, especialmente el valor de los radios de curvatura tiene marcada influencia sobre la accidentalidad, en el presente estudio se ha encontrado que también el trazado en alzado se relaciona con la misma (Sánchez, 2011, p. 163). Razón por la cual introduce el cambio de curvatura vertical (VCCR), que tradicionalmente se ha dejado de lado.

El otro aspecto que se incluye en el método es resultado de la combinación de los trazados en planta y en alzado: las reapariciones del trazado. El índice de reaparición del trazado (Irt) evalúa la posibilidad que en un momeno dado puede presentar un riesgo sobre la seguridad de los usuarios de la vía (Sánchez, 2011, pp.163-164). Este índice permite determinar si hay o no la probabilidad que se presenten las reapariciones del trazado, dependiendo del valor que arroje el cálculo de dicho índices.

El procedimiendo a seguir que plantea el autor comprende las siguientes etapas:

- Dividir la vía en tramos homogéneos.
- Estimar el cambio de curvatura vertical (VCCR) en cada tramo.
- Determinar el perfil de velocidades de operación en cada uno de los tramos.
- Calcular el índice de reaparición del trazado (Irt).

Los resultados obtenidos se comparan con los valores de referencia establecidos y se califica la consistencia del trazado para cada tramo homogéneo. (Sánchez, 2011, p. 164)

- Para el cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR) se utiliza la fórmula:

$$\text{VCCR} = \sum |A_i| / L \ (\%/\text{km}) \quad \textbf{(2.11)}$$

Donde:

$|A_i| =$ diferencia absoluta de inclinaciones en el acuerdo i (%)

L = longitud del tramo (km)

La consistencia del tramos con base en el VCCR se califica de acuerdo con lo indicado en la Tabla 2.20.

Tabla 2.20
Calificación de la consistencia según el cambio de curvatura vertical (VCCR)

VCCR (%/km)	**Calificación de la consistencia**
< 5	Buena
5 - 10	Regular
>10	Mala

Fuente: Sánchez (2011).

Esta calificación indica si hay problemas de consistencia debidos a trazado en alzado. (Sánchez, 2011, pp. 165-166)

- Para el cálculo índice de reaparición del trazado (Irt) se utiliza la fórmula:

(2.12)

$$\text{Irt} = \frac{Kv}{(le - ls) * Dist}$$

Donde:

Irt = Índice de reaparición del trazado

$Kv =$ parámetro del acuerdo convexo, en valor absoluto y en metros.

$le - ls$ = diferencia de inclinaciones de rasante (entrada menos salida $le - ls$, en porcentaje y en valor absoluto.

$Dist =$ distancia entre acuerdos consecutivos, en metros.

Cuando el valor de Irt > 25 no se produce reaparición del trazado; si Irt < 25 hay una probabilidad del 41% de que se produzca una reaparición del trazado. (Sánchez, 2011, p. 169)

2.2.2.4 Integración de la consistencia en la evaluación de la seguridad vial

El actual conocimiento sobre la consistencia permite mejorar el proceso de diseño geométrico tradicional. Este proceso innovador pretende integrar gran parte de lo que hoy en día se conoce sobre el comportamiento de los conductores, así como la estimación de la siniestralidad por medio de la consistencia. De este modo se pretende que el diseño conseguido no sólo se ajuste a unas determinadas normativas, sino que también vaya más allá y produzca diseños muy intuitivos para los conductores, redundando en una mayor seguridad. (García, Camacho y Pérez, 2013, párr. 23)

De acuerdo a Echaveguren y Sáez (2001) el análisis de consistencia, constituye un proceso que, complementado al proceso de diseño tradicional, permite analizar la relación entre comportamiento modelado y real de los conductores ante un trazado en particular de modo tal de armonizar el diseño con las expectativas de los conductores. Así mismo, el análisis de consistencia y la investigación que lo sustenta, no tiene por fin último sustituir los modelos que actualmente se emplean, más bien tiene por finalidad estudiar las causas de inconsistencias en los diseños, elaborar criterios cuantitativos que permitan evaluar los trazados en términos de su consistencia y proporcionar criterios que permitan dar soluciones a los potenciales problemas de consistencia. (p. 325)

a) Carreteras de nuevo diseño

Básicamente, el proceso de diseño que se plantea pretende incorporar la seguridad en el proceso de diseño por medio de ajustar dicho diseño al comportamiento de los conductores. (García, Camacho y Pérez, 2013, párr. 24)

En cuanto a la fase de planeamiento, actualmente se consideran gran diversidad de parámetros en el análisis de soluciones, como la economía, impacto ambiental, capacidad y operación, longitud, etc. Sin embargo, la seguridad vial raramente es uno de dichos aspectos. Es por ello que debería incorporarse de una manera más directa, a ser posible, mediante un análisis de la consistencia de las alternativas propuestas y la estimación de su impacto sobre el número de accidentes futuro. (García et al., 2013, p. 24)

b) Carreteras en servicio

El análisis de consistencia también puede utilizarse para estimar el nivel de siniestralidad esperado en una carretera existente, así como identificar los puntos más conflictivos. De esta forma se puede determinar si la alta siniestralidad de una vía es debida al factor infraestructura (con lo que se procedería a su rediseño), o a otros factores. (García, Camacho y Pérez, 2013, párr. 46)

Las carreteras actuales no fueron diseñadas considerando este tipo de evaluaciones en su diseño, por lo que pueden presentar gran disparidad de velocidades, redundando en una mayor siniestralidad. Por otra parte, en muchas ocasiones la velocidad de diseño no se ajusta a los requerimientos del tramo, posiblemente porque se diseñó sin efectuar una correcta tramificación. (García, Camacho y Pérez, 2013, párr. 47)

Así mismo, Echaveguren y Cárdenas (2013) complementan que el análisis de consistencia y sus métodos, constituyen una herramienta de apoyo para los proyectistas, quienes en muchas ocasiones deben discriminar diferentes alternativas de diseño en pos de lograr diseños con un mayor nivel de seguridad. En el análisis de consistencia se calculan niveles de consistencia, los que permiten tomar decisiones respecto del trazado. Estas decisiones van desde modificar el diseño totalmente o parte de él, señalizar, hasta mantenerlo como está. (p. 2)

2.3 DEFINICIÓN DE TÉRMINOS BÁSICOS

- **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 11)

- **Consistencia del diseño geométrico:** El grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento que permite la vía (Wooldridge et al., 2003). (García et al., 2013, p. 22)

- **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. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 44)

- **Accidente de tránsito:** Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 2)

- **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. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 50)

- **Velocidad de operación:** Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo. (Ministerio de Transporte y Comunicaciones, 2013, p. 50)

CAPÍTULO III

HIPÓTESIS Y VARIABLES

3.1 HIPÓTESIS

3.1.1 Hipótesis general

- La consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial contribuye a mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz tramo km 510+000 al km 570+000.

3.1.2 Hipótesis específicas

1.-Los parámetros del diseño geométrico garantizan la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz tramo km 510+000 al km 570+000.

2.- Los modelos obtenidos en la evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial mejoran la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz tramo km 510+000 al km 570+000.

3.-La evaluación de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial contribuye a mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.

3.2 VARIABLES

VARIABLES	DIMENSIÓN	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
Variable independiente: Diseño geométrico	Diseño geométrico en planta		Sobreancho	m
			Radio mínimo	m
			Peralte	%
			Curva de transición	m
			L mín S	m
			L mín O	m
			L máx	m
			Distancia de adelantamiento	m
	Diseño geométrico en perfil		Pendiente mínima	%
			Pendiente máxma	%
			Longitud de curva convexa	m
			Longitud de curva concava	m
	Diseño geométrico de la sección transversal		Ancho de calzada	m
			Berma	m
			Bombeo	%
Variable dependiente: Consistencia del diseño geométrico	Modelos de evaluación local	Criterio I de Lamm	Velocidad de Operación V85	km/h
			Velocidad de diseño	km/h
		Criterio II de Lamm	Velocidad de Operación $V85_{i}$	km/h
			Velocidad de Operación $V85_{i+1}$	km/h
	Modelos de evaluación global	Criterio global de Polus	Índice de Consistencia Global (C)	m/s
		Criterio global de Sánchez Ordóñez	Cambio de curvatura vertical (VCCR)	%/km
			Perfil de velocidades de operación	km vs km/h
			Indice de reaparición del trazado (Irt)	Adimensional

3.2.1 Definición conceptual de la variable

-Diseño geométrico:

Es el proceso de correlacionar los elementos físicos de la vía con las condiciones de operación de los vehículos y las características del terreno. (Chocontá, 2004, p.19)

-Consistencia del diseño geométrico:

El grado de adecuación entre las expectativas de los conductores y el comportamiento que permite la vía (Wooldridge et al., 2003). (García et al., 2013, p. 22)

3.2.2 Definición operacional de cada variable

-Diseño geométrico:

Proceso en que los elementos geométricos de una carretera deben garantizar una circulación ininterrumpida de los vehículos, teniendo en consideración que no basta que el movimiento de los vehículos sea dinámicamente posible en condiciones de estabilidad, sino asegurar que el usuario en todos los puntos de vía tenga suficiente tiempo para adecuar su conducción a la geometría de esta y a las eventualidades que puedan presentarse. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014, p. 133)

-Consistencia del diseño geométrico:

Proceso de armonización del diseño y lo que el conductor espera de él, reduciendo por consiguiente la probabilidad de ocurrencia de accidentes (Lamm et al, 1995). (Echaveguren y Sáez, 2001, p. 316)

3.2.3 Operacionalización de la variable

OBJETIVO GENERAL: Determinar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.					
OBJETIVOS ESPECIFICOS	VARIABLE	DIMENSIÓN	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
1.- Determinar si los parámetros del diseño geométrico garantizan la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.	Variable independiente: Diseño geométrico	Diseño geométrico en planta		Sobreancho	m
				Radio mínimo	m
				Peralte	%
				Curva de transición	m
				L mín S	m
				L mín O	m
				L máx	m
				Distancia de adelantamiento	m
		Diseño geométrico en perfil		Pendiente mínima	%
				Pendiente máxma	%
				Longitud de curva convexa	m
				Longitud de curva concava	m
		Diseño geométrico de la sección transversal		Ancho de calzada	m
				Berma	m
				Bombeo	%
2.- Seleccionar los modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.	Variable dependiente: Consistencia del diseño geométrico	Modelos de evaluación local	Criterio I de Lamm	Velocidad de Operación V85	km/h
				Velocidad de diseño	km/h
			Criterio II de Lamm	Velocidad de Operación $V85_{i}$	km/h
				Velocidad de Operación $V85_{i+1}$	km/h
3.- Evaluar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.		Modelos de evaluación global	Criterio global de Polus	Índice de Consistencia Global (C)	m/s
			Criterio global de Sánchez Ordóñez	Cambio de curvatura vertical (VCCR)	%/km
				Perfil de velocidades de operación	km vs km/h
				Indice de reaparición del trazado (Irt)	Adimensional

CAPÍTULO IV

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

4.1 ORIENTACIÓN Y ENFOQUE DE LA INVESTIGACIÓN

La presente investigación tiene una orientación aplicada ya que se busca que el análisis de consistencia del diseño geométrico sea considerado como una metodología a utilizar en el diseño de carreteras para de mejorar la seguridad vial.

Así mismo, esta investigación se encuentra enclaustrado en el enfoque cuantitativo.

4.2 TIPO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación consiste en la verificación del cumplimiento de las recomendaciones y criterios establecidos en la norma peruana de diseño geométrico de la carretera Conococha - Huaraz (km 510+000 al km 570+000) ubicada en la región Ancash, para posteriormente realizar la evaluación de la consistencia del diseño geométrico (según modelos locales como globales) y compararlas con los accidentes ocurridos en los últimos años, además de identificar zonas críticas y recomendar los modelos de consistencia del diseño geométrico a utilizar en la región Áncash. Por tanto, en el presente trabajo se utilizó el tipo descriptivo.

4.3 NIVEL DE INVESTIGACIÓN

Este trabajo abordó una investigación que reúne por su nivel de investigación las características de un estudio descriptivo.

4.4 DISEÑO DE INVESTIGACIÓN

- No experimental, por la no manipulación de los elementos geométricos existentes de la carretera y los accidentes ocurridos.
- Retrospectivo, los datos utilizados fueron planos elaborados entre los años 2010 al 2011 y los accidentes ocurridos del 2011 al 2016.
- Diseño transversal debido a que se obtuvo los planos y accidentes en un momento dado.

4.5 DESCRIPCIÓN DEL ÁMBITO DE INVESTIGACIÓN

Esta investigación se ha realizado en la carretera Conococha –Huaraz, ubicada en la región Ancash.

4.6 POBLACIÓN:

La población que se ha considerado es el tramo Conococha - Huaraz (km 510+000 al km 570+000) de la ruta PE-3N, por ser una de las rutas más importantes de la región.

4.7 MUESTRA:

Para la muestra se ha teniendo en consideración la geometría existente, el tipo de orografía, velocidad de diseño menor a 90 km/h, volumen de tráfico, entre otras características que son más comunes de las carreteras del territorio, divididos en los cinco subtramos siguientes:

-Subtramo I: km 510+000(Puente Ucuschaca) al km 519+500(cambio de pendiente).
-Subtramo II: km 519+500 al km 526+300 (Peaje Catac).
-Subtramo III: km 529+200(cambio de pendiente) al km 534+500 (zona urbana Catac).
-Subtramo IV: km 548+000 (fin de zona urbana Recuay) al km 553+000 (Puente Bedoya.
-Subtramo V: km 553+000 (Puente Bedoya) al km 558+500 (Puente Mashuan).

4.8 TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN

Se usó la técnica documental. Esta investigación se ha basado principalmente en la obtención de los datos como los planos postconstrucción (planta, perfil y secciones transversales) en formato dwg y los accidentes ocurridos entre los años 2011 al 2016 de la carretera de dos carriles Conococha – Huaraz.

4.9 INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS

4.9.1 Método y técnica

Se utilizó el análisis documental con la obtención de los planos postconstrucción y la relación de los datos de accidentes ocurridos.

4.9.2 Validez del instrumento

Los datos recolectados se obtuvieron de la empresa Consorcio Cosapi Translei, quienes generaban la información de las características geométricas de la carretera mediante levantamientos topográficos, además se identificaban y reportaban inmediatamente los accidentes ocurridos.

4.9.3 Fiabilidad y consistencia del instrumento

Los planos y datos de accidentes elaborados por la empresa Cosapi Translei fueron aprobados por la supervisión de Provías Nacional Unidad Zonal VI Ancash.

4.10 PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN

El análisis de la información se estructuró en los siguientes campos:

4.10.1 Recopilación de información sobre el proyecto

Una de las importantes vías que actualmente existentes en la región Ancash, objeto de análisis de la presente investigación, son la vías pavimentadas de una calzada con doble sentido de circulación, la carretera Conocoha-Huaraz ubicada al norte de Lima, capital del Perú y de acceso importante a la capital una de ellas en la ruta PE 3N que está considerada como la carretera longitudinal en la zona sierra de la región Ancash de importancia tanto económica como social.

a) Base de datos de la carretera

Se obtuvo los planos postconstrucción elaborados entre los años 2010 y 2011, en la que se realizó un mantenimiento periódico ejecutado por el consorcio Cosapi-Translei. Esta información de planos estaban en formato DWG, tanto en planta, perfil y secciones transversales del tramo en estudio, además de la velocidad de diseño (40,50 y 60km/h), determinando las condiciones de alineación de la misma, para aplicar los modelos de estimación de velocidad de operación (ver anexo 01 y 02).

b) Base de datos de accidentes

La empresa Consorcio Cosapi-Translei tuvo un contrato de Servicio de Gestión y Conservación Vial de la Carretera: Emp.1N – Conococha - Huaraz- Caraz-Molinopampa y Emp. 3N-Chiquian- Aquia-Emp. 3N, entre los años 2010 al 2016, cuyo reporte de accidentes se enviaba mediantes informes mensuales a la entidad Provias Nacional Unidad Zonal VI Ancash, encargada de la supervisión de la carretera. Este registro de accidentes del consorcio generaba una base de datos de contenía la información siguiente: fecha, descripción del accidente, tipo de accidente, causa del accidente, ruta, progresiva y tramo. Con esta información recopilada se

podrá identificar si hubiera alguna relación entre los accidentes y el análisis de consistencia según los distintos modelos a analizar (Ver anexo 11).

4.10.2 Verificación de los parámetros de diseño geométrico establecido en el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014

En el tramo de estudio se procedió a la verificación del porcentaje de cumplimiento de los parámetros más importantes establecidos por la norma, tanto en el diseño geométrico en planta, perfil longitudinal y sección transversal. Además se comparó con los accidentes. A continuación se detalla la lista de los parámetros utilizados.

a) Diseño geométrico en planta

- Longitudes de tramos en tangente
- Radios mínimos y peraltes máximos
- Necesidad de curva de transición en curvas horizontales
- Longitud mínima de curva de transición
- Sobreanchos

b) Diseño geométrico en perfil

- Pendiente mínima
- Pendiente máxima
- Curvas verticales

c) Diseño geométrico en sección transversal

- Anchos mínimos de calzada
- Bermas
- Bombeo

4.10.3 Estimación del perfil de velocidad

a) Procesamiento de datos geométricos

Los valores de los elementos geométricos fueron obtenidos mediante el procesamiento de los planos postconstrucción mediante el programa Autocad Civil 3D, tanto de los elementos en planta, perfil y sección transversal del km 510+000 al km 570+000.

b) Obtención de tramos con características homogéneas

Hasta la fecha se han desarrollado e introducido varios métodos para dividir el tramo en estudio para un adecuado análisis. Para la obtención de tramos homogéneos se utilizó el criterio de sección transversal, nudos y tráfico, que va permitir conocer de forma simple la existencia de peajes, poblaciones aledañas, accesos, puentes. Además se complementará con el método Alemán cuyo procedimiento consiste en la representación gráfica del kilometraje versus el valor absoluto de los ángulos de deflexión acumulados de los elementos geométricos.

c) Elección del modelo predictivo de velocidad de operación

Actualmente hay una gran cantidad de modelos en la literatura existente. Para este trabajo se decidió por el modelo de estimación de la velocidad de operación del autor Fitzpatrick, considerando que este modelo está en las recomendaciones del Manual DG-2014 y en nuestro país no contamos con un modelo de velocidad propio. Se debe tener en consideración importante contar con los planos postconstrucción detallados del tramo en estudio, considerando que este perfil de velocidad será un perfil teórico.

d) Construcción del perfil de velocidad

De acuerdo con los criterios estándar, se procedió a la obtención de un gráfico de velocidades de operación en el eje vertical frente a la distancia a lo largo de la calzada en el eje horizontal. Este perfil se obtiene midiendo las velocidades de

operación de los elementos geométricos sucesivos, de los alineamientos horizontal y vertical como se mencionó en la parte teórica.

4.10.4 Evaluación de la consistencia del diseño geométrico según distintos modelos

Mediante el análisis de consistencia de la muestra de estudio, se determinó los umbrales mediante los rangos de consistencia establecidos según los criterios o modelos, ya sean de evaluación local como global, en los que se podrá ubicar los puntos críticos del diseño geométrico, cuya categorización será de un diseño bueno, aceptable y pobre de acuerdo con los autores.

4.10.5 Análisis de la relación entre la consistencia del diseño geométrico y los accidentes ocurridos

Finalmente se procedió a relacionar la consistencia de los modelos, tanto locales como globales antes mencionados, con los accidentes ocurridos en los años 2011 al 2016. De este modo se logró tener una identificación y comparación de cuál es el método de más adecuado para las carreteras de nuestra región y su posterior complementación luego de realizar el diseño geométrico según las normas establecidas.

CAPÍTULO V

PRESENTACIÓN DE LOS RESULTADOS

5.1 CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

5.1.1 Hipótesis general

De acuerdo con los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis general planteada, donde se estable que la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial de la carretera Conococha Huaraz, contribuye a mejorar la seguridad vial, localizando zonas críticas con potencial de accidentes, tanto en tramos puntuales como en tramos homogéneos. Además, la consistencia del diseño geométrico sería un factor importante para tomar decisiones adecuadas donde se pueda corregir y mejorar las señalizaciones según su clasificación (regular o mala) como también rediseñar la carretera si su clasificación es mala, para poder disminuir la cantidad de accidentes y su severidad.

5.1.2 Hipótesis específicas

1.-Los parámetros de diseño geométrico utilizados en esta investigación sugieren que no garantizan la seguridad vial, ya que al verificar la relación en los elementos que cumplen lo establecido en el Manual DG-2014 existió accidentes (ver 5.2.1.4), y se

consideró que la norma establece una seguridad nominal más no una seguridad real, por lo que se rechaza la hipótesis planteada.

2.- Los modelos de evaluación local (Criterio I de Lamm) y global (criterio global de Polus o del autor Sánchez Ordoñez) utilizados, basados en la velocidad de operación tienen un nexo con la accidentalidad, cuya técnica es la más estudiada y aceptada a nivel internacional. De los resultados del nivel de consistencia (regular y mala) obtenidos, corroboran un considerable porcentaje de relación con los accidentes ocurridos, por tanto el uso del modelo adecuado puede aportar a la seguridad vial.

3.-La evaluación de la consistencia del diseño geométrico permite identificar si es buena, regular o mala el trazo de la carretera, de esta manera se puede implementar medidas de seguridad como una señalización adecuada o un rediseño de la geometría, pudiendo así reducir los accidentes de tránsito.

5.2 CÁLCULOS

5.2.1 De los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014

5.2.1.1 Diseño geométrico en planta

Para la verificación de cumplimiento del Manual DG-2014 en planta se obtuvo cinco subtramos homogéneos obtenido según el anexo 6, las características geométricas se muestran en el anexo 1 y los cálculos realizados fueron:

- Peralte según la Figura 2.3 Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3).
- Sobreancho según la ecuación 2.2.
- Radio mínimo según la Tabla 2.8 Radios mínimos.
- Necesidad de curva de transición según Tabla 2.9 Radios circulares limites que permiten prescindir de la curva de transición.
- Longitudes mínimas y máximas en tangente según Tabla 2.7 Longitud de tramos en tangente.
- Mínima distancia de visibilidad adelantamiento según Tabla 2.6.

La planilla de sustento de cada número de elementos, tanto en curvas como en tangentes se encuentra en el anexo 3.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5.1, Figura 5.2, Figura 5.3, Figura 5.4 y Figura 5.5.

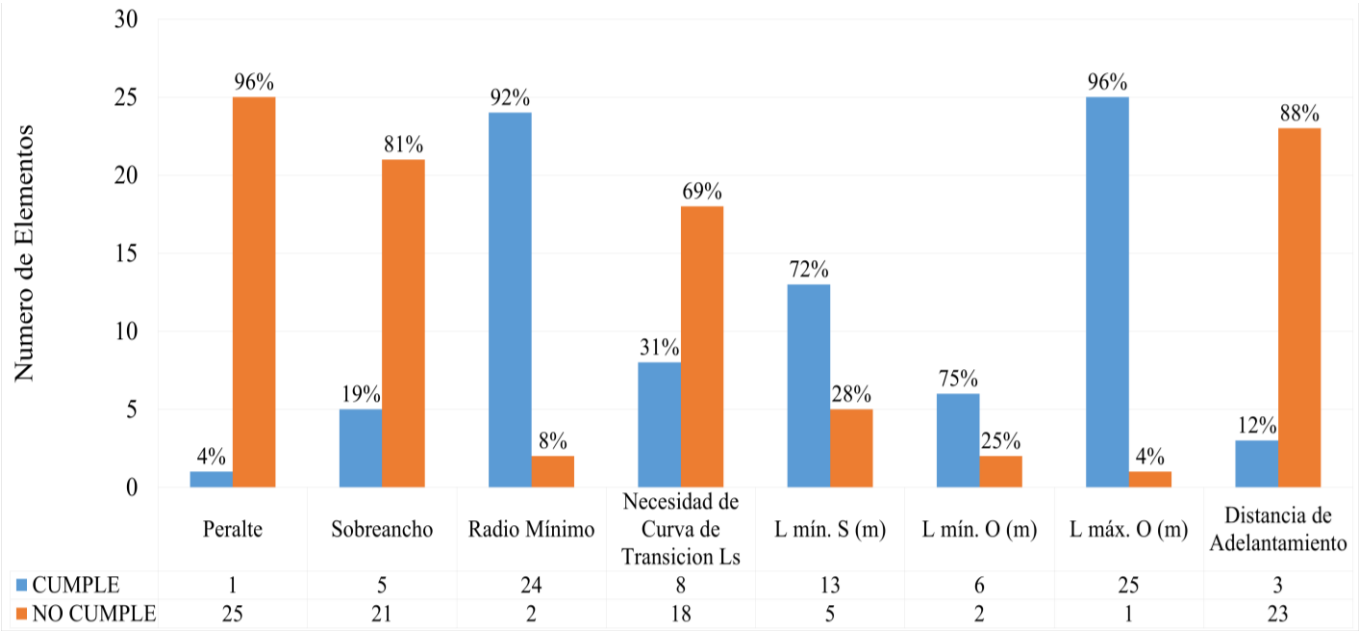


Figura 5.1 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo I (km 510+000 al km 519+500).
Fuente: Elaboración propia.

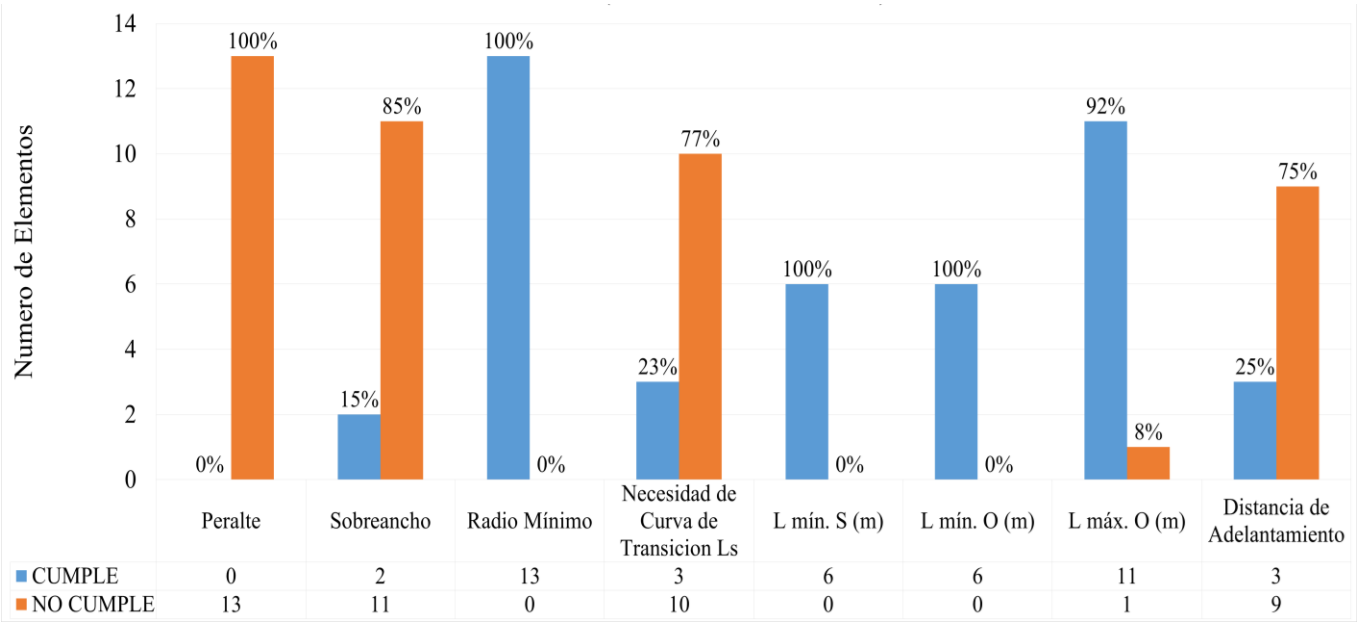


Figura 5.2 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo II (km 519+500 al km 526+300).
Fuente: Elaboración propia.

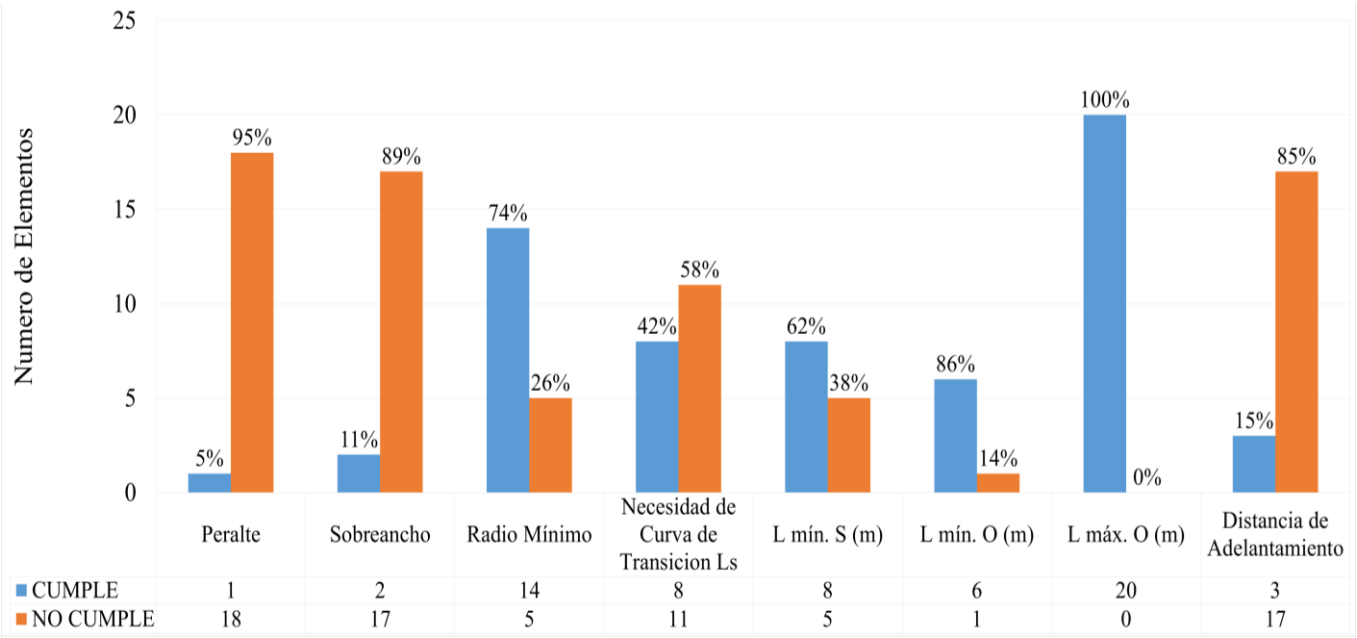


Figura 5.3 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo III (km 529+200 al km 534+500).
Fuente: Elaboración propia.

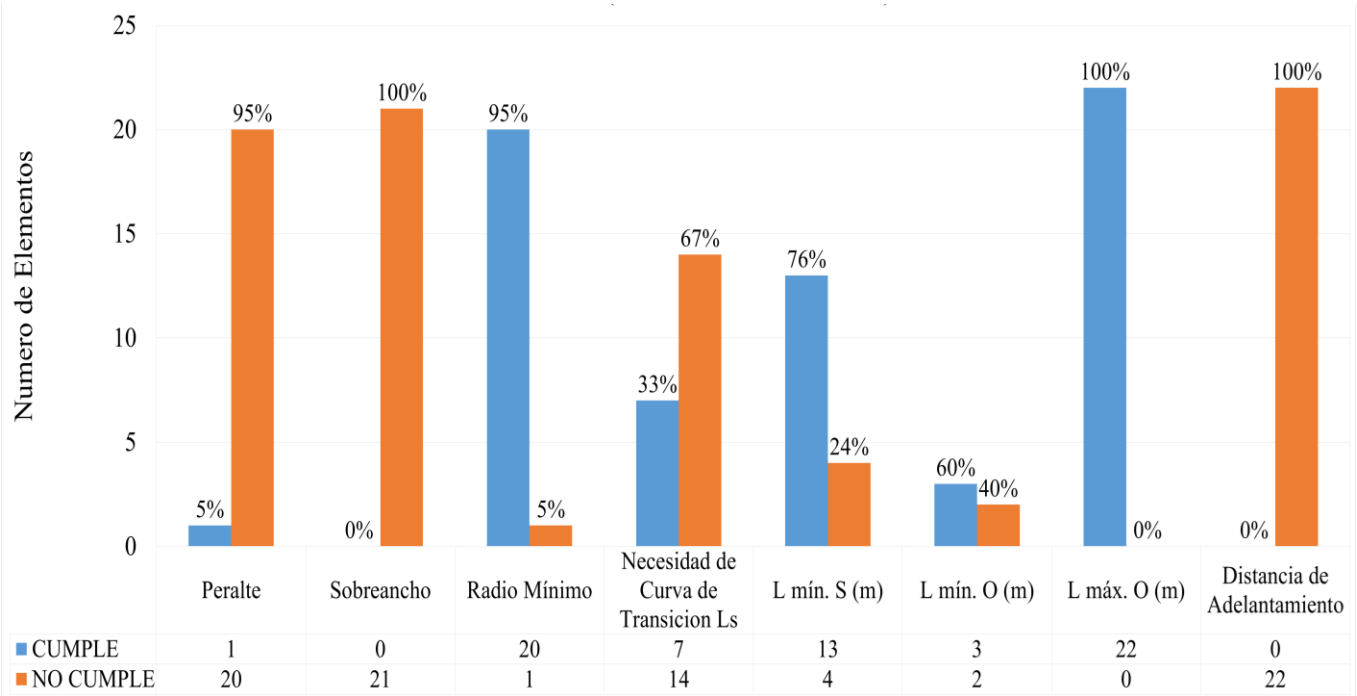


Figura 5.4 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo IV (km 548+000 al km 553+000).
Fuente: Elaboración propia.

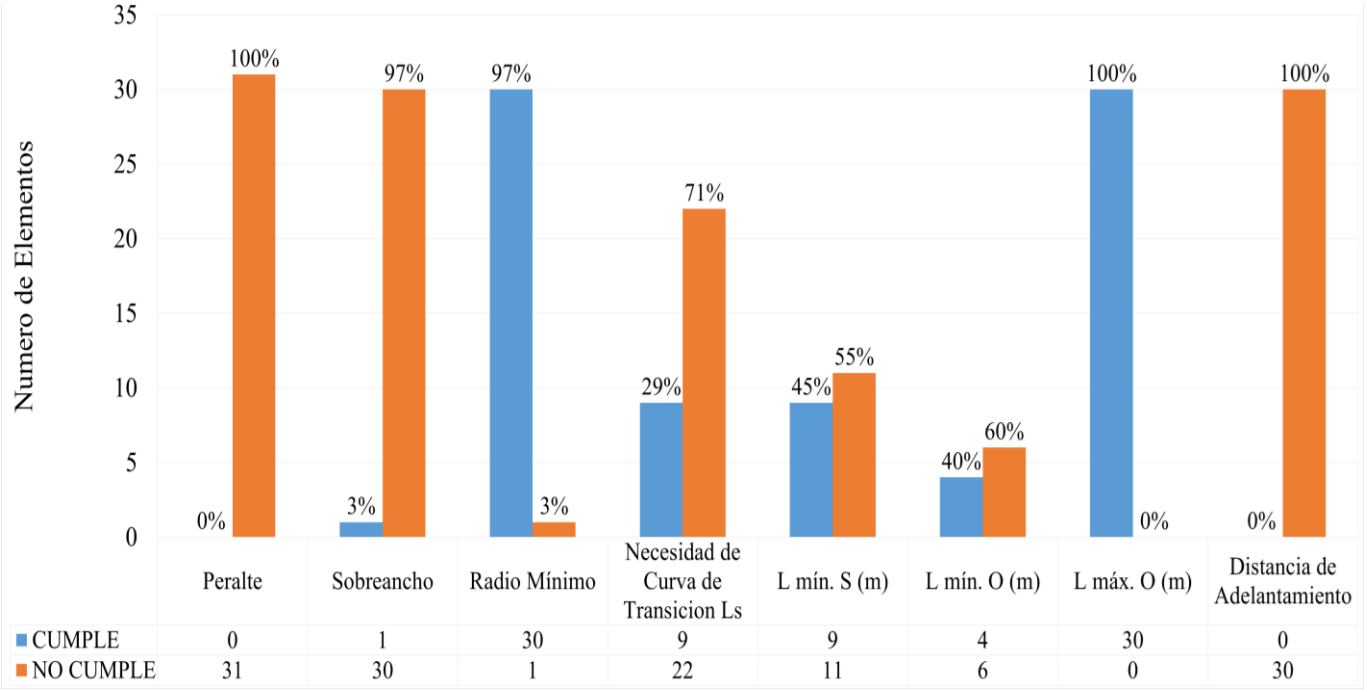


Figura 5.5 Verificación del diseño geométrico en planta subtramo V (km 553+000 al km 558+500).
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.2 Diseño geométrico en perfil

Para la verificación de cumplimiento del Manual DG-2014 en perfil se obtuvo cinco subtramos homogéneos obtenido según el anexo 6, las características geométricas se muestran en el anexo 2 y los cálculos realizados fueron:

- Pendiente mínima según el artículo 303.03.01.
- Pendiente máxima según la Tabla 2.10 Pendientes máximas (%).
- Longitud de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada según la Figura 2.6.
- Longitud de curva vertical cóncava según la Figura 2.8.
- Longitud de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de paso según la Figura 2.7.

La planilla de sustento de cada número de elementos, tanto en las curvas verticales como en las tangentes verticales se encuentra en el anexo 4.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5.6, Figura 5.7, Figura 5.8, Figura 5.9 y Figura 5.10.

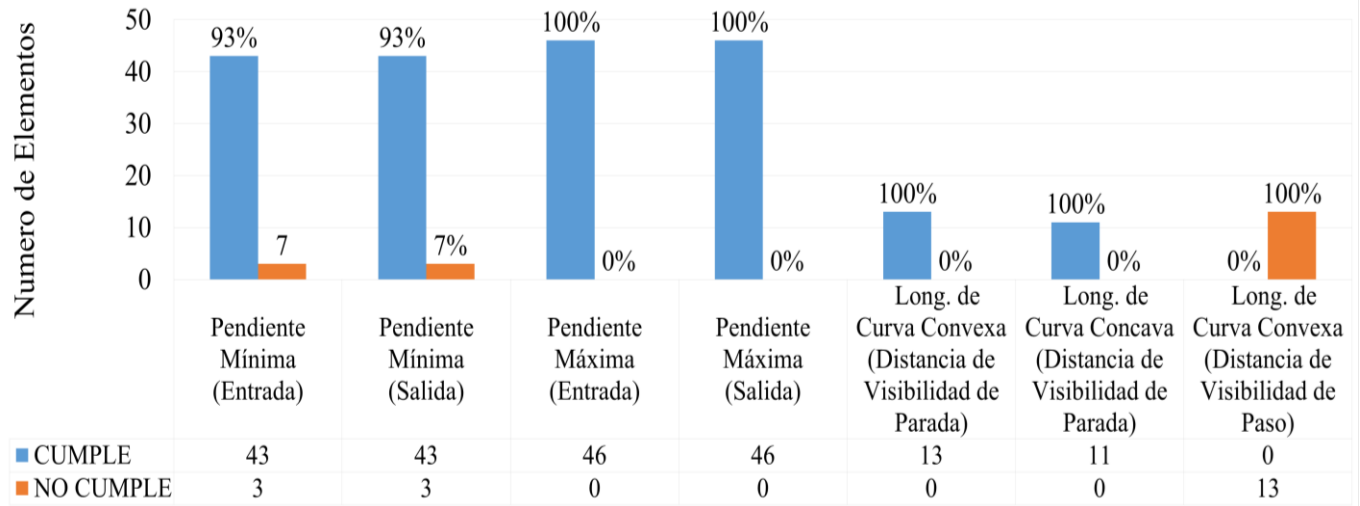


Figura 5.6 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo I (km 510+000 al km 519+500).
Fuente: Elaboración propia.

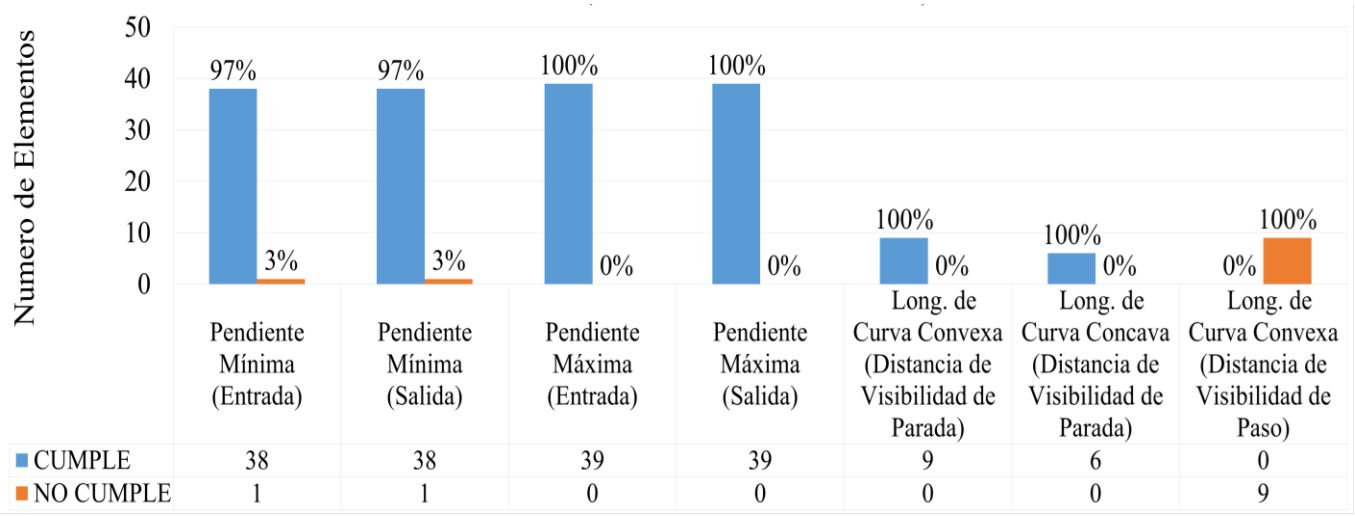


Figura 5.7 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo II (km 519+500 al km 526+300).
Fuente: Elaboración propia.

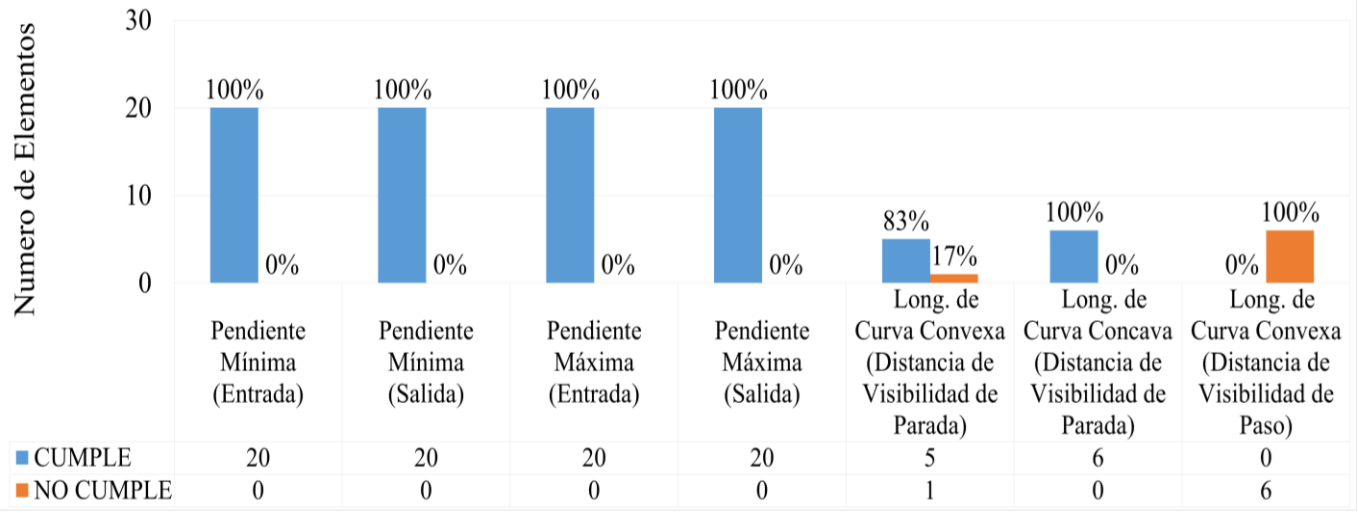


Figura 5.8 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo III (km 529+200 al km 534+500).
Fuente: Elaboración propia.

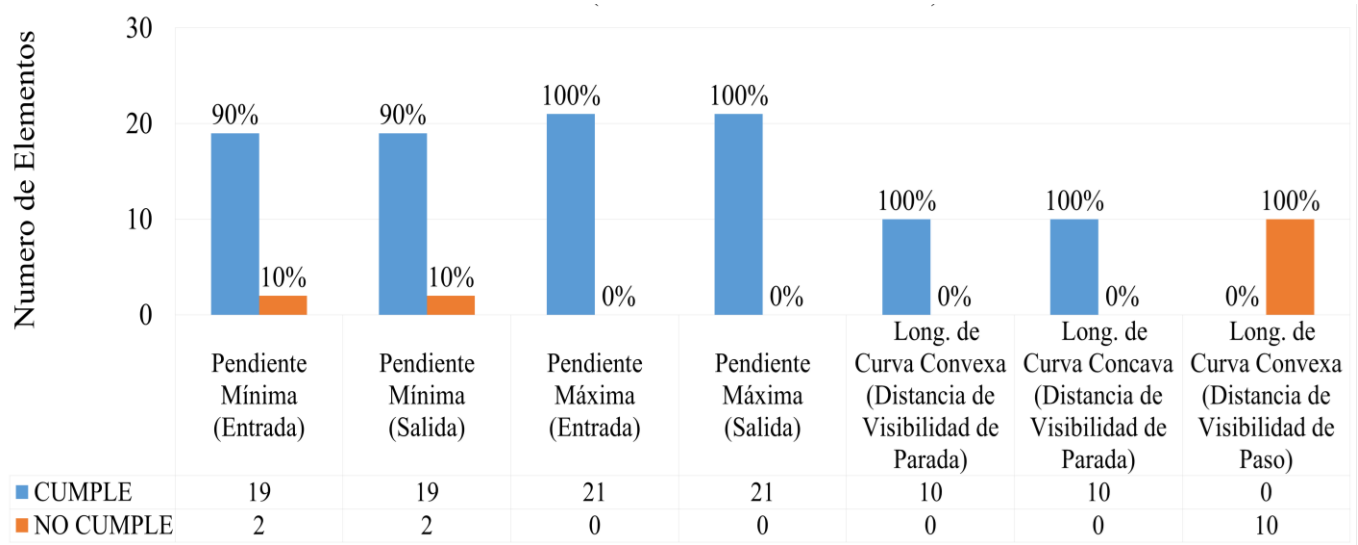


Figura 5.9 Verificación del diseño geométrico en perfil subtramo IV (km 548+000 al km 553+000)
Fuente: Elaboración propia.

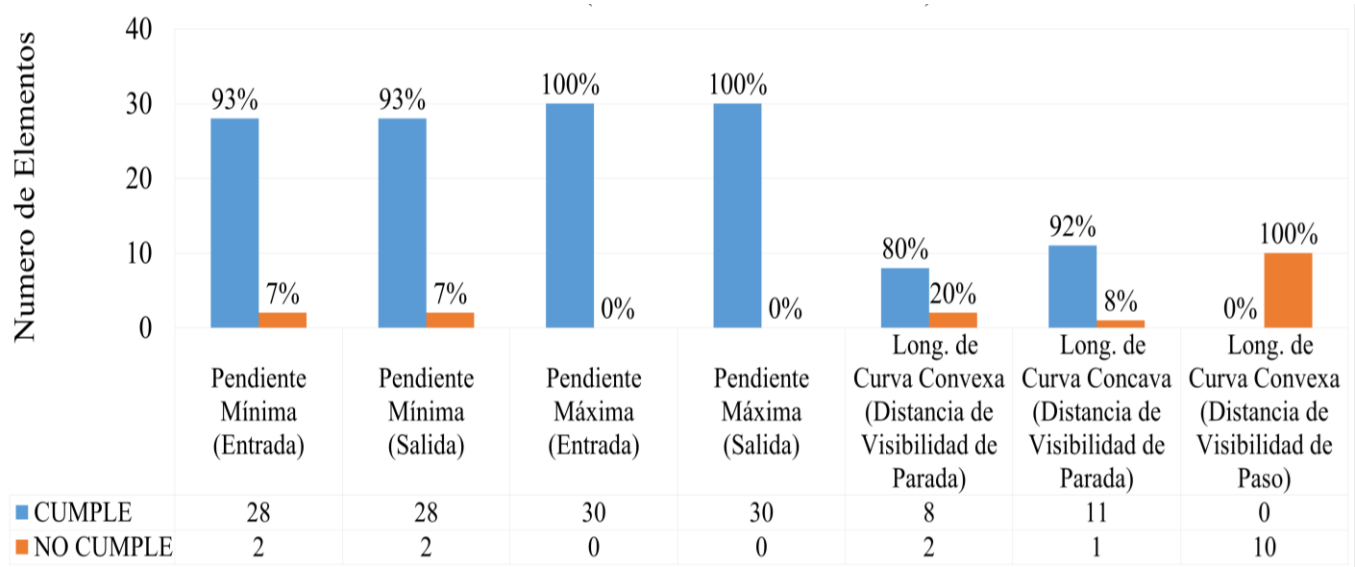


Figura 5.10 Verificación del diseño Geométrico en planta subtramo V (km 553+000 al km 558+500).
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.3 Diseño geométrico en sección transversal

Para la verificación de cumplimiento del Manual DG-2014 en sección transversal se obtuvo cinco subtramos homogéneos obtenido según el anexo 6, las características geométricas se muestran en el anexo 5 y los cálculos realizados fueron:

- Ancho de calzada según la Tabla 2.11.
- Bombeo según la Tabla 2.13.

La planilla de sustento de cada número de elementos, tanto en curvas como en tangentes se encuentra en el anexo 5.

Los resultados obtenidos se muestran en la Figura 5.11, Figura 5.12, Figura 5.13, Figura 5.14 y Figura 5.15.

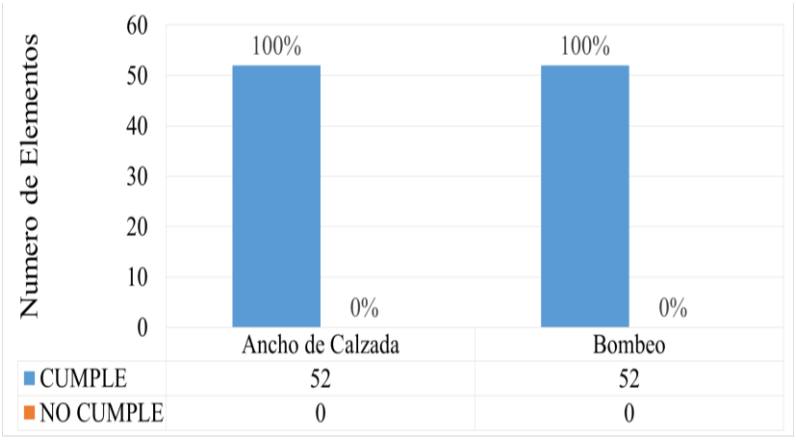


Figura 5.11 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo I (km 510+000 al km 519+500).
Fuente: Elaboración propia.

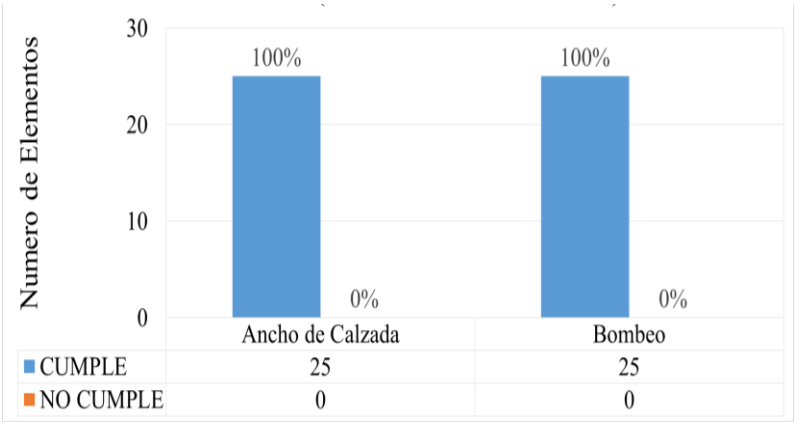


Figura 5.12 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo II (km 519+500 al km 526+300).
Fuente: Elaboración propia.

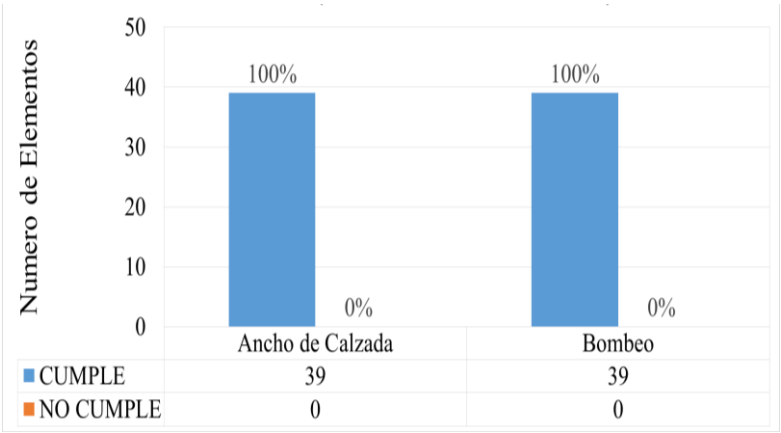


Figura 5.13 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo III (km 529+200 al km 534+500).
Fuente: Elaboración propia.

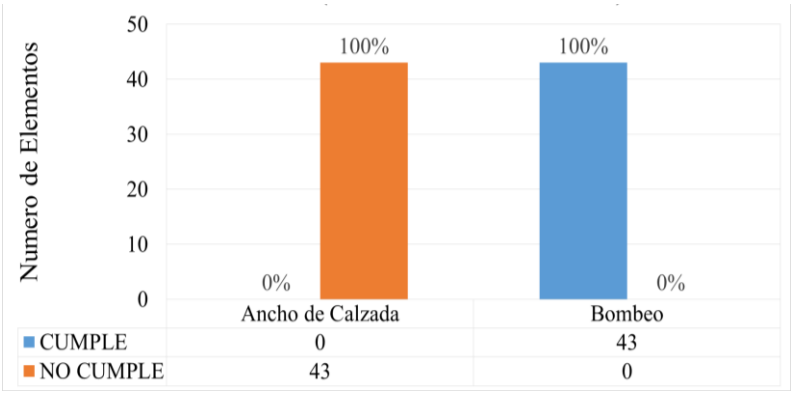


Figura 5.14 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo IV (km 548+000 al km 553+000).
Fuente: Elaboración propia.

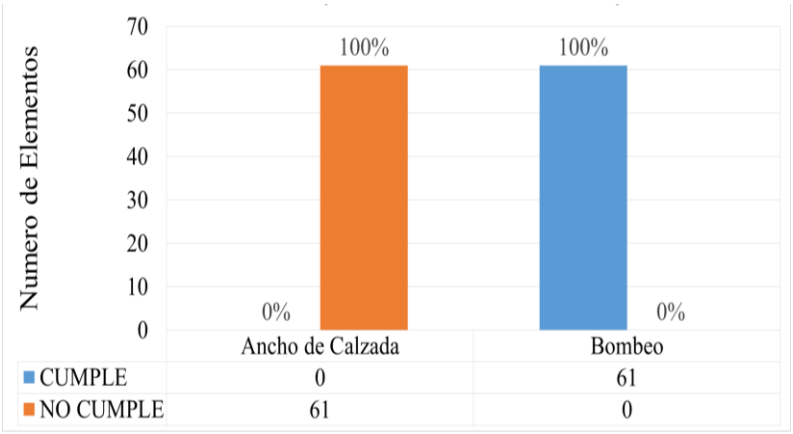


Figura 5.15 Verificación del diseño geométrico en sección transversal subtramo V (km 553+000 al km 558+500).
Fuente: Elaboración propia.

5.2.1.4 Relación de la verificación del diseño geométrico y accidentes ocurridos

A continuación se procedió a relacionar verificación el cumplimiento del diseño geométrico para los cinco subtramos en estudio con los accidentes ocurridos (ver anexo 11).

Tabla 5. 1
Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo I

Elemento geométrico en planta	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Peralte	Cumple	1 / 4 %	0
	No cumple	25 / 96 %	5

Sobreancho	Cumple	5 / 19 %	0
	No cumple	21 / 81 %	5
Radio mínimo	Cumple	24 / 92 %	5
	No cumple	2 / 8 %	0
Curva de transición	Necesita	8 / 31 %	1
	No necesita	18 / 69 %	4
L min. S	Cumple	13 / 72 %	2
	No cumple	5 / 28 %	0
L min. O	Cumple	6 / 75 %	4
	No cumple	2 / 25 %	1
L máx.	Cumple	25 / 96 %	7
	No cumple	1 / 4 %	0
Distancia de adelantamiento	Cumple	3 / 12 %	0
	No cumple	23 / 88 %	7

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 2
Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo II

Elemento geométrico en planta	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Peralte	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	13 / 100 %	3
Sobreancho	Cumple	2 / 15 %	0
	No cumple	11 / 85 %	3
Radio mínimo	Cumple	13 / 100 %	3
	No cumple	0 / 0 %	0
Curva de transición	Necesita	3 / 23 %	2
	No necesita	10 / 77 %	1
L min. S	Cumple	6 / 100 %	1
	No cumple	0 / 0 %	0
L min. O	Cumple	6 / 100 %	2

	No cumple	0 / 0 %	0
L máx.	Cumple	11 / 92 %	2
	No cumple	1 / 8 %	1
Distancia de adelantamiento	Cumple	3 / 25 %	2
	No cumple	9 / 75 %	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 3
Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo III

Elemento geométrico en planta	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Peralte	Cumple	1 / 5 %	0
	No cumple	18 / 95 %	4
Sobre ancho	Cumple	2 / 11 %	1
	No cumple	17 / 89 %	3
Radio mínimo	Cumple	14 / 74 %	1
	No cumple	5 / 26 %	3
Curva de transición	Necesita	8 / 42 %	3
	No necesita	11 / 59 %	1
L min. S	Cumple	8 / 62 %	0
	No cumple	5 / 38 %	0
L min. O	Cumple	6 / 86 %	2
	No cumple	1 / 14 %	0
L máx.	Cumple	20 / 100 %	2
	No cumple	0 / 0 %	0
Distancia de adelantamiento	Cumple	3 / 15 %	1
	No cumple	17 / 85 %	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 4
Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo IV

Elemento geométrico en planta	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Peralte	Cumple	1 / 5 %	0
	No cumple	20 / 95 %	0
Sobreancho	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	21 / 100 %	0
Radio mínimo	Cumple	20 / 95 %	0
	No cumple	1 / 5 %	0
Curva de transición	Necesita	7 / 33 %	0
	No necesita	14 / 67 %	0
L min. S	Cumple	13 / 76 %	2
	No cumple	4 / 24 %	0
L min. O	Cumple	3 / 60 %	1
	No cumple	2 / 40 %	1
L máx.	Cumple	22 / 100 %	4
	No cumple	0 / 0 %	0
Distancia de adelantamiento	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	22 / 100 %	4

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 5
Verificación del diseño geométrico en planta y número de accidentes del subtramo V

Elemento geométrico en planta	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Peralte	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	31 / 100 %	2
Sobreancho	Cumple	1 / 3 %	0
	No cumple	30 / 97 %	2
Radio	Cumple	30 / 97 %	2

mínimo	No cumple	1 / 3 %	0
Curva de transición	Necesita	9 / 29 %	1
	No necesita	22 / 71 %	1
L min. S	Cumple	9 / 45 %	2
	No cumple	11 / 55 %	2
L min. O	Cumple	4 / 40 %	0
	No cumple	6 / 60 %	2
L máx.	Cumple	30 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Distancia de adelantamiento	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	30 / 100 %	6

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 6
Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo I

Elemento geométrico en perfil	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Pendiente mínima (entrada)	Cumple	43 / 93 %	11
	No cumple	3 / 7 %	1
Pendiente mínima (salida)	Cumple	43 / 93 %	11
	No cumple	3 / 7 %	1
Pendiente máxima (entrada)	Cumple	46 / 100 %	12
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente máxima (salida)	Cumple	46 / 100 %	12
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	13 / 100 %	2
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva cóncava (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	11 / 100 %	4
	No cumple	0 / 0 %	0

Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de paso)	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	13 / 100 %	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 7
Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo II

Elemento geométrico en perfil	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Pendiente mínima (entrada)	Cumple	38 / 97 %	6
	No cumple	1 / 3 %	0
Pendiente mínima (salida)	Cumple	38 / 97 %	5
	No cumple	1 / 3 %	1
Pendiente máxima (entrada)	Cumple	39 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente máxima (salida)	Cumple	39 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	9 / 100 %	2
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva cóncava (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	6 / 100 %	1
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de paso)	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	9 / 100 %	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 8
Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo III

Elemento geométrico en perfil	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Pendiente mínima (entrada)	Cumple	20 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente mínima (salida)	Cumple	20 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente máxima (entrada)	Cumple	20 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente máxima (salida)	Cumple	20 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	5 / 83 %	0
	No cumple	1 / 17 %	2
Long. de curva cóncava (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	6 / 100 %	0
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de paso)	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	9 / 100 %	2

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 9
Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo IV

Elemento geométrico en perfil	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Pendiente mínima (entrada)	Cumple	19 / 90 %	4
	No cumple	2 / 10 %	0

Pendiente mínima (salida)	Cumple	19 / 90 %	3
	No cumple	2 / 10 %	1
Pendiente máxima (entrada)	Cumple	21 / 100 %	4
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente máxima (salida)	Cumple	21 / 100 %	4
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	10 / 100 %	0
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva cóncava (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	10 / 100 %	2
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de paso)	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	10 / 100 %	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 10
Verificación del diseño geométrico en perfil y número de accidentes del subtramo V

Elemento geométrico en perfil	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Pendiente mínima (entrada)	Cumple	28 / 93 %	8
	No cumple	2 / 7 %	0
Pendiente mínima (salida)	Cumple	28 / 93 %	8
	No cumple	2 / 7 %	0
Pendiente máxima (entrada)	Cumple	30 / 100 %	8
	No cumple	0 / 0 %	0
Pendiente máxima (salida)	Cumple	30 / 100 %	8
	No cumple	0 / 0 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	8 / 80 %	1
	No cumple	2 / 20 %	0

Long. de curva cóncava (distancia de visibilidad de parada)	Cumple	11 / 92 %	0
	No cumple	1 / 8 %	0
Long. de curva convexa (distancia de visibilidad de paso)	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	10 / 100 %	1

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 11
Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo I

Elemento geométrico en sección	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Ancho de calzada	Cumple	52 / 100 %	12
	No cumple	0 / 0 %	0
Bombeo	Cumple	52 / 100 %	12
	No cumple	0 / 0 %	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 12
Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo II

Elemento geométrico en sección	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Ancho de calzada	Cumple	25 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Bombeo	Cumple	25 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 13
Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo III

Elemento geométrico en sección	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Ancho de calzada	Cumple	39 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0
Bombeo	Cumple	39 / 100 %	6
	No cumple	0 / 0 %	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 14
Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo IV

Elemento geométrico en sección	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Ancho de calzada	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	43 / 100 %	4
Bombeo	Cumple	43 / 100 %	4
	No cumple	0 / 0 %	0

Fuente: Elaboración propia.

Tabla 5. 15
Verificación del diseño geométrico en sección y número de accidentes del subtramo V

Elemento geométrico en sección	Condición	N° de elementos / Porcentaje	N° de accidentes ocurridos
Ancho de calzada	Cumple	0 / 0 %	0
	No cumple	61 / 100 %	8
Bombeo	Cumple	61 / 100 %	8
	No cumple	0 / 0 %	0

Fuente: Elaboración propia.

5.2.2 De la selección de modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico

A continuación se menciona los modelos utilizados en la presente investigación.

- Modelos de evaluación local

a) Criterio I de Lamm
b) Criterio II de Lamm

- Modelos de evaluación global

b) Criterio global de Polus
b) Criterio global de Sánchez Ordóñez

5.2.3 De la evaluación de la consistencia del diseño geométrico

5.2.3.1 Estimación del perfil de velocidad

a) Procesamiento de datos geométricos

De los planos postconstrucción se obtuvo la geometría de la vía y se exportó en una base de datos en el programa Excel tanto el cuadro de elementos de curvas como las longitudes de las tangentes para el alineamiento horizontal. Además, se obtuvo los perfiles longitudinales de las rasante con datos precisos de las pendientes y longitudes de las curvas verticales existentes (ver anexos 01,02 y 05).

b) Obtención de tramos con características homogéneas

Se procedió a elaborar un gráfico de progresivas (km) versus el ángulo de deflexión acumulado (gon) (ver el anexo 6), además de identificar las características particulares de la vía como los puentes, peaje y zonas urbanas existentes del cual se desprende los subtramos a estudiar:

- Subtramo I: km 510+000 al km 519+500.
- Subtramo II: km 519+500 al km 526+300.
- Subtramo III: km 529+200 al km 534+500.
- Subtramo IV: km 548+000 al km 553+000.
- Subtramo V: km 553+000 al km 558+500.

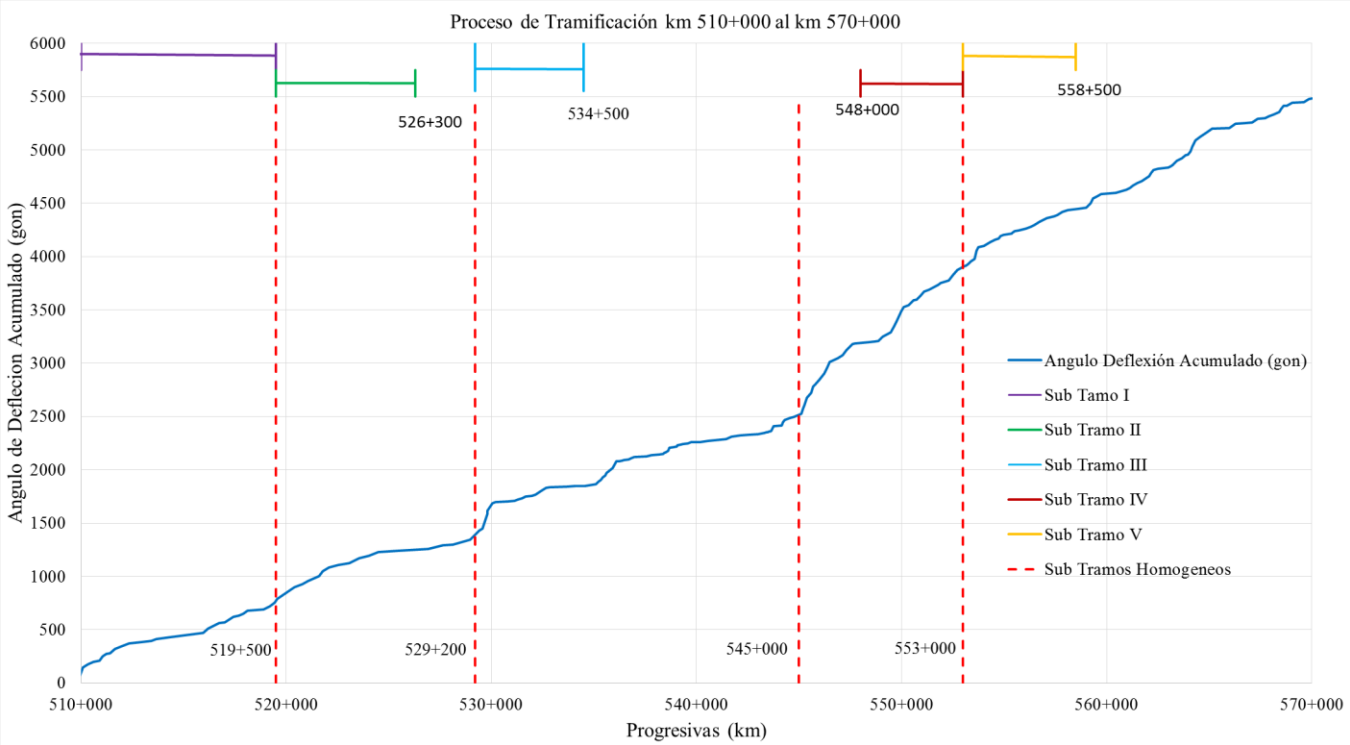


Figura 5.16 Proceso de tramificación km 510+000 al km 570+000.
Fuente: Elaboración Propia.

c) Elección del modelo predictivo de velocidad de operación

El Manual de Diseño Geométrico DG-2014 menciona emplear las ecuaciones del investigador Fitzpatrick, quien establece 10 ecuaciones según las condiciones del alineamiento en que se puede determinar un perfil de velocidades de operación continuo mediante enlaces de curvas y rectas, dependiendo de las pendientes y de las distancias de visibilidad del perfil longitudinal (ver Tabla 2.4).

d) Construcción del perfil de velocidad

Para la construcción del perfil de velocidad se obtuvo cinco subtramos homogéneos obtenido según el anexo 6, la hoja de cálculo de sustento para la obtención de la velocidad de operación, tanto en curvas como en tangentes se encuentra en el anexo 7.

Los resultados obtenidos de acuerdo a los sub tramos en evaluación tenemos las Figuras 5.17, 5.18, 5.19, 5.20 y 5.21:

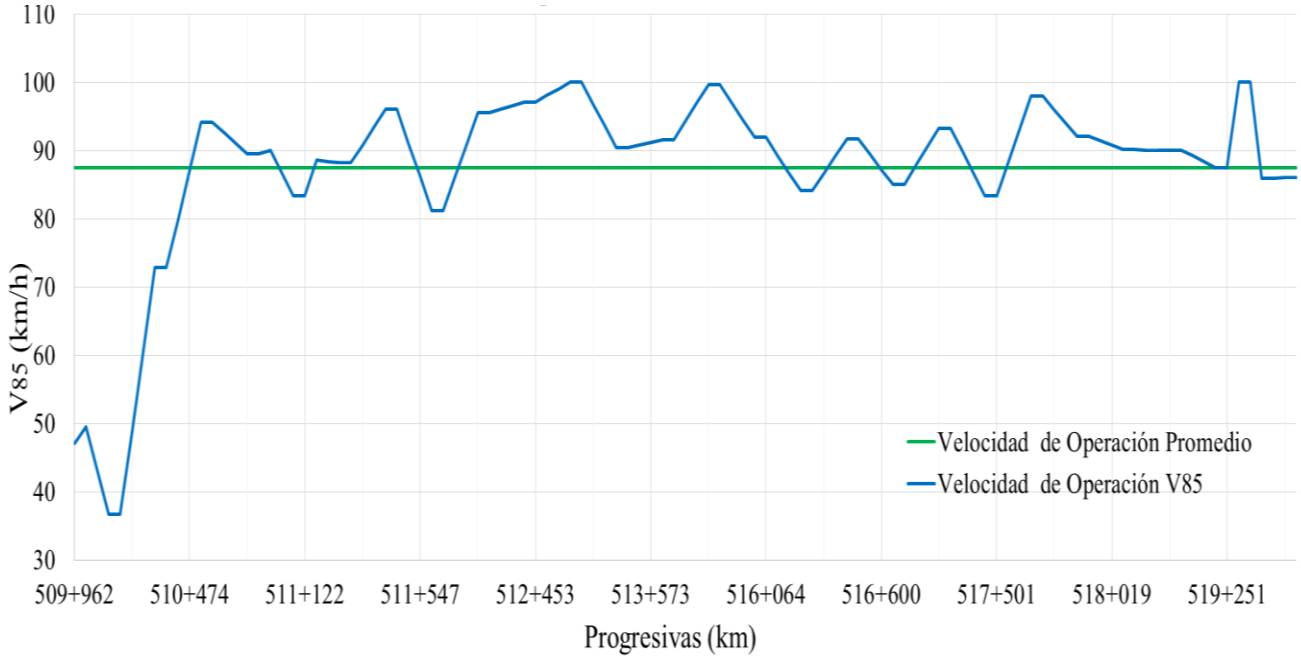


Figura 5.17 Perfil de velocidades de operación subtramo I (km 510+000 al km 519+500).
Fuente: Elaboración propia.

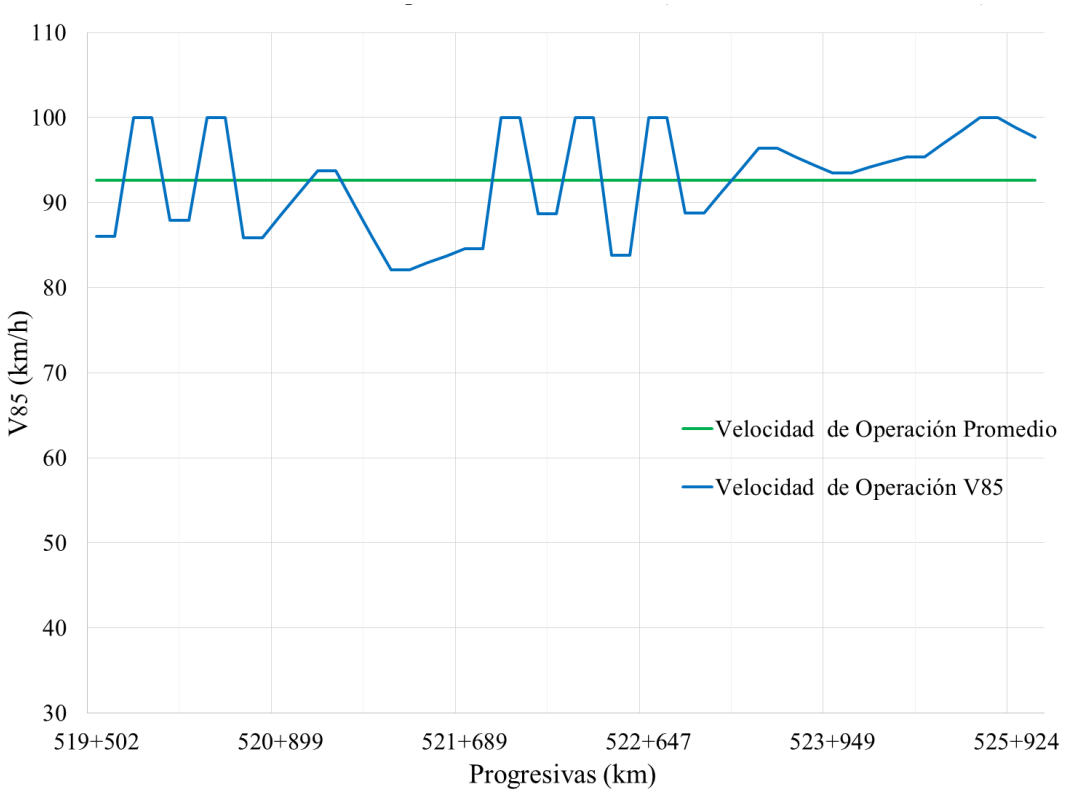


Figura 5.18 Perfil de velocidades de operación subtramo II (km 519+500 al km 526+300).
Fuente: Elaboración propia.

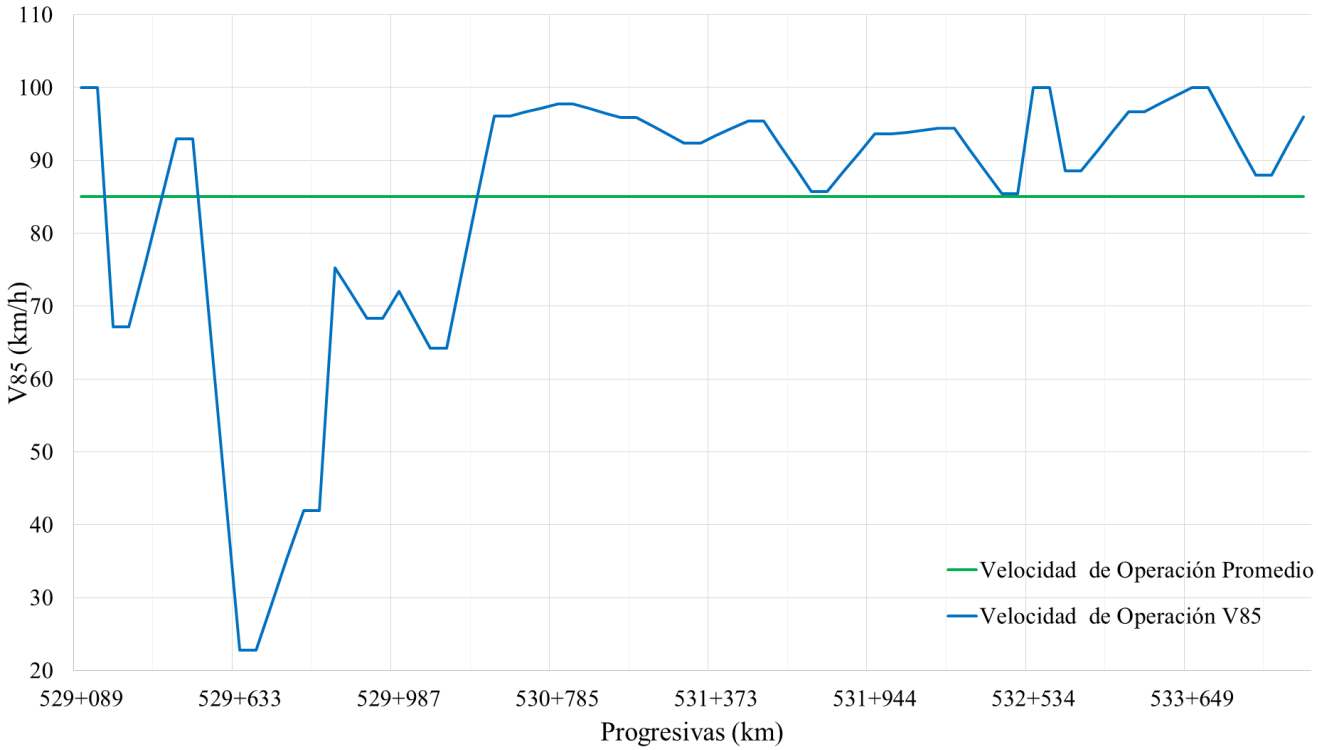


Figura 5.19 Perfil de Velocidades de operación subtramo III (km 529+200 al km 534+500).
Fuente: Elaboración propia.

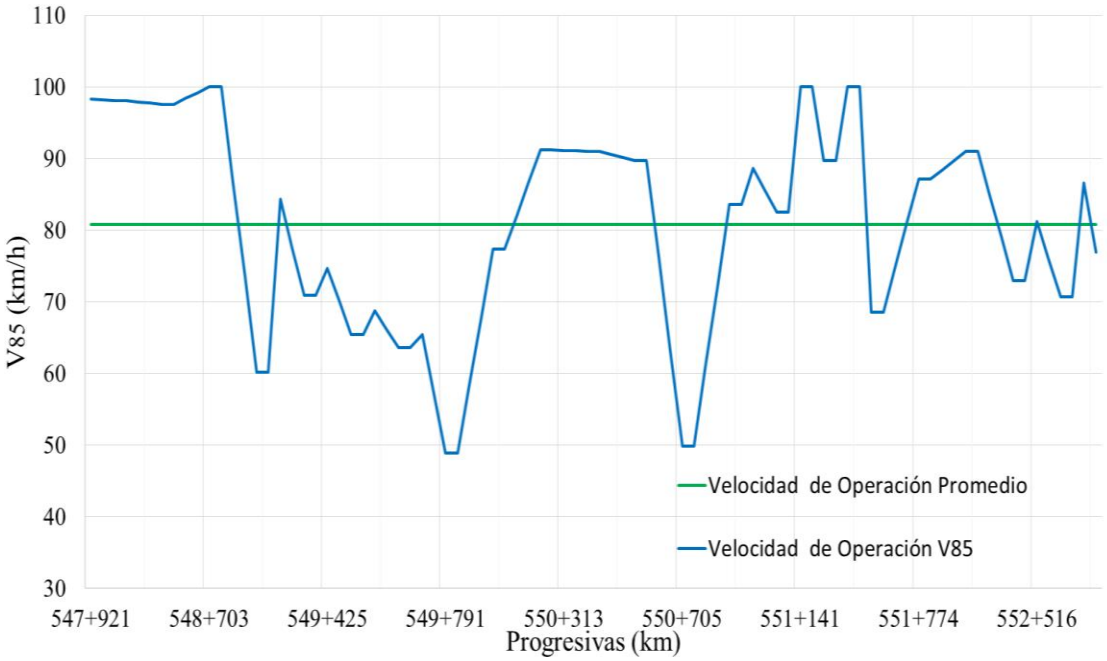


Figura 5.20 Perfil de velocidades de operación subtramo IV (km 548+000 al km 553+000).
Fuente: Elaboración propia.

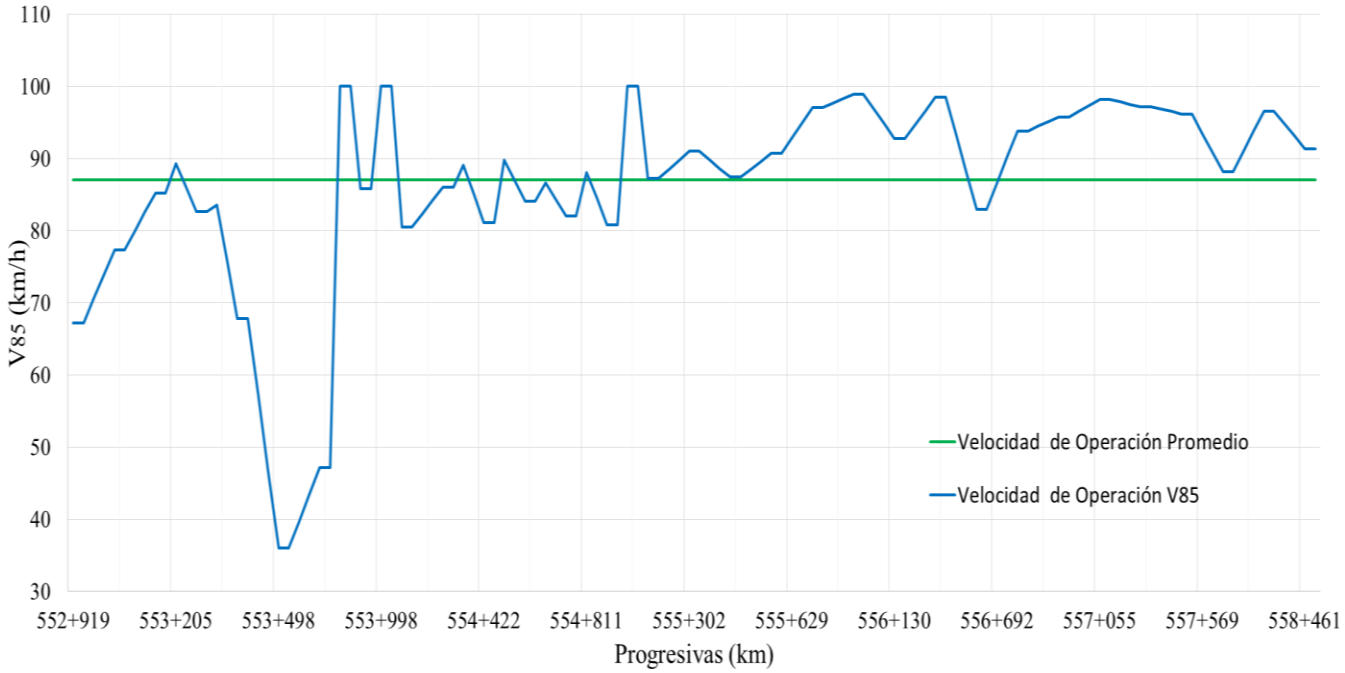


Figura 5.21 Perfil de velocidades de operación subtramo V (km 553+000 al km 558+500).
Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.2 Evaluación de la consistencia según distintos modelos

Mediante la consistencia del diseño geométrico de la muestra de estudio, se determinó los umbrales mediante los rangos de consistencia establecidos según los modelos, ya sean de evaluación local como global, en los que se logró ubicar las zonas críticas del diseño geométrico, cuya categorización fue de un diseño bueno, aceptable y pobre de acuerdo a los autores.

a) Modelos de evaluación local

Los resultados de la consistencia de los cinco subtramos se muestran en resumen en las Tablas 5.16 y 5.17, se han determinado para el tramo en sentido de circulación Conococha Huaraz (ver el sustento en el anexo 8).

Criterio I de Lamm

Tabla 5.16
Resumen del análisis de consistencia criterio I de Lamm

Evaluación	Subtramo I		Subtramo II		Subtramo III	
	Nº de elementos	Porcentaje (%)	Nº de elementos	Porcentaje (%)	Nº de elementos	Porcentaje (%)
Bueno	1	2 %	0	0 %	5	13 %
Regular	2	4 %	0	0 %	3	8 %
Malo	49	94 %	25	100 %	31	79 %
Total	52	100 %	25	100 %	39	100 %

Evaluación	Subtramo IV		Subtramo V	
	Nº de elementos	Porcentaje (%)	Nº de elementos	Porcentaje (%)
Bueno	3	7 %	2	3 %
Regular	2	5 %	3	5 %
Malo	38	88 %	56	92 %
Total	43	100 %	61	100 %

Fuente: Elaboración propia.

Criterio II de Lamm

Tabla 5.17
Resumen del análisis de consistencia criterio II de Lamm

Evaluación	Subtramo I		Subtramo II		Subtramo III	
	Nº de elementos	Porcentaje (%)	Nº de elementos	Porcentaje (%)	Nº de elementos	Porcentaje (%)
Bueno	45	87 %	15	60 %	26	67 %
Regular	7	13 %	10	40 %	8	20 %
Malo	0	0 %	0	0 %	5	13 %
Total	52	100 %	25	100 %	39	100 %

Evaluación	Subtramo IV		Subtramo V	
	Nº de elementos	Porcentaje (%)	Nº de elementos	Porcentaje (%)
Bueno	27	63 %	49	80 %
Regular	12	28 %	9	15 %
Malo	4	9 %	3	5 %
Total	43	100 %	61	100 %

Fuente: Elaboración propia.

b) Modelos de evaluación global

Criterio global de Polus

Los resultados muestran en resumen en la Tabla 5.18, se han determinado para el tramo en sentido de circulación Conococha Huaraz (ver sustento en el anexo 9).

Tabla 5.18
Resumen del análisis de consistencia criterio global de Polus

Sub tramo	Velocidad media (km/h)	Desviación estándar		Ra (m2/s)	C (m/s)	Nivel de consistencia
		(km/h)	(m/s)			
I	90.33	12.96	3.63	1.67	0.19	Pobre
II	94.92	6.32	1.77	1.21	0.55	Pobre
III	90.59	17.96	5.03	2.46	0.03	Pobre

IV	85.33	14.87	4.16	3.08	0.03	Pobre
V	90.23	12.79	3.58	2.17	0.12	Pobre

Fuente: Elaboración propia.

Criterio global de Sánchez Ordóñez

Los resultados de la metodología para la evaluación de consistencia del trazado de los cinco subtramos se muestran a continuación, se han determinado para el tramo en sentido de circulación Conococha Huaraz (ver el sustento en el anexo 10).

Subtramo I: km 510+000 al km 519+500

1. Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)

$VCCR_I = \sum |Ai| / L = 57.99/9.42 = 6.16$ %/km

Según la Tabla 2.19 la clasificación de la consistencia es regular.

2. Determinación del perfil de velocidades de operación

En la Figura 5.17 se muestra que al inicio del tramo se encuentra una curva de radio 53.5 m cuya velocidad de operación es de 36.64 km/h lo cual obliga a una reducción de velocidad al transitar por dicha curva, el rango de velocidades varia ente 81.16 y 100 km/h y una velocidad de operación promedio de 87.46 km/h.

3. Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)

Según la fórmula 2.12 se obtuvo la Tabla 5.19.

Tabla 5.19
Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo I

Tipo curva vertical	[Ie - Is]	Longitud de Curva Vertical Existente	[kv]	L/2	L1	L2	Estacion PIV (km)	PCV	PTV	Dist.	Irt	Irt (Ida)
							510+003.75					
Concava	0.53	160.00	30075.19	0	60	100	510+130.00	510070.00	510230.00	170.00	332.54	-
Concava	2.56	80.00	3125.00	0	30	50	510+430.00	510400.00	510480.00	245.00	4.98	-
Convexa	3.47	80.00	2308.14	40	40	40	510+765.00	510725.00	510805.00	280.00	2.38	2.38
PI	0.22	0.00	0.00	0	0	0	510+910.00					-
Concava	4.15	100.00	2407.32	0	40	60	511+125.00	511085.00	511185.00	70.00	8.28	-
Convexa	0.19	100.00	54054.05	0	60	40	511+315.00	511255.00	511355.00	230.00	1270.37	1270.37
PI	0.27	0.00	0.00	0	0	0	511+480.00					-
Convexa	4.37	150.00	3432.49	0	70	80	511+655.00	511585.00	511735.00	345.00	2.28	2.28
PI	0.04	0.00	0.00	0	0	0	511+875.00					-
Concava	0.81	80.00	9828.01	40	40	40	512+120.00	512080.00	512160.00	210.00	57.49	-
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	512+300.00					-
Convexa	1.07	120.00	11225.44	60	60	60	512+430.00	512370.00	512490.00	125.00	84.01	84.01
Concava	2.36	80.00	3388.39	40	40	40	512+655.00	512615.00	512695.00	95.00	15.11	-
PI	0.77	0.00	0.00	0	0	0	512+745.36					-
PI	0.08	0.00	0.00	0	0	0	512+755.67					-
PI	0.49	0.00	0.00	0	0	0	512+770.00					-
Concava	3.09	140.00	4535.15	70	70	70	512+860.00	512790.00	512930.00	90.00	16.32	-
PI	0.00	0.00	0.00	0	0	0	512+990.00					-
Concava	1.79	140.00	7803.79	0	80	60	513+100.00	513020.00	513160.00	285.00	15.26	-
PI	0.11	0.00	0.00	0	0	0	513+320.00					-
Convexa	3.64	160.00	4399.23	80	80	80	513+525.00	513445.00	513605.00	317.50	3.81	3.81
Convexa	3.82	100.00	2615.06	50	50	50	513+972.50	513922.50	514022.50	307.50	2.22	2.22
PI	0.36	0.00	0.00	0	0	0	514+220.00					-
Concava	1.11	160.00	14414.41	0	90	70	514+420.00	514330.00	514490.00	240.00	54.11	-
Convexa	1.47	120.00	8191.13	0	50	70	514+780.00	514730.00	514850.00	905.00	6.18	6.18
PI	0.05	0.00	0.00	0	0	0	515+000.00					-
PI	0.28	0.00	0.00	0	0	0	515+260.00					-
PI	0.06	0.00	0.00	0	0	0	515+537.97					-
Convexa	3.40	120.00	3526.30	60	60	60	515+815.00	515755.00	515875.00	155.00	6.69	6.69
Concava	6.70	240.00	3580.49	0	110	130	516+140.00	516030.00	516270.00	465.00	1.15	-
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	516+400.00					-
PI	0.14	0.00	0.00	0	0	0	516+550.00					-
Convexa	0.70	200.00	28409.09	0	120	80	516+855.00	516735.00	516935.00	125.00	322.83	322.83
Concava	1.58	160.00	10107.39	0	60	100	517+120.00	517060.00	517220.00	290.00	22.02	-
Convexa	1.28	180.00	14040.56	0	100	80	517+610.00	517510.00	517690.00	470.00	23.30	23.30
PI	0.18	0.00	0.00	0	0	0	517+770.00					-
Concava	0.48	80.00	16563.15	40	40	40	518+200.00	518160.00	518240.00	60.00	571.54	-
Convexa	0.20	80.00	39603.96	40	40	40	518+340.00	518300.00	518380.00	480.00	408.46	408.46
PI	0.13	0.00	0.00	0	0	0	518+448.00					-
PI	0.12	0.00	0.00	0	0	0	518+624.00					-
PI	0.04	0.00	0.00	0	0	0	518+766.00					-
Convexa	2.16	120.00	5545.29	0	50	70	518+910.00	518860.00	518980.00	360.00	7.12	7.12
PI	0.06	0.00	0.00	0	0	0	519+048.81					-
PI	0.06	0.00	0.00	0	0	0	519+150.00					-
Convexa	3.43	170.00	4963.50	0	80	90	519+420.00	519340.00	519510.00	211.00	6.87	6.87

Fuente: Elaboración propia.

Subtramo II: km 519+500 al km 526+300

1. Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)

$VCCR_{II} = \sum |Ai| / L = 50.52/7.2 = 7.02$ %/km

Según la Tabla 2.19 la clasificación de la consistencia es regular.

2. Determinación del perfil de velocidades de operación

La Figura 5.18 presenta que velocidades de operación varía en un rango de 82.12 y 100 km/h y tiene una velocidad de operación promedio de 92.62 km/h.

3. Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)

Según la fórmula 2.12 se obtuvo la Tabla 5.20.

Tabla 5.20
Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo II

Tipo curva vertical	[le - ls]	Longitud de Curva Vertical Existente	[kv]	L/2	L1	L2	Estacion PIV (km)	PCV	PTV	Dist.	Irt	Irt (Ida)
PI	0.10	0.00	0.00	0	0	0	519+654.98					-
Concava	6.50	280.00	4307.69	140	140	140	519+861.00	519721.00	520001.00	59.00	11.23	-
Convexa	1.65	120.00	7290.40	0	50	70	520+110.00	520060.00	520180.00	240.00	18.45	18.45
Concava	4.09	170.00	4156.48	85	85	85	520+505.00	520420.00	520590.00	180.00	5.65	-
Convexa	1.08	110.00	10175.76	0	60	50	520+830.00	520770.00	520880.00	155.00	60.73	60.73
PI	0.11	0.00	0.00	0	0	0	520+961.52					-
Concava	2.61	200.00	7662.84	0	80	120	521+115.00	521035.00	521235.00	226.00	12.99	-
Convexa	9.67	220.00	2275.78	110	110	110	521+571.00	521461.00	521681.00	299.00	0.79	0.79
PI	0.21	0.00	0.00	0	0	0	521+875.00					-
Concava	8.39	180.00	2145.67	90	90	90	522+070.00	521980.00	522160.00	295.00	0.87	-
PI	0.00	0.00	0.00	0	0	0	522+295.00					-
Convexa	5.27	120.00	2279.20	60	60	60	522+515.00	522455.00	522575.00	530.00	0.82	0.82
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	522+700.00					-
PI	0.02	0.00	0.00	0	0	0	522+885.54					-
PI	0.10	0.00	0.00	0	0	0	523+011.63					-
Convexa	0.59	100.00	16835.02	50	50	50	523+155.00	523105.00	523205.00	290.00	97.73	97.73
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	523+248.25					-
PI	0.05	0.00	0.00	0	0	0	523+329.86					-
PI	0.09	0.00	0.00	0	0	0	523+396.21					-
PI	0.00	0.00	0.00	0	0	0	523+465.90					-
Convexa	0.38	80.00	20997.38	40	40	40	523+535.00	523495.00	523575.00	135.00	408.23	408.23
PI	0.10	0.00	0.00	0	0	0	523+674.61					-
Convexa	1.54	60.00	3901.17	30	30	30	523+740.00	523710.00	523770.00	1030.00	2.46	2.46
PI	0.07	0.00	0.00	0	0	0	523+945.00					-
PI	0.19	0.00	0.00	0	0	0	524+435.00					-
PI	0.09	0.00	0.00	0	0	0	524+650.00					-
Concava	0.91	80.00	8830.02	0	20	60	524+820.00	524800.00	524880.00	555.00	17.56	-
PI	0.09	0.00	0.00	0	0	0	524+933.97					-
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	525+074.19					-
PI	0.14	0.00	0.00	0	0	0	525+143.02					-
PI	0.24	0.00	0.00	0	0	0	525+215.65					-
PI	0.11	0.00	0.00	0	0	0	525+282.67					-
PI	0.12	0.00	0.00	0	0	0	525+333.49					-
Convexa	1.79	100.00	5589.71	50	50	50	525+485.00	525435.00	525535.00	270.00	11.57	11.57
PI	0.13	0.00	0.00	0	0	0	525+700.00					-
Concava	1.96	165.00	8422.66	0	105	60	525+910.00	525805.00	525970.00	590.00	7.29	-
PI	0.13	0.00	0.00	0	0	0	526+079.64					-
PI	0.10	0.00	0.00	0	0	0	526+164.57					-
Convexa	1.90	120.00	6319.12	60	60	60	526+620.00	526560.00	526680.00	385.00	8.64	8.64

Fuente: Elaboración propia.

Subtramo III: km 529+200 al km 534+500

1. Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)

$VCCR_{III}=\sum |Ai| /L= 33.85/5.85 = 5.79$ %/km

Según la Tabla 2.19 la clasificación de la consistencia es regular.

2. Determinación del perfil de velocidades de operación

De acuerdo a la Figura 5.19 se evidencia que entre los km 529+303.31 al 530+084.21 se tiene curvas de radios que varían entre 44.6 m a 112.0 m, cuyas velocidades de operación respectivamente son de 22.8 km/h 41.93 km/h, en dichas progresivas obligan al conductor a reducir la velocidad de operación de manera importante, además se tiene que el rango de velocidades en el resto del subtramo varía entre 85.47 y 100 km/h y una velocidad de operación promedio de 85.04 km/h.

3. Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)

Según la fórmula 2.12 se obtuvo la Tabla 5.21.

Tabla 5.21
Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo III

Tipo curva vertical	[le - ls]	Longitud de Curva Vertical Existente	[kv]	L/2	L1	L2	Estacion PIV (km)	PCV	PTV	Dist.	Irt	Irt (Ida)
PI	0.07	0.00	0.00	0	0	0	529+095.00					-
Convexa	5.64	125.00	2217.49	0	60	65	529+420.00	529360.00	529485.00	85.00	4.63	4.63
Concava	4.09	100.00	2446.78	50	50	50	529+620.00	529570.00	529670.00	95.00	6.30	-
Concava	5.23	130.00	2484.23	0	70	60	529+835.00	529765.00	529895.00	160.00	2.97	-
PI	0.11	0.00	0.00	0	0	0	529+975.00					-
Convexa	4.82	160.00	3318.81	80	80	80	530+135.00	530055.00	530215.00	665.00	1.04	1.04
Convexa	0.67	100.00	14836.80	0	40	60	530+920.00	530880.00	530980.00	100.00	220.13	220.13
Concava	2.26	100.00	4424.78	0	40	60	531+120.00	531080.00	531180.00	55.00	35.60	-
Convexa	3.74	110.00	2939.60	55	55	55	531+290.00	531235.00	531345.00	235.00	3.34	3.34
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	531+400.00					-
Concava	1.88	130.00	6922.26	0	40	90	531+620.00	531580.00	531710.00	410.00	8.99	-
PI	0.01	0.00	0.00	0	0	0	531+820.00					-
Convexa	1.09	100.00	9140.77	0	60	40	532+180.00	532120.00	532220.00	160.00	52.22	52.22
Convexa	1.20	120.00	9966.78	60	60	60	532+440.00	532380.00	532500.00	80.00	103.48	103.48
Concava	1.99	120.00	6045.34	0	50	70	532+630.00	532580.00	532700.00	350.00	8.70	-
PI	0.08	0.00	0.00	0	0	0	532+890.00					-
Concava	0.43	80.00	18518.52	40	40	40	533+090.00	533050.00	533130.00	1790.00	23.95	-
PI	0.03	0.00	0.00	0	0	0	533+610.00					-
PI	0.35	0.00	0.00	0	0	0	534+010.00					-
PI	0.15	0.00	0.00	0	0	0	534+780.00					-

Fuente: Elaboración propia.

Subtramo IV: km 548+000 al km 553+000

1. Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)

$VCCR_{IV} = \sum |Ai| / L = 64.99/5.52 = 11.77$ %/km

Según la Tabla 2.19 la clasificación de la consistencia es mala.

2. Determinación del perfil de velocidades de operación

Según muestra la Figura 5.20 presenta dos curvas puntuales de 65.8 m y 62 m con valores de velocidades de operación 48.84 km/h y 49.87 km/h, y tiene una velocidad de operación promedio de 80.80 km/h.

3. Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)

Según la fórmula 2.12 se obtuvo la Tabla 5.22.

Tabla 5.22
Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo IV

Tipo curva vertical	[le - ls]	Longitud de Curva Vertical Existente	[kv]	L/2	L1	L2	Estacion PIV (km)	PCV	PTV	Dist.	Irt	Irt (Ida)
Convexa	7.35	155.00	2107.70	0	85	70	547+815.29	547730.29	547885.29	171.28	1.67	1.67
Concava	3.10	60.00	1933.61	30	30	30	548+086.57	548056.57	548116.57	126.54	4.92	-
Concava	2.69	120.00	4469.27	60	60	60	548+303.11	548243.11	548363.11	509.75	3.27	-
Concava	2.42	85.00	3513.85	0	35	50	548+907.86	548872.86	548957.86	82.78	17.55	-
Convexa	4.87	90.00	1846.91	45	45	45	549+085.64	549040.64	549130.64	141.37	2.68	2.68
Convexa	0.89	50.00	5611.67	25	25	25	549+297.01	549272.01	549322.01	111.49	56.49	56.49
Concava	0.98	85.00	8655.80	0	50	35	549+483.50	549433.50	549518.50	142.51	61.85	-
Concava	4.95	135.00	2728.93	0	80	55	549+741.01	549661.01	549796.01	86.97	6.34	-
Convexa	4.88	90.00	1846.15	45	45	45	549+927.98	549882.98	549972.98	121.92	3.11	3.11
Concava	2.49	80.00	3211.56	40	40	40	550+134.90	550094.90	550174.90	134.69	9.57	-
Concava	1.69	60.00	3556.61	30	30	30	550+339.59	550309.59	550369.59	117.90	17.88	-
Convexa	5.27	80.00	1517.45	40	40	40	550+527.49	550487.49	550567.49	100.83	2.85	2.85
Concava	6.13	185.00	3016.96	0	100	85	550+768.32	550668.32	550853.32	187.48	2.62	-
PI	0.03	0.00	0.00	0	0	0	550+915.69					-
Convexa	0.99	80.00	8064.52	40	40	40	551+080.80	551040.80	551120.80	332.48	24.45	24.45
Convexa	4.76	120.00	2522.60	60	60	60	551+513.28	551453.28	551573.28	315.90	1.68	1.68
Convexa	1.32	50.00	3796.51	25	25	25	551+914.18	551889.18	551939.18	393.90	7.32	7.32
Convexa	1.59	90.00	5678.23	0	40	50	552+373.08	552333.08	552423.08	160.94	22.26	22.26
Concava	1.26	60.00	4746.84	30	30	30	552+614.02	552584.02	552644.02	168.23	22.32	-
Concava	6.79	165.00	2429.69	0	70	95	552+882.25	552812.25	552977.25	60.45	5.92	-
Convexa	0.55	80.00	14652.01	40	40	40	553+077.70	553037.70	553117.70	19.18	1399.12	1399.12

Fuente: Elaboración propia.

Subtramo V: km 553+000 al km 558+500

1. Cálculo del cambio de curvatura vertical (VCCR)

$VCCR_V = \sum |Ai| / L = 65.48/5.61 = 11.67$ %/km

Según la Tabla 2.19 la clasificación de la consistencia es mala.

2. Determinación del perfil de velocidades de operación

En Figura 5.21 se determinó que el km 553+498.29 se tiene una curva de radio 53 m cuya velocidad de operación es de 35.98 km/h, obligando de manera importante al conductor a reducir su velocidad, además se tiene que el rango de velocidades en el resto del sub tramo son mayor a 80 y menor 100 km/h y una velocidad de operación promedio de 87.02 km/h.

3. Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt)

Según la fórmula 2.12 se obtuvo la Tabla 5.23.

Tabla 5.23
Cálculo del índice de reaparición del trazado (Irt) subtramo V

Tipo curva vertical	[le - ls]	Longitud de Curva Vertical Existente	[kv]	L/2	L1	L2	Estacion PIV (km)	PCV	PTV	Dist.	Irt	Irt (Ida)
Convexa	3.66	60.00	1639.79	30	30	30	553+166.88	553136.88	553196.88	116.65	3.84	3.84
Concava	3.01	80.00	2660.46	40	40	40	553+353.53	553313.53	553393.53	121.16	7.30	-
Convexa	4.14	80.00	1934.24	40	40	40	553+554.69	553514.69	553594.69	107.88	4.33	4.33
Concava	3.76	70.00	1862.20	35	35	35	553+737.57	553702.57	553772.57	164.19	3.02	-
Convexa	4.70	120.00	2552.65	60	60	60	553+996.76	553936.76	554056.76	112.39	4.83	4.83
Concava	5.02	120.00	2391.87	60	60	60	554+229.15	554169.15	554289.15	283.85	1.68	-
Concava	2.49	80.00	3219.32	40	40	40	554+613.00	554573.00	554653.00	50.73	25.54	-
Convexa	2.26	140.00	6183.75	70	70	70	554+773.73	554703.73	554843.73	179.61	15.21	15.21
PI	0.06	0.00	0.00	0	0	0	554+920.43					-
Convexa	7.22	108.60	1504.36	54.3	54.3	54.3	555+077.64	555023.34	555131.94	84.88	2.46	2.46
Concava	3.92	60.00	1532.57	30	30	30	555+246.82	555216.82	555276.82	73.67	5.31	-
Concava	0.85	60.00	7092.20	30	30	30	555+380.49	555350.49	555410.49	119.58	70.11	-
Convexa	3.31	94.20	2843.34	47.1	47.1	47.1	555+577.17	555530.07	555624.27	153.07	5.61	5.61
Concava	1.81	88.20	4864.86	44.1	44.1	44.1	555+821.44	555777.34	555865.54	159.16	16.86	-
Concava	1.94	82.40	4238.68	41.2	41.2	41.2	556+065.90	556024.70	556107.10	163.05	13.37	-
Convexa	0.78	60.00	7653.06	30	30	30	556+300.15	556270.15	556330.15	334.34	29.20	29.20
PI	0.10	0.00	0.00	0	0	0	556+407.51					-
Concava	4.34	81.00	1865.07	0	43	38	556+707.49	556664.49	556745.49	114.62	3.75	-
Convexa	1.99	140.00	7052.90	0	60	80	556+920.11	556860.11	557000.11	61.24	58.02	58.02
Convexa	3.13	102.20	3265.18	51.1	51.1	51.1	557+112.45	557061.35	557163.55	367.40	2.84	2.84
PI	0.02	0.00	0.00	0	0	0	557+170.07					-
PI	0.09	0.00	0.00	0	0	0	557+434.00					-
PI	0.07	0.00	0.00	0	0	0	557+506.21					-
Concava	1.56	71.80	4611.43	35.9	35.9	35.9	557+566.85	557530.95	557602.75	160.46	18.46	-
Concava	0.72	89.20	12440.73	44.6	44.6	44.6	557+807.81	557763.21	557852.41	227.08	76.41	-
PI	0.10	0.00	0.00	0	0	0	557+990.96					-
Concava	3.36	69.20	2062.59	34.6	34.6	34.6	558+114.09	558079.49	558148.69	276.29	2.23	-
PI	0.19	0.00	0.00	0	0	0	558+362.75					-
Convexa	0.87	46.00	5287.36	23	23	23	558+447.98	558424.98	558470.98	282.72	21.50	21.50
PI	0.05	0.00	0.00	0	0	0	558+688.76					-

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.3 Análisis de la relación entre la consistencia del diseño geométrico y los accidentes ocurridos

Finalmente se procedió a relacionar la consistencia del diseño geométrico tanto de los modelos locales como globales antes mencionados, con los accidentes ocurridos en los años 2011 al 2016 (según el anexo 11). De este modo se logra tener una identificación y comparación de cuál es el método más adecuado para las carreteras de nuestra región y su posterior complementación luego de realizar el diseño geométrico según las normas establecidas.

Relación del criterio I de Lamm y número de accidentes

Tabla 5.24
Relación del análisis de consistencia criterio I de Lamm y número de accidentes

Evaluación	Subtramo I		Subtramo II		Subtramo III	
	Nº de elementos	Nº de accidentes	Nº de elementos	Nº de accidentes	Nº de elementos	Nº de accidentes
Bueno	1	1	0	0	5	3
Regular	2	0	0	0	3	0
Malo	49	11	25	6	31	3
Total	52	12	25	6	39	6

Evaluación	Subtramo IV		Subtramo V	
	Nº de elementos	Nº de accidentes	Nº de elementos	Nº de accidentes
Bueno	3	0	2	0
Regular	2	1	3	0
Malo	38	3	56	8
Total	43	4	61	8

Fuente: Elaboración propia.

Relación del criterio II de Lamm y número de accidentes

Tabla 5.25
Relación del análisis de consistencia criterio II de Lamm y número de accidentes

Evaluación	Subtramo I		Subtramo II		Subtramo III	
	Nº de elementos	Nº de accidentes	Nº de elementos	Nº de accidentes	Nº de elementos	Nº de accidentes
Bueno	45	10	15	3	26	3
Regular	7	2	10	3	8	1
Malo	0	0	0	0	5	2
Total	52	12	25	6	39	6

Evaluación	Sub Tramo IV		Sub Tramo V	
	Nº de elementos	Nº de accidentes	Nº de elementos	Nº de accidentes
Bueno	27	3	49	8
Regular	12	1	9	0
Malo	4	0	3	0
Total	43	4	61	8

Fuente: Elaboración propia.

Relación del criterio global de Polus y número de accidentes

Tabla 5.26
Relación del análisis de consistencia criterio global de Polus y número de accidentes

Sub tramo	C (m/s)	Nivel de consistencia	Nº de elementos	Nº de accidentes
I	0.19	Pobre	52	12
II	0.55	Pobre	25	6
III	0.03	Pobre	39	6
IV	0.03	Pobre	43	4
V	0.12	Pobre	61	8

Fuente: Elaboración propia.

Relación del criterio global de Sánchez Ordóñez y número de accidentes

Tabla 5.27
Relación del análisis de consistencia criterio global de Sánchez Ordóñez y número de accidentes

Sub tramo	VVCR (%/km)	Calificación de consistencia	Irt	Nº de elementos	Nº de accidentes
I	6.16	Regular	9	47	12
II	7.02	Regular	6	40	6
III	5.79	Regular	3	21	6
IV	11.77	Mala	8	22	4
V	11.67	Mala	8	31	8

Fuente: Elaboración propia.

5.2.3.4 Ubicación de zonas críticas

Tabla 5.28
Ubicación de zonas críticas y su relación con la consistencia local y global

Sub tramo	**Zona critica (km)**	**Calificacion de consistencia local**		**Calificacion de consistencia global**	
		Lamm I	**Lamm II**	Polus	VCCR / Irt
I	513+050 513+300 513+000	Mala Mala Mala	Buena Buena Buena	Pobre	Regular / -
	514+320 514+400	Mala Mala	Buena Buena	Pobre	Regular / -
II	520+380 520+100	Mala Mala	Regular Regular	Pobre	Regular / 18.45
III	529+440 529+400	Buena Buena	Mala Mala	Pobre	Regular / 4.63
IV	552+680 552+600	Mala Mala	Buena Buena	Pobre	Mala / 22.26
V	554+410 554+400	Mala Mala	Buena Buena	Pobre	Mala / -
	556+600 556+640	Mala Mala	Buena Buena	Pobre	Mala / -

Fuente: Elaboración propia.

5.3 ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

5.3.1 De los parámetros de diseño geométrico establecidos en el Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014

De acuerdo a las características geométricas de diseño establecidas por los proyectistas de la empresa Consorcio Cosapi Translei, se obtuvo los planos post construcción, plantillas de replanteo e informes de topografía, cuyos los parámetros de diseño obtenidos fue según la norma DG-2001, vigente en la fecha 2010, que a continuación se muestra:

CARACTERÍSTICAS DE LA VÍA SEGÚN DG-2001

Red vial	Ruta PE-3N (Sección 101)
Clasificación por demanda	2º clase (Sección 102)
Clasificación por orografía	Tipo 2 y 3 (Sección 103)
Velocidad de diseño	40,50 y 60 km/h (Tabla 101.01)
Vehículo de diseño	C2 (7.3 m) (Sección 202)
Radio mínimo	30 m
Pendiente mínima	0.5% (Artículo 403.04.01)
Pendiente máxima hasta 3,000 msnm.	8% (Tabla 403.01)
Pendiente máxima para más de 3,000 msnm.	7% (Artículo 403.04.02)
Peralte en curvas	De acuerdo con las Normas (Figura 304.04)
Ancho de Calzada	6.60 m (Tabla 304.01)
Bermas	Variables (Tabla 304.02)
Bombeo	2.5 %

Para propósitos de presente investigación se utilizó el DG-2014, ya que los cambios de criterios, controles y parámetros utilizados en el presente trabajo son mínimas de una versión a otra.

A continuación se presenta en la Tabla 5.29 una comparación de los parámetros establecidos en el Manual DG-2001 y DG-2014.

Tabla 5.29
Comparación de parámetros establecidos entre el DG-2001 y DG-2014

Descripción	DG - 2001		DG - 2014	
Clasificación de la carretera	Según función (sección 101)	Sistema nacional	Según demanda (Ver Tabla 2.1)	2° Clase
	Según demanda (Sección 102)	2° Clase		
	Según orografía (Sección 103)	Tipo 2y3	Según orografía (Ver Tabla 2.2)	Tipo 2y3
Velocidad directriz/diseño	40, 50 y 60 km/h Tabla 101.01		40, 50 y 60 km/h (Ver Tabla 2.3)	
Distancia de visibilidad de parada	Figura 402.05	Valores iguales	Ver Tabla 2.5	Valores iguales
Distancia de visibilidad de paso	Figura 402.06	Valor	Figura 2.1	Valor
	Vd=40 km/h	170 m	Vd=40 km/h	170 m
	Vd=50 km/h	230 m	Vd=50 km/h	230 m
	Vd=60 km/h	290 m	Vd=60 km/h	290 m
Long. de tramos en tangente	Tabla 402.01	Valores iguales	Ver Tabla 2.7	Valores iguales
Radios mínimos	Tabla 402.02	Valor	Ver Tabla 2.8	Valor
	Vd=40 km/h	50 m	Vd=40 km/h	50 m
	Vd=50 km/h	85 m	Vd=50 km/h	85 m
	Vd=60 km/h	125 m.	Vd=60 km/h	125 m.
Pendientes	Máx. normal Tabla 403.01	7 y 8%	Máx. normal (Ver tabla 2.10)	7 y 8%
	Mínima (artículo 403.04.01)	0.5%	Mínima (artículo 303.03.01)	0.5%
Ancho de calzada	Superficie de rodadura Tabla 304.01	7.0 y 6.6 m	Superficie de rodadura (Ver tabla 2.11)	7.2 y 6.6 m
	Berma Tabla 304.02	1.5 y 1.20 m	Berma (Ver tabla 2.12)	2.0 y 1.20 m
Bombeo	Pavimento superior Tabla 304.03	2.5%	Pavimento asfáltico (Ver tabla 2.13)	2.5%
Peralte	Figura 304.04	P máx. 8%	Ver Figura 2.3	P máx. 8%

Fuente: Elaboración Propia.

5.3.1.1 Diseño geométrico en planta

El alineamiento horizontal debe permitir una operación continua del vehículo, tratando que la velocidad de diseño sea la misma en una longitud mayor de carretera como lo establece el reglamento. La clasificación por orografía y la velocidad de diseño controlan los radios de la curva, cuyo enlace con las rectas y/o espirales deben tener una combinación adecuada.

a) Tramos en tangente

Las longitudes mínimas para trazados en "S" y en "O", son necesarias para evitar que los conductores realicen un recorrido incómodo y peligroso por lo que se tiene un valor mínimo que depende de la velocidad de diseño. Así mismo, se debe tener en consideración la longitud máxima para evitar la monotonía de la conducción y el deslumbramiento.

Del total de 104 tramos en tangente evaluados según la Tabla 2.7, la longitud mínima en "S" cumple el 66%, para tramos en "O" cumple el 76% y por último la longitud máxima cumple el 98%. Se puede considerar que uno de los motivos fue la adaptación del trazo a la topografía. Además que el 92% de las tangentes no cumple con distancia de adelantamiento de acuerdo a la Tabla 2.6, el sustento de los tramos evaluados se muestra en el anexo 3.

También se obtuvo PIs que no requerían una curva horizontal por lo que se procedió a analizarla como una sola tangente.

b) Curvas circulares

Radios mínimos

El radio mínimo según la Tabla 2.8, para el presente trabajo fue de 50, 85 y 125 metros para las velocidades de 40, 50 y 60 km/h respectivamente con una orografía tipo 2 y 3. De los cinco subtramos se verificó que 101 curvas superan el radio mínimo,

y nueve curvas no cumplen con lo especificado, obteniendo valor mínimo de 53, 53 y 44.6 metros para velocidades de 40, 50 y 60 km/h respectivamente.

Relación del peralte, radio y velocidad específica

Para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga y tener una relación adecuada con el radio y la velocidad, las curvas horizontales deben ser peraltadas; para los valores de peralte máximo absoluto 8% de la Figura 2.3 (Figura 302.03 del DG-2014). De acuerdo con los datos analizados solo cumplen tres curvas con el peralte especificado y 107 curvas tienen una diferencia de porcentaje de 0.1% a 8%, resulta un porcentaje alto, que según el proyectista se debe a que se utilizó el peralte existente antes del mantenimiento periódico ejecutado.

c) Curvas de transición

Permiten tener una transición adecuada de tramos rectos a curvos, con una longitud en la que se realice el cambio gradual, los radios que permiten prescindir de la curva de transición se muestra en la Tabla 2.9 (Tabla 302.11 A del DG-2014).

De los cinco subtramos se obtuvo que en 75 curvas se necesita espiral, de los cuales solo cuatro se tienen espiral de entrada y salida, la curva de PI-196 tiene una espiral de entrada de 30 m y una espiral de salida de 60 m, donde la longitud mínima debería de ser de 34 y 49 cumpliendo solo la espiral de salida. En la curva de PI-257 tiene solo la espiral de entrada de 25 m donde la longitud mínima debería de ser de 67 y 100, en la curva de PI-258 tiene solo la espiral de entrada de 20 m donde la longitud mínima debería de ser de 30 y 42, y por último en la curva de PI-261 tiene solo la espiral de salida de 75 m donde la longitud mínima debería de ser de 47 y 69 cumpliendo solo la espiral de salida (ver anexo 3).

d) Sobreancho

Las curvas deben estar provistas del sobreancho necesario para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos; cuyo valor depende del número de carriles,

velocidad de diseño, radio y la distancia entre el eje posterior y la parte frontal del vehículo de diseño, que para este estudio fue un C2 de 7.3 m. No se utilizará la Tabla de factores de reducción por tener un ancho de vía de 6.6 m.

Se obtuvo que el 91% de las curvas no cumple con lo establecido por el reglamento, además se obtuvo diferencias que varían de 0.1 a 1.5 metros entre el peralte existente y el de diseño (ver anexo 3).

5.3.1.2 Diseño geométrico en perfil

a) Pendiente mínima

Según el artículo 303.03.01, las rasantes que tenga pendiente inferior a la mínima pueden causar problemas de drenaje de las aguas pluviales en zonas de alta precipitación y pueden conllevar al deterioro del pavimento asfaltico. En los tramos en corte se debe evitar el uso de pendientes menores de 0.5%, no obstante que las normas permiten excepcionalmente para secciones que tienen un bombeo de 2.5% adoptar el valor de 0.0% como es el caso de estudio.

Se tiene un adecuado diseño ya que la vía en estudio no presenta acumulación de aguas superficiales en la plataforma y tiene el 95% de cumplimiento de pendiente mínima, el 5% se encuentran valores entre 0.11 a 0.5% y solo un tramo tiene pendiente de 0% (ver anexo 4).

b) Pendiente máxima

Se utilizó los límites máximos de pendiente establecidos en la Tabla 2.10 (Tabla 303.01 sugerido en la Norma DG – 2014), el tramo en estudio no llegó al uso de la pendiente máxima, la máxima pendiente llega hasta 7.3% y la longitud mínima entre PI vertical es de 28.85 metros y la máxima de 785 metros. En nuestro trazo vertical no se tiene pendientes excepcionales.

c) Curvas verticales

Para el cálculo de las longitudes curvas cóncavas y convexas se debe tener en consideración el criterio de seguridad, donde se menciona que las distancias de visibilidad deben ser mayor o igual a la de parada, también menciona que para algunos casos de niveles de servicio deseado puede obligar al proyectista a diseñar las curvas con distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.

Necesidad de curvas verticales

Se cumplió con el 100% el enlace de la rasante con curvas ya sea cóncavas y convexas para la diferencia algebraica de pendientes mayor a 1% como el establece el reglamento (ver anexo 4).

Longitud mínima de curva convexa por distancia de visibilidad de parada

De los datos procesados según la Figura 2.6, tenemos que el 6 % de las curvas no cumple con la distancia mínima de parada. Por lo que se tendría tramos de la carretera que no estarían acorde con la seguridad y una apreciación visual adecuada, por lo que se debe prohibir mediante las señalizaciones verticales y horizontales el adelantamiento de los vehículos (ver anexo 4).

Longitud mínima de curva cóncava por distancia de visibilidad de parada

Para las curvas cóncavas según la Figura 2.8 se tuvo un menor porcentaje de incumplimiento del 2%, por lo que como el caso anterior también debe prohibir mediante las señalizaciones verticales y horizontales y prohibir el adelantamiento de los vehículos (ver anexo 4).

Longitud mínima de curvas convexa por distancia de visibilidad de adelantamiento

Según la Figura 2.7 la distancia de paso o adelantamiento para las velocidades de 40, 50 y 60 km/h debería ser de 170, 230, y 290 metros respectivamente, por lo que en

todo el tramo no se cumple lo indicado en las normas, como se demuestra en el anexo 04.

5.3.1.3 Diseño geométrico en sección transversal

Los elementos que determinan la sección transversal de la carretera, se basa en la clasificación de la vía, la orografía que atraviesa, y la velocidad diseño. Donde la calzada es la más importante para el nivel de servicio provisto, pero también las bermas, cunetas, taludes, ancho de zona o derecho de vía y elementos complementarios es necesario su adecuado diseño para el correcto funcionamiento de la vía.

a) Anchos mínimos de calzada

Según las planillas de replanteo obtenido, se tiene el ancho de calzada del km 510+00 al km 536+170 es de 6.60 metros, del km 636+170 al km 561+060 es de 6.00 metros y del km 561+060 al km 570 es de 6.60 metros. Por tanto tenemos que el 53% de los subtramos en estudio cumplen con el ancho mínimo especificado en Tabla 2.11, el cual debería ampliarse el calzado como un proyecto de mejoramiento de la vía.

b) Bermas

El ancho mínimo que debería tener la carretera es de 1.2 metros según 2.12, pero en campo no se cumple por lo que está afectado el confinamiento de la capa de rodadura y la seguridad para el estacionamiento y maniobras de vehículos en casos que se tenga alguna emergencia.

c) Bombeo

De los valores obtenidos se tiene un adecuado cumplimiento, cuyo valor adoptado de 2.5% trabaja de forma adecuada para el correcto drenaje los niveles de precipitaciones pluvial de la zona según la Tabla 2.13.

Finalmente, se proporciona a continuación un breve resumen de la verificación del cumplimiento de la norma.

El tramo en estudio comenzó en el km 510+000 a la altura del puente Ucuschaca finalizando en el km 570+000 referencia el puente Tacllan de la ciudad de Huaraz, cuyos planos postconstrucción fueron obtenidos de la empresa Consorcio Cosapi Translei, encargada del servicio de gestión y conversación vial desde el año 2010 hasta año 2016, por encargo de Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

Una de las restricciones que tuvo la empresa fue que según contrato se debería mantener el trazo de la plataforma existente imposibilitando la mejora del diseño geométrico de la vía; por tanto, se dio mayor valor al objetivo concerniente a la economía que al de seguridad y comodidad de los usuarios.

Para el diseño geométrico en planta concerniente a los tramos en tangente se tiene un promedio del 71% de cumplimiento de las longitudes mínimas, en cuanto al radio mínimo 92% de cumplimiento, también tenemos un porcentaje que llama la atención del peralte y sobreancho que solo cumple el 3% y el 9% respectivamente. Además, en el 68% de las curvas no se realizó el diseño y colocación de las espirales que obligatoriamente deberían tener para evitar las discontinuidades en el trazo, esto se debe en gran medida a la orografía tipo 2 y 3 existente en la zona además de mantener según contrato la plataforma existente teniendo así en consideración que no se priorizó la comodidad y seguridad de la vía sino el aspecto económico.

Diseño geométrico en perfil en términos generales se encontró un adecuado diseño de la rasante en cuanto a las pendientes mínimas y máximas, las longitudes de las curvas cóncavas y convexas por distancia de visibilidad de parada cumplen en un 98% y 94%. Un resultado inesperado fue que ninguna curva convexa cumple por distancia de visibilidad de paso o adelantamiento por lo que se tendría que tener señalizaciones verticales y horizontales que prohíban el adelantamiento de los vehículos y se debería considerar tener carriles adicionales en determinados tramos ya que no estarían acorde con la seguridad y una apreciación visual adecuada.

Con referencia al diseño geométrico en sección trasversal se tiene que el 53% del tramo en estudio solo cumple con el ancho mínimo de 6.60 metros establecido en la norma. En bermas no se pudo cuantificar el grado de cumplimento ya que no se contó con los datos de campo y solo el bombeo cumplió con lo especificado por la norma.

El porcentaje de incumplimiento en la verificación del diseño geométrico se debe en gran medida a que el contrato de servicio y gestión conservación vial establecía respetar el trazo inicial no pudiendo hacer mejoras en el trazo.

5.3.2 De la selección de modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico

En la actualidad se conoce muy poco de cuál de los modelos se debe usar en nuestro país, en el Manual DG-2014, la sección 602 hace mención a la consistencia del diseño geométrico, que hace referencia sobre algunos criterios generales como las combinaciones recomendables de la carretera con sus elementos complementarios y las combinaciones no recomendables, pero no el modelo matemático a usar, por lo que en este estudio se ha realizado en análisis correspondiente en el marco teórico donde existen los modelos locales y globales de las investigaciones llevadas a cabo por diversos autores en los últimos años, que para cada grupo hay una gran variedad de modelos que se basan en distintos tipos de enfoque y reglas para su aplicación.

En cuanto al modelo local se ha tenido por conveniente usar el Criterio I y II de Lamm, por ser el de mayor aceptación internacionalmente y sirve como base de comparación para los nuevos modelos a crearse. Así mismo, para el modelo global se analizó el criterio global de Polus y del autor Sánchez Ordoñez; el primero permite estimar cuantitativamente de forma integral un tramo homogéneo la seguridad vial mediante el uso de la desviación estándar de la velocidad y el valor de Ra para obtener umbrales de consistencia pueden ser buena, aceptable o pobres. El segundo, que en síntesis hace la propuesta de incorporar el cambio de curvatura vertical (VCCR) que se obtendrá una calificación de buena, regular o mala, determinar el perfil de velocidades y por ultimo las reapariciones del trazado (Irt) que permite determinar si

existe o no la probabilidad que se presente las reapariciones del trazado, que va depender de los valores de cálculo del índice en mención.

5.3.3 De la evaluación de consistencia del diseño geométrico

5.3.3.1 Estimación del perfil de velocidad

El soporte a esta investigación procede de una adecuada estimación del perfil de velocidades, los autores Echaveguren (2013), Pérez, Camacho y García (2011) y otros, señalan que los perfiles de velocidad en su recorrido del trazado de la geometría obtenidos de la velocidad de operación tanto de los elementos de curvas como rectas, es uno de los factores más importantes y estudiados en el análisis de la seguridad vial por su relación con la accidentalidad.

El desarrollo de esta investigación se obtuvo cinco subtramos homogéneos (ver anexo 6) dentro de los km 510+000 al km 570+000.

Es necesario considerar una serie de limitaciones importantes al ser una estimación de la velocidad de operación en el modelo se puede tener deficiencias relacionadas con la toma de datos, hipótesis no realistas de los conductores, entre otros, que se deben tener en consideración para un adecuada elaboración del perfil continuo de la carretera en estudio.

a) Procesamiento de datos geométricos

Para el análisis de los modelos elegidos fue necesario contar con los datos detallados y exactos de la geometría existente de la vía (ver anexo 1, 2 y 5), para el presente estudio se encontraron disponibles tanto en los elementos de planta, perfil y sección trasversal que nos permitió relacionar la geometría y velocidad.

b) Obtención de tramos con características homogéneas

Para la obtención de los cinco subtramos se procedió a elaborar un gráfico de progresivas (km) vs ángulo de deflexión acumulado (gon), cuyo cambio de pendiente establecía cambio de tramo homogéneo (ver anexo 6).

Además, se tuvo en consideración las condiciones particulares de la vía para la delimitación y se concuerda con el autor Sánchez (2011) donde menciona que para el análisis de consistencia los tramos en estudio deben independizarse de factores que afecten la velocidad de operación como son el paso de zonas urbanas, peajes, puentes e intersecciones, que a continuación se detalla.

-Subtramo I: km 510+000 (Puente Ucuschaca) al km 519+500 (cambio de pendiente).
-Subtramo II: km 519+500 al km 526+300 (Peaje Catac).
-Subtramo III: km 529+200 (cambio de pendiente) al km 534+500 (zona urbana Catac).
-Sub tramo IV: km 548+000 (fin de zona urbana Recuay) al km 553+000 (Puente Bedoya.
-Sub tramo V: km 553+000 (Puente Bedoya) al km 558+500 (Puente Mashuan).

La longitud mínima elegida no tenía que ser menor a 4 km para una velocidad de diseño de 60 km/h como lo establece el tópico 204.01 del Manual DG-2014 y no ser más de 10 km para el análisis de consistencia del criterio global Polus.

c) Elección del modelo predictivo de velocidad de operación

Según el Manual DG-2014 se debe utilizar el modelo de predicción de velocidad de operación del autor Fitzpatrick et al. (2000) según la Tabla 2.4, que tiene 10 condiciones tanto para el alineamiento horizontal como vertical dependiendo de la configuración geométrica que tenga la vía, estas ecuaciones dependen del radio de curvatura, velocidad deseada, pendientes y limitaciones de las distancias de visibilidad. Además, se debe tener en consideración los valores de aceleración y deceleración que corresponda a cada una de las condiciones (ver Tabla 2.16), para

obtener un perfil de velocidad continúo y teórico. Debemos acotar que en el Perú no existe un modelo calibrado acorde a nuestra realidad.

d) Construcción del perfil de velocidad

Como se puede verificar en las Figuras 5.17, 5.18, 5.19, 5.20 y 5.21, se tuvo las siguientes consideraciones:

Para la estimación de velocidad de operación en curvas el modelo asume que será constante en toda su longitud, cuya variable es la inversa del radio, que se relaciona mediante un modelo de regresión lineal y no se consideró las aceleraciones y deceleración.

La estimación de la velocidad de operación en rectas se tiene seis casos (A, B, C, D, E y F) mencionado en el marco teórico que dependen básicamente de la longitud de la tangente, para tangentes largas (caso A y B) se ha seleccionado una velocidad deseada de 100 km/h que de acuerdo a campo y al reglamento de tránsito un conductor puede recorrer en la carretera aproximadamente. Los casos C y E son casos teóricos ya que en este estudio no se presentó que la distancia de la recta es estrictamente necesaria para cambiar la velocidad de los conductores y adaptarse totalmente a la velocidad en la siguiente curva, y los casos D y F que fueron los de mayor aplicación en los subtramos de estudio. Además, se consideró las tasas de aceleración y deceleración de acuerdo a la Tabla 3.3 para la transición recta curva, y se concuerda con los autores Pérez, Camacho y García (2011) quienes mencionan que son importantes para la conformación de un perfil de velocidades adecuado y la obtención de transiciones pero que tradicionalmente son poco estudiadas debido a la complejidad.

Un factor importante para el análisis de consistencia es una adecuada construcción del perfil de velocidades (ver anexo 7).

5.3.3.2 Evaluación de la consistencia según distintos modelos

Este estudio proporciona una gran oportunidad para contribuir al conocimiento del análisis de consistencia del diseño geométrico, los modelos de evaluación que fueron escogidos son los más importantes y lo últimos estudios realizados por los diferentes investigadores internacionales, cuyos resultados se pueda contrastar la aplicabilidad en las carreteras de nuestra zona.

El análisis de los sub tramos comprende para un sentido de circulación del Centro Poblado de Conococha (km 510+000) hacia la cuidad de Huaraz (km 570+000) que a continuación se detalla.

a) Modelos de evaluación local

Criterio I de Lamm

Se puede ver en la Tabla 5.16 que un porcentaje minoritario del trazo geométrico califican como BUENO que son menores al 13% y de REGULAR que son menores a 8% en el análisis de consistencia, siendo el subtramo II el más crítico por tener todos sus elementos geométricos de consistencia MALO, por ende se ha identificado una serie de tendencias que las velocidad de operación y de diseño no se encuentran en correspondencia y poca coherencia.

Basándonos en estos resultados en general más del 79% del número de elementos geométricos de los subtramos tienen una consistencia cuya evaluación es de MALO debido a que la diferencia de valores entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño se encuentran en un rango mayor de 20 km/h (ver Tabla 2.18) cuya ocurrencia de accidentes es posible debido al cambio inesperado de velocidad, donde expectativas del conductor pueden ser sorprendido en su recorrido (ver anexo 8).

Criterio II de Lamm

A partir de los resultados de la Tabla 5.17, se obtuvo el porcentaje que varía entre el 60% y 87% del trazo geométrico califican como BUENO, de REGULAR varía entre 13% y 40% presentando mejores valores de los niveles de consistencia los sub tramos I,III y V, también se aprecia que el subtramo II y IV tienen una consistencia MALO que varía solo entre el 9% y 13% del total de sus elementos geométricos (ver Tabla 2.18), además se pone de manifiesto que esta segunda medida de consistencia se realizó mediante la diferencia de velocidades de operación de los elementos geométricos sucesivos donde las expectativas de los conductores suelen tener una transición gradual y no se vean sorprendidos por un cambio súbito de velocidades en su recorrido (ver anexo 8).

b) Modelos de evaluación global

Criterio Global de Polus

Como se muestra en la Tabla 5.18 el nivel de consistencia según la Tabla 2.19 obtenido es de "Pobre" para todos los subtramos cuyo valores de C (m/s) varían entre 0.03 para los tramos III y IV siendo el mínimo y de 0.55 máximo en el sub tramo II.

Como se menciona en el estudio realizado por Echaveguren 2012, el método de Polus et al. (2004) está basado en dos conceptos primero la diferencia entre la velocidad de operación respecto de la velocidad de operación media del tramo en estudio y segundo la desviación estándar de la velocidad a lo lardo del tramo (ver anexo 9).

Criterio global de Sánchez Ordóñez

Los resultados obtenidos del cambio de curvatura vertical para los subtramos I,II y III varían entre 6.16 %/km, 7.02 %/km, 5.79 %/km respectivamente dando como resultado una consistencia de Regular (según Tabla 2.20), lo que comprende algunas deficiencias en la seguridad vial que con unas adecuadas señalizaciones pueden

funcionar de manera adecuada ya q no llegan a ser críticas, en el caso de los sub tramos IV y V se tiene 11.77 %/km y 11.67 %/km cuyas consistencias en de Mala (según Tabla 2.20), siendo un fuerte factor de riesgo que podría causar potenciales accidentes en ambos sub tramos. Además se obtuvo valores del índice de reaparición del trazado valores entre 3 y 9 con la probabilidad que se produzca reaparición del trazado (ver anexo 10 y Tablas 5.19, 5.20, 5.21, 5.22 y 2.23).

5.3.3.3 Análisis de la relación entre la consistencia del diseño geométrico y los accidentes ocurridos

Un análisis importante procedente de esta investigación es obtener la relación de la evaluación de la consistencia del diseño geométrico con los accidentes ocurridos entre los años 2011 al 2016, que a continuación se detalla:

Para el primer modelo de evaluación local Criterio I Lamm que se destaca en la Tabla 5.24, para el subtramo I, de un total de 52 elementos geométricos (rectas y curvas) se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno y Regular de 3 elementos geométricos y 1 accidente , y se ha detectado que de 49 elementos cuya evaluación fue de Malo se tuvo 11 accidentes, para el subtramo II el diseño se presenta como Malo en sus 25 elementos geométricos con 6 accidentes ocurridos, para el subtramo III se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno y Regular de 8 elementos geométricos y 3 accidentes, además de observa que de 31 elementos cuya evaluación fue de Mala se tuvo 3 accidentes , para el subtramo IV se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno y Regular de 5 elementos geométricos y 1 accidente, y se observa que de 38 elementos cuya evaluación fue de Malo se tuvo 3 accidentes, por último en el subtramo V se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno y Regular de 5 elementos geométricos sin ningún accidente, y se observa que de 56 elementos cuya evaluación fue de Mala se tuvo 8 accidentes, estos resultados guardan relación con la diferencia de velocidades de operación mayor a 20 km/h con la velocidad de diseño, dado como resultado de evaluación de Malo y concordante con los accidentes ocurrido por lo que es recomendable la aplicación de este criterio.

Por el contrario la Tabla 5.25 resume los resultados del segundo criterio II Lamm obteniéndose resultados discrepantes en los 5 subtramos analizados, para el sub tramo I, se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno 45 elementos geométricos resultando 10 accidentes , y se ha detectado que de 7 elementos cuya evaluación fue de Regular se tuvo 2 accidentes, para el sub tramo II se presenta como Bueno en sus 15 elementos geométricos con 3 accidentes ocurridos de consistencia Regular 10 elementos y 3 accidentes, para el subtramo III se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno 26 elementos geométricos y 3 accidentes, además de observa que de 8 elementos cuya evaluación fue de Regular se tuvo 1 accidente y de 5 elementos de consistencia Mala ocurrieron 2 accidentes , para el subtramo IV se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno de 27 elementos geométricos y 3 accidentes, y se observa que de 12 elementos cuya evaluación fue de Regular se tuvo 1 accidente, para finalizar en el subtramo V se obtuvo la evaluación de la consistencia de Bueno de 49 elementos geométricos y 8 accidentes, y se observa que de 12 elementos cuya evaluación fue de Regular y Malo no presento accidente alguno , esta tendencia se debe a la diferencia de velocidades de operación entre elementos geométricos consecutivos en su mayoría son menores de 10 km/h dando como evaluación Buena en zonas en las que ha ocurrido accidentes por lo que este criterio no es aplicable para el caso en estudio.

Para el análisis del criterio global de Polus la Tabla 5.26 muestran que los 5 sub tramos se encuentra en un nivel de consistencia “Pobre”, con un rango 4 a 12 accidentes ocurridos. Esto se debe esencialmente a un alto valor desviación estándar de la velocidad de operación respecto de la velocidad media de los subtramos en estudio, según este criterio se debería rediseñar la carretera.

Finalmente Tabla 5.27 muestra los resultados del análisis de consistencia usando los valores del cambio de curvatura vertical (VCCR) y del índice de reaparición del trazado (Irt). En los subtramos I, II y III la clasificación de consistencia es de “Regular” con 12, 6 y 6 accidentes respectivamente, en tanto que el resto de subtramos se encuentran con una clasificación “Pobre” (IV y V) y para los valores de Irt se obtuvo un mínimo valor de 3 en el sub tramo III y un máximo de 9 en subtramo I. Esto se debe a que hay problemas de consistencia en el diseño geométrico en perfil, debido a

cambios de curvatura vertical que generan limitaciones a la visibilidad o incertidumbre en el conductor, en los primeros tres subtramos se recomienda una de señalización vertical adecuada y en los últimos dos se recomienda rediseñar la geometría de la carretera.

En los anexos 08, 09 y 10 se pueden conocer a detalle el elemento geométrico con la evaluación de la consistencia del diseño geométrico y la relación de accidentes ocurridos en el anexo 11.

5.3.3.4 Ubicación de zonas criticas

Se identificó en la Tabla 5.28 las progresivas de los 7 elementos geométricos 3 ellos curvas y 4 tangentes en la que ocurrieron accidentes, siendo el subtramos I y V los que alcanzaron la mayor cantidad (entre 4 a 5) accidentes, y en los subtramos II, III y IV de 2 accidentes en cada sub tramo. Al ser contrastadas con el análisis de consistencia se obtuvo que la mayoría de ellas su evaluación fue de “Mala” a “Regular” tanto para la modelo global y local y solo el criterio II de Lamm se obtuvo una consistencia de “regular” en un elemento geométrico del subtramo II, una evaluación de “mala” en un elemento geométricos del subtramo III y las restantes una clasificación de “buena”. Estas zonas son un factor de riesgo para la seguridad vial. Por ende se debe implementar las medidas de seguridad de transito efectivas como un mejoramiento puntual de trazado a mediano plazo y una mejora de la señalización en un corto plazo para minimizar la los accidentes.

DISCUSIÓN

Este estudio muestra resultados que subrayan las conclusiones obtenidas en gran parte de los trabajos previos en este campo que guardan relación con lo que sostiene Sánchez Ordóñez (2011), Garach Morcillo (2013), Pérez Zuriaga (2012), García, Camacho, Pérez, Moreno y Llorca (2013), quienes plantean el estudio e incorporación de la consistencia del diseño geométrico como principal herramienta para la mejora de la seguridad vial, tanto para proyectos de nuevo trazados, mejoramiento puntual de trazado como para proyectos de mejoramiento de trazado.

En lo que respecta al cumplimiento de los parámetros establecido en el manual de carreteras los autores Callupe (2010), Echaveguren y Sáez (2001), García, Camacho, Pérez, Moreno y Llorca (2013) concuerdan que la aplicación de las normas de diseño geométrico no garantizan tener como resultado un diseño con una buena seguridad vial; para el diseño geométrico uno de los parámetros más importantes es la elección de la velocidad de diseño, el Manual DG-2014 menciona que está en función básicamente de la clasificación por demanda y la orografía, y no incorpora el comportamiento del conductor en dicho proceso, por lo que se traduce que el grado de cumplimiento de normas establece una seguridad nominal mas no una seguridad real. Por ello es necesario tomar en cuenta los factores asociados a la interacción conductor y carretera mediante la consistencia del diseño geométrico para la mejora de la seguridad vial.

Para la evaluación de la consistencia del diseño geométrico en la literatura existen cuatro criterios de evaluación basadas en la estabilidad del vehículo, índice de trazado, carga de trabajo del conductor y el de velocidad de operación, que dependen del enfoque y método a aplicar, este último es una de las técnicas más utilizadas como se concuerda con Pérez, Camacho y García (2011) entre otros, debido a que se analiza las variaciones de la velocidad de operación (V_{85}) en elementos geométricos consecutivos y cuyo estudio está relacionado con los accidentes que se puedan ocasionar, además permite evaluar elementos geométricos individuales como en un tramo determinado. Por ello, es necesario tener en cuenta la aplicación para el modelo de evaluación local el criterio I de Lamm y en el modelo de evaluación global el

criterio global de Polus o el modelo del autor colombiano Sánchez Ordoñez, teniendo en consideración que debido a los resultados obtenidos el primero es más conservador.

Por último, se detectaron siete zonas críticas cuya evaluación de consistencia en su mayoría fueron de “regular” a “malas”, y tuvieron relación con los accidentes ocurridos desde el año 2011 al 2016, demostrando ser una herramienta importante para la ubicación y análisis de zonas críticas en las carreteras para poder implementar medidas de seguridad como una en la señalización o un rediseño de la zona inadecuada y de este modo minimizar los accidentes de tránsito.

CONCLUSIONES

- La consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial que se obtuvo fue de regular a mala en todos los subtramos. Conociendo este análisis se puede reducir los accidentes considerablemente y mejorar la seguridad vial con proyectos de mejoramiento de trazado, sin ocasionar perjuicios de grandes costos, cuyo éxito depende en gran medida de los modelos calibrados y adaptados a nuestra realidad.

- Este estudio podría sugerir que el cumplimiento de los parámetros establecidos en el Manual de Diseño Geométrico no garantizan la seguridad vial en la carretera de estudio.

- Se debe emplear el criterio I de Lamm como modelo local, y de los autores Polus y Sánchez Ordoñez como modelos globales, teniendo en consideración que el modelo de Polus resulta una evaluación más conservadora, todos basados en la velocidad de operación y de aceptación internacional.

- Se realizó la evaluación de la consistencia del diseño geométrico de cinco subtramos donde se pudo detectar siete zonas críticas cuya evaluación de consistencia en su mayoría fueron de “regular” a “malas”, y tuvieron relación con los accidentes ocurridos, demostrando ser una herramienta importante para la ubicación y análisis de zonas críticas en las carreteras de esta manera poder implementar medidas de seguridad como la señalización o un rediseño de la zona inadecuada, de este modo se podrá lograr minimizar los accidentes de tránsito.

RECOMENDACIONES

- Sugerimos que en la futura actualización del Manual de Carreteras Diseño Geométrico DG-2014 la estimación de la velocidad de operación V_{85}, sea acorde a nuestra realidad nacional, para obtener perfiles de velocidad más precisos y adecuados, contemplando las condiciones de alineamiento elaboradas por el autor Fitzpatrick, por ser el modelo aceptado a nivel internacional.

- Tendrán que llevarse a cabo otros estudios que tomen en cuenta las señales verticales y horizontales, considerando la eficiencia de su cumplimiento.

- Se puede considerar para una fase inicial del diseño geométrico hacer uso de programas computacionales flexibles como el IHSDM, de módulos versátiles y sencillos de aplicar, siendo una alternativa para conocer la evaluación de la consistencia, y realizando los ajustes necesarios podemos tener un análisis a priori y mejorar los diseños.

- El Ministerio de Transporte y Comunicaciones, encargada de velar por la seguridad vial de las carreteras en el Perú, deberá impulsar la aplicación de estas herramientas para difundir y utilizarlas de forma planificada y adecuada en concordancia con la realidad peruana.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Callupe Morales, A. (2010). *Incremento de la Seguridad Vial Mediante el Análisis de Consistencia del Diseño Geométrico.* (Tesis de Grado). Univesidad Nacional de Ingenieria, Lima. Recuperado de http://cybertesis.uni.edu.pe/bitstream/uni/4277/1/callupe_ma.pdf

Cárdenas Grisales, j. (2008). *Diseño geométrico de carreteras.* Bogotá: Kimpres Ltda.

Chocontá Rojas, P. A. (2004). *Diseño geométrico de vías.* Bogotá: Escuela Colombiana de Ingeniería.

Echaveguren, T. (2012). Análisis de consistencia de caminos bidireccionales usando mediciones continuas de velocidad de operación obtenidas con GPS. *Revista Ingeniería de Construcción Vol. 27 Nº2*, 55-70.

Echaveguren, T., y Cárdenas, E. (2013). Comparacion de metodos de analisis de consistencia de curvas horizontales aisladas usando datos empiricos. *XVI Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte – Santiago – 21 - 25 Octubre 2013.* Chile.

Echaveguren, T., y Sáez, J. (2001). Indicadores de Consistencia en el Diseño Geométrico de Carreteras. *X Congreso Chileno de Ingeniería de Transporte*, (págs. 315 - 327). Chile.

Echaveguren, T., Altamira, A., Vargas-Tejeda, S., & Riveros, M. (2009). Criterios para el análisis de la consistencia del diseño geométrico: velocidad, fricción,visibilidad y criterios agregados. *Artículo A-59. XV Congreso Argentino de Vialidad y Tránsito. Argentina.*

Espinales Cedeño, R. (2011). *Revisión de la Seguridad Vial en el camino rural Tutumbe - Río Meriano mediante la aplicación del software IHSDM.* (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo.

Garach Morcillo, L. (2013). *Medida de la Consistencia en Carreteras Convencionales y su Relación con la Seguridad Vial. Aplicación a la Provincia de Granada* . (Tesis doctoral). Universidad de Granada, Granada. Recuperado de https://hera.ugr.es/tesisugr/22507863.pdf

García, A., Camacho, F., y Pérez, A. (2013). *Integración de la consistencia en el Proceso de Diseño Geometrico de Carreteras.*

García, A., Camacho, F., Pérez, A., Moreno, A., y Lorca, C. (2013). *"Nuevo proceso de diseño geométrico para unas carreteras convencionales más seguras".* Cuaderno Tecnológico de la PTC 6/2013. Plataforma Tecnológica Española de la Carretera, Madrid. Recuperado de http://www.ptcarretera.es/wp-content/uploads/2015/09/PTC_Cuaderno-Tecnol%C3%B3gico-n%C2%BA6_2013.pdf

Huamancayo Quiquin, C. (2012). *Análisis y Evaluación de Tramos de Concentración de Accidentes de Tránsito y Propuesta de Mitigación en la vía Libertadores-Ayacucho.* (Trabajo de grado). Universidad Nacional de Ingenieria, Peru.

Manríquez Castillo, D. (2010). *"Estudio de Seguridad Vial para caminos Llanos de la Región del Bíobío del Programa Caminos Básicos 5000".* (Tesis).Universidad Del Bio - Bio,Concepción.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2013). *Glosario de Términos de Uso Frecuente en Proyectos de Infraestructura Vial.* Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima, Perú.

Ministerio de Transporte y Comunicaciones. (2014). *Manual de Carreteras-Diseño Geométrico DG-2014.* Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Lima, Perú.

Pérez Zuriaga, A. (2012). *Caracterización y Modelación de la Velocidad de Operación en Carreteras Convencionales a partir de la Observación Naturalística de la Evolución de Vehículos Ligeros.* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Valencia, Valencia. Recuperado de https://riunet.upv.es/bitstream/handle/10251/16701/tesisUPV3873.pdf?sequence=1&isAllowed=y

Pérez, A., Camacho, F., y García, A. (2011). *"La velocidad de operación y su aplicación en el análisis de la consistencia de carreteras para la mejora de la seguridad vial".* Cuaderno Tecnológico de la PTC 6/2011. Plataforma Tecnológica Española de la Carretera, Madrid. Recuperado de http://www.ptcarretera.es/wp-content/uploads/2015/09/Cuaderno-PTC_6-2011_Velocidad-de-operaci%C3%B3n-en-seguridad-vial.pdf

Posada-Henao, J., Cadavid-Agudelo, S., y Castro Gómez, L. (2014). "Consistencia en el diseño. Predicción de la velocidad de operación en. *Ingeniería Solidaria, vol. 10, n.° 17,*, pp. 39-47.

Sánchez Ordóñez, J. (2011). *Metodología para la Evaluación de la Consistencia del Trazado de Carreteras Interurbanas de Dos Carriles.* (Tesis doctoral). Universidad Politécnica de Madrid, Madrid. Recuperado de http://oa.upm.es/11371/1/JOSE_FERNANDO_SANCHEZ_ORDO%C3%91EZ.pdf

Velez Garcia, V. (2011). *Consistencia y Seguridad Vial en el Tramo de Carretera Jipijapa – Julcuy (Carretera Rural).* (Tesis de Maestría). Universidad Técnica de Manabí, Portoviejo.

ANEXOS

Anexo 1: Características geométricas en planta.

Anexo 2: Características geométricas en perfil.

Anexo 3: Evaluación del diseño geométrico en planta.

Anexo 4: Evaluación del diseño Geométrico en perfil.

Anexo 5: Características geométricas y evaluación del diseño geométrico en sección transversal.

Anexo 6: Obtención de tramos homogéneos.

Anexo 7: Estimación del perfil de velocidad.

Anexo 8: Cálculo de la consistencia Criterio I y II de Lamm.

Anexo 9: Cálculo de la consistencia Criterio global de Polus.

Anexo 10: Cálculo del cambio de curvatura (VCCR)

Anexo 11: Datos de accidentes.

Anexo 12: Matriz de consistencia

Anexo 1: Características geométricas en planta.

Anexo 1: Características geométricas en planta

Curva/Tangente	Angulo	Sentido	Radio	Velocidad	L Espiral	L Curva/	L Espiral	Tangete	Externa	TE	EC/PC	CE/PT	ET	PI	ESTE	NORTE	ESTE	NORTE	Subtramo
Nro	Deflexión		(m)	(Km/h)	Entrada	L Tangente	Salida								PI Tangentes	PI Tangentes	PI curva	PI curva	
PI-49	68° 26' 52.0"	D	63	60		75.262		42.853	13.193		509+886.97	509+962.24		509+929.83	243179.354	8894969.489	243179.354	8894969.489	
Tang.						54.509													
PI-50	90° 49' 16.5"	I	53.5	60		84.804		54.272	22.709		510+016.75	510+101.55		510+071.02	243299.503	8895061.993	243299.503	8895061.993	
Tang.						199.787													
PI-52	34° 3' 21.4"	D	112	60		66.571		34.302	5.135		510+301.34	510+367.91		510+335.64	243119.899	8895287.591	243119.899	8895287.591	
Tang.						159.877													
PI-53	26° 6' 38.9"	I	335	60		152.666		77.682	8.889		510+527.79	510+680.45		510+605.47	243098.035	8895558.571	243098.035	8895558.571	
Tang.						190.264													
PI-54	9° 51' 35.7"	D	225	60		38.72		19.408	0.835		510+870.72	510+909.44		510+890.12	242951.226	8895805.592	242951.226	8895805.592	
Tang.						72.561													
PI-55	48° 45' 21.9"	I	164	60		139.557		74.318	16.053		510+982.00	511+121.56		511+056.32	242892.003	8895960.978	242892.003	8895960.978	
Tang.						81.656													
PI-56	20° 21' 29.7"	D	215	60		76.394		38.604	3.438		511+203.21	511+279.61		511+241.82	242709.605	8896028.738	242709.605	8896028.738	
Tang.						107.374													
PI-57	10° 2' 40.5"	I	410	60		71.877		36.031	1.58		511+386.98	511+458.86		511+423.01	242571.698	8896147.518	242571.698	8896147.518	
Tang.						132.1													
PI-58	41° 11' 38.3"	D	162	60		116.473		60.882	11.063		511+590.96	511+707.43		511+651.84	242374.767	8896264.418	242374.767	8896264.418	
Tang.						178.3													
PI-59	24° 40' 29.4"	I	357	60		153.745		78.083	8.439		511+885.73	512+039.47		511+963.81	242276.136	8896565.963	242276.136	8896565.963	
Tang.						167.891													
PI-60	33° 33' 42.5"	I	419.5	60		245.728		126.502	18.659		512+207.37	512+453.09		512+333.87	242023.123	8896839.316	242023.123	8896839.316	
Tang.						369.054													
PI-62	9° 57' 51.8"	D	1010	60		175.651		88.047	3.831		512+822.15	512+997.80		512+910.19	241456.344	8896978.429	241456.344	8896978.429	
Tang.						375.395													
PI-63	15° 4' 3.7"	D	448	60		117.816		59.25	3.901		513+373.19	513+491.01		513+432.44	240978.473	8897190.199	240978.473	8897190.199	
Tang.						122.645													
PI-64	19° 19' 28.4"	D	269	60		90.728		45.799	3.871		513+613.65	513+704.38		513+659.45	240801.443	8897333.393	240801.443	8897333.393	Subtramo I
Tang.						516.864													
PI-65	17° 29' 48.7"	I	592	60		180.784		91.101	6.969		514+221.24	514+402.03		514+312.35	240457.84	8897889.58	240457.84	8897889.58	
Tang.						1434.971													
PI-66	43° 1' 37.2"	D	302.6	60		227.241		119.28	22.661		515+837.00	516+064.24		515+956.28	239212.243	8898964.601	239212.243	8898964.601	
Tang.						57.209													
PI-67	46° 25' 42.0"	I	162	60		131.273		69.481	14.271		516+121.45	516+252.72		516+190.93	239185.777	8899209.142	239185.777	8899209.142	
Tang.						112.907													
PI-68	21° 8' 31.6"	D	272	60		100.368		50.761	4.696		516+365.63	516+466.00		516+416.39	239000.547	8899350.734	239000.547	8899350.734	
Tang.						201.423													
PI-69	34° 29' 31.8"	D	181	60		108.962		56.188	8.521		516+667.42	516+776.38		516+723.61	238839.592	8899613.768	238839.592	8899613.768	
Tang.						198.71													
PI-70	9° 26' 1.3"	I	310	60		51.041		25.578	1.053		516+975.09	517+026.13		517+000.67	238854.412	8899893.853	238854.412	8899893.853	
Tang.						321.09													
PI-71	52° 52' 56.0"	I	166.5	60		153.674		82.8	19.452		517+347.22	517+500.90		517+430.02	238806.505	8900320.641	238806.505	8900320.641	
Tang.						122.44													
PI-72	12° 17' 20.0"	D	520	60		111.53		55.98	3.005		517+623.34	517+734.87		517+679.32	238581.925	8900454.056	238581.925	8900454.056	
Tang.						119.264													
PI-73	22° 31' 49.5"	I	280	60		110.104		55.773	5.501		517+854.13	517+964.24		517+909.90	238412.976	8900611.615	238412.976	8900611.615	
Tang.						82.023													
PI-74	25° 48' 25.2"	D	243	60		109.451		55.67	6.295		518+046.26	518+155.71		518+101.93	238231.728	8900679.278	238231.728	8900679.278	

Tang.						696.901													
PI-75	15° 5' 53.0"	D	242	60		63.77		32.071	2.116		518+852.61	518+916.38		518+884.68	237689.421	8901246.345	237689.421	8901246.345	
Tang.						227.905													
PI-76	30° 32' 37.6"	D	201	60		107.151		54.881	7.358		519+144.29	519+251.44		519+199.17	237538.588	8901522.723	237538.588	8901522.723	
Tang.						109.467													
PI-77	42° 21' 20.5"	D	191	60		141.196		73.999	13.834		519+360.90	519+502.10		519+434.90	237546.576	8901760.937	237546.576	8901760.937	
Tang.						0.041													
PI-78	31° 54' 24.4"	D	211	60		117.501		60.318	8.452		519+502.14	519+619.64		519+562.46	237640.373	8901857.135	237640.373	8901857.135	
Tang.						387.124													
PI-79	124° 3' 9.9"	I	211.4	60		457.708		398.028	239.284		520+006.77	520+464.48		520+404.79	238461.377	8902059.053	238461.377	8902059.053	
Tang.						240.378													
PI-80	33° 59' 48.4"	D	257	60		152.492		78.565	11.74		520+704.85	520+857.35		520+783.42	237929.655	8902540.008	237929.655	8902540.008	
Tang.						124.508													
PI-81	33° 16' 14.3"	I	296	60		171.882		88.44	12.93		520+981.85	521+153.74		521+070.29	237859.759	8902823.017	237859.759	8902823.017	
Tang.						367.655													
PI-82	49° 2' 8.4"	D	190	60		162.608		86.659	18.83		521+521.39	521+684.00		521+608.05	237461.886	8903192.178	237461.886	8903192.178	
Tang.						4.553													
PI-83	49° 1' 25.2"	D	202.5	60		173.264		92.335	20.058		521+688.55	521+861.82		521+780.89	237467.946	8903375.626	237467.946	8903375.626	
Tang.						150.475													
PI-84	38° 51' 48.8"	I	206.5	60		140.068		72.849	12.473		522+012.29	522+152.36		522+085.14	237712.966	8903574.638	237712.966	8903574.638	Subtramo II
Tang.						318.11													
PI-85	26° 30' 30.5"	I	215	60		99.472		50.643	5.884		522+470.47	522+569.94		522+521.11	237805.173	8904006.506	237805.173	8904006.506	
Tang.						454.591													
PI-86	19° 45' 58.7"	I	216	60		74.517		37.633	3.254		523+024.53	523+099.05		523+062.16	237669.65	8904532.184	237669.65	8904532.184	
Tang.						282.62													
PI-87	45° 41' 30.6"	I	386	60		307.825		162.624	32.859		523+381.67	523+689.49		523+544.29	237398.075	8904931.454	237398.075	8904931.454	
Tang.						259.565													
PI-88	27° 54' 45.9"	D	297	60		144.689		73.81	9.034		523+949.06	524+093.75		524+022.87	236909.741	8905018.311	236909.741	8905018.311	
Tang.						259.655													
PI-89	40° 6' 39.0"	D	351	60		245.723		128.138	22.658		524+353.40	524+599.13		524+481.54	236545.984	8905302.491	236545.984	8905302.491	
Tang.						759.746													
PI-90	8° 31' 58.5"	D	700	60		104.249		52.221	1.945		525+358.87	525+463.12		525+411.09	236352.276	8906222.423	236352.276	8906222.423	
Tang.						1382.996													
Tang.						246.485													
PI-97	98° 20' 45.0"	D	99	60		169.929		114.583	52.427		529+303.31	529+473.24		529+417.89	236093.936	8910055.236	236093.936	8910055.236	
Tang.						50.333													
PI-98	17° 13' 24.4"	I	335	60		100.703		50.734	3.82		529+523.57	529+624.27		529+574.31	236278.51	8909943.712	236278.51	8909943.712	
Tang.						8.696													
PI-99	153° 46' 53.9"	I	44.6	60		119.706		191.518	152.043		529+632.97	529+752.68		529+824.49	236522.09	8909883.352	236522.09	8909883.352	
Tang.						35.43													
PI-100	31° 4' 22.0"	D	112	60		60.74		31.137	4.248		529+788.11	529+848.85		529+819.24	236324.781	8910049.715	236324.781	8910049.715	
Tang.						42.842													
PI-101	39° 47' 13.4"	I	98	60		68.053		35.463	6.219		529+891.69	529+959.74		529+927.15	236289.528	8910153.324	236289.528	8910153.324	
Tang.						68.264													
PI-102	36° 35' 52.6"	D	88	60		56.21		29.101	4.687		530+028.01	530+084.22		530+057.11	236176.179	8910222.572	236176.179	8910222.572	
Tang.						61.044													
PI-103	10° 18' 15.0"	I	500	60		89.921		45.082	2.028		530+145.26	530+235.18		530+190.34	236125.565	8910347.97	236125.565	8910347.97	
Tang.						549.349													
PI-104	6° 49' 8.7"	D	450	60		53.557		26.81	0.798		530+784.53	530+838.09		530+811.34	235793.747	8910873.172	235793.747	8910873.172	
Tang.						280.175													
PI-105	5° 18' 23.0"	I	365	60		33.804		16.914	0.392		531+118.26	531+152.06		531+135.17	235654.483	8911165.603	235654.483	8911165.603	
Tang.						105.187													

PI-106	13° 10' 36.7"	D	330	60		75.893		38.115	2.194		531+257.25	531+333.15		531+295.37	235572.514	8911303.263	235572.514	8911303.263	Subtramo III
Tang.						119.21													
PI-107	11° 46' 35.8"	I	460	60		94.549		47.442	2.44		531+452.36	531+546.90		531+499.80	235510.616	8911498.45	235510.616	8911498.45	
Tang.						83.451													
PI-108	18° 50' 22.6"	D	175	60		57.542		29.033	2.392		531+630.35	531+687.90		531+659.39	235432.178	8911637.818	235432.178	8911637.818	
Tang.						255.897													
PI-109	8° 57' 11.6"	D	300	60		46.879		23.487	0.918		531+943.79	531+990.67		531+967.28	235375.806	8911941.04	235375.806	8911941.04	
Tang.						116.758													
PI-110	12° 18' 27.2"	I	320	60		68.738		34.502	1.855		532+107.43	532+176.17		532+141.93	235370.992	8912115.721	235370.992	8912115.721	
Tang.						171.661													
PI-111	40° 9' 13.7"	I	185	60		129.651		67.616	11.969		532+347.83	532+477.48		532+415.45	235305.287	8912381.499	235305.287	8912381.499	
Tang.						128.228													
PI-112	31° 39' 1.4"	D	205	60		113.243		58.107	8.076		532+605.71	532+718.95		532+663.82	235099.733	8912530.624	235099.733	8912530.624	
Tang.						118.321													
PI-113	6° 56' 8.6"	I	400	60		48.42		24.24	0.734		532+837.27	532+885.69		532+861.51	235023.298	8912716.165	235023.298	8912716.165	
Tang.						763.093													
PI-115	4° 29' 55.5"	I	1236	60		97.049		48.549	0.953		533+648.79	533+745.84		533+697.34	234623.155	8913450.002	234623.155	8913450.002	
Tang.						329.139													
PI-116	2° 20' 26.7"	I	206	60		8.416		4.209	0.043		534+074.97	534+083.39		534+079.18	234417.009	8913771.482	234417.009	8913771.482	
Tang.						475.904													
Tang.						497.15													
PI-176	9° 9' 39.3"	I	467.5	40		74.748		37.454	1.498		548+357.93	548+432.68		548+395.38	230083.817	8926534.821	230083.817	8926534.821	
Tang.						197.493													
PI-177	11° 17' 17.7"	I	442	40		87.081		43.682	2.153		548+630.17	548+717.25		548+673.85	230069.448	8926813.079	230069.448	8926813.079	
Tang.						91.453													
PI-178	6° 48' 13.8"	D	834	40		99.037		49.577	1.472		548+808.71	548+907.74		548+858.28	230023.999	8926992.112	230023.999	8926992.112	
Tang.						139.475													
PI-179	42° 22' 14.5"	I	83	40		61.379		32.169	6.016		549+047.22	549+108.60		549+079.39	229995.352	8927211.47	229995.352	8927211.47	
`						316.448													
PI-180	44° 3' 55.2"	D	100	40		76.909		40.469	7.878		549+425.04	549+501.95		549+465.51	229698.122	8927462.551	229698.122	8927462.551	
Tang.						78.791													
PI-181	54° 53' 59.2"	I	91.5	40		87.674		47.53	11.609		549+580.74	549+668.42		549+628.27	229681.424	8927628.503	229681.424	8927628.503	
Tang.						49.024													
PI-182	65° 11' 34.3"	D	82.5	40		93.871		52.754	15.424		549+717.44	549+811.31		549+770.19	229551.287	8927701.696	229551.287	8927701.696	
Tang.						84.767													
PI-183	97° 37' 7.3"	I	65.75	40		112.023		75.13	34.088		549+896.08	550+008.10		549+971.21	229568.147	8927913.678	229568.147	8927913.678	
Tang.						57.489													
PI-184	42° 43' 6.8"	D	123	50		91.706		48.102	9.071		550+065.59	550+157.30		550+113.69	229387.685	8927903.995	229387.685	8927903.995	
Tang.						146.128													
PI-185	23° 9' 15.0"	D	243	50		98.2		49.779	5.046		550+303.43	550+401.63		550+353.20	229199.8	8928059.688	229199.8	8928059.688	
Tang.						49.822													
PI-186	48° 7' 6.1"	I	292	50		245.229		130.368	27.781		550+451.45	550+696.68		550+581.82	229094.686	8928264.23	229094.686	8928264.23	Subtramo IV
Tang.						15.935													
PI-187	8° 27' 16.1"	D	220	50		32.463		16.261	0.6		550+712.61	550+745.07		550+728.87	228937.431	8928305.435	228937.431	8928305.435	
Tang.						65.57													
PI-188	14° 33' 33.4"	D	62	50		15.755		7.92	0.504		550+810.64	550+826.40		550+818.56	228854.899	8928340.702	228854.899	8928340.702	
Tang.						62.339													
PI-189	23° 36' 28.4"	D	181	50		74.578		37.826	3.91		550+888.74	550+963.32		550+926.56	228769.376	8928406.794	228769.376	8928406.794	
Tang.						72.478													
PI-190	42° 15' 19.1"	I	160.5	50		118.368		62.021	11.566		551+035.79	551+154.16		551+097.82	228686.634	8928557.955	228686.634	8928557.955	
Tang.						139.029													
PI-191	20° 4' 11.8"	D	236	50		82.668		41.762	3.667		551+293.19	551+375.86		551+334.95	228457.12	8928637.204	228457.12	8928637.204	

Tang.						378.094													
PI-192	47° 13' 19.4"	D	99	50		81.594		43.275	9.045		551+753.95	551+835.55		551+797.23	228097.807	8928929.411	228097.807	8928929.411	
Tang.						43.726													
PI-193	20° 3' 57.6"	I	222	50		77.748		39.276	3.448		551+879.27	551+957.02		551+918.55	228089.749	8929055.43	228089.749	8929055.43	
Tang.						269.792													
PI-194	24° 28' 46.1"	D	277	50		118.348		60.091	6.443		552+226.81	552+345.16		552+286.90	227941.274	8929393.416	227941.274	8929393.416	
Tang.						103.874													
PI-195	57° 14' 31.3"	I	105.5	50		105.401		57.571	14.686		552+449.04	552+554.44		552+506.61	227941.953	8929614.934	227941.953	8929614.934	
Tang.						129.021													
PI-196	56° 4' 18.4"	D	98	50	30	95.906	60	52.186	13.029	+65	552+683.46	552+779.36	+83	552+735.64	227722.805	8929752.66	227745.407	8929749.658	
Tang.						245.013													
PI-197	37° 17' 27.5"	I	95	50		61.831		32.055	5.262		553+024.38	553+086.21		553+056.43	227861.018	8930055.535	227861.018	8930055.535	
Tang.						55.483													
PI-198	6° 5' 57.6"	D	130	50		13.839		6.926	0.184		553+141.69	553+155.53		553+148.62	227840.15	8930147.665	227840.15	8930147.665	
Tang.						70.139													
PI-199	15° 30' 4.5"	I	179	50		48.428		24.363	1.65		553+225.67	553+274.10		553+250.03	227828.382	8930248.408	227828.382	8930248.408	
Tang.						81.627													
PI-200	27° 56' 24.3"	I	161	50		78.511		40.052	4.907		553+355.72	553+434.23		553+395.78	227773.286	8930383.658	227773.286	8930383.658	
Tang.						100.668													
PI-201	22° 45' 46.9"	I	101	50		40.126		20.331	2.026		553+534.90	553+575.03		553+555.23	227649.726	8930486.956	227649.726	8930486.956	
Tang.						28.641													
PI-202	84° 16' 58.5"	D	53	50		77.964		47.959	18.478		553+603.67	553+681.63		553+651.63	227557.096	8930515.511	227557.096	8930515.511	
Tang.						20.662													
PI-203	35° 8' 11.8"	I	145	50		88.921		45.908	7.094		553+702.29	553+791.22		553+748.20	227579.765	8930627.774	227579.765	8930627.774	
Tang.						201.026													
PI-204	16° 28' 22.1"	I	205.5	50		59.082		29.746	2.142		553+992.24	554+051.32		554+021.99	227470.825	8930882.093	227470.825	8930882.093	
Tang.						208.957													
PI-205	38° 20' 55.2"	D	147	50		98.389		51.117	8.634		554+260.28	554+358.67		554+311.40	227287.649	8931106.687	227287.649	8931106.687	
Tang.						56.884													
PI-206	8° 9' 41.0"	I	190	50		27.064		13.555	0.483		554+415.55	554+442.62		554+429.11	227285.843	8931228.23	227285.843	8931228.23	
Tang.						84.514													
PI-207	14° 48' 6.0"	D	151	50		39.009		19.614	1.269		554+527.13	554+566.14		554+546.75	227267.407	8931344.46	227267.407	8931344.46	
Tang.						134.685													
PI-208	14° 37' 31.4"	D	172.5	50		44.033		22.137	1.415		554+700.82	554+744.86		554+722.96	227288.089	8931519.656	227288.089	8931519.656	
Tang.						52.571													
PI-209	23° 55' 32.6"	I	157	50		65.56		33.265	3.485		554+797.43	554+862.99		554+830.69	227328.954	8931619.596	227328.954	8931619.596	
Tang.						100.53													
PI-210	13° 32' 55.2"	I	149	60		35.234		17.699	1.048		554+963.52	554+998.75		554+981.22	227324.496	8931771.025	227324.496	8931771.025	
Tang.						357.492													
PI-211	9° 40' 13.5"	I	190	60		32.068		16.072	0.679		555+356.25	555+388.31		555+372.32	227218.751	8932147.702	227218.751	8932147.702	
Tang.						19.09													
PI-212	14° 47' 43.5"	D	248	60		64.041		32.2	2.082		555+407.40	555+471.45		555+439.60	227188.868	8932208.073	227188.868	8932208.073	Subtramo V
Tang.						44.902													
PI-213	9° 7' 7.2"	I	200	60		31.83		15.949	0.635		555+516.35	555+548.18		555+532.30	227170.254	8932299.242	227170.254	8932299.242	
Tang.						126.327													
PI-214	8° 3' 38.2"	D	270	60		37.985		19.024	0.669		555+674.50	555+712.49		555+693.53	227113.349	8932450.17	227113.349	8932450.17	
Tang.						66.231													
PI-215	6° 58' 42.1"	I	415	60		50.545		25.304	0.771		555+778.72	555+829.26		555+804.02	227089.236	8932558.067	227089.236	8932558.067	
Tang.						193.534													
PI-216	9° 2' 51.7"	D	540	60		85.272		42.725	1.688		556+022.80	556+108.07		556+065.52	227001.598	8932804.511	227001.598	8932804.511	
Tang.						127.115													
PI-217	21° 43' 42.2"	I	280	60		106.185		53.738	5.11		556+235.19	556+341.37		556+288.92	226960.746	8933024.325	226960.746	8933024.325	

Tang.						62.96												
PI-218	16° 58' 48.6"	I	497	60		147.291		74.189	5.507		556+404.33	556+551.62		556+478.52	226858.867	8933185.752	226858.867	8933185.752
Tang.						121.125												
PI-219	31° 20' 49.3"	D	154	60		84.255		43.211	5.947		556+672.75	556+757.00		556+715.96	226678.205	8933341.493	226678.205	8933341.493
Tang.						120.529												
PI-220	26° 2' 58.4"	I	325	60		147.761		75.18	8.582		556+877.53	557+025.29		556+952.71	226604.812	8933568.861	226604.812	8933568.861
Tang.						33.254												
PI-221	8° 1' 25.4"	D	480	60		67.219		33.665	1.179		557+058.55	557+125.77		557+092.21	226506.21	8933671.183	226506.21	8933671.183
Tang.						34.618												
PI-222	8° 42' 12.9"	I	480	60		72.915		36.528	1.388		557+160.38	557+233.30		557+196.91	226444.729	8933756.067	226444.729	8933756.067
Tang.						169.669												
PI-223	12° 20' 25.3"	I	420	60		90.46		45.405	2.447		557+402.97	557+493.43		557+448.37	226268.006	8933935.155	226268.006	8933935.155
Tang.						40.099												
PI-224	13° 25' 54.2"	D	377	60		88.379		44.393	2.605		557+533.52	557+621.90		557+577.92	226159.115	8934005.979	226159.115	8934005.979
Tang.						158.174												
PI-225	31° 17' 21.6"	D	201	60		109.766		56.289	7.733		557+780.08	557+889.84		557+836.37	225980.839	8934193.66	225980.839	8934193.66
Tang.						170.127												
PI-226	15° 31' 41.5"	I	395	60		107.052		53.856	3.655		558+059.97	558+167.02		558+113.83	225921.426	8934467.563	225921.426	8934467.563
Tang.						399.231												
PI-227	13° 42' 37.2"	I	265	60		63.412		31.858	1.908		558+566.26	558+629.67		558+598.11	225695.368	8934896.596	225695.368	8934896.596

Anexo 2: Características geométricas en perfil.

Anexo 2: Características geométricas en perfil

Nro	Estación PIV (km)	Elevación (m.s.n.m.)	Pendiente entrada (%)	Pendiente salida (%)	A (Diferencia algebraica de pendientes)	Tipo curva vertical	Velocidad de diseño	L (Fza centrifuga)	Asimétrica		Simétrica	Longitud de curva vertical existente	Subtramos
									L1	L2	L		
1	510+003.75	3916.393	-1.438	-1.588	0.151	PI	60						
2	510+130.00	3914.388	-1.588	-1.056	0.532	Concava	60	4.85	60	100		160	
3	510+430.00	3911.221	-1.056	1.504	2.560	Concava	60	23.33	30	50		80	
4	510+765.00	3916.26	1.504	-1.962	3.466	Convexa	60				80	80	
5	510+910.00	3913.415	-1.962	-2.184	0.222	PI	60						
6	511+125.00	3908.719	-2.184	1.970	4.154	Concava	60	37.86	40	60		100	
7	511+315.00	3912.462	1.970	1.785	0.185	Convexa	60		60	40		100	
8	511+480.00	3915.407	1.785	2.050	0.265	PI	60	2.42					
9	511+655.00	3918.994	2.050	-2.320	4.370	Convexa	60		70	80		150	
10	511+875.00	3913.89	-2.320	-2.283	0.037	PI	60	0.34					
11	512+120.00	3908.296	-2.283	-1.469	0.814	Concava	60	7.42			80	80	
12	512+300.00	3905.651	-1.469	-1.477	0.007	PI	60						
13	512+430.00	3903.731	-1.477	-2.546	1.069	Convexa	60				120	120	
14	512+655.00	3898.002	-2.546	-0.185	2.361	Concava	60	21.52			80	80	
15	512+745.36	3897.835	-0.185	-0.951	0.766	PI	60						
16	512+755.67	3897.737	-0.951	-1.033	0.082	PI	60						
17	512+770.00	3897.589	-1.033	-0.540	0.493	PI	60	4.49					
18	512+860.00	3897.103	-0.540	2.547	3.087	Concava	60	28.13			140	140	
19	512+990.00	3900.414	2.547	2.548	0.001	PI	60	0.01					
20	513+100.00	3903.217	2.548	4.342	1.794	Concava	60	16.35	80	60		140	
21	513+320.00	3912.77	4.342	4.454	0.112	PI	60	1.02					
22	513+525.00	3921.901	4.454	0.817	3.638	Convexa	60				160	160	
23	513+972.50	3925.555	0.817	-3.007	3.824	Convexa	60				100	100	
24	514+220.00	3918.118	-3.005	-2.642	0.362	PI	60	3.3					Subtramo I
25	514+420.00	3912.833	-2.642	-1.532	1.11	Concava	60	10.12	90	70		160	
26	514+780.00	3907.316	-1.532	-2.997	1.465	Convexa	60		50	70		120	
27	515+000.00	3900.722	-2.997	-3.043	0.046	PI	60						
28	515+260.00	3892.81	-3.043	-2.761	0.282	PI	60	2.57					
29	515+537.97	3885.135	-2.761	-2.7	0.061	PI	60	0.56					
30	515+815.00	3877.655	-2.7	-6.103	3.403	Convexa	60				120	120	
31	516+140.00	3857.819	-6.103	0.6	6.703	Concava	60	61.09	110	130		240	
32	516+400.00	3859.379	0.6	0.609	0.009	PI	60	0.08					
33	516+550.00	3860.293	0.609	0.744	0.135	PI	60	1.23					
34	516+855.00	3862.563	0.744	0.04	0.704	Convexa	60		120	80		200	
35	517+120.00	3862.669	0.04	1.623	1.583	Concava	60	14.43	60	100		160	
36	517+610.00	3870.624	1.623	0.341	1.282	Convexa	60		100	80		180	
37	517+770.00	3871.17	0.341	0.521	0.18	PI	60	1.64					
38	518+200.00	3873.41	0.521	1.004	0.483	Concava	60	4.4			80	80	

39	518+340.00	3874.816	1.004	0.802	0.202	Convexa	60				80	80	
40	518+448.00	3875.682	0.802	0.675	0.127	PI	60						
41	518+624.00	3876.87	0.675	0.79	0.115	PI	60	1.05					
42	518+766.00	3877.992	0.79	0.751	0.039	PI	60						
43	518+910.00	3879.074	0.751	-1.413	2.165	Convexa	60		50	70		120	
44	519+048.81	3877.112	-1.413	-1.356	0.058	PI	60	0.53					
45	519+150.00	3875.74	-1.356	-1.296	0.06	PI	60	0.55					
46	519+420.00	3872.241	-1.296	-4.721	3.425	Convexa	60		80	90		170	
47	519+654.98	3861.148	-4.721	-4.62	0.101	PI	60	0.92					
48	519+861.00	3851.631	-4.62	1.88	6.499	Concava	60	59.23			280	280	
49	520+110.00	3856.312	1.88	0.234	1.646	Convexa	60		50	70		120	
50	520+505.00	3857.238	0.234	4.324	4.089	Concava	60	37.27			170	170	
51	520+830.00	3871.29	4.324	3.243	1.081	Convexa	60		60	50		110	
52	520+961.52	3875.555	3.243	3.136	0.106	PI	60						
53	521+115.00	3880.368	3.136	5.746	2.61	Concava	60	23.79	80	120		200	
54	521+571.00	3906.57	5.746	-3.921	9.667	Convexa	60				220	220	
55	521+875.00	3894.65	-3.921	-4.127	0.206	PI	60						
56	522+070.00	3886.602	-4.127	4.262	8.389	Concava	60	76.46			180	180	
57	522+295.00	3896.192	4.262	4.263	0.001	PI	60	0.01					
58	522+515.00	3905.571	4.263	-1.002	5.265	Convexa	60				120	120	
59	522+700.00	3903.718	-1.002	-0.997	0.005	PI	60	0.05					
60	522+885.54	3901.869	-0.997	-1.015	0.018	PI	60						
61	523+011.63	3900.589	-1.015	-0.914	0.101	PI	60	0.92					
62	523+155.00	3899.278	-0.914	-1.508	0.594	Convexa	60				100	100	
63	523+248.25	3897.872	-1.508	-1.519	0.011	PI	60						
64	523+329.86	3896.631	-1.519	-1.571	0.052	PI	60						
65	523+396.21	3895.589	-1.571	-1.482	0.09	PI	60	0.82					
66	523+465.90	3894.556	-1.482	-1.485	0.004	PI	60						Subtramo II
67	523+535.00	3893.53	-1.485	-1.866	0.38	Convexa	60				80	80	
68	523+674.61	3890.925	-1.866	-1.765	0.101	PI	60	0.92					
69	523+740.00	3889.771	-1.765	-3.303	1.538	Convexa	60				60	60	
70	523+945.00	3883	-3.303	-3.237	0.066	PI	60	0.6					
71	524+435.00	3867.141	-3.237	-3.048	0.189	PI	60	1.72					
72	524+650.00	3860.588	-3.048	-3.139	0.092	PI	60						
73	524+820.00	3855.251	-3.139	-2.233	0.906	Concava	60	8.26	20	60		80	
74	524+933.97	3852.706	-2.233	-2.326	0.093	PI	60						
75	525+074.19	3849.445	-2.326	-2.315	0.011	PI	60	0.1					
76	525+143.02	3847.852	-2.315	-2.174	0.14	PI	60	1.28					
77	525+215.65	3846.272	-2.174	-2.409	0.234	PI	60						
78	525+282.67	3844.658	-2.409	-2.302	0.107	PI	60	0.98					
79	525+333.49	3843.488	-2.302	-2.424	0.122	PI	60						
80	525+485.00	3839.816	-2.424	-4.213	1.789	Convexa	60				100	100	
81	525+700.00	3830.759	-4.213	-4.083	0.13	PI	60	1.18					
82	525+910.00	3822.185	-4.083	-2.124	1.959	Concava	60	17.85	105	60		165	

83	526+079.64	3818.582	-2.124	-1.992	0.132	PI	60	1.2					
84	526+164.57	3816.89	-1.992	-2.09	0.098	PI	60						
85	526+620.00	3807.372	-2.09	-3.989	1.899	Convexa	60				120	120	
95	529+095.00	3727.284	-1.465	-1.394	0.071	PI	60	0.65					
96	529+420.00	3722.752	-1.394	-7.031	5.637	Convexa	60		60	65		125	
97	529+620.00	3708.689	-7.031	-2.944	4.087	Concava	60	37.25			100	100	
98	529+835.00	3702.359	-2.944	2.289	5.233	Concava	60	47.69	70	60		130	
99	529+975.00	3705.563	2.289	2.394	0.105	PI	60	0.96					
100	530+135.00	3709.393	2.394	-2.427	4.821	Convexa	60				160	160	
101	530+920.00	3690.343	-2.427	-3.101	0.674	Convexa	60		40	60		100	
102	531+120.00	3684.141	-3.101	-0.841	2.26	Concava	60	20.6	40	60		100	
103	531+290.00	3682.711	-0.841	-4.583	3.742	Convexa	60				110	110	
104	531+400.00	3677.67	-4.583	-4.59	0.007	PI	60						Subtramo III
105	531+620.00	3667.573	-4.59	-2.712	1.878	Concava	60	17.12	40	90		130	
106	531+820.00	3662.15	-2.712	-2.721	0.009	PI	60						
107	532+180.00	3652.355	-2.721	-3.815	1.094	Convexa	60		60	40		100	
108	532+440.00	3642.436	-3.815	-5.019	1.204	Convexa	60				120	120	
109	532+630.00	3632.9	-5.019	-3.034	1.985	Concava	60	18.09	50	70		120	
110	532+890.00	3625.012	-3.034	-2.955	0.079	PI	60	0.72					
111	533+090.00	3619.102	-2.955	-2.523	0.432	Concava	60	3.94			80	80	
112	533+610.00	3605.981	-2.523	-2.489	0.035	PI	60	0.32					
113	534+010.00	3596.026	-2.489	-2.144	0.345	PI	60	3.14					
114	534+780.00	3579.518	-2.144	-2.291	0.147	PI	60						
212	547+815.29	3390.65	1.233	-6.121	7.354	Convexa	40		85	70		155	
213	548+086.57	3374.045	-6.121	-3.018	3.103	Concava	40	12.57			60	60	
214	548+303.11	3367.509	-3.018	-0.333	2.685	Concava	40	10.88			120	120	
215	548+907.86	3365.495	-0.333	2.086	2.419	Concava	40	9.8	35	50		85	
216	549+085.64	3369.204	2.086	-2.787	4.873	Convexa	40				90	90	
217	549+297.01	3363.313	-2.787	-3.678	0.891	Convexa	40				50	50	
218	549+483.50	3356.453	-3.678	-2.696	0.982	Concava	40	3.98	50	35		85	
219	549+741.01	3349.51	-2.696	2.251	4.947	Concava	40	20.04	80	55		135	
220	549+927.98	3353.718	2.251	-2.624	4.874	Convexa	40				90	90	
221	550+134.90	3348.288	-2.624	-0.133	2.491	Concava	50	15.77			80	80	
222	550+339.59	3348.016	-0.133	1.554	1.687	Concava	50	10.68			60	60	Subtramo IV
223	550+527.49	3350.935	1.554	-3.718	5.271	Convexa	50				80	80	
224	550+768.32	3341.982	-3.718	2.414	6.132	Concava	50	38.81	100	85		185	
225	550+915.69	3345.54	2.414	2.388	0.027	PI	50					0	
226	551+080.80	3349.483	2.388	1.396	0.992	Convexa	50				80	80	
227	551+513.28	3355.519	1.396	-3.361	4.756	Convexa	50				120	120	
228	551+914.18	3342.047	-3.361	-4.678	1.317	Convexa	50				50	50	
229	552+373.08	3320.581	-4.678	-6.263	1.585	Convexa	50		40	50		90	
230	552+614.02	3305.491	-6.263	-4.999	1.264	Concava	50	8			60	60	
231	552+882.25	3292.083	-4.999	1.792	6.79	Concava	50	42.97	70	95		165	
232	553+077.70	3295.585	1.792	1.246	0.546	Convexa	50				80	80	

233	553+166.88	3296.696	1.246	-2.413	3.659	Convexa	50				60	60	Subtramo V
234	553+353.53	3292.192	-2.413	0.594	3.007	Concava	50	19.03			80	80	
235	553+554.69	3293.386	0.594	-3.542	4.135	Convexa	50				80	80	
236	553+737.57	3286.91	-3.542	0.217	3.759	Concava	50	23.79			70	70	
237	553+996.76	3287.473	0.217	-4.484	4.701	Convexa	50				120	120	
238	554+229.15	3277.053	-4.484	0.533	5.017	Concava	50	31.75			120	120	
239	554+613.00	3279.1	0.533	3.018	2.484	Concava	50	15.72			80	80	
240	554+773.73	3283.95	3.018	0.754	2.264	Convexa	50				140	140	
241	554+920.43	3285.056	0.754	0.692	0.061	PI	50					0	
242	555+077.64	3286.176	0.733	-6.486	7.219	Convexa	60				108.6	108.6	
243	555+246.82	3275.203	-6.486	-2.571	3.915	Concava	60	35.68			60	60	
244	555+380.49	3271.766	-2.571	-1.725	0.847	Concava	60	7.72			60	60	
245	555+577.17	3268.374	-1.725	-5.038	3.314	Convexa	60				94.2	94.2	
246	555+821.44	3256.067	-5.038	-3.225	1.813	Concava	60	16.52			88.2	88.2	
247	556+065.90	3248.183	-3.225	-1.281	1.944	Concava	60	17.72			82.4	82.4	
248	556+300.15	3245.182	-1.281	-2.065	0.784	Convexa	60				60	60	
249	556+407.51	3242.965	-2.065	-2.163	0.098	PI	60					0	
250	556+707.49	3236.477	-2.163	2.18	4.343	Concava	60	39.58	43	38		81	
251	556+920.11	3241.113	2.18	0.195	1.985	Convexa	60		60	80		140	
252	557+112.45	3241.489	0.195	-2.935	3.13	Convexa	60				102.2	102.2	
253	557+170.07	3239.798	-2.935	-2.954	0.019	PI	60					0	
254	557+434.00	3232.002	-2.954	-2.868	0.086	PI	60	0.78				0	
255	557+506.21	3229.931	-2.868	-2.934	0.066	PI	60					0	
256	557+566.85	3228.152	-2.934	-1.377	1.556	Concava	60	14.18			71.8	71.8	
257	557+807.81	3224.833	-1.377	-0.66	0.717	Concava	60	6.53			89.2	89.2	
258	557+990.96	3223.624	-0.66	-0.758	0.098	PI	60					0	
259	558+114.09	3222.691	-0.758	2.597	3.354	Concava	60	30.57			69.2	69.2	
260	558+362.75	3229.148	2.597	2.41	0.187	PI	60					0	
261	558+447.98	3231.202	2.41	1.54	0.869	Convexa	60				46	46	
262	558+688.76	3234.911	1.54	1.489	0.052	PI	60					0	

Anexo 3: Evaluación del diseño geométrico en planta.

Anexo 3: Evaluación del diseño geométrico en planta

Curva/Tangente	Peralte	Peralte	CUMPLE/	Sobreancho	Sobreancho	CUMPLE/	Radio Mínimo	Necesidad de curva de transicion Ls			Longitudes de tramos en tangente				Subtramo
Nro	existente	diseño (%)	NO CUMPLE	existente (m)	diseño (m)	NO CUMPLE		(R=325 m)	Ls mínimo	Ls máx	L min. S (m)	L min. O (m)	L max. O (m)	D adelanta	
PI-49															Subtramo I
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-50	6	8	NO CUMPLE	0.8	1.9	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	147	220					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-52	5	8	NO CUMPLE	0.7	1.1	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	57	84					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-53	5	5.4	NO CUMPLE	0.6	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-54	5	6.5	NO CUMPLE	0.6	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-55	6	7.4	NO CUMPLE	0.5	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	33	48					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-56	2.5	6.6	NO CUMPLE	0.7	0.7	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	32					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-57	5	4.8	NO CUMPLE	0.6	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-58	5.5	7.4	NO CUMPLE	0.8	0.9	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	33	49					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-59	4.5	5.2	NO CUMPLE	0.6	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-60	3.5	4.8	NO CUMPLE	0.5	0.5	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-62	2.5	2.5	CUMPLE	0.2	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-63	4	4.6	NO CUMPLE	0.6	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-64	4	6	NO CUMPLE	0.6	0.6	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE	
PI-65	2.5	3.9	NO CUMPLE	0.5	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		NO CUMPLE	CUMPLE	
PI-66	5.5	5.6	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-67	5.5	7.4	NO CUMPLE	0.6	0.9	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	33	49					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-68	5	5.9	NO CUMPLE	0.6	0.6	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-69	5.5	7	NO CUMPLE	0.7	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	42					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-70	4	5.5	NO CUMPLE	0.3	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-71	5	7.4	NO CUMPLE	0.5	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	32	47					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-72	3	4.1	NO CUMPLE	0.3	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-73	5	5.9	NO CUMPLE	0.6	0.6	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-74	5	6.3	NO CUMPLE	0.3	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
PI-75	5	6.3	NO CUMPLE	0.3	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						

Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-76	6	6.7	NO CUMPLE	0.5	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	36					
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-77	6	6.9	NO CUMPLE	0.7	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	38					
Tang.															
PI-78	6	6.6	NO CUMPLE	0.7	0.7	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	33					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-79	5.5	6.6	NO CUMPLE	0.6	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	33					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-80	4	6.2	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-81	4.5	5.7	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-82	5.5	7	NO CUMPLE	0.6	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	38					
Tang.															
PI-83	5	6.7	NO CUMPLE	0.6	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	35					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-84	5	6.7	NO CUMPLE	0.6	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	34					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	Subtramo II
PI-85	5	6.6	NO CUMPLE	0.5	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	32					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
PI-86	5	6.6	NO CUMPLE	0.5	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	31					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-87	3	5	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-88	5.5	5.7	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-89	4	5.2	NO CUMPLE	0.5	0.5	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
PI-90	2.5	3.4	NO CUMPLE	0.5	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-97	5.8	8	NO CUMPLE	0.7	1.2	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	68	101					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-98	3.3	5.4	NO CUMPLE	0.6	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-99	7	8	NO CUMPLE	0.7	2.2	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	182	272					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-100	4.8	8	NO CUMPLE	0.7	1.1	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	57	84					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-101	6	8	NO CUMPLE	0.7	1.2	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	69	102					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-102	5	8	NO CUMPLE	0.8	1.3	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	80	118					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-103	2.8	4.1	NO CUMPLE	0.3	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	CUMPLE	
PI-104	2.6	4.6	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-105	2.8	5.1	NO CUMPLE	0.5	0.5	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-106	5	5.4	NO CUMPLE	0.3	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							Subtramo III
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-107	3	4.5	NO CUMPLE	0	0	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	

PI-108	4.5	7.2	NO CUMPLE	0.6	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	44					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-109	3	5.7	NO CUMPLE	0.7	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-110	5	5.5	NO CUMPLE	0.7	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-111	4	7	NO CUMPLE	0.7	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	40					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-112	5.5	6.7	NO CUMPLE	0.5	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	34					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-113	2.5	4.9	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
PI-115	2.5	2.5	CUMPLE	0.2	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-116	2.5	6.7	NO CUMPLE	0.4	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	34					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-176	3	2.5	NO CUMPLE	0.3	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-177	4.5	2.7	NO CUMPLE	0.3	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-178	2	2.5	NO CUMPLE	0.3	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-179	8	7.2	NO CUMPLE	0.3	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
`											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-180	8.5	6.6	NO CUMPLE	1.4	1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-181	9.5	6.9	NO CUMPLE	1	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-182	10.5	7.2	NO CUMPLE	1	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-183	11	7.8	NO CUMPLE	0	1.4	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	37					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-184	9	7.2	NO CUMPLE	1.4	0.9	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	35					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-185	4.5	5.3	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-186	5	4.7	NO CUMPLE	0.3	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							Subtramo IV
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-187	2.5	5.5	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-188	5.5	8	NO CUMPLE	0.6	1.5	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	65	96					
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-189	5	6	NO CUMPLE	0.8	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-190	6	6.4	NO CUMPLE	0.3	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-191	5.5	5.4	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-192	9	7.9	NO CUMPLE	1	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	33	48					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-193	5.5	5.5	CUMPLE	0.3	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-194	5	4.9	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							

Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-195	8	7.6	NO CUMPLE	0.8	1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	31	45					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-196	8	7.9	NO CUMPLE	0.3	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	34	49					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-197	6.5	7.9	NO CUMPLE	0.4	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	35	52					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-198	6	7	NO CUMPLE	0.3	0.9	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	33					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-199	5	6.2	NO CUMPLE	0.4	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-200	5	6.4	NO CUMPLE	0.6	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-201	8.5	7.7	NO CUMPLE	0.6	1.1	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	33	48					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-202	10	8	NO CUMPLE	0.6	1.7	NO CUMPLE	NO CUMPLE	NECESITA	80	118					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-203	6	6.6	NO CUMPLE	0.4	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-204	6	5.7	NO CUMPLE	0.5	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-205	6	6.6	NO CUMPLE	0.4	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-206	5	5.9	NO CUMPLE	0.5	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-207	3.3	6.5	NO CUMPLE	0.5	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-208	5	6.2	NO CUMPLE	0.8	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-209	7	6.5	NO CUMPLE	0.4	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-210	4.8	7.7	NO CUMPLE	-	0.9	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	37	55					
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-211	4.5	6.9	NO CUMPLE	0.6	0.8	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	39					
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-212	6.5	6.3	NO CUMPLE	0.3	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						Subtramo V
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-213	5.5	6.7	NO CUMPLE	0.3	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	36					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-214	5	5.9	NO CUMPLE	0.3	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-215	3.5	4.8	NO CUMPLE	0.3	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-216	4	4.1	NO CUMPLE	0.3	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-217	4.5	5.8	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-218	3.5	4.2	NO CUMPLE	0.4	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-219	6.5	7.5	NO CUMPLE	0.8	0.9	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	36	53					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-220	4	5.4	NO CUMPLE	0.5	0.5	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-221	3.5	4.3	NO CUMPLE	0.4	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							

Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-222	3.5	4.3	NO CUMPLE	0.4	----	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-223	3.5	4.7	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.											NO CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-224	4	5.1	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												NO CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-225	6	6.7	NO CUMPLE	0.6	0.7	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30	36					
Tang.											CUMPLE		CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-226	5	4.9	NO CUMPLE	0.4	0.5	NO CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA							
Tang.												CUMPLE	CUMPLE	NO CUMPLE	
PI-227	5	6	NO CUMPLE	0.5	0.6	NO CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	30						

Anexo 4: Evaluación del diseño Geométrico en perfil.

Anexo 4: Evaluación del diseño geométrico en perfil

Nro	Estacion PIV (km)	Pendiente Entrada (%)	Pendiente Salida (%)	Tipo curva vertical	Velocidad de Diseño	Dist visibilidad de parada	Long Min Curva Vertical con Dp	Dp de i entrada de ida	Dp de i salida de ida	Dp de i entrada de vuelta	Dp de i salida de vuelta	L (Dp>L)	L (Dp<L)	L (Fza Centrifuga)
1	510+003.75	-1.438	-1.588	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-2501.5	2.83	
2	510+130.00	-1.588	-1.056	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-623.93	9.49	4.85
3	510+430.00	-1.056	1.504	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	8.18	45.65	23.33
4	510+765.00	1.504	-1.962	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	57.44	64.94	
5	510+910.00	-1.962	-2.184	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-1645.82	4.16	
6	511+125.00	-2.184	1.97	Concava	60	87	80	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	71.81	74.07	37.86
7	511+315.00	1.97	1.785	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-2009.78	3.47	
8	511+480.00	1.785	2.05	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-1427.89	4.73	2.42
9	511+655.00	2.05	-2.32	Convexa	60	87	100	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	81.55	81.87	
10	511+875.00	-2.32	-2.283	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-11298.97	0.66	0.34
11	512+120.00	-2.283	-1.469	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-347.5	14.51	7.42
12	512+300.00	-1.469	-1.477	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-57540.29	0.13	
13	512+430.00	-1.477	-2.546	Convexa	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-203.92	20.03	
14	512+655.00	-2.546	-0.185	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-5.8	42.1	21.52
15	512+745.36	-0.185	-0.951	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-353.42	14.35	
16	512+755.67	-0.951	-1.033	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-4752.83	1.54	
17	512+770.00	-1.033	-0.54	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-687.05	8.79	4.49
18	512+860.00	-0.54	2.547	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	36.49	55.04	28.13
19	512+990.00	2.547	2.548	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-424326	0.02	0.01
20	513+100.00	2.548	4.342	Concava	60	92	60	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	-62.38	34.35	16.35
21	513+320.00	4.342	4.454	PI	60	92	60	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	-3762.43	2.14	1.02
22	513+525.00	4.454	0.817	Convexa	60	92	80	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	72.95	76.22	
23	513+972.50	0.817	-3.007	Convexa	60	92	80	(0%) 85 (3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 87 (-3%)	78.35	80.11	
24	514+220.00	-3.005	-2.642	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-1036.99	6.93	3.3
25	514+420.00	-2.642	-1.532	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-208.43	19.79	10.12
26	514+780.00	-1.532	-2.997	Convexa	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-101.77	27.45	
27	515+000.00	-2.997	-3.043	PI	60	92	60	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	-8598.61	0.96	
28	515+260.00	-3.043	-2.761	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-1383.38	5.4	2.57
29	515+537.97	-2.761	-2.7	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-6785.02	1.09	0.56
30	515+815.00	-2.7	-6.103	Convexa	60	97	80	(0%) 87 (-3%)	(-6%) 97 (-9%)	(6%) 77 (9%)	(0%) 85 (3%)	75.28	79.25	
31	516+140.00	-6.103	0.6	Concava	60	97	140	(-6%) 97 (-9%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(6%) 77 (9%)	125.45	137.25	61.09
32	516+400.00	0.6	0.609	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-46992.67	0.16	0.08
33	516+550.00	0.609	0.744	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-2970.44	2.41	1.23
34	516+855.00	0.744	0.04	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-399.86	13.19	
35	517+120.00	0.04	1.623	Concava	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-94.16	28.23	14.43
36	517+610.00	1.623	0.341	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-141.13	24.02	
37	517+770.00	0.341	0.521	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-2184.33	3.21	1.64
38	518+200.00	0.521	1.004	Concava	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-704.88	8.61	4.4
39	518+340.00	1.004	0.802	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-1826	3.78	
40	518+448.00	0.802	0.675	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-3007.1	2.38	
41	518+624.00	0.675	0.79	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-3517.3	2.05	1.05
42	518+766.00	0.79	0.751	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-10184.97	0.73	
43	518+910.00	0.751	-1.413	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	-12.61	40.56	
44	519+048.81	-1.413	-1.356	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-7144.97	1.03	0.53
45	519+150.00	-1.356	-1.296	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-6901	1.07	0.55
46	519+420.00	-1.296	-4.721	Convexa	60	92	80	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	66.04	71.76	
47	519+654.98	-4.721	-4.62	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-4192.24	1.93	0.92
48	519+861.00	-4.62	1.88	Concava	60	92	140	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(3%) 80 (6%)	115.99	124.45	59.23
49	520+110.00	1.88	0.234	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-71.44	30.84	
50	520+505.00	0.234	4.324	Concava	60	92	80	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	75.91	78.3	37.27
51	520+830.00	4.324	3.243	Convexa	60	92	60	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	-189.73	22.65	
52	520+961.52	3.243	3.136	PI	60	92	60	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	-3627.32	2.22	
53	521+115.00	3.136	5.746	Concava	60	92	60	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	14.65	49.98	23.79
54	521+571.00	5.746	-3.921	Convexa	60	92	220	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	142.21	202.53	
55	521+875.00	-3.921	-4.127	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-1777.17	4.32	
56	522+070.00	-4.127	4.262	Concava	60	92	180	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	131.31	160.64	76.46
57	522+295.00	4.262	4.263	PI	60	92	60	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	-441816	0.02	0.01
58	522+515.00	4.263	-1.002	Convexa	60	92	120	(3%) 80 (6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(-3%) 92 (-6%)	107.27	110.3	
59	522+700.00	-1.002	-0.997	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-84726	0.09	0.05
60	522+885.54	-0.997	-1.015	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-22270.44	0.34	
61	523+011.63	-1.015	-0.914	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-4028.97	1.8	0.92
62	523+155.00	-0.914	-1.508	Convexa	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-506.13	11.13	
63	523+248.25	-1.508	-1.519	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-36553.27	0.21	
64	523+329.86	-1.519	-1.571	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-7595.23	0.97	
65	523+396.21	-1.571	-1.482	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-4542.67	1.6	0.82
66	523+465.90	-1.482	-1.485	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-100826	0.07	
67	523+535.00	-1.485	-1.866	Convexa	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-889.16	7.12	
68	523+674.61	-1.866	-1.765	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-4028.97	1.8	0.92
69	523+740.00	-1.765	-3.303	Convexa	60	92	60	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	-78.68	32.22	
70	523+945.00	-3.303	-3.237	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-6512.97	1.26	0.6
71	524+435.00	-3.237	-3.048	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-2154.62	3.62	1.72
72	524+650.00	-3.048	-3.139	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-4207.3	1.93	
73	524+820.00	-3.139	-2.233	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-303.86	17.35	8.26
74	524+933.97	-2.233	-2.326	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-4170.09	1.74	
75	525+074.19	-2.326	-2.315	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-38416.91	0.2	0.1
76	525+143.02	-2.315	-2.174	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-2858.14	2.5	1.28
77	525+215.65	-2.174	-2.409	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-1552.5	4.38	
78	525+282.67	-2.409	-2.302	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-3793.29	1.91	0.98
79	525+333.49	-2.302	-2.424	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-3137.48	2.29	
80	525+485.00	-2.424	-4.213	Convexa	60	92	60	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	-41.82	37.48	
81	525+700.00	-4.213	-4.083	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-3216	2.49	1.18
82	525+910.00	-4.083	-2.124	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-41.63	37.51	17.85
83	526+079.64	-2.124	-1.992	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-3041.91	2.35	1.2
84	526+164.57	-1.992	-2.09	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-3948.45	1.84	
85	526+620.00	-2.09	-3.989	Convexa	60	92	60	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	-28.74	39.78	
95	529+095.00	-1.465	-1.394	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-5804.87	1.27	0.65
96	529+420.00	-1.394	-7.031	Convexa	60	97	140	(0%) 87 (-3%)	(-6%) 97 (-9%)	(6%) 77 (9%)	(0%) 85 (3%)	122.33	131.28	
97	529+620.00	-7.031	-2.944	Concava	60	97	100	(-6%) 97 (-9%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(6%) 77 (9%)	81.57	83.69	37.25
98	529+835.00	-2.944	2.289	Concava	60	87	100	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	92.88	93.31	47.69
99	529+975.00	2.289	2.394	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-3868.86	1.87	0.96
100	530+135.00	2.394	-2.427	Convexa	60	87	100	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	90.2	90.32	
101	530+920.00	-2.427	-3.101	Convexa	60	92	60	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	-415.41	14.12	
102	531+120.00	-3.101	-0.841	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-11.58	43.28	20.6
103	531+290.00	-0.841	-4.583	Convexa	60	92	80	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	76.04	78.4	
104	531+400.00	-4.583	-4.59	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-57530.29	0.15	
105	531+620.00	-4.59	-2.712	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-51.36	35.96	17.12
106	531+820.00	-2.712	-2.721	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-44714.89	0.17	
107	532+180.00	-2.721	-3.815	Convexa	60	92	60	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	-185.29	22.92	
108	532+440.00	-3.815	-5.019	Convexa	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-151.55	25.22	
109	532+630.00	-5.019	-3.034	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-38.67	38.01	18.09
110	532+890.00	-3.034	-2.955	PI	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-5410.94	1.51	0.72
111	533+090.00	-2.955	-2.523	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-808.64	7.7	3.94
112	533+610.00	-2.523	-2.489	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-11954.57	0.62	0.32
113	534+010.00	-2.489	-2.144	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-1056.43	6.15	3.14
114	534+780.00	-2.144	-2.291	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-2574.3	2.75	

Nro					Asimétrica		Simétrica	Longitud de curva vertical existente	Verificación		Verificación		Verificación	Verificación de la longitud de curva por distancia de visibilidad de parada		VERIFICACION longitud de curva por distancia de visibilidad de paso	Subtramo
	Dist. visibilidad de adelantamiento	L (Da>L)	L (Da<L)	Long. Min. curva vertical con Da	L1	L2	L		Pendiente mínima (Entrada)	Pendiente mínima (Salida)	Pendiente máxima (Entrada)	Pendiente máxima (Salida)	Necesidad de curva vertical	Convexa	Concava	Convexa	
1									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				Subtramo I
2					60	100		160	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
3					30	50		80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
4	290	307.06	308.13	308.13			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
5									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
6					40	60		100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
7	290	-4533.51	16.45	290.00	60	40		100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
8									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
9	290	363.52	388.50	388.50	70	80		150	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
10									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
11							80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
12									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
13	290	-304.94	95.03	290.00			120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
14							80	80	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
15									NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
16									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
17									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
18							140	140	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
19									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
20					80	60		140	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
21									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
22	290	319.97	323.42	323.42			160	160	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
23	290	332.62	339.96	339.96			100	100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
24									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
25					90	70		160	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
26	290	-65.73	130.24	290.00	50	70		120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
27									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
28									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
29									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
30	290	302.01	302.53	302.53			120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
31					110	130		240	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
32									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
33									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
34	290	-763.75	62.59	290.00	120	80		200	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
35					60	100		160	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
36	290	-157.91	113.97	290.00	100	80		180	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
37									NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
38							80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
39	290	-4103.17	17.96	290.00			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
40									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
41									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
42									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
43	290	143.05	192.47	290.00	50	70		120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
44									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
45									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
46	290	303.80	304.48	304.48	80	90		170	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
47									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				Subtramo II
48							280	280	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
49	290	5.27	146.33	290.00	50	70		120	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
50							170	170	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
51	290	-295.12	96.10	290.00	60	50		110	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
52									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
53					80	120		200	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
54	290	482.14	859.40	859.40			220	220	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
55									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
56							180	180	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
57									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
58	290	400.32	468.06	468.06			120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
59									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
60									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
61									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
62	290	-1012.59	52.81	290.00			100	100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
63									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
64									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
65									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
66									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
67	290	-1909.47	33.78	290.00			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
68									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
69	290	-35.08	136.73	290.00			60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
70									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
71									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
72									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
73					20	60		80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
74									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
75									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
76									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
77									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
78									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
79									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
80	290	51.21	159.04	290.00			100	100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
81									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
82					105	60		165	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
83									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
84									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
85	290	81.84	168.82	290.00			120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
95									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				Subtramo III
96	290	412.18	501.13	501.13	60	65		125	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	NO CUMPLE		NO CUMPLE	
97							100	100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
98					70	60		130	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
99									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
100	290	383.78	428.59	428.59			160	160	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
101	290	-823.56	59.92	290.00	40	60		100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
102					40	60		100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
103	290	327.19	332.67	332.67			110	110	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
104									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
105					40	90		130	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
106									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
107	290	-284.72	97.26	290.00	60	40		100	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
108	290	-205.71	107.04	290.00			120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
109					50	70		120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
110									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
111							80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
112									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
113									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
114									CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				

212	547+815.29	1.233	-6.121	Convexa	40	53	60	(0%) 50 (3%)	(-6%) 53 (-9%)	(6%) 44 (9%)	(0%) 50 (-3%)	51.06	51.13		170	211.36	224.66	224.66	85	70		155	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	Subtramo IV
213	548+086.57	-6.121	-3.018	Concava	40	53	40	(-6%) 53 (-9%)	(-3%) 50 (-6%)	(3%) 45 (6%)	(6%) 44 (9%)	7.55	28.53	12.57							60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
214	548+303.11	-3.018	-0.333	Concava	40	50	40	(-3%) 50 (-6%)	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	(3%) 45 (6%)	-9.87	22.75	10.88							120	120	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
215	548+907.86	-0.333	2.086	Concava	40	50	40	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	-21.95	20.5	9.8					35	50		85	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
216	549+085.64	2.086	-2.787	Convexa	40	50	40	(0%) 50 (3%)	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	(0%) 50 (-3%)	17.09	30.15		170	145.87	148.87	170.00			90	90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
217	549+297.01	-2.787	-3.678	Convexa	40	50	40	(0%) 50 (-3%)	(-3%) 50 (-6%)	(3%) 45 (6%)	(0%) 50 (3%)	-353.42	5.51		170	-721.73	27.22	170.00			50	50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
218	549+483.50	-3.678	-2.696	Concava	40	50	40	(-3%) 50 (-6%)	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	(3%) 45 (6%)	-200.41	8.32	3.98					50	35		85	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
219	549+741.01	-2.696	2.251	Concava	40	50	60	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	40.37	41.92	20.04					80	55		135	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
220	549+927.98	2.251	-2.624	Convexa	40	50	40	(0%) 50 (3%)	(0%) 50 (-3%)	(0%) 50 (3%)	(0%) 50 (-3%)	17.11	30.16		170	145.91	148.90	170.00			90	90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
221	550+134.90	-2.624	-0.133	Concava	50	66	50	(0%) 66 (-3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 65 (3%)	-8.91	30.91	15.77							80	80	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
222	550+339.59	-0.133	1.554	Concava	50	66	50	(0%) 66 (-3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 65 (3%)	-76.06	20.94	10.68							60	60	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
223	550+527.49	1.554	-3.718	Convexa	50	70	80	(0%) 65 (3%)	(-3%) 70 (-6%)	(3%) 61 (6%)	(0%) 66 (-3%)	63.35	63.93		230	280.53	294.75	294.75			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
224	550+768.32	-3.718	2.414	Concava	50	70	100	(-3%) 70 (-6%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(3%) 61 (6%)	80.48	82.32	38.81					100	85		185	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
225	550+915.69	2.414	2.388	PI	50	66	50	(0%) 65 (3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 66 (-3%)	-14830.96	0.29									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
226	551+080.80	2.388	1.396	Convexa	50	66	50	(0%) 65 (3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 66 (-3%)	-275.26	10.7		230	-493.63	55.47	230.00			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
227	551+513.28	1.396	-3.361	Convexa	50	70	60	(0%) 65 (3%)	(-3%) 70 (-6%)	(3%) 61 (6%)	(0%) 66 (-3%)	55.05	57.68		230	261.09	265.95	265.95			120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
228	551+914.18	-3.361	-4.678	Convexa	50	70	50	(-3%) 70 (-6%)	(-3%) 70 (-6%)	(3%) 61 (6%)	(3%) 61 (6%)	-166.76	15.97		230	-258.30	73.65	230.00			50	50	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
229	552+373.08	-4.678	-6.263	Convexa	50	74	50	(-3%) 70 (-6%)	(-6%) 74 (-9%)	(6%) 59 (9%)	(3%) 61 (6%)	-106.89	21.48		230	-136.85	88.63	230.00	40	50		90	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
230	552+614.02	-6.263	-4.999	Concava	50	74	50	(-6%) 74 (-9%)	(-3%) 70 (-6%)	(3%) 61 (6%)	(6%) 59 (9%)	-151.84	18.26	8							60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
231	552+882.25	-4.999	1.792	Concava	50	70	100	(-3%) 70 (-6%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(3%) 61 (6%)	86.24	91.15	42.97					70	95		165	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
232	553+077.70	1.792	1.246	Convexa	50	66	50	(0%) 65 (3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 66 (-3%)	-607.93	5.89		230	-1272.60	30.53	230.00			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
233	553+166.88	1.246	-2.413	Convexa	50	66	50	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	21.59	39.45		230	201.46	204.61	230.00			60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
234	553+353.53	-2.413	0.594	Concava	50	66	50	(0%) 66 (-3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 65 (3%)	15.27	37.32	19.03							80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
235	553+554.69	0.594	-3.542	Convexa	50	70	50	(0%) 65 (3%)	(-3%) 70 (-6%)	(3%) 61 (6%)	(0%) 66 (-3%)	42.3	50.15		230	231.22	231.23	231.23			80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
236	553+737.57	-3.542	0.217	Concava	50	70	50	(-3%) 70 (-6%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(3%) 61 (6%)	42.9	50.46	23.79							70	70	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
237	553+996.76	0.217	-4.484	Convexa	50	70	60	(0%) 65 (3%)	(-3%) 70 (-6%)	(3%) 61 (6%)	(0%) 66 (-3%)	54.06	57.02		230	258.77	262.88	262.88			120	120	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
238	554+229.15	-4.484	0.533	Concava	50	70	80	(-3%) 70 (-6%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(3%) 61 (6%)	67.25	67.35	31.75							120	120	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
239	554+613.00	0.533	3.018	Concava	50	70	50	(0%) 65 (3%)	(3%) 61 (6%)	(-3%) 70 (-6%)	(0%) 66 (-3%)	-6.94	33.35	15.72							80	80	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
240	554+773.73	3.018	0.754	Convexa	50	70	50	(3%) 61 (6%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(-3%) 70 (-6%)	-38.45	27.46		230	42.16	126.60	230.00			140	140	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
241	554+920.43	0.754	0.692	PI	50	66	50	(0%) 65 (3%)	(0%) 65 (3%)	(0%) 66 (-3%)	(0%) 66 (-3%)	-6490.95	0.66									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
242	555+077.64	0.733	-6.486	Convexa	60	97	180	(0%) 85 (3%)	(-6%) 97 (-9%)	(6%) 77 (9%)	(0%) 87 (-3%)	138.04	168.13		290	448.96	641.77	641.77			108.6	108.6	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	NO CUMPLE		NO CUMPLE	
243	555+246.82	-6.486	-2.571	Concava	60	97	80	(-6%) 97 (-9%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(6%) 77 (9%)	76.63	80.17	35.68							60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		NO CUMPLE		
244	555+380.49	-2.571	-1.725	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-327.18	15.1	7.72							60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
245	555+577.17	-1.725	-5.038	Convexa	60	92	80	(0%) 87 (-3%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(0%) 85 (3%)	62.09	69.43		290	294.54	294.62	294.62			94.2	94.2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
246	555+821.44	-5.038	-3.225	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(-3%) 92 (-6%)	(3%) 80 (6%)	(3%) 80 (6%)	-59.79	34.72	16.52							88.2	88.2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
247	556+065.90	-3.225	-1.281	Concava	60	92	60	(-3%) 92 (-6%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(3%) 80 (6%)	-43.37	37.23	17.72							82.4	82.4	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
248	556+300.15	-1.281	-2.065	Convexa	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-341.31	14.69		290	-626.63	69.70	290.00			60	60	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	Subtramo V
249	556+407.51	-2.065	-2.163	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-3948.45	1.84									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
250	556+707.49	-2.163	2.18	Concava	60	87	80	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	76.26	77.44	39.58					43	38		81	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
251	556+920.11	2.18	0.195	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-29.53	37.19		290	103.43	176.47	290.00	60	80		140	CUMPLE	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
252	557+112.45	0.195	-2.935	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	44.93	58.64		290	277.76	278.26	290.00			102.2	102.2	NO CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA	CUMPLE		NO CUMPLE	
253	557+170.07	-2.935	-2.954	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-21089.16	0.36									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
254	557+434.00	-2.954	-2.868	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-4762.05	1.53	0.78								0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
255	557+506.21	-2.868	-2.934	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-5947.21	1.24									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
256	557+566.85	-2.934	-1.377	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-98.81	27.74	14.18							71.8	71.8	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
257	557+807.81	-1.377	-0.66	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-418.05	12.78	6.53							89.2	89.2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA		CUMPLE		
258	557+990.96	-0.66	-0.758	PI	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	-3948.45	1.84									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
259	558+114.09	-0.758	2.597	Concava	60	87	60	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 85 (3%)	47.43	59.8	30.57							69.2	69.2	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NECESITA		CUMPLE		
260	558+362.75	2.597	2.41	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-1986.43	3.5									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				
261	558+447.98	2.41	1.54	Convexa	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-290.9	16.28		290	-508.61	77.25	290.00			46	46	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA	NO CUMPLE		NO CUMPLE	
262	558+688.76	1.54	1.489	PI	60	87	60	(0%) 85 (3%)	(0%) 85 (3%)	(0%) 87 (-3%)	(0%) 87 (-3%)	-7595.23	0.97									0	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	CUMPLE	NO NECESITA				

Anexo 5: Características geométricas y evaluación del diseño geométrico en sección transversal.

Anexo 5: Características geométricas y evaluación del diseño geométrico en sección transversal

Curva/Tangente Nro	L Curva/ L Tangente	Ancho de carril (m)		Bombeo (%)		Subtramo
PI-49	75.262					
Tang.	54.509	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-50	84.804	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	199.787	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-52	66.571	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	159.877	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-53	152.666	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	190.264	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-54	38.72	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	72.561	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-55	139.557	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	81.656	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-56	76.394	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	107.374	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-57	71.877	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	132.1	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-58	116.473	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	178.3	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-59	153.745	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	167.891	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-60	245.728	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	369.054	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-62	175.651	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	375.395	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-63	117.816	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	122.645	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-64	90.728	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	Subtramo I
Tang.	516.864	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-65	180.784	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	1434.971	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-66	227.241	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	57.209	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-67	131.273	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	112.907	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-68	100.368	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	201.423	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-69	108.962	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	198.71	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-70	51.041	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	321.09	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-71	153.674	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	122.44	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-72	111.53	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	119.264	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	

PI-73	110.104	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	82.023	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-74	109.451	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	696.901	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-75	63.77	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	227.905	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-76	107.151	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	109.467	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-77	141.196	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-78	117.501	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	387.124	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-79	457.708	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	240.378	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-80	152.492	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	124.508	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-81	171.882	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	367.655	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-82	162.608	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-83	173.264	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	150.475	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-84	140.068	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	318.11	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	Subtramo II
PI-85	99.472	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	454.591	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-86	74.517	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	282.62	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-87	307.825	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	259.565	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-88	144.689	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	259.655	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-89	245.723	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	759.746	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-90	104.249	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	1382.996	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	246.485	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-97	169.929	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	50.333	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-98	100.703	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	8.696	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-99	119.706	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	35.43	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-100	60.74	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	42.842	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-101	68.053	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	68.264	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-102	56.21	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	61.044	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-103	89.921	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	549.349	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-104	53.557	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	280.175	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	

PI-105	33.804	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	105.187	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-106	75.893	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	Subtramo III
Tang.	119.21	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-107	94.549	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	83.451	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-108	57.542	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	255.897	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-109	46.879	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	116.758	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-110	68.738	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	171.661	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-111	129.651	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	128.228	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-112	113.243	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	118.321	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-113	48.42	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	763.093	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-115	97.049	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	329.139	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-116	8.416	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	475.904	3.3	CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	497.15	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-176	74.748	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	197.493	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-177	87.081	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	91.453	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-178	99.037	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	139.475	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-179	61.379	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	316.448	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-180	76.909	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	78.791	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-181	87.674	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	49.024	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-182	93.871	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	84.767	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-183	112.023	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	57.489	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-184	91.706	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	146.128	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-185	98.2	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	49.822	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-186	245.229	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	Subtramo IV
Tang.	15.935	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-187	32.463	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	65.57	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-188	15.755	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	62.339	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-189	74.578	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	72.478	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	

PI-190	118.368	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	139.029	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-191	82.668	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	378.094	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-192	81.594	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	43.726	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-193	77.748	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	269.792	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-194	118.348	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	103.874	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-195	105.401	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	129.021	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-196	95.906	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	245.013	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-197	61.831	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	55.483	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-198	13.839	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	70.139	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-199	48.428	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	81.627	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-200	78.511	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	100.668	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-201	40.126	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	28.641	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-202	77.964	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	20.662	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-203	88.921	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	201.026	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-204	59.082	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	208.957	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-205	98.389	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	56.884	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-206	27.064	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	84.514	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-207	39.009	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	134.685	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-208	44.033	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	52.571	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-209	65.56	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	100.53	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-210	35.234	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	357.492	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-211	32.068	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	19.09	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-212	64.041	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	Subtramo V
Tang.	44.902	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-213	31.83	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	126.327	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-214	37.985	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	66.231	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-215	50.545	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	

Tang.	193.534	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-216	85.272	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	127.115	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-217	106.185	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	62.96	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-218	147.291	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	121.125	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-219	84.255	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	120.529	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-220	147.761	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	33.254	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-221	67.219	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	34.618	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-222	72.915	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	169.669	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-223	90.46	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	40.099	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-224	88.379	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	158.174	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-225	109.766	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	170.127	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-226	107.052	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
Tang.	399.231	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	
PI-227	63.412	3	NO CUMPLE	2.5	CUMPLE	

Anexo 6: Obtención de tramos homogéneos.

Anexo 6: Obtención de tramos homogéneos

Curva Nro	ngulo Deflexió °	'	"	PI	Conversion a Grado °	'	"	Angulo Deflexión °	Conversion a Gon gon	km	Angulo deflexión acumulado (gon)	Subtramos homogeneos		
PI-49	68	26	52	509+929.83	68.00	0.43	0.87	69.30	0.9	509929.83	62.37		510000	5750
PI-50	90	49	16.5	510+071.02	90.00	0.82	0.28	91.09	0.9	510071.02	144.35	**Subtramo I**	510000	6000
PI-52	34	3	21.4	510+335.64	34.00	0.05	0.36	34.41	0.9	510335.64	175.32		519500	5750
PI-53	26	6	38.9	510+605.47	26.00	0.10	0.65	26.75	0.9	510605.47	199.39		519500	6000
PI-54	9	51	35.7	510+890.12	9.00	0.85	0.60	10.45	0.9	510890.12	208.79		519500	5500
PI-55	48	45	21.9	511+056.32	48.00	0.75	0.37	49.12	0.9	511056.32	253.00	**Subtramo II**	519500	5750
PI-56	20	21	29.7	511+241.82	20.00	0.35	0.50	20.85	0.9	511241.82	271.76		526300	5500
PI-57	10	2	40.5	511+423.01	10.00	0.03	0.68	10.71	0.9	511423.01	281.39		526300	5750
PI-58	41	11	38.3	511+651.84	41.00	0.18	0.64	41.82	0.9	511651.84	319.03		529200	5550
PI-59	24	40	29.4	511+963.81	24.00	0.67	0.49	25.16	0.9	511963.81	341.67	**Subtramo III**	529200	6000
PI-60	33	33	42.5	512+333.87	33.00	0.55	0.71	34.26	0.9	512333.87	372.51		534500	5550
PI-62	9	57	51.8	512+910.19	9.00	0.95	0.86	10.81	0.9	512910.19	382.24		534500	6000
PI-63	15	4	3.7	513+432.44	15.00	0.07	0.06	15.13	0.9	513432.44	395.85		548000	5500
PI-64	19	19	28.4	513+659.45	19.00	0.32	0.47	19.79	0.9	513659.45	413.67	**Subtramo IV**	548000	5750
PI-65	17	29	48.7	514+312.35	17.00	0.48	0.81	18.30	0.9	514312.35	430.13		553000	5500
PI-66	43	1	37.2	515+956.28	43.00	0.02	0.62	43.64	0.9	515956.28	469.40		553000	5750
PI-67	46	25	42	516+190.93	46.00	0.42	0.70	47.12	0.9	516190.93	511.81		553000	5750
PI-68	21	8	31.6	516+416.39	21.00	0.13	0.53	21.66	0.9	516416.39	531.30	**Subtramo V**	553000	6000
PI-69	34	29	31.8	516+723.61	34.00	0.48	0.53	35.01	0.9	516723.61	562.82		558500	5750
PI-70	9	26	1.3	517+000.67	9.00	0.43	0.02	9.46	0.9	517000.67	571.32		558500	6000
PI-71	52	52	56	517+430.02	52.00	0.87	0.93	53.80	0.9	517430.02	619.74	**Subtramo**	519500	0
PI-72	12	17	20	517+679.32	12.00	0.28	0.33	12.62	0.9	517679.32	631.10		519500	5500
PI-73	22	31	49.5	517+909.90	22.00	0.52	0.83	23.34	0.9	517909.90	652.11	**Subtramo**	529200	0
PI-74	25	48	25.2	518+101.93	25.00	0.80	0.42	26.22	0.9	518101.93	675.71		529200	5500
PI-75	15	5	53	518+884.68	15.00	0.08	0.88	15.97	0.9	518884.68	690.08	**Subtramo**	545000	0
PI-76	30	32	37.6	519+199.17	30.00	0.53	0.63	31.16	0.9	519199.17	718.12		545000	5500
PI-77	42	21	20.5	519+434.90	42.00	0.35	0.34	42.69	0.9	519434.90	756.54	**Subtramo**	553000	0
PI-78	31	54	24.4	519+562.46	31.00	0.90	0.41	32.31	0.9	519562.46	785.62		553000	5500
PI-79	124	3	9.9	520+404.79	124.00	0.05	0.17	124.22	0.9	520404.79	897.41			
PI-80	33	59	48.4	520+783.42	33.00	0.98	0.81	34.79	0.9	520783.42	928.72			
PI-81	33	16	14.3	521+070.29	33.00	0.27	0.24	33.51	0.9	521070.29	958.88			
PI-82	49	2	8.4	521+608.05	49.00	0.03	0.14	49.17	0.9	521608.05	1003.13			
PI-83	49	1	25.2	521+780.89	49.00	0.02	0.42	49.44	0.9	521780.89	1047.63			

PI-84	38	51	48.8	522+085.14	38.00	0.85	0.81	39.66	0.9	522085.14	1083.32
PI-85	26	30	30.5	522+521.11	26.00	0.50	0.51	27.01	0.9	522521.11	1107.63
PI-86	19	45	58.7	523+062.16	19.00	0.75	0.98	20.73	0.9	523062.16	1126.29
PI-87	45	41	30.6	523+544.29	45.00	0.68	0.51	46.19	0.9	523544.29	1167.86
PI-88	27	54	45.9	524+022.87	27.00	0.90	0.77	28.67	0.9	524022.87	1193.66
PI-89	40	6	39	524+481.54	40.00	0.10	0.65	40.75	0.9	524481.54	1230.33
PI-90	8	31	58.5	525+411.09	8.00	0.52	0.98	9.49	0.9	525411.09	1238.88
PI-91	20	28	25.9	526+916.55	20.00	0.47	0.43	20.90	0.9	526916.55	1257.68
PI-93	38	49	34	527+652.10	38.00	0.82	0.57	39.38	0.9	527652.10	1293.13
PI-94	5	14	1.6	528+112.45	5.00	0.23	0.03	5.26	0.9	528112.45	1297.86
PI-96	49	43	40.1	528+975.93	49.00	0.72	0.67	50.39	0.9	528975.93	1343.21
PI-97	98	20	45	529+417.89	98.00	0.33	0.75	99.08	0.9	529417.89	1432.38
PI-98	17	13	24.4	529+574.31	17.00	0.22	0.41	17.62	0.9	529574.31	1448.25
PI-99	153	46	53.9	529+824.49	153.00	0.77	0.90	154.67	0.9	529824.49	1587.44
PI-100	31	4	22	529+819.24	31.00	0.07	0.37	31.43	0.9	529819.24	1615.73
PI-101	39	47	13.4	529+927.15	39.00	0.78	0.22	40.01	0.9	529927.15	1651.74
PI-102	36	35	52.6	530+057.11	36.00	0.58	0.88	37.46	0.9	530057.11	1685.45
PI-103	10	18	15	530+190.34	10.00	0.30	0.25	10.55	0.9	530190.34	1694.95
PI-104	6	49	8.7	530+811.34	6.00	0.82	0.15	6.96	0.9	530811.34	1701.21
PI-105	5	18	23	531+135.17	5.00	0.30	0.38	5.68	0.9	531135.17	1706.33
PI-106	13	10	36.7	531+295.37	13.00	0.17	0.61	13.78	0.9	531295.37	1718.73
PI-107	11	46	35.8	531+499.80	11.00	0.77	0.60	12.36	0.9	531499.80	1729.86
PI-108	18	50	22.6	531+659.39	18.00	0.83	0.38	19.21	0.9	531659.39	1747.15
PI-109	8	57	11.6	531+967.28	8.00	0.95	0.19	9.14	0.9	531967.28	1755.38
PI-110	12	18	27.2	532+141.93	12.00	0.30	0.45	12.75	0.9	532141.93	1766.85
PI-111	40	9	13.7	532+415.45	40.00	0.15	0.23	40.38	0.9	532415.45	1803.19
PI-112	31	39	1.4	532+663.82	31.00	0.65	0.02	31.67	0.9	532663.82	1831.70
PI-113	6	56	8.6	532+861.51	6.00	0.93	0.14	7.08	0.9	532861.51	1838.07
PI-115	4	29	55.5	533+697.34	4.00	0.48	0.93	5.41	0.9	533697.34	1842.94
PI-116	2	20	26.7	534+079.18	2.00	0.33	0.45	2.78	0.9	534079.18	1845.44
PI-117	2	18	2	534+575.40	2.00	0.30	0.03	2.33	0.9	534575.40	1847.54
PI-118	21	8	8.2	535+088.56	21.00	0.13	0.14	21.27	0.9	535088.56	1866.68
PI-119	24	25	24.4	535+213.79	24.00	0.42	0.41	24.82	0.9	535213.79	1889.02
PI-120	20	57	38.9	535+344.59	20.00	0.95	0.65	21.60	0.9	535344.59	1908.46
PI-120-A	19	24	7.6	535+418.07	19.00	0.40	0.13	19.53	0.9	535418.07	1926.03
PI-121	22	11	19.9	535+558.93	22.00	0.18	0.33	22.52	0.9	535558.93	1946.30

PI-121-A	23	26	8.6	535+604.92	23.00	0.43	0.14	23.58	0.9	535604.92	1967.52
PI-122	55	4	59.1	535+900.20	55.00	0.07	0.99	56.05	0.9	535900.20	2017.96
PI-123	66	7	15.7	536+102.87	66.00	0.12	0.26	66.38	0.9	536102.87	2077.70
PI-123-B	1	26	2.8	536+215.64	1.00	0.43	0.05	1.48	0.9	536215.64	2079.03
PI-124	6	34	28.8	536+361.37	6.00	0.57	0.48	7.05	0.9	536361.37	2085.38
PI-124-A	4	39	49.2	536+458.32	4.00	0.65	0.82	5.47	0.9	536458.32	2090.30
PI-125	8	13	12.7	536+682.50	8.00	0.22	0.21	8.43	0.9	536682.50	2097.89
PI-126	13	21	5.5	536+820.49	13.00	0.35	0.09	13.44	0.9	536820.49	2109.98
PI-127	10	8	5.7	536+972.50	10.00	0.13	0.10	10.23	0.9	536972.50	2119.19
PI-128	9	12	5.8	537+565.51	9.00	0.20	0.10	9.30	0.9	537565.51	2127.56
PI-129	7	30	53.9	537+815.15	7.00	0.50	0.90	8.40	0.9	537815.15	2135.11
PI-130	7	42	44.1	538+173.37	7.00	0.70	0.74	8.44	0.9	538173.37	2142.71
PI-131	8	18	7.2	538+386.65	8.00	0.30	0.12	8.42	0.9	538386.65	2150.28
PI-131-A	8	6	26.6	538+426.90	8.00	0.10	0.44	8.54	0.9	538426.90	2157.97
PI-131-B	4	18	55.6	538+464.58	4.00	0.30	0.93	5.23	0.9	538464.58	2162.68
PI-132	14	18	4.3	538+620.40	14.00	0.30	0.07	14.37	0.9	538620.40	2175.61
PI-132-A	32	11	41.3	538+667.29	32.00	0.18	0.69	32.87	0.9	538667.29	2205.20
PI-133-A	5	43	6.7	538+883.41	5.00	0.72	0.11	5.83	0.9	538883.41	2210.44
PI-134	9	13	18.1	539+033.99	9.00	0.22	0.30	9.52	0.9	539033.99	2219.01
PI-134-A	13	53	25.9	539+078.18	13.00	0.88	0.43	14.32	0.9	539078.18	2231.89
PI-135	6	18	5.4	539+229.63	6.00	0.30	0.09	6.39	0.9	539229.63	2237.64
PI-136	7	6	0.4	539+356.13	7.00	0.10	0.01	7.11	0.9	539356.13	2244.04
PI-137	5	28	33.7	539+576.87	5.00	0.47	0.56	6.03	0.9	539576.87	2249.46
PI-138	6	30	42.4	539+746.64	6.00	0.50	0.71	7.21	0.9	539746.64	2255.95
PI-139	1	58	7.8	540+144.69	1.00	0.97	0.13	2.10	0.9	540144.69	2257.84
PI-140	15	38	4.4	540+531.43	15.00	0.63	0.07	15.71	0.9	540531.43	2271.97
PI-146	15	52	25.1	541+444.91	15.00	0.87	0.42	16.29	0.9	541444.91	2286.63
PI-147	26	21	35.4	541+724.51	26.00	0.35	0.59	26.94	0.9	541724.51	2310.87
PI-148	12	38	23.9	542+143.11	12.00	0.63	0.40	13.03	0.9	542143.11	2322.60
PI-150	6	21	1.1	542+524.85	6.00	0.35	0.02	6.37	0.9	542524.85	2328.33
PI-151	5	56	0.1	543+021.37	5.00	0.93	0.00	5.94	0.9	543021.37	2333.68
PI-152	14	4	29.7	543+320.78	14.00	0.07	0.50	14.56	0.9	543320.78	2346.78
PI-152-A	1	56	52.5	543+398.97	1.00	0.93	0.88	2.81	0.9	543398.97	2349.31
PI-152-B	3	8	47.2	543+461.69	3.00	0.13	0.79	3.92	0.9	543461.69	2352.84
PI-153	6	8	19.9	543+513.58	6.00	0.13	0.33	6.47	0.9	543513.58	2358.66
PI-153-B	4	39	13.5	543+643.14	4.00	0.65	0.23	4.88	0.9	543643.14	2363.04

PI-154	27	21	59.9	543+695.99	27.00	0.35	1.00	28.35	0.9	543695.99	2388.56
PI-154-A	23	59	26.3	543+764.36	23.00	0.98	0.44	24.42	0.9	543764.36	2410.54
PI-155	6	2	46.8	544+159.75	6.00	0.03	0.78	6.81	0.9	544159.75	2416.67
PI-155-A	13	12	9.8	544+188.72	13.00	0.20	0.16	13.36	0.9	544188.72	2428.70
PI-155-B	18	54	31	544+214.00	18.00	0.90	0.52	19.42	0.9	544214.00	2446.17
PI-156	19	55	54.3	544+303.48	19.00	0.92	0.91	20.82	0.9	544303.48	2464.91
PI-157	21	6	55.4	544+536.58	21.00	0.10	0.92	22.02	0.9	544536.58	2484.73
PI-158	11	34	0.8	544+747.09	11.00	0.57	0.01	11.58	0.9	544747.09	2495.15
PI-159	32	24	23.9	545+105.01	32.00	0.40	0.40	32.80	0.9	545105.01	2524.67
PI-160	54	58	13.5	545+210.55	54.00	0.97	0.23	55.19	0.9	545210.55	2574.34
PI-161	35	23	51.8	545+255.91	35.00	0.38	0.86	36.25	0.9	545255.91	2606.97
PI-162	77	58	5.3	545+398.61	77.00	0.97	0.09	78.06	0.9	545398.61	2677.22
PI-163	46	7	51.3	545+595.51	46.00	0.12	0.86	46.97	0.9	545595.51	2719.49
PI-164	66	55	16.9	545+681.43	66.00	0.92	0.28	67.20	0.9	545681.43	2779.97
PI-165	18	1	27.9	545+784.78	18.00	0.02	0.47	18.48	0.9	545784.78	2796.60
PI-166	51	45	37.2	545+997.60	51.00	0.75	0.62	52.37	0.9	545997.60	2843.73
PI-167	61	23	25.1	546+226.05	61.00	0.38	0.42	61.80	0.9	546226.05	2899.36
PI-168	67	8	53.9	546+366.79	67.00	0.13	0.90	68.03	0.9	546366.79	2960.58
PI-169	56	19	19.8	546+502.18	56.00	0.32	0.33	56.65	0.9	546502.18	3011.57
PI-170	38	33	12.2	546+879.92	38.00	0.55	0.20	38.75	0.9	546879.92	3046.44
PI-171	33	25	28.8	547+141.16	33.00	0.42	0.48	33.90	0.9	547141.16	3076.95
PI-172	50	6	44	547+308.30	50.00	0.10	0.73	50.83	0.9	547308.30	3122.70
PI-173	41	55	3.2	547+518.82	41.00	0.92	0.05	41.97	0.9	547518.82	3160.47
PI-174	20	49	11.6	547+620.95	20.00	0.82	0.19	21.01	0.9	547620.95	3179.38
PI-175	5	28	32.6	547+734.18	5.00	0.47	0.54	6.01	0.9	547734.18	3184.79
PI-176	9	9	39.3	548+395.38	9.00	0.15	0.66	9.81	0.9	548395.38	3193.62
PI-177	11	17	17.7	548+673.85	11.00	0.28	0.30	11.58	0.9	548673.85	3204.04
PI-178	6	48	13.8	548+858.28	6.00	0.80	0.23	7.03	0.9	548858.28	3210.36
PI-179	42	22	14.5	549+079.39	42.00	0.37	0.24	42.61	0.9	549079.39	3248.71
PI-180	44	3	55.2	549+465.51	44.00	0.05	0.92	44.97	0.9	549465.51	3289.19
PI-181	54	53	59.2	549+628.27	54.00	0.88	0.99	55.87	0.9	549628.27	3339.47
PI-182	65	11	34.3	549+770.19	65.00	0.18	0.57	65.76	0.9	549770.19	3398.65
PI-183	97	37	7.3	549+971.21	97.00	0.62	0.12	97.74	0.9	549971.21	3486.61
PI-184	42	43	6.8	550+113.69	42.00	0.72	0.11	42.83	0.9	550113.69	3525.16
PI-185	23	9	15	550+353.20	23.00	0.15	0.25	23.40	0.9	550353.20	3546.22
PI-186	48	7	6.1	550+581.82	48.00	0.12	0.10	48.22	0.9	550581.82	3589.62

PI-187	8	27	16.1	550+728.87	8.00	0.45	0.27	8.72	0.9	550728.87	3597.46
PI-188	14	33	33.4	550+818.56	14.00	0.55	0.56	15.11	0.9	550818.56	3611.06
PI-189	23	36	28.4	550+926.56	23.00	0.60	0.47	24.07	0.9	550926.56	3632.72
PI-190	42	15	19.1	551+097.82	42.00	0.25	0.32	42.57	0.9	551097.82	3671.04
PI-191	20	4	11.8	551+334.95	20.00	0.07	0.20	20.26	0.9	551334.95	3689.27
PI-192	47	13	19.4	551+797.23	47.00	0.22	0.32	47.54	0.9	551797.23	3732.06
PI-193	20	3	57.6	551+918.55	20.00	0.05	0.96	21.01	0.9	551918.55	3750.97
PI-194	24	28	46.1	552+286.90	24.00	0.47	0.77	25.24	0.9	552286.90	3773.68
PI-195	57	14	31.3	552+506.61	57.00	0.23	0.52	57.76	0.9	552506.61	3825.66
PI-196	56	4	18.4	552+735.64	56.00	0.07	0.31	56.37	0.9	552735.64	3876.39
PI-197	37	17	27.5	553+056.43	37.00	0.28	0.46	37.74	0.9	553056.43	3910.36
PI-198	6	5	57.6	553+148.62	6.00	0.08	0.96	7.04	0.9	553148.62	3916.70
PI-199	15	30	4.5	553+250.03	15.00	0.50	0.08	15.58	0.9	553250.03	3930.72
PI-200	27	56	24.3	553+395.78	27.00	0.93	0.41	28.34	0.9	553395.78	3956.22
PI-201	22	45	46.9	553+555.23	22.00	0.75	0.78	23.53	0.9	553555.23	3977.40
PI-202	84	16	58.5	553+651.63	84.00	0.27	0.98	85.24	0.9	553651.63	4054.12
PI-203	35	8	11.8	553+748.20	35.00	0.13	0.20	35.33	0.9	553748.20	4085.92
PI-204	16	28	22.1	554+021.99	16.00	0.47	0.37	16.84	0.9	554021.99	4101.07
PI-205	38	20	55.2	554+311.40	38.00	0.33	0.92	39.25	0.9	554311.40	4136.40
PI-206	8	9	41	554+429.11	8.00	0.15	0.68	8.83	0.9	554429.11	4144.35
PI-207	14	48	6	554+546.75	14.00	0.80	0.10	14.90	0.9	554546.75	4157.76
PI-208	14	37	31.4	554+722.96	14.00	0.62	0.52	15.14	0.9	554722.96	4171.38
PI-209	23	55	32.6	554+830.69	23.00	0.92	0.54	24.46	0.9	554830.69	4193.40
PI-210	13	32	55.2	554+981.22	13.00	0.53	0.92	14.45	0.9	554981.22	4206.40
PI-211	9	40	13.5	555+372.32	9.00	0.67	0.23	9.89	0.9	555372.32	4215.31
PI-212	14	47	43.5	555+439.60	14.00	0.78	0.73	15.51	0.9	555439.60	4229.26
PI-213	9	7	7.2	555+532.30	9.00	0.12	0.12	9.24	0.9	555532.30	4237.58
PI-214	8	3	38.2	555+693.53	8.00	0.05	0.64	8.69	0.9	555693.53	4245.39
PI-215	6	58	42.1	555+804.02	6.00	0.97	0.70	7.67	0.9	555804.02	4252.30
PI-216	9	2	51.7	556+065.52	9.00	0.03	0.86	9.90	0.9	556065.52	4261.20
PI-217	21	43	42.2	556+288.92	21.00	0.72	0.70	22.42	0.9	556288.92	4281.38
PI-218	16	58	48.6	556+478.52	16.00	0.97	0.81	17.78	0.9	556478.52	4297.38
PI-219	31	20	49.3	556+715.96	31.00	0.33	0.82	32.16	0.9	556715.96	4326.32
PI-220	26	2	58.4	556+952.71	26.00	0.03	0.97	27.01	0.9	556952.71	4350.62
PI-221	8	1	25.4	557+092.21	8.00	0.02	0.42	8.44	0.9	557092.21	4358.22
PI-222	8	42	12.9	557+196.91	8.00	0.70	0.22	8.92	0.9	557196.91	4366.24

PI-223	12	20	25.3	557+448.37	12.00	0.33	0.42	12.76	0.9	557448.37	4377.72
PI-224	13	25	54.2	557+577.92	13.00	0.42	0.90	14.32	0.9	557577.92	4390.61
PI-225	31	17	21.6	557+836.37	31.00	0.28	0.36	31.64	0.9	557836.37	4419.09
PI-226	15	31	41.5	558+113.83	15.00	0.52	0.69	16.21	0.9	558113.83	4433.68
PI-227	13	42	37.2	558+598.11	13.00	0.70	0.62	14.32	0.9	558598.11	4446.57
PI-228	9	26	37.9	559+016.68	9.00	0.43	0.63	10.07	0.9	559016.68	4455.62
PI-229	44	48	31.3	559+211.19	44.00	0.80	0.52	45.32	0.9	559211.19	4496.41
PI-230	55	30	41	559+332.56	55.00	0.50	0.68	56.18	0.9	559332.56	4546.98
PI-231	20	7	2.8	559+504.20	20.00	0.12	0.05	20.16	0.9	559504.20	4565.13
PI-232	20	58	57.5	559+730.07	20.00	0.97	0.96	21.93	0.9	559730.07	4584.86
PI-233	14	36	25.6	560+459.00	14.00	0.60	0.43	15.03	0.9	560459.00	4598.38
PI-234	27	17	40.9	560+956.09	27.00	0.28	0.68	27.97	0.9	560956.09	4623.55
PI-235	23	53	31.5	561+141.97	23.00	0.88	0.53	24.41	0.9	561141.97	4645.52
PI-236	22	55	20.2	561+292.43	22.00	0.92	0.34	23.25	0.9	561292.43	4666.45
PI-237	28	39	15.3	561+498.40	28.00	0.65	0.26	28.91	0.9	561498.40	4692.46
PI-238	14	33	2.3	561+714.77	14.00	0.55	0.04	14.59	0.9	561714.77	4705.59
PI-239	25	23	10	561+892.59	25.00	0.38	0.17	25.55	0.9	561892.59	4728.59
PI-240	29	32	3.6	562+066.31	29.00	0.53	0.06	29.59	0.9	562066.31	4755.22
PI-241	31	45	58.5	562+148.72	31.00	0.75	0.98	32.73	0.9	562148.72	4784.67
PI-242	26	54	3.5	562+291.90	26.00	0.90	0.06	26.96	0.9	562291.90	4808.93
PI-243	13	5	58.9	562+487.78	13.00	0.08	0.98	14.07	0.9	562487.78	4821.59
PI-244	16	11	7	563+015.70	16.00	0.18	0.12	16.30	0.9	563015.70	4836.26
PI-245	8	54	34.7	563+111.54	8.00	0.90	0.58	9.48	0.9	563111.54	4844.79
PI-246	14	3	46.7	563+211.76	14.00	0.05	0.78	14.83	0.9	563211.76	4858.14
PI-247	42	2	11.9	563+416.31	42.00	0.03	0.20	42.23	0.9	563416.31	4896.15
PI-248	28	56	14.2	563+671.01	28.00	0.93	0.24	29.17	0.9	563671.01	4922.40
PI-249	30	29	26.2	563+857.29	30.00	0.48	0.44	30.92	0.9	563857.29	4950.23
PI-250	5	16	0.6	563+963.88	5.00	0.27	0.01	5.28	0.9	563963.88	4954.98
PI-251	31	24	54.7	564+099.99	31.00	0.40	0.91	32.31	0.9	564099.99	4984.06
PI-252	50	41	42.3	564+188.00	50.00	0.68	0.71	51.39	0.9	564188.00	5030.31
PI-253	62	35	53.9	564+341.10	62.00	0.58	0.90	63.48	0.9	564341.10	5087.44
PI-254	40	57	21.6	564+577.28	40.00	0.95	0.36	41.31	0.9	564577.28	5124.62
PI-255	36	25	29.3	564+851.94	36.00	0.42	0.49	36.91	0.9	564851.94	5157.83
PI-256	43	25	21.2	565+137.35	43.00	0.42	0.35	43.77	0.9	565137.35	5197.23
PI-259	8	51	21.5	565+993.10	8.00	0.85	0.36	9.21	0.9	565993.10	5205.51
PI-260	40	55	43.7	566+274.29	40.00	0.92	0.73	41.65	0.9	566274.29	5243.00

PI-262	11	17	30.4	566+731.35	11.00	0.28	0.51	11.79	0.9	566731.35	5253.61
PI-263	6	17	1.3	567+101.38	6.00	0.28	0.02	6.31	0.9	567101.38	5259.28
PI-264	35	43	53.9	567+359.65	35.00	0.72	0.90	36.62	0.9	567359.65	5292.23
PI-265	4	31	59.5	567+726.09	4.00	0.52	0.99	5.51	0.9	567726.09	5297.19
PI-266	18	21	57.1	567+904.74	18.00	0.35	0.95	19.30	0.9	567904.74	5314.56
PI-267	17	12	54.8	568+150.67	17.00	0.20	0.91	18.11	0.9	568150.67	5330.87
PI-268	28	7	4.8	568+406.90	28.00	0.12	0.08	28.20	0.9	568406.90	5356.24
PI-269	29	33	14.9	568+499.81	29.00	0.55	0.25	29.80	0.9	568499.81	5383.06
PI-270	31	35	10.8	568+622.03	31.00	0.58	0.18	31.76	0.9	568622.03	5411.65
PI-271	2	25	6.6	568+789.25	2.00	0.42	0.11	2.53	0.9	568789.25	5413.92
PI-272	28	49	31.5	569+035.71	28.00	0.82	0.53	29.34	0.9	569035.71	5440.33
PI-273	5	28	3.1	569+625.57	5.00	0.47	0.05	5.52	0.9	569625.57	5445.30
PI-274	36	36	21.7	569+857.99	36.00	0.60	0.36	36.96	0.9	569857.99	5478.56
PI-275	3	23	43.9	569+998.93	3.00	0.38	0.73	4.12	0.9	569998.93	5482.26

Anexo 7: Estimación del perfil de velocidad.

Anexo 7: Estimación del perfil de velocidad

Curva/Tangente	L Curva/	Condiciones	Notas	k	Condiciones		V85, (Nota 2)			Deceleración	Aceleración	Velocidad de operación en tangentes – Deceleración								Aceleración			
Nro	L Tangente	1 al 10			1 al 4				MIN			Cálculo Xfd	Xfd	Cálculo Xcd	Xcd	LSCc	Xtd	LSCa	Xfs	Calculado Xca	Xca	Calculado Xfa	Xfa
PI-49	75.262	2	-		-		-	-	0														
Tang.	54.509									1.00	0.54	260.72	260.72	33.78	33.78	680.98	42.59	54.51	-626.47	-62.55	0.00	420.26	420.26
PI-50	84.804	2	-		-		-	-	0														
Tang.	199.787									1.00	0.54	107.72	107.72	-153.00	0.00	590.53	-	199.79	-390.74	283.33	283.33	482.81	482.81
PI-52	66.571	2	-		-		-	-	0														
Tang.	159.877									1.00	0.54	-29.48	0.00	-137.20	0.00	199.48	-	159.88	-39.60	254.07	254.07	199.48	199.48
PI-53	152.666	3	-		-		-	-	0														
Tang.	190.264									0.20	0.43	17.46	17.46	163.70	163.70	17.46	-	190.26	172.80	-76.75	0.00	-68.56	0.00
PI-54	38.72	2	-		-		-	-	0														
Tang.	72.561									0.63	0.54	70.25	70.25	64.68	64.68	76.77	69.98	72.56	-4.20	-75.74	0.00	6.52	6.52
PI-55	139.557	2	-		-		-	-	0														
Tang.	81.656									1.00	0.54	12.41	12.41	-32.01	0.00	94.67	2.70	81.66	-13.01	59.27	59.27	82.26	82.26
PI-56	76.394	3	-		-		-	-	0														
Tang.	107.374									0.69	0.54	-63.19	0.00	-81.09	0.00	22.99	-	107.37	84.39	104.12	104.12	22.99	22.99
PI-57	71.877	3	-		-		-	-	0														
Tang.	132.1									0.04	0.43	1442.55	1442.55	2525.50	2525.50	1442.55	-	132.10	-1310.45	-237.59	0.00	-101.88	0.00
PI-58	116.473	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	81.16	82.76	81.16														
Tang.	178.3									1.00	0.54	-40.01	0.00	-98.37	0.00	108.07	-	178.30	70.23	182.16	182.16	108.07	108.07
PI-59	153.745	2	-		-		-	-	0														
Tang.	167.891									0.15	0.43	-349.73	0.00	-78.14	0.00	0.00	-	167.89	167.89	26.77	26.77	-93.05	0.00
PI-60	245.728	2	-		-		-	-	0														
Tang.	369.054									0.02	0.43	-3446.90	0.00	-1313.61	0.00	0.00	-	369.05	369.05	73.78	73.78	-119.82	0.00
PI-62	175.651	3	-		-		-	-	0														
Tang.	375.395									0.00	0.00	-3249.51	0.00	79999.60	79999.60	0.00	-	375.40	375.40	-79999.60	0.00	-83249.11	0.00
PI-63	117.816	4	-		-		-	-	0														
Tang.	122.645									0.00	0.21	-10728.44	0.00	-7478.93	0.00	0.00	-	122.65	122.65	35.61	35.61	-15.47	0.00
PI-64	90.728	3	-		-		-	-	0														
Tang.	516.864									0.42	0.43	-170.17	0.00	-144.49	0.00	0.00	-	516.86	516.86	140.38	140.38	-24.95	0.00
PI-65	180.784	2	-		-		-	-	0														
Tang.	1434.971									0.00	0.21	-13553.80	0.00	57539.47	57539.47	0.00	-	1434.97	1434.97	-274.00	0.00	-338.54	0.00
PI-66	227.241	1	-		-		-	-	0														
Tang.	57.209									0.30	0.43	133.98	133.98	179.78	179.78	133.98	-	57.21	-76.77	-123.73	0.00	-31.52	0.00
PI-67	131.273	5	-		-		-	-	0														
Tang.	112.907									1.00	0.54	-11.76	0.00	-51.42	0.00	73.43	-	112.91	39.48	95.21	95.21	73.43	73.43
PI-68	100.368	3	-		-		-	-	0														
Tang.	201.423									0.41	0.43	82.06	82.06	111.06	111.06	82.06	-	201.42	119.36	-104.78	0.00	-27.36	0.00
PI-69	108.962	3	-		-		-	-	0														
Tang.	198.71									0.95	0.54	-24.45	0.00	-59.45	0.00	61.65	-	198.71	137.06	104.72	104.72	61.65	61.65
PI-70	51.041	3	-		-		-	-	0														
Tang.	321.09									0.27	0.43	163.08	163.08	248.38	248.38	163.08	-	321.09	158.01	-157.50	0.00	-54.09	0.00
PI-71	153.674	3	-		-		-	-	0														
Tang.	122.44									1.00	0.54	-57.62	0.00	-102.08	0.00	82.34	-	122.44	40.10	189.04	189.04	82.34	82.34
PI-72	111.53	3	-		-		-	-	0														
Tang.	119.264									0.00	0.21	-14425.89	0.00	43190.14	43190.14	0.00	-	119.26	119.26	-205.67	0.00	-274.36	0.00
PI-73	110.104	3	-		-		-	-	0														
Tang.	82.023									0.37	0.43	-2.04	0.00	36.46	36.46	0.00	-	82.02	82.02	-31.77	0.00	-33.55	0.00
PI-74	109.451	3	-		-		-	-	0														
Tang.	696.901									0.54	0.54	-0.64	0.00	0.79	0.79	0.00	-	696.90	696.90	-0.78	0.00	-1.42	0.00
PI-75	63.77	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	-	90.05	90.05														
Tang.	227.905									0.54	0.54	31.41	31.41	32.04	32.04	31.41	-	227.91	196.50	-32.05	0.00	-0.63	0.00
PI-76	107.151	2	-		-		-	-	0														
Tang.	109.467									0.79	0.54	34.52	34.52	13.01	13.01	65.93	-	109.47	43.53	-19.01	0.00	31.42	31.42
PI-77	141.196	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	1	-	85.99	85.99														
Tang.	0.041									0.87	0.54	19.64	19.64	-11.81	0.00	70.07	-	0.04	-70.03	18.93	18.93	50.43	50.43
PI-78	117.501	1	-		-		-	-	0														
Tang.	387.124									0.72	0.54	19.93	19.93	-3.71	0.00	51.43	-	387.12	335.70	4.95	4.95	31.50	31.50
PI-79	457.708	3	-		-		-	-	0														
Tang.	240.378									0.72	0.54	38.81	38.81	18.81	18.81	65.36	-	240.38	175.02	-24.96	0.00	26.55	26.55
PI-80	152.492	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	4	-	85.90	85.90														
Tang.	124.508									0.47	0.43	-55.98	0.00	-115.29	0.00	64.69	-	124.51	59.82	125.75	125.75	64.69	64.69
PI-81	171.882	5	-		-		-	-	0														
Tang.	367.655									0.32	0.43	164.61	164.61	247.25	247.25	164.61	-	367.66	203.04	-182.68	0.00	-61.06	0.00
PI-82	162.608	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	4	84.42	82.12	82.12														
Tang.	4.553									0.87	0.54	18.36	18.36	-41.48	0.00	115.20	-	4.55	-110.65	67.14	67.14	96.84	96.84
PI-83	173.264	2	-		-		-	-	0														
Tang.	150.475									0.78	0.54	11.78	11.78	-8.84	0.00	41.49	-	150.48	108.99	12.73	12.73	29.71	29.71
PI-84	140.068	5	-		-		-	-	0														
Tang.	318.11									0.75	0.54	55.36	55.36	43.14	43.14	72.34	-	318.11	245.77	-59.90	0.00	16.98	16.98
PI-85	99.472	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	4	86.61	83.81	83.81														
Tang.	454.591									0.69	0.54	11.89	11.89	-47.98	0.00	88.77	-	454.59	365.82	61.61	61.61	76.88	76.88
PI-86	74.517	2	-		-		-	-	0														
Tang.	282.62									0.69	0.54	-66.66	0.00	-78.66	0.00	15.27	-	282.62	267.35	100.07	100.07	15.27	15.27
PI-87	307.825	2	-		-		-	-	0														
Tang.	259.565									0.09	0.43	-289.83	0.00	247.57	247.57	0.00	-	259.57	259.57	-49.06	0.00	-106.50	0.00
PI-88	144.689	2	-		-		-	-	0														
Tang.	259.655									0.31	0.43	-123.12	0.00	-44.55	0.00	0.00	-	259.66	259.66	32.57	32.57	-57.43	0.00
PI-89	245.723	2	-		-		-	-	0														
Tang.	759.746									0.16	0.43	-486.63	0.00	-246.92	0.00	0.00	-	759.75	759.75	92.71	92.71	-90.01	0.00
PI-90	104.249	2	-		-		-	-	0														
Tang.	1382.996									0.00	0.21	-46526.47	0.00	32041.86	32041.86	0.00	-	1383.00	1383.00	-152.58	0.00	-374.13	0.00
Tang.	246.485									0.80	0.54	174.21	174.21	152.12	152.12	206.78	-	246.49	39.70	-224.33	0.00	32.57	32.57
PI-97	169.929	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	2	67.11	68.51	67.11														
Tang.	50.333									1.00	0.54	-20.57	0.00	-159.29	0.00	256.90	-	50.33	-206.57	294.99	294.99	256.90	256.90
PI-98	100.703	1	-		-		-	-	0														
Tang.	8.696									0.20	0.43	1450.52	1450.52	1552.54	1552.54	1450.52	-	8.70	-1441.83	-727.94	0.00	-47.83	0.00
PI-99	119.706	2	-		-		-	-	0														
Tang.	35.43									1.00	0.54	97.67	97.67	-194.78	0.00	639.24	-	35.43	-603.81	360.70	360.70	541.57	541.57
PI-100	60.74	5	-		-		-	-	0														
Tang.	42.842									1.00	0.54	132.29	132.29	34.62	34.62	313.16	38.11	42.84	-270.31	-64.11	0.00	180.87	180.87
PI-101	68.053	3	-		-		-	-	0														
Tang.	68.264									1.00	0.54	153.48	153.48	21.20	21.20	398.46	41.20	68.26	-330.20	-39.25	0.00	244.98	244.98
PI-102	56.21	3	-		-		-	-	0														
Tang.	61.044									1.00	0.54	-43.70	0.00	-197.18	0.00	284.23	-	61.04	-223.18	365.15	365.15	284.23	284.23
PI-103	89.921	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	96.09	97.67	96.09														
Tang.	549.349									0.00	0.21	-56029.41	0.00	-12329.26	0.00	0.00	-	549.35	549.35	58.71	58.71	-208.10	0.00
PI-104	53.557	2	-		-		-	-	0														
Tang.	280.175									0.00	0.21	-42317.43	0.00	13711.98	13711.98	0.00	-	280.18	280.18	-65.30	0.00	-266.81	0.00
PI-105	33.804	5	-		-		-	-	0														
Tang.	105.187									0.13	0.43	-130.83	0.00	196.70	196.70	0.00	-	105.19	105.19	-59.10	0.00	-98.41	0.00
PI-106	75.893	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	1	92.40	92.78	92.40														
Tang.	119.21									0.21	0.43	-180.04	0.00	-101.41	0.00	0.00	-	119.21	119.21	50.70	50.70	-39.31	0.00
PI-107	94.549	1	-		-		-	-	0														
Tang.	83.451									0.00	0.21	29324.95	29324.95	68027.89	68027.89	29324.95	-	83.45	-29241.50	-323.94	0.00	-184.30	0.00
PI-108	57.542	5	-		-		-	-	0														
Tang.	255.897									1.00	0.54	-25.60	0.00	-54.92	0.00	54.31	-	255.90	201.59	101.71	101.71	54.31	54.31
PI-109	46.879	2	-		-		-	-	0														
Tang.	116.758									0.30	0.43	-102.51	0.00	-18.42	0.00	0.00	-	116.76	116.76	13.04	13.04	-59.53	0.00
PI-110	68.738	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	2	-	94.39	94.39														
Tang.	171.661									0.24	0.43	126.33	126.33	254.79	254.79	126.33	-	171.66	45.33	-143.93	0.00	-72.57	0.00
PI-111	129.651	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	1	-	85.47	85.47														
Tang.	128.228									0.92	0.54	10.92	10.92	-22.59	0.00	67.75	-	128.23	60.48	38.31	38.31	56.83	56.83
PI-112	113.243	5	-		-		-	-	0														

Curva/Tangente	Condiciones A, B, C (d a d a d a)	D	E	F / Aplica (A B C D E F)	Incremento Va A	B	C	D	E	F	cal F	Incremento Va	Velocidad de operación V85 (km/h) Modelo Fitzpatrick - DG 2014 Tangentes	Velocidad de operación V85 (km/h) Modelo Fitzpatrick - DG 2014 Curvas	Velocidad de operación V85 (km/h) Modelo Fitzpatrick - DG 2014 Perfil de velocidades	Subtramo
PI-49														47.09	47.09	
Tang.	1 0 1 1 0 0	0	0	0 0 1 0 0 0 0	-	2.37	-	-	-	-	-	2.37	49.46		49.46	
PI-50														36.64	36.64	
Tang.	1 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	144.52	0.00	54.75		54.75	
PI-52														72.86	72.86	
Tang.	0 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	159.19	0.00	83.50		83.50	
PI-53														94.15	94.15	
Tang.	1 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	91.82		91.82	
PI-54														89.49	89.49	
Tang.	1 0 1 1 0 0	0	0	0 0 1 0 0 0 0	-	0.48	-	-	-	-	-	0.48	89.98		89.98	
PI-55														83.36	83.36	
Tang.	1 0 1 0 1 0	0	0	0 0 1 0 0 0 0	-	5.23	-	-	-	-	-	5.23	88.59		88.59	
PI-56														88.19	88.19	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	92.15		92.15	
PI-57														96.10	96.10	
Tang.	1 0 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-7.47	-	-	-	-7.47	88.63		88.63	
PI-58														81.16	81.16	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	177.44	0.00	88.38		88.38	
PI-59														95.59	95.59	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	96.36		96.36	
PI-60														97.14	97.14	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	99.21		99.21	
PI-62														101.28	100.00	
Tang.	0 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-5.41	-	-	-	-5.41	95.87		95.87	
PI-63														90.47	90.47	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	91.00		91.00	
PI-64								-						91.53	91.53	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	95.62		95.62	Subtramo I
PI-65					-									99.71	99.71	
Tang.	0 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-3.89	-	-	-	-3.89	95.82		95.82	
PI-66														91.93	91.93	
Tang.	1 0 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-3.92	-	-	-	-3.92	88.01		88.01	
PI-67														84.10	84.10	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	87.89		87.89	
PI-68														91.68	91.68	
Tang.	1 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	88.37		88.37	
PI-69														85.07	85.07	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	89.18		89.18	
PI-70														93.29	93.29	
Tang.	1 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	88.32		88.32	
PI-71														83.35	83.35	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	149.47	0.00	90.65		90.65	
PI-72														97.95	97.95	
Tang.	0 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-2.95	-	-	-	-2.95	95.00		95.00	
PI-73														92.05	92.05	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	91.08		91.08	
PI-74														90.11	90.11	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	90.08		90.08	
PI-75														90.05	90.05	
Tang.	1 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	88.79		88.79	
PI-76														87.52	87.52	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	88.52		100.00	
PI-77														85.99	85.99	
Tang.	1 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	1.50	86.01	1.50	87.49		87.49	
PI-78														87.52	86.01	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	88.52		100.00	
PI-79								-						87.91	87.91	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	88.91		100.00	
PI-80					-									85.90	85.90	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	139.44	0.00	89.80		89.80	
PI-81														93.70	93.70	
Tang.	1 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	87.91		87.91	
PI-82														82.12	82.12	
Tang.	1 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	3.08	84.58	3.08	85.20		85.20	
PI-83														87.66	84.58	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	88.66		100.00	
PI-84														88.67	88.67	Subtramo II
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	89.67		100.00	
PI-85														83.81	83.81	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	84.81		100.00	
PI-86														88.80	88.80	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	92.59		92.59	
PI-87														96.37	96.37	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	94.93		94.93	
PI-88														93.49	93.49	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	94.45		94.45	
PI-89														95.41	95.41	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	98.05		98.05	
PI-90														100.68	100.00	
Tang.	0 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-2.11	-	-	-	-2.11	98.57		98.57	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	88.43		100.00	
PI-97					-									67.11	67.11	
Tang.	0 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	94.29	0.00	80.01		80.01	
PI-98														92.91	92.91	
Tang.	1 0 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-35.06	-	-	-	-35.06	57.86		57.86	
PI-99														22.80	22.80	
Tang.	1 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	32.69	41.93	32.69	55.49		55.49	
PI-100														74.62	41.93	
Tang.	1 0 1 1 0 0	0	0	0 0 1 0 0 0 0	-	0.60	-	-	-	-	-	0.60	75.23		75.23	
PI-101														68.35	68.35	
Tang.	1 0 1 1 0 0	0	0	0 0 1 0 0 0 0	-	3.69	-	-	-	-	-	3.69	72.04		72.04	
PI-102														64.20	64.20	
Tang.	0 0 1 0 0 0	0	0	1 0 0 0 0 0 1	-	-	-	-	-	-	97.16	0.00	80.14		80.14	
PI-103														96.09	96.09	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	96.91		96.91	
PI-104														97.74	97.74	
Tang.	0 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-0.92	-	-	-	-0.92	96.82		96.82	
PI-105														95.90	95.90	
Tang.	0 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-1.75	-	-	-	-1.75	94.15		94.15	
PI-106														92.40	92.40	Subtramo III
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	93.91		93.91	
PI-107														95.41	95.41	
Tang.	1 0 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-4.87	-	-	-	-4.87	90.54		90.54	
PI-108														85.67	85.67	
Tang.	0 1 1 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	89.64		89.64	
PI-109														93.61	93.61	
Tang.	0 1 0 0 0 0	0	0	0 0 0 0 0 0 0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	94.00		94.00	
PI-110														94.39	94.39	
Tang.	1 1 0 0 0 0	1	0	0 0 0 0 1 0 0	-	-	-	-4.46	-	-	-	-4.46	89.93		89.93	
PI-111								-						85.47	85.47	
Tang.	1 1 1 0 0 0	0	0	0 1 0 0 0 0 0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	86.47		100.00	
PI-112					-									88.55	88.55	

Tang.	118.321									0.76	0.54	-63.53	0.00	-76.68	0.00	18.52	-	118.32	99.80	107.96	107.96	18.52	18.52	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	92.63		92.63	
PI-113	48.42	2	-		-		-	-	0																																								96.71	96.71	
Tang.	763.093									0.06	0.43	-1653.15	0.00	-826.82	0.00	0.00	-	763.09	763.09	112.39	112.39	-112.32	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	99.84		99.84	
PI-115	97.049	2	-		-		-	-	0																																								102.98	100.00	
Tang.	329.139									0.00	0.00	13932.96	13932.96	110559.65	110559.65	13932.96	-	329.14	-13603.83	-110559.65	0.00	-96626.69	0.00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-7.50	-	-	-	-7.50	95.47		95.47	
PI-116	8.416	2	-		-		-	-	0																																								87.97	87.97	
Tang.	475.904									0.75	0.54	-111.27	0.00	-129.77	0.00	25.80	-	475.90	450.10	181.03	181.03	25.80	25.80	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	94.66		94.66	
Tang.	497.15									0.00	0.21	-58360.39	0.00	2714.65	2714.65	0.00	-	497.15	497.15	-12.93	0.00	-290.83	0.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-0.18	-	-	-	-0.18	98.22		98.22	
PI-176	74.748	2	-		-		-	-	0																																								98.04	98.04	
Tang.	197.493									0.00	0.21	-54904.97	0.00	3455.42	3455.42	0.00	-	197.49	197.49	-16.45	0.00	-277.91	0.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-0.23	-	-	-	-0.23	97.82		97.82	
PI-177	87.081	2	-		-		-	-	0																																								97.59	97.59	
Tang.	91.453									0.00	0.21	-85211.49	0.00	-30306.51	0.00	0.00	-	91.45	91.45	144.32	144.32	-261.45	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	116.79	0.00	99.56		99.56	
PI-178	99.037	2	-		-		-	-	0																																								101.53	100.00	
Tang.	139.475									0.00	0.21	172918.04	172918.04	258129.52	258129.52	172918.04	-	139.48	-172778.56	-1229.19	0.00	-405.77	0.00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-20.69	-	-	-	-20.69	80.84		80.84	
PI-179	61.379	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	2	60.15	61.28	60.15																																		-						60.15	60.15	
`	316.448									1.00	0.54	118.36	118.36	-54.56	0.00	438.57	79.92	316.45	-122.13	101.04	101.04	320.22	320.22	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	24.13	-	-	-	-	-	24.13	84.28		84.28	
PI-180	76.909	5	-		-		-	-	0																															-									70.94	70.94	
Tang.	78.791									1.00	0.54	147.31	147.31	28.96	28.96	366.49	50.13	78.79	-287.70	-53.62	0.00	219.18	219.18	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	3.77	-	-	-	-	-	3.77	74.71		74.71	
PI-181	87.674	2	-		-		-	-	0																																								65.43	65.43	
Tang.	49.024									1.00	0.54	156.22	156.22	8.91	8.91	429.02	25.96	49.02	-380.00	-16.50	0.00	272.80	272.80	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	3.29	-	-	-	-	-	3.29	68.73		68.73	
PI-182	93.871	5	-		-		-	-	0																																								63.64	63.64	
Tang.	84.767									1.00	0.54	220.46	220.46	64.23	64.23	509.76	72.96	84.77	-424.99	-118.95	0.00	289.30	289.30	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	1.75	-	-	-	-	-	1.75	65.40		65.40	
PI-183	112.023	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	2	48.84	49.56	48.84																																								48.84	48.84	
Tang.	57.489									1.00	0.54	81.57	81.57	-138.89	0.00	489.82	-	57.49	-432.33	257.20	257.20	408.25	408.25	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	79.89	0.00	63.11		63.11	
PI-184	91.706	5	-		-		-	-	0																																								77.37	77.37	
Tang.	146.128									1.00	0.54	-8.19	0.00	-89.76	0.00	151.06	-	146.13	-4.93	166.21	166.21	151.06	151.06	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	156.28	0.00	84.27		84.27	
PI-185	98.2	5	-		-		-	-	0																																								91.17	91.17	
Tang.	49.822									0.54	0.54	-12.94	0.00	2.36	2.36	0.00	-	49.82	49.82	-2.33	0.00	-15.16	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	91.08		91.08	
PI-186	245.229	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	90.99	92.58	90.99																																								90.99	90.99	Subtramo IV
Tang.	15.935									0.33	0.43	6.45	6.45	27.34	27.34	6.45	-	15.94	9.49	-21.07	0.00	-16.10	0.00	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-0.65	-	-	-	-0.65	90.34		90.34	
PI-187	32.463	5	-		-		-	-	0																																								89.69	89.69	
Tang.	65.57									0.66	0.54	327.07	327.07	323.84	323.84	331.03	-	65.57	-265.46	-397.10	0.00	3.96	3.96	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-19.91	-	-	-	-19.91	69.78		69.78	
PI-188	15.755	5	-		-		-	-	0																																								49.87	49.87	
Tang.	62.339									1.00	0.54	33.29	33.29	-183.28	0.00	434.34	-	62.34	-372.00	339.40	339.40	401.05	401.05	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	1.54	83.53	1.54	51.41		51.41	
PI-189	74.578	3	-		-		-	-	0																																								85.07	83.53	
Tang.	72.478									0.95	0.54	52.15	52.15	17.15	17.15	113.79	41.87	72.48	-41.32	-30.21	0.00	61.65	61.65	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	3.51	-	-	-	-	-	3.51	88.58		88.58	
PI-190	118.368	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	-	82.55	82.55																																								82.55	82.55	
Tang.	139.029									1.00	0.54	2.26	2.26	-47.34	0.00	94.12	-	139.03	44.91	87.67	87.67	91.86	91.86	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	83.55		100.00	
PI-191	82.668	3	-		-		-	-	0																																								89.67	89.67	
Tang.	378.094									0.57	0.54	230.11	230.11	226.15	226.15	234.30	-	378.09	143.79	-239.22	0.00	4.19	4.19	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	90.67		100.00	
PI-192	81.594	2	-		-		-	-	0																																								68.51	68.51	
Tang.	43.726									1.00	0.54	19.62	19.62	-111.82	0.00	263.02	-	43.73	-219.29	207.08	207.08	243.41	243.41	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	92.12	0.00	77.82		77.82	
PI-193	77.748	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	1	87.13	88.24	87.13																																								87.13	87.13	
Tang.	269.792									0.65	0.54	-10.65	0.00	-40.82	0.00	36.32	-	269.79	233.47	49.14	49.14	36.32	36.32	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	89.06		89.06	
PI-194	118.348	1	-		-		-	-	0																																		-						90.99	90.99	
Tang.	103.874									0.39	0.43	277.87	277.87	295.80	295.80	277.87	-	103.87	-174.00	-265.59	0.00	-16.10	0.00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-9.03	-	-	-	-9.03	81.96		81.96	
PI-195	105.401	1	-		-		-	-	0																															-									72.93	72.93	
Tang.	129.021									1.00	0.54	119.65	119.65	12.37	12.37	318.33	61.94	129.02	-189.31	-22.91	0.00	198.67	198.67	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	8.33	-	-	-	-	-	8.33	81.27		81.27	
PI-196	95.906	1	-		-		-	-	0																																								70.70	70.70	
Tang.	245.013									1.00	0.54	138.31	138.31	18.66	18.66	359.89	114.85	245.01	-114.88	-34.55	0.00	221.58	221.58	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	15.86	-	-	-	-	-	15.86	86.56		86.56	
PI-197	61.831	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	-	67.19	67.19																																								67.19	67.19	
Tang.	55.483									1.00	0.54	81.83	81.83	-56.48	0.00	337.96	-	55.48	-282.48	104.59	104.59	256.13	256.13	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	97.15	0.00	72.26		72.26	
PI-198	13.839	3	-		-		-	-	0																																								77.32	77.32	
Tang.	70.139									1.00	0.54	32.09	32.09	-49.74	0.00	183.62	-	70.14	-113.49	92.12	92.12	151.54	151.54	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	115.20	0.00	81.29		81.29	
PI-199	48.428	2	-		-		-	-	0																																								85.25	85.25	
Tang.	81.627									0.97	0.54	50.71	50.71	17.61	17.61	110.13	45.67	81.63	-28.51	-31.62	0.00	59.42	59.42	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	4.04	-	-	-	-	-	4.04	89.29		89.29	
PI-200	78.511	3	-		-		-	-	0																																								82.62	82.62	
Tang.	100.668									1.00	0.54	135.00	135.00	85.84	85.84	226.04	92.14	100.67	-125.37	-158.96	0.00	91.04	91.04	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	0.98	-	-	-	-	-	0.98	83.60		83.60	
PI-201	40.126	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	2	67.83	69.25	67.83																																								67.83	67.83	
Tang.	28.641									1.00	0.54	262.55	262.55	127.55	127.55	512.55	-	28.64	-483.91	-236.20	0.00	250.00	250.00	1	0	1	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-15.92	-	-	-	-15.92	51.91		51.91	
PI-202	77.964	2	-		-		-	-	0																																								35.98	35.98	
Tang.	20.662									1.00	0.54	55.56	55.56	-206.99	0.00	541.76	-	20.66	-521.10	383.32	383.32	486.20	486.20	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	34.47	47.14	34.47	70.45		70.45	
PI-203	88.921	5	-		-		-	-	0																																								81.61	47.14	
Tang.	201.026									1.00	0.54	28.25	28.25	-27.31	0.00	131.13	-	201.03	69.89	50.58	50.58	102.89	102.89	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	82.61		100.00	
PI-204	59.082	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	1	85.84	87.13	85.84																																								85.84	85.84	
Tang.	208.957									0.76	0.54	82.54	82.54	45.22	45.22	134.85	-	208.96	74.11	-63.37	0.00	52.31	52.31	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	86.84		100.00	
PI-205	98.389	3	-		-		-	-	0																																								80.50	80.50	
Tang.	56.884									1.00	0.54	27.12	27.12	-35.35	0.00	142.80	-	56.88	-85.91	65.47	65.47	115.68	115.68	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	111.22	0.00	83.26		83.26	
PI-206	27.064	3	-		-		-	-	0																																								86.01	86.01	
Tang.	84.514									0.87	0.54	66.88	66.88	35.85	35.85	117.09	59.51	84.51	-32.58	-58.03	0.00	50.21	50.21	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	3.06	-	-	-	-	-	3.06	89.07		89.07	
PI-207	39.009	3	-		-		-	-	0																																								81.15	81.15	
Tang.	134.685									1.00	0.54	39.64	39.64	-18.81	0.00	147.88	38.43	134.69	-13.20	34.83	34.83	108.24	108.24	1	0	1	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	8.68	-	-	-	-	-	8.68	89.82		89.82	
PI-208	44.033	3	-		-		-	-	0																																								84.10	84.10	
Tang.	52.571									1.00	0.54	52.75	52.75	13.11	13.11	126.16	29.88	52.57	-73.59	-24.28	0.00	73.41	73.41	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	2.55	-	-	-	-	-	2.55	86.64		86.64	
PI-209	65.56	3	-		-		-	-	0																																		-						82.05	82.05	
Tang.	100.53									1.00	0.54	60.44	60.44	7.68	7.68	158.13	47.14	100.53	-57.60	-14.23	0.00	97.69	97.69	1	0	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	-	6.01	-	-	-	-	-	6.01	88.06		88.06	
PI-210	35.234	3	-		-		-	-	0																															-									80.83	80.83	
Tang.	357.492									1.00	0.54	18.98	18.98	-41.46	0.00	130.90	-	357.49	226.59	76.77	76.77	111.92	111.92	1	1	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	1.00	81.83		100.00	
PI-211	32.068	5	-		-		-	-	0																																								87.22	87.22	
Tang.	19.09									0.87	0.54	-8.16	0.00	-29.87	0.00	35.15	-	19.09	-16.06	48.35	48.35	35.15	35.15	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	97.53	0.00	89.12		89.12	
PI-212	64.041	2	-		-		-	-	0																																								91.02	91.02	Subtramo V
Tang.	44.902									0.51	0.54	34.44	34.44	48.40	48.40	34.44	-	44.90	10.46	-45.77	0.00	-13.20	0.00	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-1.80	-	-	-	-1.80	89.23		89.23	
PI-213	31.83	2	-		-		-	-	0																																								87.43	87.43	
Tang.	126.327									0.80	0.54	-6.16	0.00	-28.25	0.00	32.57	-	126.33	93.75	41.65	41.65	32.57	32.57	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	89.07		89.07	
PI-214	37.985	1	-		-		-	-	0																																								90.70	90.70	
Tang.	66.231									0.41	0.43	-122.71	0.00	-110.86	0.00	0.00	-	66.23	66.23	106.66	106.66	-11.40	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	119.18	0.00	93.87		93.87	
PI-215	50.545	5	-		-		-	-	0																																								97.04	97.04	
Tang.	193.534									0.03	0.43	-2053.63	0.00	-456.28	0.00	0.00	-	193.53	193.53	33.72	33.72	-118.06	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	97.99		97.99	
PI-216	85.272	5	-		-		-	-	0																																								98.95	98.95	
Tang.	127.115									0.00	0.21	-19248.42	0.00	46017.49	46017.49	0.00	-	127.12	127.12	-219.13	0.00	-310.79	0.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-3.11	-	-	-	-3.11	95.84		95.84	
PI-217	106.185	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	2	-	92.73	92.73																																								92.73	92.73	
Tang.	62.96									0.37	0.43	-165.30	0.00	-113.92	0.00	0.00	-	62.96	62.96	99.26	99.26	-44.76	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	119.80	0.00	95.62		95.62	
PI-218	147.291	2	-		-		-	-	0																																								98.52	98.52	
Tang.	121.125									0.00	0.21	46758.52	46758.52	108690.87	108690.87	46758.52	-	121.13	-46637.40	-517.58	0.00	-294.92	0.00	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-7.76	-	-	-	-7.76	90.75		90.75	
PI-219	84.255	5	-		-		-	-	0																																								82.99	82.99	
Tang.	120.529									1.00	0.54	-27.10	0.00	-73.86	0.00	86.59	-	120.53	33.94	136.78	136.78	86.59	86.59	0	1	1	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	148.08	0.00	88.41		88.41	
PI-220	147.761	6	(Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	-	93.82	93.82																																								93.82	93.82	
Tang.	33.254									0.23	0.43	-181.42	0.00	-62.92	0.00	0.00	-	33.25	33.25	33.47	33.47	-63.03	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	108.12	0.00	94.81		94.81	
PI-221	67.219	7	V85, (Nota 2)		INGRESE 1 AL 4	3	95.79	97.37	95.79																																								95.79	95.79	
Tang.	34.618									0.00	0.21	-59925.43	0.00	-18431.58	0.00	0.00	-	34.62	34.62	87.77	87.77	-197.59	0.00	0	1	0	0	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	0	1	-	-	-	-	-	-	103.06	0.00	97.02		97.02	
PI-222	72.915	2	-		-		-	-	0																																								98.25	98.25	
Tang.	169.669									0.00	0.21	-51601.89	0.00	8323.54	8323.54	0.00	-	169.67	169.67	-39.64	0.00	-285.36	0.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-0.55	-	-	-	-0.55	97.70		97.70	
PI-223	90.46	2	-		-		-	-	0																																								97.15	97.15	
Tang.	40.099									0.02	0.43	-1910.40	0.00	302.92	302.92	0.00	-	40.10	40.10	-16.42	0.00	-120.00	0.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-0.47	-	-	-	-0.47	96.67		96.67	
PI-224	88.379	5	-		-		-	-	0																																		-						96.20	96.20	
Tang.	158.174									0.10	0.43	118.65	118.65	549.13	549.13	118.65	-	158.17	39.53	-132.13	0.00	-103.58	0.00	1	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-3.99	-	-	-	-3.99	92.21		92.21	
PI-225	109.766	5	-		-		-	-	0																															-									88.21	88.21	
Tang.	170.127									0.79	0.54	-60.37	0.00	-75.93	0.00	22.73	-	170.13	147.39	110.94	110.94	22.73	22.73	0	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	-	-	-	-	-	-	-	0.00	92.42		92.42	
PI-226	107.052	5	-		-		-	-	0																																								96.62	96.62	
Tang.	399.231									0.07	0.43	-137.39	0.00	565.24	565.24	0.00	-	399.23	399.23	-89.11	0.00	-110.77	0.00	0	1	0	0	0	0	1	0	0	0	0	0	1	0	0	-	-	-	-2.64	-	-	-	-2.64	93.97		93.97	
PI-227	63.412	3	-		-		-	-	0																																								91.33	91.33	

Anexo 8: Cálculo de la consistencia Criterio I y II de Lamm.

Anexo 8: Cálculo de la consistencia Criterio I y II de Lamm

Curva/Tangente	L Curva/	Velocidad de operación V85 (km/h) Modelo Fitzpatrick - DG 2014	Velocidad de diseño	Criterio I de Lamm		Criterio II de Lamm		Subtramo
Nro	L Tangente	Perfil de velocidades	(Km/h)	V85-Vd (km/h)		V85i-V85i-1 (km/h)		
PI-49	75.26	47.09						
Tang.	54.51	49.46	60	10.54	REGULAR	2.37	BUENA	
PI-50	84.80	36.64	60	23.36	MALA	12.82	REGULAR	
Tang.	199.79	54.75	60	5.25	BUENA	18.11	REGULAR	
PI-52	66.57	72.86	60	12.86	REGULAR	18.11	REGULAR	
Tang.	159.88	83.50	60	23.50	MALA	10.65	REGULAR	
PI-53	152.67	94.15	60	34.15	MALA	10.65	REGULAR	
Tang.	190.26	91.82	60	31.82	MALA	2.33	BUENA	
PI-54	38.72	89.49	60	29.49	MALA	2.33	BUENA	
Tang.	72.56	89.98	60	29.98	MALA	0.48	BUENA	
PI-55	139.56	83.36	60	23.36	MALA	6.62	BUENA	
Tang.	81.66	88.59	60	28.59	MALA	5.23	BUENA	
PI-56	76.39	88.19	60	28.19	MALA	0.40	BUENA	
Tang.	107.37	92.15	60	32.15	MALA	3.95	BUENA	
PI-57	71.88	96.10	60	36.10	MALA	3.95	BUENA	
Tang.	132.10	88.63	60	28.63	MALA	7.47	BUENA	
PI-58	116.47	81.16	60	21.16	MALA	7.47	BUENA	
Tang.	178.30	88.38	60	28.38	MALA	7.21	BUENA	
PI-59	153.75	95.59	60	35.59	MALA	7.21	BUENA	
Tang.	167.89	96.36	60	36.36	MALA	0.77	BUENA	
PI-60	245.73	97.14	60	37.14	MALA	0.77	BUENA	
Tang.	369.05	99.21	60	39.21	MALA	2.07	BUENA	
PI-62	175.65	100.00	60	40.00	MALA	0.79	BUENA	
Tang.	375.40	95.87	60	35.87	MALA	4.13	BUENA	
PI-63	117.82	90.47	60	30.47	MALA	5.41	BUENA	
Tang.	122.65	91.00	60	31.00	MALA	0.53	BUENA	
PI-64	90.73	91.53	60	31.53	MALA	0.53	BUENA	Subtramo I
Tang.	516.86	95.62	60	35.62	MALA	4.09	BUENA	
PI-65	180.78	99.71	60	39.71	MALA	4.09	BUENA	

Tang.	1434.97	95.82	60	35.82	MALA	3.89	BUENA
PI-66	227.24	91.93	60	31.93	MALA	3.89	BUENA
Tang.	57.21	88.01	60	28.01	MALA	3.92	BUENA
PI-67	131.27	84.10	60	24.10	MALA	3.92	BUENA
Tang.	112.91	87.89	60	27.89	MALA	3.79	BUENA
PI-68	100.37	91.68	60	31.68	MALA	3.79	BUENA
Tang.	201.42	88.37	60	28.37	MALA	3.30	BUENA
PI-69	108.96	85.07	60	25.07	MALA	3.30	BUENA
Tang.	198.71	89.18	60	29.18	MALA	4.11	BUENA
PI-70	51.04	93.29	60	33.29	MALA	4.11	BUENA
Tang.	321.09	88.32	60	28.32	MALA	4.97	BUENA
PI-71	153.67	83.35	60	23.35	MALA	4.97	BUENA
Tang.	122.44	90.65	60	30.65	MALA	7.30	BUENA
PI-72	111.53	97.95	60	37.95	MALA	7.30	BUENA
Tang.	119.26	95.00	60	35.00	MALA	2.95	BUENA
PI-73	110.10	92.05	60	32.05	MALA	2.95	BUENA
Tang.	82.02	91.08	60	31.08	MALA	0.97	BUENA
PI-74	109.45	90.11	60	30.11	MALA	0.97	BUENA
Tang.	696.90	90.08	60	30.08	MALA	0.03	BUENA
PI-75	63.77	90.05	60	30.05	MALA	0.03	BUENA
Tang.	227.91	88.79	60	28.79	MALA	1.26	BUENA
PI-76	107.15	87.52	60	27.52	MALA	1.26	BUENA
Tang.	109.47	100.00	60	40.00	MALA	12.48	REGULAR
PI-77	141.20	85.99	60	25.99	MALA	14.01	REGULAR
PI-78	117.50	86.01	60	26.01	MALA	1.48	BUENA
Tang.	387.12	100.00	60	40.00	MALA	13.99	REGULAR
PI-79	457.71	87.91	60	27.91	MALA	12.09	REGULAR
Tang.	240.38	100.00	60	40.00	MALA	12.09	REGULAR
PI-80	152.49	85.90	60	25.90	MALA	14.10	REGULAR
Tang.	124.51	89.80	60	29.80	MALA	3.90	BUENA
PI-81	171.88	93.70	60	33.70	MALA	3.90	BUENA
Tang.	367.66	87.91	60	27.91	MALA	5.79	BUENA
PI-82	162.61	82.12	60	22.12	MALA	5.79	BUENA
PI-83	173.26	84.58	60	24.58	MALA	0.62	BUENA
Tang.	150.48	100.00	60	40.00	MALA	15.42	REGULAR
PI-84	140.07	88.67	60	28.67	MALA	11.33	REGULAR

Tang.	318.11	100.00	60	40.00	MALA	11.33	REGULAR	Subtramo II
PI-85	99.47	83.81	60	23.81	MALA	16.19	REGULAR	
Tang.	454.59	100.00	60	40.00	MALA	16.19	REGULAR	
PI-86	74.52	88.80	60	28.80	MALA	11.20	REGULAR	
Tang.	282.62	92.59	60	32.59	MALA	3.78	BUENA	
PI-87	307.83	96.37	60	36.37	MALA	3.78	BUENA	
Tang.	259.57	94.93	60	34.93	MALA	1.44	BUENA	
PI-88	144.69	93.49	60	33.49	MALA	1.44	BUENA	
Tang.	259.66	94.45	60	34.45	MALA	0.96	BUENA	
PI-89	245.72	95.41	60	35.41	MALA	0.96	BUENA	
Tang.	759.75	98.05	60	38.05	MALA	2.63	BUENA	
PI-90	104.25	100.00	60	40.00	MALA	1.95	BUENA	
Tang.	1383.00	98.57	60	38.57	MALA	1.43	BUENA	
Tang.	246.49	100.00	60	40.00	MALA	12.57	REGULAR	
PI-97	169.93	67.11	60	7.11	BUENA	32.89	MALA	
Tang.	50.33	80.01	60	20.01	MALA	12.90	REGULAR	
PI-98	100.70	92.91	60	32.91	MALA	12.90	REGULAR	
Tang.	8.70	57.86	60	2.14	BUENA	35.06	MALA	
PI-99	119.71	22.80	60	37.20	MALA	35.06	MALA	
Tang.	35.43	55.49	60	4.51	BUENA	32.69	MALA	
PI-100	60.74	41.93	60	18.07	REGULAR	13.56	REGULAR	
Tang.	42.84	75.23	60	15.23	REGULAR	33.30	MALA	
PI-101	68.05	68.35	60	8.35	BUENA	6.88	BUENA	
Tang.	68.26	72.04	60	12.04	REGULAR	3.69	BUENA	
PI-102	56.21	64.20	60	4.20	BUENA	7.84	BUENA	
Tang.	61.04	80.14	60	20.14	MALA	15.94	REGULAR	
PI-103	89.92	96.09	60	36.09	MALA	15.94	REGULAR	
Tang.	549.35	96.91	60	36.91	MALA	0.82	BUENA	
PI-104	53.56	97.74	60	37.74	MALA	0.82	BUENA	
Tang.	280.18	96.82	60	36.82	MALA	0.92	BUENA	
PI-105	33.80	95.90	60	35.90	MALA	0.92	BUENA	
Tang.	105.19	94.15	60	34.15	MALA	1.75	BUENA	
PI-106	75.89	92.40	60	32.40	MALA	1.75	BUENA	Subtramo III
Tang.	119.21	93.91	60	33.91	MALA	1.50	BUENA	
PI-107	94.55	95.41	60	35.41	MALA	1.50	BUENA	
Tang.	83.45	90.54	60	30.54	MALA	4.87	BUENA	

PI-108	57.54	85.67	60	25.67	MALA	4.87	BUENA
Tang.	255.90	89.64	60	29.64	MALA	3.97	BUENA
PI-109	46.88	93.61	60	33.61	MALA	3.97	BUENA
Tang.	116.76	94.00	60	34.00	MALA	0.39	BUENA
PI-110	68.74	94.39	60	34.39	MALA	0.39	BUENA
Tang.	171.66	89.93	60	29.93	MALA	4.46	BUENA
PI-111	129.65	85.47	60	25.47	MALA	4.46	BUENA
Tang.	128.23	100.00	60	40.00	MALA	14.53	REGULAR
PI-112	113.24	88.55	60	28.55	MALA	11.45	REGULAR
Tang.	118.32	92.63	60	32.63	MALA	4.08	BUENA
PI-113	48.42	96.71	60	36.71	MALA	4.08	BUENA
Tang.	763.09	99.84	60	39.84	MALA	3.14	BUENA
PI-115	97.05	100.00	60	40.00	MALA	0.16	BUENA
Tang.	329.14	95.47	60	35.47	MALA	4.53	BUENA
PI-116	8.42	87.97	60	27.97	MALA	7.50	BUENA
Tang.	475.90	94.66	60	34.66	MALA	6.69	BUENA
Tang.	497.15	98.22	40	58.22	MALA	0.18	BUENA
PI-176	74.75	98.04	40	58.04	MALA	0.18	BUENA
Tang.	197.49	97.82	40	57.82	MALA	0.23	BUENA
PI-177	87.08	97.59	40	57.59	MALA	0.23	BUENA
Tang.	91.45	99.56	40	59.56	MALA	1.97	BUENA
PI-178	99.04	100.00	40	60.00	MALA	0.44	BUENA
Tang.	139.48	80.84	40	40.84	MALA	19.16	REGULAR
PI-179	61.38	60.15	40	20.15	MALA	20.69	MALA
`	316.45	84.28	40	44.28	MALA	24.13	MALA
PI-180	76.91	70.94	40	30.94	MALA	13.34	REGULAR
Tang.	78.79	74.71	40	34.71	MALA	3.77	BUENA
PI-181	87.67	65.43	40	25.43	MALA	9.27	BUENA
Tang.	49.02	68.73	40	28.73	MALA	3.29	BUENA
PI-182	93.87	63.64	40	23.64	MALA	5.08	BUENA
Tang.	84.77	65.40	40	25.40	MALA	1.75	BUENA
PI-183	112.02	48.84	40	8.84	BUENA	16.55	REGULAR
Tang.	57.49	63.11	40	23.11	MALA	14.26	REGULAR
PI-184	91.71	77.37	50	27.37	MALA	14.26	REGULAR
Tang.	146.13	84.27	50	34.27	MALA	6.90	BUENA
PI-185	98.20	91.17	50	41.17	MALA	6.90	BUENA

Tang.	49.82	91.08	50	41.08	MALA	0.09	BUENA	
PI-186	245.23	90.99	50	40.99	MALA	0.09	BUENA	Subtramo IV
Tang.	15.94	90.34	50	40.34	MALA	0.65	BUENA	
PI-187	32.46	89.69	50	39.69	MALA	0.65	BUENA	
Tang.	65.57	69.78	50	19.78	REGULAR	19.91	REGULAR	
PI-188	15.76	49.87	50	0.13	BUENA	19.91	REGULAR	
Tang.	62.34	51.41	50	1.41	BUENA	1.54	BUENA	
PI-189	74.58	83.53	50	33.53	MALA	32.12	MALA	
Tang.	72.48	88.58	50	38.58	MALA	5.05	BUENA	
PI-190	118.37	82.55	50	32.55	MALA	6.03	BUENA	
Tang.	139.03	100.00	50	50.00	MALA	17.45	REGULAR	
PI-191	82.67	89.67	50	39.67	MALA	10.33	REGULAR	
Tang.	378.09	100.00	50	50.00	MALA	10.33	REGULAR	
PI-192	81.59	68.51	50	18.51	REGULAR	31.49	MALA	
Tang.	43.73	77.82	50	27.82	MALA	9.31	BUENA	
PI-193	77.75	87.13	50	37.13	MALA	9.31	BUENA	
Tang.	269.79	89.06	50	39.06	MALA	1.93	BUENA	
PI-194	118.35	90.99	50	40.99	MALA	1.93	BUENA	
Tang.	103.87	81.96	50	31.96	MALA	9.03	BUENA	
PI-195	105.40	72.93	50	22.93	MALA	9.03	BUENA	
Tang.	129.02	81.27	50	31.27	MALA	8.33	BUENA	
PI-196	95.91	70.70	50	20.70	MALA	10.57	REGULAR	
Tang.	245.01	86.56	50	36.56	MALA	15.86	REGULAR	
PI-197	61.83	67.19	50	17.19	REGULAR	19.36	REGULAR	
Tang.	55.48	72.26	50	22.26	MALA	5.07	BUENA	
PI-198	13.84	77.32	50	27.32	MALA	5.07	BUENA	
Tang.	70.14	81.29	50	31.29	MALA	3.97	BUENA	
PI-199	48.43	85.25	50	35.25	MALA	3.97	BUENA	
Tang.	81.63	89.29	50	39.29	MALA	4.04	BUENA	
PI-200	78.51	82.62	50	32.62	MALA	6.68	BUENA	
Tang.	100.67	83.60	50	33.60	MALA	0.98	BUENA	
PI-201	40.13	67.83	50	17.83	REGULAR	15.77	REGULAR	
Tang.	28.64	51.91	50	1.91	BUENA	15.92	REGULAR	
PI-202	77.96	35.98	50	14.02	REGULAR	15.92	REGULAR	
Tang.	20.66	70.45	50	20.45	MALA	34.47	MALA	
PI-203	88.92	47.14	50	2.86	BUENA	23.31	MALA	

Tang.	201.03	100.00	50	50.00	MALA	52.86	MALA	
PI-204	59.08	85.84	50	35.84	MALA	14.16	REGULAR	
Tang.	208.96	100.00	50	50.00	MALA	14.16	REGULAR	
PI-205	98.39	80.50	50	30.50	MALA	19.50	REGULAR	
Tang.	56.88	83.26	50	33.26	MALA	2.75	BUENA	
PI-206	27.06	86.01	50	36.01	MALA	2.75	BUENA	
Tang.	84.51	89.07	50	39.07	MALA	3.06	BUENA	
PI-207	39.01	81.15	50	31.15	MALA	7.92	BUENA	
Tang.	134.69	89.82	50	39.82	MALA	8.68	BUENA	
PI-208	44.03	84.10	50	34.10	MALA	5.73	BUENA	
Tang.	52.57	86.64	50	36.64	MALA	2.55	BUENA	
PI-209	65.56	82.05	50	32.05	MALA	4.59	BUENA	
Tang.	100.53	88.06	50	38.06	MALA	6.01	BUENA	
PI-210	35.23	80.83	60	20.83	MALA	7.23	BUENA	
Tang.	357.49	100.00	60	40.00	MALA	19.17	REGULAR	
PI-211	32.07	87.22	60	27.22	MALA	12.78	REGULAR	
Tang.	19.09	89.12	60	29.12	MALA	1.90	BUENA	
PI-212	64.04	91.02	60	31.02	MALA	1.90	BUENA	Subtramo V
Tang.	44.90	89.23	60	29.23	MALA	1.80	BUENA	
PI-213	31.83	87.43	60	27.43	MALA	1.80	BUENA	
Tang.	126.33	89.07	60	29.07	MALA	1.64	BUENA	
PI-214	37.99	90.70	60	30.70	MALA	1.64	BUENA	
Tang.	66.23	93.87	60	33.87	MALA	3.17	BUENA	
PI-215	50.55	97.04	60	37.04	MALA	3.17	BUENA	
Tang.	193.53	97.99	60	37.99	MALA	0.96	BUENA	
PI-216	85.27	98.95	60	38.95	MALA	0.96	BUENA	
Tang.	127.12	95.84	60	35.84	MALA	3.11	BUENA	
PI-217	106.19	92.73	60	32.73	MALA	3.11	BUENA	
Tang.	62.96	95.62	60	35.62	MALA	2.89	BUENA	
PI-218	147.29	98.52	60	38.52	MALA	2.89	BUENA	
Tang.	121.13	90.75	60	30.75	MALA	7.76	BUENA	
PI-219	84.26	82.99	60	22.99	MALA	7.76	BUENA	
Tang.	120.53	88.41	60	28.41	MALA	5.41	BUENA	
PI-220	147.76	93.82	60	33.82	MALA	5.41	BUENA	
Tang.	33.25	94.81	60	34.81	MALA	0.98	BUENA	
PI-221	67.22	95.79	60	35.79	MALA	0.98	BUENA	

Tang.	34.62	97.02	60	37.02	MALA	1.23	BUENA	
PI-222	72.92	98.25	60	38.25	MALA	1.23	BUENA	
Tang.	169.67	97.70	60	37.70	MALA	0.55	BUENA	
PI-223	90.46	97.15	60	37.15	MALA	0.55	BUENA	
Tang.	40.10	96.67	60	36.67	MALA	0.47	BUENA	
PI-224	88.38	96.20	60	36.20	MALA	0.47	BUENA	
Tang.	158.17	92.21	60	32.21	MALA	3.99	BUENA	
PI-225	109.77	88.21	60	28.21	MALA	3.99	BUENA	
Tang.	170.13	92.42	60	32.42	MALA	4.20	BUENA	
PI-226	107.05	96.62	60	36.62	MALA	4.20	BUENA	
Tang.	399.23	93.97	60	33.97	MALA	2.64	BUENA	
PI-227	63.41	91.33	60	31.33	MALA	2.64	BUENA	

Anexo 9: Cálculo de la consistencia Criterio global de Polus.

Anexo 9: Cálculo de la consistencia Criterio global de Polus.

Subtramo	Curva/Tangente	Velocidad de Operacion V85 (km/h) Modelo Fitzpatrick - DG 2014					$\sum(v_i-\bar{v})^2$	$\sigma=\sqrt{\frac{1}{N}\cdot\sum(v_i-\bar{v})^2}$
	Nro	Perfil de Velocidades	Elemento Nº	Longitud (Li)	Vi*Li	Vmedia (v)		
Subtramo I	PI-49	47.09	1	75.26	3544.29	90.33	1869.06	12.96
	Tang.	49.46	2	54.51	2695.90		1670.15	
	PI-50	36.64	3	84.80	3106.89		2882.53	
	Tang.	54.75	4	199.79	10937.54		1265.89	
	PI-52	72.86	5	66.57	4850.09		305.18	
	Tang.	83.50	6	159.88	13350.19		46.55	
	PI-53	94.15	7	152.67	14373.48		14.63	
	Tang.	91.82	8	190.26	17470.17		2.24	
	PI-54	89.49	9	38.72	3465.11		0.70	
	Tang.	89.98	10	72.56	6528.71		0.12	
	PI-55	83.36	11	139.56	11633.28		48.53	
	Tang.	88.59	12	81.66	7233.87		3.01	
	PI-56	88.19	13	76.39	6737.52		4.54	
	Tang.	92.15	14	107.37	9894.30		3.32	
	PI-57	96.10	15	71.88	6907.50		33.37	
	Tang.	88.63	16	132.10	11708.32		2.87	
	PI-58	81.16	17	116.47	9453.27		83.95	
	Tang.	88.38	18	178.30	15757.34		3.80	
	PI-59	95.59	19	153.75	14696.20		27.70	
	Tang.	96.36	20	167.89	16178.35		36.44	
	PI-60	97.14	21	245.73	23869.13		46.39	
	Tang.	99.21	22	369.05	36613.34		78.91	
	PI-62	100.00	23	175.65	17565.10		93.60	
	Tang.	95.87	24	375.40	35990.55		30.79	
	PI-63	90.47	25	117.82	10658.43		0.02	
	Tang.	91.00	26	122.65	11160.61		0.45	
	PI-64	91.53	27	90.73	8304.50		1.46	
	Tang.	95.62	28	516.86	49423.86		28.06	
	PI-65	99.71	29	180.78	18026.57		88.13	
	Tang.	95.82	30	1434.97	137502.01		30.22	
	PI-66	91.93	31	227.24	20890.50		2.58	
	Tang.	88.01	32	57.21	5035.18		5.34	
	PI-67	84.10	33	131.27	11039.61		38.80	
	Tang.	87.89	34	112.91	9923.12		5.94	
	PI-68	91.68	35	100.37	9201.58		1.83	
	Tang.	88.37	36	201.42	17800.73		3.80	
	PI-69	85.07	37	108.96	9269.54		27.60	
	Tang.	89.18	38	198.71	17721.02		1.31	
	PI-70	93.29	39	51.04	4761.58		8.79	
	Tang.	88.32	40	321.09	28358.80		4.02	
	PI-71	83.35	41	153.67	12808.95		48.63	
	Tang.	90.65	42	122.44	11099.03		0.10	
	PI-72	97.95	43	111.53	10923.91		58.07	
	Tang.	95.00	44	119.26	11330.07		21.85	
	PI-73	92.05	45	110.10	10135.50		2.99	
	Tang.	91.08	46	82.02	7470.82		0.57	
	PI-74	90.11	47	109.45	9862.64		0.05	
	Tang.	90.08	48	696.90	62776.63		0.06	
	PI-75	90.05	49	63.77	5742.44		0.08	
	Tang.	88.79	50	227.91	20234.78		2.37	
	PI-76	87.52	51	107.15	9378.15		7.85	
	Tang.	100.00	52	109.47	10946.70		93.60	
	PI-77	85.99	53	141.20	12141.36		18.80	
	Tang.	87.49	54	0.04	3.59		8.01	
	PI-78	86.01	1	117.50	10106.44		79.39	
	Tang.	100.00	2	387.12	38712.40		25.79	
	PI-79	87.91	3	457.71	40237.68		49.14	
	Tang.	100.00	4	240.38	24037.80		25.79	
	PI-80	85.90	5	152.49	13099.23		81.37	
	Tang.	89.80	6	124.51	11181.17		26.20	
	PI-81	93.70	7	171.88	16106.12		1.48	
	Tang.	87.91	8	367.66	32322.26		49.10	
	PI-82	82.12	9	162.61	13354.15		163.76	
	Tang.	85.20	10	4.55	387.92		94.49	
	PI-83	84.58	11	173.26	14655.26		106.88	

Subtramo	X(m)	Y (V85i) km/h	Vmedia m/s	Factor de Conversion a m/s	Y (V85i) m/s	Expotacion a Cad para hallar el Area	Cálculo nivel de consistencia	
Subtramo i	75.26	47.09	25.09	0.28	13.08	75.262,13.0813051146386	16045.274	Área
	87.18	49.46	25.09	0.28	13.74	87.1832466144818,13.7382849702113	9615.165	Longitud
	95.99	43.05	25.09	0.28	11.96	95.9932118247143,11.957486202655	1.669	Ra
	129.77	36.64	25.09	0.28	10.18	129.771,10.1766874350987	0.188	C
	214.58	36.64	25.09	0.28	10.18	214.575,10.1766874350987		
	281.17	48.71	25.09	0.28	13.53	281.170666666667,13.5303742953569		
	347.77	60.78	25.09	0.28	16.88	347.766333333333,16.884061155615		
	414.36	72.86	25.09	0.28	20.24	414.362,20.2377480158732		
	480.93	72.86	25.09	0.28	20.24	480.933,20.2377480158732		
	534.23	79.95	25.09	0.28	22.21	534.225333333333,22.2094080194269		
	587.52	87.05	25.09	0.28	24.18	587.517666666667,24.1810680229805		
	640.81	94.15	25.09	0.28	26.15	640.81,26.1527280265342		
	793.48	94.15	25.09	0.28	26.15	793.476,26.1527280265342		
	856.90	92.60	25.09	0.28	25.72	856.897333333333,25.7214071617225		
	920.32	91.04	25.09	0.28	25.29	920.318666666667,25.2900862969107		
	983.74	89.49	25.09	0.28	24.86	983.74,24.858765432099		
	1022.46	89.49	25.09	0.28	24.86	1022.46,24.858765432099		
	1025.05	89.98	25.09	0.28	24.99	1025.04530804658,24.993167495645		
	1060.03	86.67	25.09	0.28	24.07	1060.03315402329,24.0741752112372		
	1095.02	83.36	25.09	0.28	23.16	1095.021,23.1551829268295		
	1234.58	83.36	25.09	0.28	23.16	1234.578,23.1551829268295		
	1313.54	88.59	25.09	0.28	24.61	1313.53880230955,24.6082058622251		
	1314.89	88.39	25.09	0.28	24.55	1314.88640115478,24.5533212773659		
	1316.23	88.19	25.09	0.28	24.50	1316.234,24.4984366925067		
	1392.63	88.19	25.09	0.28	24.50	1392.628,24.4984366925067		
	1428.42	90.83	25.09	0.28	25.23	1428.41933333333,25.2305951030443		
	1464.21	93.47	25.09	0.28	25.96	1464.21066666667,25.9627535135819		
	1500.00	96.10	25.09	0.28	26.69	1500.002,26.6949119241195		
	1571.88	96.10	25.09	0.28	26.69	1571.879,26.6949119241195		
	1615.91	91.12	25.09	0.28	25.31	1615.91233333333,25.3116799658739		
	1659.95	86.14	25.09	0.28	23.93	1659.94566666667,23.9284480076284		
	1703.98	81.16	25.09	0.28	22.55	1703.979,22.5452160493829		
	1820.45	81.16	25.09	0.28	22.55	1820.452,22.5452160493829		
	1879.89	85.97	25.09	0.28	23.88	1879.88533333333,23.8808961856349		
	1939.32	90.78	25.09	0.28	25.22	1939.31866666667,25.216576321887		
	1998.75	95.59	25.09	0.28	26.55	1998.752,26.552256458139		
	2152.50	95.59	25.09	0.28	26.55	2152.497,26.552256458139		
	2208.46	96.10	25.09	0.28	26.70	2208.46066666667,26.6956132534683		
	2264.42	96.62	25.09	0.28	26.84	2264.42433333333,26.8389700487976		
	2320.39	97.14	25.09	0.28	26.98	2320.388,26.9823268441268		
	2566.12	97.14	25.09	0.28	26.98	2566.116,26.9823268441268		
	2689.13	98.09	25.09	0.28	27.25	2689.134,27.2474771553439		
	2812.15	99.05	25.09	0.28	27.51	2812.152,27.5126274665609		
	2935.17	100.00	25.09	0.28	27.78	2935.17,27.777777777778		
	3110.82	100.00	25.09	0.28	27.78	3110.821,27.777777777778		
	3235.95	96.82	25.09	0.28	26.90	3235.95266666667,26.8950665509261		
	3361.08	93.64	25.09	0.28	26.01	3361.08433333333,26.0123553240743		
	3486.22	90.47	25.09	0.28	25.13	3486.216,25.1296440972224		
	3604.03	90.47	25.09	0.28	25.13	3604.032,25.1296440972224		
	3644.91	90.82	25.09	0.28	25.23	3644.91366666667,25.2282681700057		
	3685.80	91.18	25.09	0.28	25.33	3685.79533333333,25.326892242789		
	3726.68	91.53	25.09	0.28	25.43	3726.677,25.4255163155723		
	3817.41	91.53	25.09	0.28	25.43	3817.405,25.4255163155723		
	3989.69	94.26	25.09	0.28	26.18	3989.693,26.1830550462174		
	4161.98	96.99	25.09	0.28	26.94	4161.981,26.9405937768626		
	4334.27	99.71	25.09	0.28	27.70	4334.269,27.6981325075077		
	4515.05	99.71	25.09	0.28	27.70	4515.053,27.6981325075077		
	4993.38	97.12	25.09	0.28	26.98	4993.37666666667,26.9775541776081		
	5471.70	94.53	25.09	0.28	26.26	5471.70033333333,26.2569758477085		
	5950.02	91.93	25.09	0.28	25.54	5950.024,25.5363975178088		
	6177.27	91.93	25.09	0.28	25.54	6177.265,25.5363975178088		
	6196.33	89.32	25.09	0.28	24.81	6196.33466666667,24.8109876913422		
	6215.40	86.71	25.09	0.28	24.09	6215.40433333333,24.0855778648756		
	6234.47	84.10	25.09	0.28	23.36	6234.474,23.360168038409		
	6365.75	84.10	25.09	0.28	23.36	6365.747,23.360168038409		

Subtramo II	Tang.	100.00	12	150.48	15047.50	94.92	25.79	6.32
	PI-84	88.67	13	140.07	12419.85		39.08	
	Tang.	100.00	14	318.11	31811.00		25.79	
	PI-85	83.81	15	99.47	8336.66		123.49	
	Tang.	100.00	16	454.59	45459.10		25.79	
	PI-86	88.80	17	74.52	6617.45		37.42	
	Tang.	92.59	18	282.62	26166.85		5.45	
	PI-87	96.37	19	307.83	29664.74		2.09	
	Tang.	94.93	20	259.57	24640.20		0.00	
	PI-88	93.49	21	144.69	13526.79		2.05	
	Tang.	94.45	22	259.66	24524.32		0.22	
	PI-89	95.41	23	245.72	23444.55		0.24	
	Tang.	98.05	24	759.75	74489.53		9.76	
	PI-90	100.00	25	104.25	10424.90		25.79	
	Tang.	98.57	26	1383.00	136327.16		13.34	
Subtramo III	Tang.	100.00	1	246.49	24648.50	90.59	88.50	17.96
	PI-97	67.11	2	169.93	11404.55		551.26	
	Tang.	80.01	3	50.33	4027.35		111.90	
	PI-98	92.91	4	100.70	9356.77		5.39	
	Tang.	57.86	5	8.70	503.12		1071.65	
	PI-99	22.80	6	119.71	2729.10		4596.05	
	Tang.	55.49	7	35.43	1966.00		1232.21	
	PI-100	41.93	8	60.74	2546.86		2367.99	
	Tang.	75.23	9	42.84	3222.85		236.12	
	PI-101	68.35	10	68.05	4651.11		494.94	
	Tang.	72.04	11	68.26	4917.64		344.25	
	PI-102	64.20	12	56.21	3608.71		696.54	
	Tang.	80.14	13	61.04	4892.30		109.18	
	PI-103	96.09	14	89.92	8640.24		30.19	
	Tang.	96.91	15	549.35	53238.17		39.93	
	PI-104	97.74	16	53.56	5234.44		51.03	
	Tang.	96.82	17	280.18	27125.99		38.76	
	PI-105	95.90	18	33.80	3241.81		28.17	
	Tang.	94.15	19	105.19	9903.48		12.66	
	PI-106	92.40	20	75.89	7012.67		3.27	
	Tang.	93.91	21	119.21	11194.57		10.98	
	PI-107	95.41	22	94.55	9020.98		23.21	
	Tang.	90.54	23	83.45	7555.81		0.00	
	PI-108	85.67	24	57.54	4929.81		24.20	
	Tang.	89.64	25	255.90	22939.49		0.90	
	PI-109	93.61	26	46.88	4388.52		9.13	
	Tang.	94.00	27	116.76	10975.27		11.61	
	PI-110	94.39	28	68.74	6487.94		14.39	
	Tang.	89.93	29	171.66	15436.91		0.44	
	PI-111	85.47	30	129.65	11080.86		26.27	
	Tang.	100.00	31	128.23	12822.80		88.50	
	PI-112	88.55	32	113.24	10027.48		4.18	
	Tang.	92.63	33	118.32	10959.70		4.14	
	PI-113	96.71	34	48.42	4682.47		37.37	
	Tang.	99.84	35	763.09	76188.62		85.55	
	PI-115	100.00	36	97.05	9704.90		88.50	
	Tang.	95.47	37	329.14	31424.42		23.83	
	PI-116	87.97	38	8.42	740.36		6.87	
	Tang.	94.66	39	475.90	45050.25		16.56	
Subtramo IV	Tang.	98.22	1	497.15	48831.80	85.33	166.28	14.87
	PI-176	98.04	2	74.75	7328.62		161.69	
	Tang.	97.82	3	197.49	19317.87		155.92	
	PI-177	97.59	4	87.08	8497.94		150.26	
	Tang.	99.56	5	91.45	9104.98		202.51	
	PI-178	100.00	6	99.04	9903.70		215.25	
	Tang.	80.84	7	139.48	11275.24		20.14	
	PI-179	60.15	8	61.38	3691.92		633.99	
	Tang.	84.28	9	316.45	26671.22		1.09	
	PI-180	70.94	10	76.91	5455.78		207.09	
	Tang.	74.71	11	78.79	5886.25		112.82	
	PI-181	65.43	12	87.67	5736.92		395.77	
	Tang.	68.73	13	49.02	3369.32		275.59	
	PI-182	63.64	14	93.87	5974.42		470.18	
	Tang.	65.40	15	84.77	5543.57		397.24	
	PI-183	48.84	16	112.02	5471.70		1331.10	
	Tang.	63.11	17	57.49	3627.89		493.85	
	PI-184	77.37	18	91.71	7095.04		63.38	
	Tang.	84.27	19	146.13	12314.08		1.12	
	PI-185	91.17	20	98.20	8953.00		34.13	
	Tang.	91.08	21	49.82	4537.86		33.09	
	PI-186	90.99	22	245.23	22313.80		32.07	

6403.38	86.62	25.09	0.28	24.06	6403.38266666667,24.0621878698326	
6441.02	89.15	25.09	0.28	24.76	6441.01833333333,24.7642077012563	
6478.65	91.68	25.09	0.28	25.47	6478.654,25.4662275326799	
6579.02	91.68	25.09	0.28	25.47	6579.022,25.4662275326799	
6646.16	89.48	25.09	0.28	24.85	6646.163,24.8544596483469	
6713.30	87.27	25.09	0.28	24.24	6713.304,24.242691764014	
6780.45	85.07	25.09	0.28	23.63	6780.445,23.630923879681	
6889.41	85.07	25.09	0.28	23.63	6889.407,23.630923879681	
6955.64	87.81	25.09	0.28	24.39	6955.64366666667,24.3918494920693	
7021.88	90.55	25.09	0.28	25.15	7021.88033333333,25.1527751044577	
7088.12	93.29	25.09	0.28	25.91	7088.117,25.9137007168461	
7139.16	93.29	25.09	0.28	25.91	7139.158,25.9137007168461	
7246.19	89.98	25.09	0.28	24.99	7246.188,24.9935293178485	
7353.22	86.66	25.09	0.28	24.07	7353.218,24.0733579188509	
7460.25	83.35	25.09	0.28	23.15	7460.248,23.1531865198534	
7613.92	83.35	25.09	0.28	23.15	7613.922,23.1531865198534	
7654.74	88.22	25.09	0.28	24.50	7654.73533333333,24.5045264120961	
7695.55	93.08	25.09	0.28	25.86	7695.54866666667,25.8558663043387	
7736.36	97.95	25.09	0.28	27.21	7736.362,27.2072061965814	
7847.89	97.95	25.09	0.28	27.21	7847.892,27.2072061965814	
7887.65	95.98	25.09	0.28	26.66	7887.64666666667,26.6616460622713	
7927.40	94.02	25.09	0.28	26.12	7927.40133333333,26.1160859279611	
7967.16	92.05	25.09	0.28	25.57	7967.156,25.570525793651	
8077.26	92.05	25.09	0.28	25.57	8077.26,25.570525793651	
8104.60	91.41	25.09	0.28	25.39	8104.601,25.3905433350754	
8131.94	90.76	25.09	0.28	25.21	8131.942,25.2105608764999	
8159.28	90.11	25.09	0.28	25.03	8159.283,25.0305784179243	
8268.73	90.11	25.09	0.28	25.03	8268.734,25.0305784179243	
8501.03	90.09	25.09	0.28	25.02	8501.03433333333,25.024950197196	
8733.33	90.07	25.09	0.28	25.02	8733.33466666667,25.0193219764677	
8965.64	90.05	25.09	0.28	25.01	8965.635,25.0136937557394	
9029.41	90.05	25.09	0.28	25.01	9029.405,25.0136937557394	
9105.37	89.21	25.09	0.28	24.78	9105.37333333333,24.7797575102756	
9181.34	88.36	25.09	0.28	24.55	9181.34166666667,24.5458212648117	
9257.31	87.52	25.09	0.28	24.31	9257.31,24.3118850193479	
9364.46	87.52	25.09	0.28	24.31	9364.461,24.3118850193479	
9395.88	100.00	25.09	0.28	27.78	9395.87974704261,27.777777777778	
9439.41	100.00	25.09	0.28	27.78	9439.41284282781,27.777777777778	
9473.93	85.99	25.09	0.28	23.89	9473.928,23.8859365910415	
9615.12	85.99	25.09	0.28	23.89	9615.124,23.8859365910415	
9615.14	86.00	25.09	0.28	23.89	9615.13766666667,23.8879865910415	
9615.15	86.00	25.09	0.28	23.89	9615.15133333333,23.8900365910415	**Cálculo nivel de consistencia**
9615.17	86.01	25.09	0.28	23.89	9615.165,23.8920865910415	8887.357 Área
9732.67	86.01	26.37	0.28	23.89	9732.666,23.8920865910415	7343.974 Longitud
9764.16	100.00	26.37	0.28	27.78	9764.1640400849,27.777777777778	1.210 Ra
10099.86	100.00	26.37	0.28	27.78	10099.8601448578,27.777777777778	0.554 C
10119.79	87.91	26.37	0.28	24.42	10119.79,24.419791338169	
10577.50	87.91	26.37	0.28	24.42	10577.498,24.419791338169	
10604.05	100.00	26.37	0.28	27.78	10604.0478064818,27.777777777778	
10779.07	100.00	26.37	0.28	27.78	10779.0652728378,27.777777777778	
10817.88	85.90	26.37	0.28	23.86	10817.876,23.8614137483789	
10970.37	85.90	26.37	0.28	23.86	10970.368,23.8614137483789	
11011.87	88.50	26.37	0.28	24.58	11011.8706666667,24.583951132553	
11053.37	91.10	26.37	0.28	25.31	11053.3733333333,25.306488516727	
11094.88	93.70	26.37	0.28	26.03	11094.876,26.0290259009011	
11266.76	93.70	26.37	0.28	26.03	11266.758,26.0290259009011	
11389.31	89.84	26.37	0.28	24.96	11389.3096666666,24.9568311074234	
11511.86	85.98	26.37	0.28	23.88	11511.8613333333,23.8846363139457	
11634.41	82.12	26.37	0.28	22.81	11634.413,22.812441520468	
11797.02	82.12	26.37	0.28	22.81	11797.021,22.812441520468	
11798.54	82.94	26.37	0.28	23.04	11798.5386666667,23.040091520468	
11800.06	83.76	26.37	0.28	23.27	11800.0563333333,23.267741520468	
11801.57	84.58	26.37	0.28	23.50	11801.574,23.495391520468	
11974.84	84.58	26.37	0.28	23.50	11974.838,23.495391520468	
12004.55	100.00	26.37	0.28	27.78	12004.5455744123,27.777777777778	
12113.53	100.00	26.37	0.28	27.78	12113.5318342754,27.777777777778	
12125.31	88.67	26.37	0.28	24.63	12125.313,24.630602636535	
12265.38	88.67	26.37	0.28	24.63	12265.381,24.630602636535	
12282.36	100.00	26.37	0.28	27.78	12282.3563831122,27.777777777778	
12528.13	100.00	26.37	0.28	27.78	12528.1284410086,27.777777777778	
12583.49	83.81	26.37	0.28	23.28	12583.491,23.2803100775196	
12682.96	83.81	26.37	0.28	23.28	12682.963,23.2803100775196	
12759.84	100.00	26.37	0.28	27.78	12759.840002495,27.777777777778	
13125.66	100.00	26.37	0.28	27.78	13125.6599219303,27.777777777778	
13137.55	88.80	26.37	0.28	24.67	13137.554,24.6679269547327	
13212.07	88.80	26.37	0.28	24.67	13212.071,24.6679269547327	

Subtramo II

	Tang.	90.34	23	15.94	1439.60		25.13	
	PI-187	89.69	24	32.46	2911.67		19.04	
	Tang.	69.78	25	65.57	4575.38		241.80	
	PI-188	49.87	26	15.76	785.63		1257.65	
	Tang.	51.41	27	62.34	3204.74		1150.59	
	PI-189	83.53	28	74.58	6229.38		3.24	
	Tang.	88.58	29	72.48	6420.17		10.58	
	PI-190	82.55	30	118.37	9771.15		7.73	
	Tang.	100.00	31	139.03	13902.90		215.25	
	PI-191	89.67	32	82.67	7413.15		18.88	
	Tang.	100.00	33	378.09	37809.40		215.25	
	PI-192	68.51	34	81.59	5589.70		282.99	
	Tang.	77.82	35	43.73	3402.67		56.41	
	PI-193	87.13	36	77.75	6774.15		3.24	
	Tang.	89.06	37	269.79	24027.79		13.93	
	PI-194	90.99	38	118.35	10768.63		32.06	
	Tang.	81.96	39	103.87	8513.73		11.33	
	PI-195	72.93	40	105.40	7687.20		153.66	
	Tang.	81.27	41	129.02	10484.99		16.51	
	PI-196	70.70	42	95.91	6780.62		213.98	
	Tang.	86.56	43	245.01	21207.28		1.51	
	`	67.19	1	61.83	4154.65		530.56	
	Tang.	72.26	2	55.48	4009.13		322.87	
	PI-198	77.32	3	13.84	1070.08		166.50	
	Tang.	81.29	4	70.14	5701.53		79.89	
	PI-199	85.25	5	48.43	4128.70		24.73	
	Tang.	89.29	6	81.63	7288.80		0.87	
	PI-200	82.62	7	78.51	6486.43		57.90	
	Tang.	83.60	8	100.67	8415.92		43.91	
	PI-201	67.83	9	40.13	2721.71		501.69	
	Tang.	51.91	10	28.64	1486.62		1468.57	
	PI-202	35.98	11	77.96	2805.29		2942.57	
	Tang.	70.45	12	20.66	1455.66		391.11	
	PI-203	47.14	13	88.92	4191.68		1856.58	
	Tang.	100.00	14	201.03	20102.60		95.50	
	PI-204	85.84	15	59.08	5071.37		19.28	
	Tang.	100.00	16	208.96	20895.70		95.50	
	PI-205	80.50	17	98.39	7920.67		94.55	
	Tang.	83.26	18	56.88	4735.89		48.61	
	PI-206	86.01	19	27.06	2327.69		17.81	
	Tang.	89.07	20	84.51	7527.52		1.34	
	PI-207	81.15	21	39.01	3165.49		82.44	
	Tang.	89.82	22	134.69	12098.07		0.16	
	PI-208	84.10	23	44.03	3703.10		37.57	
	Tang.	86.64	24	52.57	4554.95		12.84	
	PI-209	82.05	25	65.56	5379.36		66.83	
	Tang.	88.06	26	100.53	8853.11		4.68	
	PI-210	80.83	27	35.23	2847.96		88.31	
	Tang.	100.00	28	357.49	35749.20		95.50	
	PI-211	87.22	29	32.07	2797.11		9.02	
	Tang.	89.12	30	19.09	1701.35		1.22	
Subtramo V	PI-212	91.02	31	64.04	5829.06	90.23	0.63	12.79
	Tang.	89.23	32	44.90	4006.41		1.00	
	PI-213	87.43	33	31.83	2782.91		7.82	
	Tang.	89.07	34	126.33	11251.55		1.35	
	PI-214	90.70	35	37.99	3445.36		0.23	
	Tang.	93.87	36	66.23	6217.05		13.26	
	PI-215	97.04	37	50.55	4904.64		46.35	
	Tang.	97.99	38	193.53	18965.19		60.32	
	PI-216	98.95	39	85.27	8437.92		76.14	
	Tang.	95.84	40	127.12	12182.91		31.52	
	PI-217	92.73	41	106.19	9846.57		6.26	
	Tang.	95.62	42	62.96	6020.42		29.11	
	PI-218	98.52	43	147.29	14510.43		68.69	
	Tang.	90.75	44	121.13	10992.67		0.28	
	PI-219	82.99	45	84.26	6992.67		52.32	
	Tang.	88.41	46	120.53	10655.70		3.31	
	PI-220	93.82	47	147.76	13863.16		12.92	
	Tang.	94.81	48	33.25	3152.65		20.96	
	PI-221	95.79	49	67.22	6438.84		30.93	
	Tang.	97.02	50	34.62	3358.64		46.14	
	PI-222	98.25	51	72.92	7163.97		64.38	
	Tang.	97.70	52	169.67	16576.49		55.82	
	PI-223	97.15	53	90.46	8787.91		47.88	
	Tang.	96.67	54	40.10	3876.51		41.55	
	PI-224	96.20	55	88.38	8502.07		35.67	

	13306.28	91.33	26.37	0.28	25.37	13306.2776666667,25.3683272386762		
	13400.48	93.85	26.37	0.28	26.07	13400.4843333333,26.0687275226197		
	13494.69	96.37	26.37	0.28	26.77	13494.691,26.7691278065633		
	13802.52	96.37	26.37	0.28	26.77	13802.516,26.7691278065633		
	13889.04	95.41	26.37	0.28	26.50	13889.0376666667,26.5024513348158		
	13975.56	94.45	26.37	0.28	26.24	13975.5593333333,26.2357748630683		
	14062.08	93.49	26.37	0.28	25.97	14062.081,25.9690983913208		
	14206.77	93.49	26.37	0.28	25.97	14206.77,25.9690983913208		
	14293.32	94.13	26.37	0.28	26.15	14293.3216666667,26.1470363655551		
	14379.87	94.77	26.37	0.28	26.32	14379.8733333333,26.3249743397894		
	14466.43	95.41	26.37	0.28	26.50	14466.425,26.5029123140236		
	14712.15	95.41	26.37	0.28	26.50	14712.148,26.5029123140236		
	14965.40	96.94	26.37	0.28	26.93	14965.3966666667,26.9278674686084		
	15218.65	98.47	26.37	0.28	27.35	15218.6453333333,27.3528226231932		
	15471.89	100.00	26.37	0.28	27.78	15471.894,27.777777777778		
	15576.14	100.00	26.37	0.28	27.78	15576.143,27.777777777778		
	16037.14	98.82	26.37	0.28	27.45	16037.1416666667,27.4506885090221		
	16498.14	97.64	26.37	0.28	27.12	16498.1403333333,27.1235992402661		
	16959.14	96.47	26.37	0.28	26.80	16959.139,26.7965099715102		
							Cálculo nivel de consistencia	
	19169.85	87.43	25.16	0.28	24.29	19169.846,24.2862500000002	13523.21	Área
	19202.42	100.00	25.16	0.28	27.78	19202.4182786458,27.777777777778	5502.47	Longitud
	19242.12	100.00	25.16	0.28	27.78	19242.1186410047,27.777777777778	2.46	Ra
	19416.33	67.11	25.16	0.28	18.64	19416.331,18.6426767676769	0.03	C
	19586.26	67.11	25.16	0.28	18.64	19586.26,18.6426767676769		
	19603.04	75.71	25.16	0.28	21.03	19603.0376666667,21.0316490778433		
	19619.82	84.31	25.16	0.28	23.42	19619.8153333333,23.4206213880096		
	19636.59	92.91	25.16	0.28	25.81	19636.593,25.809593698176		
	19737.30	92.91	25.16	0.28	25.81	19737.296,25.809593698176		
	19740.19	69.54	25.16	0.28	19.32	19740.1946666667,19.317357433064		
	19743.09	46.17	25.16	0.28	12.83	19743.0933333333,12.8251211679521		
	19745.99	22.80	25.16	0.28	6.33	19745.992,6.33288490284011		
	19865.70	22.80	25.16	0.28	6.33	19865.698,6.33288490284011		
	19877.51	29.18	25.16	0.28	8.10	19877.508,8.10438490284013		
	19889.32	35.55	25.16	0.28	9.88	19889.318,9.87588490284014		
	19901.13	41.93	25.16	0.28	11.65	19901.128,11.6473849028402		
	19961.87	41.93	25.16	0.28	11.65	19961.868,11.6473849028402		
	19966.60	75.23	25.16	0.28	20.90	19966.5964328391,20.8961986283443		
	19985.65	71.79	25.16	0.28	19.94	19985.6532164196,19.9405171146258		
	20004.71	68.35	25.16	0.28	18.98	20004.71,18.9848356009072		
	20072.76	68.35	25.16	0.28	18.98	20072.763,18.9848356009072		
	20099.83	72.04	25.16	0.28	20.01	20099.8293253852,20.0107160351908		
	20120.43	68.12	25.16	0.28	18.92	20120.4281626926,18.9221035984036		
	20141.03	64.20	25.16	0.28	17.83	20141.027,17.8334911616163		
	20197.24	64.20	25.16	0.28	17.83	20197.237,17.8334911616163		
	20217.59	74.83	25.16	0.28	20.79	20217.585,20.7859367003369		
	20237.93	85.46	25.16	0.28	23.74	20237.933,23.7383822390574		
	20258.28	96.09	25.16	0.28	26.69	20258.281,26.690827777778		
	20348.20	96.09	25.16	0.28	26.69	20348.202,26.690827777778		
	20531.32	96.64	25.16	0.28	26.84	20531.3183333333,26.8434942386833		
	20714.43	97.19	25.16	0.28	27.00	20714.4346666667,26.9961606995887		
	20897.55	97.74	25.16	0.28	27.15	20897.551,27.148827160494		
	20951.11	97.74	25.16	0.28	27.15	20951.108,27.148827160494		
	21044.50	97.12	25.16	0.28	26.98	21044.4996666667,26.9788756412427		
	21137.89	96.51	25.16	0.28	26.81	21137.8913333333,26.8089241219913		
	21231.28	95.90	25.16	0.28	26.64	21231.283,26.6389726027399		
	21265.09	95.90	25.16	0.28	26.64	21265.087,26.6389726027399		
	21300.15	94.73	25.16	0.28	26.32	21300.1493333333,26.3150642267425		
	21335.21	93.57	25.16	0.28	25.99	21335.2116666667,25.9911558507451		
	21370.27	92.40	25.16	0.28	25.67	21370.274,25.6672474747477		
Subtramo III	21446.17	92.40	25.16	0.28	25.67	21446.167,25.6672474747477		
	21485.90	93.40	25.16	0.28	25.95	21485.9036666667,25.9458119235839		
	21525.64	94.41	25.16	0.28	26.22	21525.6403333334,26.2243763724201		
	21565.38	95.41	25.16	0.28	26.50	21565.377,26.5029408212563		
	21659.93	95.41	25.16	0.28	26.50	21659.926,26.5029408212563		
	21687.74	92.16	25.16	0.28	25.60	21687.743,25.6013309178746		
	21715.56	88.92	25.16	0.28	24.70	21715.56,24.699721014493		
	21743.38	85.67	25.16	0.28	23.80	21743.377,23.7981111111113		
	21800.92	85.67	25.16	0.28	23.80	21800.919,23.7981111111113		
	21886.22	88.32	25.16	0.28	24.53	21886.218,24.533339506173		
	21971.52	90.97	25.16	0.28	25.27	21971.517,25.2685679012348		
	22056.82	93.61	25.16	0.28	26.00	22056.816,26.0037962962965		
	22103.70	93.61	25.16	0.28	26.00	22103.695,26.0037962962965		
	22142.61	93.87	25.16	0.28	26.08	22142.6143333333,26.0753607253089		
	22181.53	94.13	25.16	0.28	26.15	22181.5336666667,26.1469251543212		
	22220.45	94.39	25.16	0.28	26.22	22220.453,26.2184895833335		

	Tang.	92.21	56	158.17	14584.81	3.92
	PI-225	88.21	57	109.77	9682.96	4.05
	Tang.	92.42	58	170.13	15722.31	4.79
	PI-226	96.62	59	107.05	10342.91	40.81
	Tang.	93.97	60	399.23	37517.14	14.03
	PI-227	91.33	61	63.41	5791.50	1.22

	22289.19	94.39	25.16	0.28	26.22	22289.191,26.2184895833335	
	22346.41	91.41	25.16	0.28	25.39	22346.4113333334,25.3925916541544	
	22403.63	88.44	25.16	0.28	24.57	22403.6316666667,24.5666937249752	
	22460.85	85.47	25.16	0.28	23.74	22460.852,23.740795795796	
	22590.50	85.47	25.16	0.28	23.74	22590.503,23.740795795796	
	22647.33	100.00	25.16	0.28	27.78	22647.3313472059,27.777777777778	
	22707.81	100.00	25.16	0.28	27.78	22707.8137592448,27.777777777778	
	22718.73	88.55	25.16	0.28	24.60	22718.731,24.5967615176154	
	22831.97	88.55	25.16	0.28	24.60	22831.974,24.5967615176154	
	22871.41	91.27	25.16	0.28	25.35	22871.4143333334,25.3520308265585	
	22910.85	93.99	25.16	0.28	26.11	22910.8546666667,26.1073001355016	
	22950.30	96.71	25.16	0.28	26.86	22950.295,26.8625694444447	
	22998.72	96.71	25.16	0.28	26.86	22998.715,26.8625694444447	
	23253.08	97.80	25.16	0.28	27.17	23253.0793333334,27.1676388888891	
	23507.44	98.90	25.16	0.28	27.47	23507.4436666667,27.4727083333336	
	23761.81	100.00	25.16	0.28	27.78	23761.808,27.777777777778	
	23858.86	100.00	25.16	0.28	27.78	23858.857,27.777777777778	
	23968.57	95.99	25.16	0.28	26.66	23968.57,26.6639608054659	
	24078.28	91.98	25.16	0.28	25.55	24078.283,25.5501438331537	
	24188.00	87.97	25.16	0.28	24.44	24187.996,24.4363268608416	
	24196.41	87.97	25.16	0.28	24.44	24196.412,24.4363268608416	
	24355.05	91.98	25.16	0.28	25.55	24355.0466666667,25.5501438331537	
	24513.68	95.99	25.16	0.28	26.66	24513.6813333334,26.6639608054659	
	24672.32	100.00	25.16	0.28	27.78	24672.316,27.777777777778	
							Cálculo nivel de consistencia
	37868.42	98.40	23.70	0.28	27.33	37868.422,27.3340464791544	15928.612 Área
	38034.14	98.28	23.70	0.28	27.30	38034.1386666667,27.3008814515417	5163.597 Longitud
	38199.86	98.16	23.70	0.28	27.27	38199.8553333334,27.267716423929	3.085 Ra
	38365.57	98.04	23.70	0.28	27.23	38365.572,27.2345513963163	0.029 C
	38440.32	98.04	23.70	0.28	27.23	38440.32,27.2345513963163	
	38506.15	97.89	23.70	0.28	27.19	38506.151,27.1921602906899	
	38571.98	97.74	23.70	0.28	27.15	38571.982,27.1497691850635	
	38637.81	97.59	23.70	0.28	27.11	38637.813,27.1073780794371	
	38724.89	97.59	23.70	0.28	27.11	38724.894,27.1073780794371	
	38755.38	98.39	23.70	0.28	27.33	38755.3783333334,27.3308446455507	
	38785.86	99.20	23.70	0.28	27.55	38785.8626666667,27.5543112116644	
	38816.35	100.00	23.70	0.28	27.78	38816.347,27.777777777778	
	38915.38	100.00	23.70	0.28	27.78	38915.384,27.777777777778	
	38961.88	86.72	23.70	0.28	24.09	38961.8756666667,24.087918340027	
	39008.37	73.43	23.70	0.28	20.40	39008.3673333334,20.3980589022759	
	39054.86	60.15	23.70	0.28	16.71	39054.859,16.7081994645249	
	39116.24	60.15	23.70	0.28	16.71	39116.238,16.7081994645249	
	39352.77	84.28	23.70	0.28	23.41	39352.7699038303,23.4119694187055	
	39392.73	77.61	23.70	0.28	21.56	39392.7279519152,21.5584985982417	
	39432.69	70.94	23.70	0.28	19.71	39432.686,19.7050277777779	
	39509.60	70.94	23.70	0.28	19.71	39509.595,19.7050277777779	
	39538.25	74.71	23.70	0.28	20.75	39538.2524520735,20.7519787534542	
	39563.32	70.07	23.70	0.28	19.46	39563.3192260368,19.4641344890526	
	39588.39	65.43	23.70	0.28	18.18	39588.386,18.176290224651	
	39676.06	65.43	23.70	0.28	18.18	39676.06,18.176290224651	
	39699.13	68.73	23.70	0.28	19.09	39699.1256916583,19.0910778397205	
	39712.10	66.19	23.70	0.28	18.39	39712.1048458292,18.3851180444395	
	39725.08	63.64	23.70	0.28	17.68	39725.084,17.6791582491584	
	39818.96	63.64	23.70	0.28	17.68	39818.955,17.6791582491584	
	39830.76	65.40	23.70	0.28	18.17	39830.7631448933,18.1660507365842	
	39867.24	57.12	23.70	0.28	15.87	39867.2425724467,15.8669712914016	
	39903.72	48.84	23.70	0.28	13.57	39903.722,13.5678918462189	
	40015.75	48.84	23.70	0.28	13.57	40015.745,13.5678918462189	
	40034.91	58.35	23.70	0.28	16.21	40034.908,16.2088941726977	
	40054.07	67.86	23.70	0.28	18.85	40054.071,18.8498964991764	
	40073.23	77.37	23.70	0.28	21.49	40073.234,21.4908988256551	
	40164.94	77.37	23.70	0.28	21.49	40164.94,21.4908988256551	
	40213.65	81.97	23.70	0.28	22.77	40213.6493333333,22.7690316207005	
	40262.36	86.57	23.70	0.28	24.05	40262.3586666667,24.0471644157459	
	40311.07	91.17	23.70	0.28	25.33	40311.068,25.3252972107912	
	40409.27	91.17	23.70	0.28	25.33	40409.268,25.3252972107912	
	40425.88	91.11	23.70	0.28	25.31	40425.8753333334,25.3086868518416	
	40442.48	91.05	23.70	0.28	25.29	40442.4826666667,25.292076492892	
	40459.09	90.99	23.70	0.28	25.28	40459.09,25.2754661339424	
Subtramo IV	40704.32	90.99	23.70	0.28	25.28	40704.319,25.2754661339424	
	40709.63	90.56	23.70	0.28	25.16	40709.6306666667,25.1551129445138	
	40714.94	90.13	23.70	0.28	25.03	40714.9423333334,25.0347597550853	
	40720.25	89.69	23.70	0.28	24.91	40720.254,24.9144065656568	
	40752.72	89.69	23.70	0.28	24.91	40752.717,24.9144065656568	
	40774.57	76.42	23.70	0.28	21.23	40774.5736666667,21.2267638753124	
	40796.43	63.14	23.70	0.28	17.54	40796.4303333334,17.5391211849681	

40818.29	49.87	23.70	0.28	13.85	40818.287,13.8514784946238	
40834.04	49.87	23.70	0.28	13.85	40834.042,13.8514784946238	
40854.82	61.09	23.70	0.28	16.97	40854.8216666667,16.9684284946238	
40875.60	72.31	23.70	0.28	20.09	40875.6013333334,20.0853784946238	
40896.38	83.53	23.70	0.28	23.20	40896.381,23.2023284946238	
40970.96	83.53	23.70	0.28	23.20	40970.959,23.2023284946238	
41001.57	88.58	23.70	0.28	24.61	41001.5693547171,24.605815250667	
41022.50	85.56	23.70	0.28	23.77	41022.5031773586,23.7680339666281	
41043.44	82.55	23.70	0.28	22.93	41043.437,22.9302526825893	
41161.81	82.55	23.70	0.28	22.93	41161.805,22.9302526825893	
41253.66	100.00	23.70	0.28	27.78	41253.6601036228,27.777777777778	
41298.57	100.00	23.70	0.28	27.78	41298.5726280401,27.777777777778	
41300.83	89.67	23.70	0.28	24.91	41300.834,24.9093808851226	
41383.50	89.67	23.70	0.28	24.91	41383.502,24.9093808851226	
41387.69	100.00	23.70	0.28	27.78	41387.6897258518,27.777777777778	
41531.48	100.00	23.70	0.28	27.78	41531.4834406175,27.777777777778	
41761.60	68.51	23.70	0.28	19.03	41761.596,19.0295173961842	
41843.19	68.51	23.70	0.28	19.03	41843.19,19.0295173961842	
41857.77	74.71	23.70	0.28	20.75	41857.7653333334,20.7538999858446	
41872.34	80.92	23.70	0.28	22.48	41872.3406666667,22.478282575505	
41886.92	87.13	23.70	0.28	24.20	41886.916,24.2026651651654	
41964.66	87.13	23.70	0.28	24.20	41964.664,24.2026651651654	
42054.59	88.42	23.70	0.28	24.56	42054.5946666667,24.560223761668	
42144.53	89.70	23.70	0.28	24.92	42144.5253333334,24.9177823581706	
42234.46	90.99	23.70	0.28	25.28	42234.456,25.2753409546733	
42352.80	90.99	23.70	0.28	25.28	42352.804,25.2753409546733	
42387.43	84.97	23.70	0.28	23.60	42387.4286666667,23.6032727656397	
42422.05	78.95	23.70	0.28	21.93	42422.0533333334,21.9312045766061	
42456.68	72.93	23.70	0.28	20.26	42456.678,20.2591363875726	
42562.08	72.93	23.70	0.28	20.26	42562.079,20.2591363875726	
42629.16	81.27	23.70	0.28	22.57	42629.1581540213,22.5738220511455	
42660.13	75.98	23.70	0.28	21.11	42660.1290770107,21.1064546763665	
42691.10	70.70	23.70	0.28	19.64	42691.1,19.6390873015875	
42787.01	70.70	23.70	0.28	19.64	42787.006,19.6390873015875	
42917.17	86.56	23.70	0.28	24.04	42917.1688891405,24.0432543689677	
42974.59	76.87	23.70	0.28	21.35	42974.5939445703,21.3540687049517	
43032.02	67.19	23.70	0.28	18.66	43032.019,18.6648830409358	
43093.85	67.19	25.06	0.28	18.66	43093.85,18.6648830409358	
43112.34	70.57	25.06	0.28	19.60	43112.3443333334,19.6028636227322	
43130.84	73.95	25.06	0.28	20.54	43130.8386666667,20.5408442045286	
43149.33	77.32	25.06	0.28	21.48	43149.333,21.478824786325	
43163.17	77.32	25.06	0.28	21.48	43163.172,21.478824786325	
43186.55	79.97	25.06	0.28	22.21	43186.5516666667,22.2131333460665	
43209.93	82.61	25.06	0.28	22.95	43209.9313333334,22.947441905808	
43233.31	85.25	25.06	0.28	23.68	43233.3110000001,23.6817504655495	
43281.74	85.25	25.06	0.28	23.68	43281.7390000001,23.6817504655495	
43317.69	89.29	25.06	0.28	24.80	43317.6920781674,24.803890819728	
43340.53	85.96	25.06	0.28	23.88	43340.5290390837,23.8766779840532	
43363.37	82.62	25.06	0.28	22.95	43363.3660000001,22.9494651483784	
43441.88	82.62	25.06	0.28	22.95	43441.8770000001,22.9494651483784	
43450.40	83.60	25.06	0.28	23.22	43450.403697457,23.2224168420625	
43496.47	75.71	25.06	0.28	21.03	43496.4743487285,21.0319042406133	
43542.55	67.83	25.06	0.28	18.84	43542.545,18.8413916391641	
43582.67	67.83	25.06	0.28	18.84	43582.671,18.8413916391641	
43592.22	57.21	25.06	0.28	15.89	43592.218,15.8925839439291	
43601.77	46.60	25.06	0.28	12.94	43601.765,12.9437762486942	
43611.31	35.98	25.06	0.28	9.99	43611.312,9.9949685534592	
43689.28	35.98	25.06	0.28	9.99	43689.276,9.9949685534592	
43696.16	39.70	25.06	0.28	11.03	43696.1633333334,11.0280685534592	
43703.05	43.42	25.06	0.28	12.06	43703.0506666667,12.0611685534592	
43709.94	47.14	25.06	0.28	13.09	43709.938,13.0942685534592	
43798.86	47.14	25.06	0.28	13.09	43798.859,13.0942685534592	
43901.75	100.00	25.06	0.28	27.78	43901.7452350325,27.777777777778	
43971.64	100.00	25.06	0.28	27.78	43971.6376589756,27.777777777778	
43999.89	85.84	25.06	0.28	23.84	43999.885,23.8433495539337	
44058.97	85.84	25.06	0.28	23.84	44058.967,23.8433495539337	
44111.28	100.00	25.06	0.28	27.78	44111.2768907861,27.777777777778	
44185.38	100.00	25.06	0.28	27.78	44185.3822478525,27.777777777778	
44267.92	80.50	25.06	0.28	22.36	44267.924,22.3621126228271	
44366.31	80.50	25.06	0.28	22.36	44366.313,22.3621126228271	
44385.27	82.34	25.06	0.28	22.87	44385.2743333334,22.8716666998185	
44404.24	84.17	25.06	0.28	23.38	44404.2356666667,23.3812207768099	
44423.20	86.01	25.06	0.28	23.89	44423.197,23.8907748538014	
44450.26	86.01	25.06	0.28	23.89	44450.261,23.8907748538014	
44475.26	89.07	25.06	0.28	24.74	44475.2603770283,24.7411871344446	
44505.02	85.11	25.06	0.28	23.64	44505.0176885142,23.6411141706072	

Cálculo nivel de consistencia	
12190.369	Área
5605.291	Longitud
2.175	Ra
0.117	C

Subtramo V	44534.78	81.15	25.06	0.28	22.54	44534.775,22.5410412067699
	44573.78	81.15	25.06	0.28	22.54	44573.784,22.5410412067699
	44670.04	89.82	25.06	0.28	24.95	44670.0428963891,24.9513606106799
	44689.26	86.96	25.06	0.28	24.16	44689.2559481946,24.1559862634721
	44708.47	84.10	25.06	0.28	23.36	44708.469,23.3606119162643
	44752.50	84.10	25.06	0.28	23.36	44752.502,23.3606119162643
	44775.19	86.64	25.06	0.28	24.07	44775.1914490028,24.0676924290537
	44790.13	84.35	25.06	0.28	23.43	44790.1322245014,23.43001571205
	44805.07	82.05	25.06	0.28	22.79	44805.073,22.7923389950462
	44870.63	82.05	25.06	0.28	22.79	44870.633,22.7923389950462
	44924.02	88.06	25.06	0.28	24.46	44924.0243296172,24.462309185845
	44947.59	84.45	25.06	0.28	23.46	44947.5936648086,23.4575434818115
	44971.16	80.83	25.06	0.28	22.45	44971.163,22.452777777778
	45006.40	80.83	25.06	0.28	22.45	45006.397,22.452777777778
	45118.32	100.00	25.06	0.28	27.78	45118.3162315387,27.777777777778
	45344.91	100.00	25.06	0.28	27.78	45344.9102995154,27.777777777778
	45363.89	87.22	25.06	0.28	24.23	45363.889,24.2289619883043
	45395.96	87.22	25.06	0.28	24.23	45395.957,24.2289619883043
	45402.32	88.49	25.06	0.28	24.58	45402.3203333334,24.5804863076151
	45408.68	89.76	25.06	0.28	24.93	45408.6836666667,24.9320106269259
	45415.05	91.02	25.06	0.28	25.28	45415.047,25.2835349462368
	45479.09	91.02	25.06	0.28	25.28	45479.088,25.2835349462368
	45494.06	89.82	25.06	0.28	24.95	45494.0553333334,24.9511066308246
	45509.02	88.63	25.06	0.28	24.62	45509.0226666667,24.6186783154124
	45523.99	87.43	25.06	0.28	24.29	45523.99,24.2862500000002
	45555.82	87.43	25.06	0.28	24.29	45555.82,24.2862500000002
	45597.93	88.52	25.06	0.28	24.59	45597.929,24.5892798353911
	45640.04	89.61	25.06	0.28	24.89	45640.038,24.8923096707821
	45682.15	90.70	25.06	0.28	25.20	45682.147,25.195339506173
	45720.13	90.70	25.06	0.28	25.20	45720.132,25.195339506173
	45742.21	92.81	25.06	0.28	25.78	45742.209,25.7816341910855
	45764.29	94.92	25.06	0.28	26.37	45764.286,26.367928875998
	45786.36	97.04	25.06	0.28	26.95	45786.363,26.9542235609105
	45836.91	97.04	25.06	0.28	26.95	45836.908,26.9542235609105
	45901.42	97.67	25.06	0.28	27.13	45901.4193333334,27.1317954740776
	45965.93	98.31	25.06	0.28	27.31	45965.9306666667,27.3093673872447
	46030.44	98.95	25.06	0.28	27.49	46030.442,27.4869393004117
	46115.71	98.95	25.06	0.28	27.49	46115.714,27.4869393004117
	46158.09	96.88	25.06	0.28	26.91	46158.0856666667,26.9107703801687
	46200.46	94.80	25.06	0.28	26.33	46200.4573333334,26.3346014599257
	46242.83	92.73	25.06	0.28	25.76	46242.829,25.7584325396827
	46349.01	92.73	25.06	0.28	25.76	46349.014,25.7584325396827
	46370.00	94.66	25.06	0.28	26.29	46370.0006666667,26.2940858111635
	46390.99	96.59	25.06	0.28	26.83	46390.9873333333,26.8297390826442
	46411.97	98.52	25.06	0.28	27.37	46411.974,27.365392354125
	46559.27	98.52	25.06	0.28	27.37	46559.265,27.365392354125
	46599.64	93.34	25.06	0.28	25.93	46599.64,25.9282329498881
	46640.02	88.17	25.06	0.28	24.49	46640.015,24.4910735456512
	46680.39	82.99	25.06	0.28	23.05	46680.39,23.0539141414143
	46764.65	82.99	25.06	0.28	23.05	46764.645,23.0539141414143
	46804.82	86.60	25.06	0.28	24.06	46804.8213333333,24.0564527324529
	46845.00	90.21	25.06	0.28	25.06	46844.9976666667,25.0589913234915
	46885.17	93.82	25.06	0.28	26.06	46885.174,26.0615299145301
	47032.94	93.82	25.06	0.28	26.06	47032.935,26.0615299145301
	47044.02	94.48	25.06	0.28	26.24	47044.0196666667,26.2436993411683
	47055.10	95.13	25.06	0.28	26.43	47055.1043333334,26.4258687678065
	47066.19	95.79	25.06	0.28	26.61	47066.189,26.6080381944447
	47133.41	95.79	25.06	0.28	26.61	47133.408,26.6080381944447
	47144.95	96.61	25.06	0.28	26.84	47144.9473333334,26.8360108024693
	47156.49	97.43	25.06	0.28	27.06	47156.4866666667,27.063983410494
	47168.03	98.25	25.06	0.28	27.29	47168.026,27.2919560185187
	47240.94	98.25	25.06	0.28	27.29	47240.941,27.2919560185187
	47297.50	97.88	25.06	0.28	27.19	47297.4973333333,27.1897211199297
	47354.05	97.51	25.06	0.28	27.09	47354.0536666667,27.0874862213406
	47410.61	97.15	25.06	0.28	26.99	47410.61,26.9852513227515
	47501.07	97.15	25.06	0.28	26.99	47501.07,26.9852513227515
	47514.44	96.83	25.06	0.28	26.90	47514.4363333334,26.8975872360932
	47527.80	96.52	25.06	0.28	26.81	47527.8026666667,26.8099231494349
	47541.17	96.20	25.06	0.28	26.72	47541.169,26.7222590627765
	47629.55	96.20	25.06	0.28	26.72	47629.548,26.7222590627765
	47682.27	93.54	25.06	0.28	25.98	47682.2726666667,25.9828557746685
	47735.00	90.88	25.06	0.28	25.24	47734.9973333333,25.2434524865604
	47787.72	88.21	25.06	0.28	24.50	47787.722,24.5040491984524
	47897.49	88.21	25.06	0.28	24.50	47897.488,24.5040491984524
	47954.20	91.01	25.06	0.28	25.28	47954.197,25.2819329396153
	48010.91	93.82	25.06	0.28	26.06	48010.906,26.0598166807782

	48067.62	96.62	25.06	0.28	26.84	48067.615,26.8377004219411
	48174.67	96.62	25.06	0.28	26.84	48174.667,26.8377004219411
	48307.74	94.85	25.06	0.28	26.35	48307.744,26.348400560819
	48440.82	93.09	25.06	0.28	25.86	48440.821,25.8591006996968
	48573.90	91.33	25.06	0.28	25.37	48573.898,25.3698008385746
	48637.31	91.33	25.06	0.28	25.37	48637.31,25.3698008385746

Anexo 10: Cálculo del cambio de curvatura (VCCR)

Anexo 10: Cálculo del cambio de curvatura (VCCR)

A (Diferencia algebraica de pendientes)	Longitud de PIV a PIV (km)	Longitud Acumulado Parcial de PIV a PIV Por Tramo (km)	Clasificacion de la Consistencia Segun VCCR
0.151			
0.532	0.13	0.13	
2.560	0.30	0.43	
3.466	0.34	0.76	
0.222	0.15	0.91	
4.154	0.22	1.12	
0.185	0.19	1.31	
0.265	0.17	1.48	
4.370	0.18	1.65	
0.037	0.22	1.87	
0.814	0.25	2.12	
0.007	0.18	2.30	
1.069	0.13	2.43	
2.361	0.23	2.65	
0.766	0.09	2.74	
0.082	0.01	2.75	
0.493	0.01	2.77	
3.087	0.09	2.86	
0.001	0.13	2.99	
1.794	0.11	3.10	
0.112	0.22	3.32	
3.638	0.21	3.52	
3.824	0.45	3.97	
0.362	0.25	4.22	REGULAR
1.110	0.20	4.42	
1.465	0.36	4.78	
0.046	0.22	5.00	
0.282	0.26	5.26	
0.061	0.28	5.53	
3.403	0.28	5.81	
6.703	0.33	6.14	
0.009	0.26	6.40	
0.135	0.15	6.55	
0.704	0.31	6.85	
1.583	0.27	7.12	
1.282	0.49	7.61	
0.180	0.16	7.77	
0.483	0.43	8.20	
0.202	0.14	8.34	
0.127	0.11	8.44	
0.115	0.18	8.62	
0.039	0.14	8.76	
2.165	0.14	8.91	

0.058	0.14	9.05	
0.060	0.10	9.15	
3.425	0.27	**9.42**	
0.101	0.23	0.23	
6.499	0.21	0.44	
1.646	0.25	0.69	
4.089	0.40	1.09	
1.081	0.33	1.41	
0.106	0.13	1.54	
2.610	0.15	1.70	
9.667	0.46	2.15	
0.206	0.30	2.46	
8.389	0.20	2.65	
0.001	0.23	2.88	
5.265	0.22	3.10	
0.005	0.19	3.28	
0.018	0.19	3.47	
0.101	0.13	3.59	
0.594	0.14	3.74	
0.011	0.09	3.83	
0.052	0.08	3.91	
0.090	0.07	3.98	
0.004	0.07	4.05	REGULAR
0.380	0.07	4.12	
0.101	0.14	4.25	
1.538	0.07	4.32	
0.066	0.21	4.53	
0.189	0.49	5.02	
0.092	0.22	5.23	
0.906	0.17	5.40	
0.093	0.11	5.51	
0.011	0.14	5.65	
0.140	0.07	5.72	
0.234	0.07	5.80	
0.107	0.07	5.86	
0.122	0.05	5.91	
1.789	0.15	6.07	
0.130	0.22	6.28	
1.959	0.21	6.49	
0.132	0.17	6.66	
0.098	0.08	6.74	
1.899	0.46	**7.20**	
0.071	0.17	0.17	
5.637	0.33	0.49	
4.087	0.20	0.69	
5.233	0.22	0.91	
0.105	0.14	1.05	
4.821	0.16	1.21	
0.674	0.79	1.99	
2.260	0.20	2.19	

3.742	0.17	2.36	
0.007	0.11	2.47	REGULAR
1.878	0.22	2.69	
0.009	0.20	2.89	
1.094	0.36	3.25	
1.204	0.26	3.51	
1.985	0.19	3.70	
0.079	0.26	3.96	
0.432	0.20	4.16	
0.035	0.52	4.68	
0.345	0.40	5.08	
0.147	0.77	**5.85**	
7.354	0.26	0.26	
3.103	0.27	0.53	
2.685	0.22	0.75	
2.419	0.60	1.35	
4.873	0.18	1.53	
0.891	0.21	1.74	
0.982	0.19	1.93	
4.947	0.26	2.19	
4.874	0.19	2.37	
2.491	0.21	2.58	
1.687	0.20	2.79	MALA
5.271	0.19	2.97	
6.132	0.24	3.21	
0.027	0.15	3.36	
0.992	0.17	3.53	
4.756	0.43	3.96	
1.317	0.40	4.36	
1.585	0.46	4.82	
1.264	0.24	5.06	
6.790	0.27	5.33	
0.546	0.20	**5.52**	
3.659	0.09	0.09	
3.007	0.19	0.28	
4.135	0.20	0.48	
3.759	0.18	0.66	
4.701	0.26	0.92	
5.017	0.23	1.15	
2.484	0.38	1.54	
2.264	0.16	1.70	
0.061	0.15	1.84	
7.219	0.16	2.00	
3.915	0.17	2.17	
0.847	0.13	2.30	
3.314	0.20	2.50	
1.813	0.24	2.74	
1.944	0.24	2.99	MALA
0.784	0.23	3.22	
0.098	0.11	3.33	

4.343	0.30	3.63	
1.985	0.21	3.84	
3.130	0.19	4.03	
0.019	0.06	4.09	
0.086	0.26	4.36	
0.066	0.07	4.43	
1.556	0.06	4.49	
0.717	0.24	4.73	
0.098	0.18	4.91	
3.354	0.12	5.04	
0.187	0.25	5.29	
0.869	0.09	5.37	
0.052	0.24	**5.61**	

Anexo 11: Datos de accidentes.

Anexo 11: Datos de accidentes

Curva/Tangente	L Curva/	ACCIDENTES							Nº ACCIDENTES	Subtramo
Nro	L Tangente	AÑO 2011		AÑO 2012	AÑO 2013		AÑO 2014	AÑO 2015	AÑO 2016		
PI-49	75.262										
Tang.	54.509										
PI-50	84.804										
Tang.	199.787	510+200								1	
PI-52	66.571										
Tang.	159.877										
PI-53	152.666				510+600					1	
Tang.	190.264						510+730			1	
PI-54	38.72										
Tang.	72.561										
PI-55	139.557										
Tang.	81.656										
PI-56	76.394										
Tang.	107.374										
PI-57	71.877										
Tang.	132.1										
PI-58	116.473										
Tang.	178.3										
PI-59	153.745										
Tang.	167.891										
PI-60	245.728										
Tang.	369.054										
PI-62	175.651										
Tang.	375.395	513+050			513+300		513+000			3	
PI-63	117.816			513+400						1	
Tang.	122.645				513+600					1	
PI-64	90.728										Subtramo I
Tang.	516.864										

PI-65	180.784				514+320			514+400		2
Tang.	1434.971									
PI-66	227.241									
Tang.	57.209									
PI-67	131.273									
Tang.	112.907									
PI-68	100.368									
Tang.	201.423									
PI-69	108.962									
Tang.	198.71									
PI-70	51.041						517+000			1
Tang.	321.09								517+200	1
PI-71	153.674									
Tang.	122.44									
PI-72	111.53									
Tang.	119.264									
PI-73	110.104									
Tang.	82.023									
PI-74	109.451									
Tang.	696.901									
PI-75	63.77									
Tang.	227.905									
PI-76	107.151									
Tang.	109.467									
PI-77	141.196									
Tang.	0.041									
PI-78	117.501									
Tang.	387.124				520+000					1
PI-79	457.708	520+380			520+100					2
Tang.	240.378									
PI-80	152.492									
Tang.	124.508									
PI-81	171.882									
Tang.	367.655									
PI-82	162.608									

Tang.	4.553										
PI-83	173.264										
Tang.	150.475										
PI-84	140.068										
Tang.	318.11										Subtramo II
PI-85	99.472										
Tang.	454.591										
PI-86	74.517										
Tang.	282.62										
PI-87	307.825				523+500					1	
Tang.	259.565										
PI-88	144.689										
Tang.	259.655										
PI-89	245.723										
Tang.	759.746				525+000					1	
PI-90	104.249										
Tang.	1382.996				526+300					1	
Tang.	246.485				529+300					1	
PI-97	169.929				529+440		529+400			2	
Tang.	50.333										
PI-98	100.703										
Tang.	8.696										
PI-99	119.706										
Tang.	35.43										
PI-100	60.74										
Tang.	42.842										
PI-101	68.053	529+900								1	
Tang.	68.264										
PI-102	56.21										
Tang.	61.044										
PI-103	89.921										
Tang.	549.349										
PI-104	53.557										
Tang.	280.175										
PI-105	33.804										

Tang.	105.187										
PI-106	75.893										Subtramo III
Tang.	119.21										
PI-107	94.549						531+500			1	
Tang.	83.451										
PI-108	57.542										
Tang.	255.897										
PI-109	46.879										
Tang.	116.758										
PI-110	68.738										
Tang.	171.661										
PI-111	129.651										
Tang.	128.228										
PI-112	113.243										
Tang.	118.321										
PI-113	48.42										
Tang.	763.093										
PI-115	97.049										
Tang.	329.139										
PI-116	8.416										
Tang.	475.904			534+200						1	
Tang.	497.15										
PI-176	74.748										
Tang.	197.493										
PI-177	87.081										
Tang.	91.453										
PI-178	99.037										
Tang.	139.475										
PI-179	61.379										
`	316.448										
PI-180	76.909										
Tang.	78.791										
PI-181	87.674										
Tang.	49.024										
PI-182	93.871										

Tang.	84.767										
PI-183	112.023										
Tang.	57.489										
PI-184	91.706										
Tang.	146.128						550+180			1	
PI-185	98.2										
Tang.	49.822										
PI-186	245.229										Subtramo IV
Tang.	15.935										
PI-187	32.463										
Tang.	65.57				550+800					1	
PI-188	15.755										
Tang.	62.339										
PI-189	74.578										
Tang.	72.478										
PI-190	118.368										
Tang.	139.029										
PI-191	82.668										
Tang.	378.094										
PI-192	81.594										
Tang.	43.726										
PI-193	77.748										
Tang.	269.792										
PI-194	118.348										
Tang.	103.874										
PI-195	105.401										
Tang.	129.021							552+680	552+600	2	
PI-196	95.906										
Tang.	245.013										
PI-197	61.831										
Tang.	55.483										
PI-198	13.839										
Tang.	70.139										
PI-199	48.428										
Tang.	81.627										

PI-200	78.511										
Tang.	100.668										
PI-201	40.126										
Tang.	28.641										
PI-202	77.964										
Tang.	20.662										
PI-203	88.921										
Tang.	201.026										
PI-204	59.082										
Tang.	208.957										
PI-205	98.389										
Tang.	56.884				554+410				554+400	2	
PI-206	27.064										
Tang.	84.514										
PI-207	39.009										
Tang.	134.685										
PI-208	44.033										
Tang.	52.571										
PI-209	65.56				554+800					1	
Tang.	100.53						554+900			1	
PI-210	35.234										
Tang.	357.492										
PI-211	32.068										
Tang.	19.09										
PI-212	64.041										Subtramo V
Tang.	44.902										
PI-213	31.83										
Tang.	126.327										
PI-214	37.985										
Tang.	66.231										
PI-215	50.545										
Tang.	193.534										
PI-216	85.272										
Tang.	127.115										
PI-217	106.185										

Tang.	62.96									
PI-218	147.291									
Tang.	121.125	556+600	556+640							2
PI-219	84.255									
Tang.	120.529									
PI-220	147.761									
Tang.	33.254									
PI-221	67.219									
Tang.	34.618									
PI-222	72.915						557+180			1
Tang.	169.669									
PI-223	90.46									
Tang.	40.099									
PI-224	88.379									
Tang.	158.174	557+760								1
PI-225	109.766									
Tang.	170.127									
PI-226	107.052									
Tang.	399.231									
PI-227	63.412									

Anexo 12: Matriz de consistencia.

Anexo 12: Matriz de consistencia

PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLE	DIMENSIÓN	SUBDIMENSIONES	INDICADORES	MEDIDA
¿Cual será la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?	Determinar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.	La consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial contribuye a mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz tramo km 510+000 al km 570+000.					
1.- ¿El cumplimiento de los parámetros del diseño geométrico garantizará la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?	1.- Determinar si los parámetros del diseño geométrico garantizan la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.	1.- Los parámetros del diseño geométrico garantizan la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz tramo km 510+000 al km 570+000.	Variable independiente: Diseño geométrico	Diseño geométrico en planta		Sobreancho	m
						Radio mínimo	m
						Peralte	%
						Curva de transición	m
						L mín S	m
						L mín O	m
						L máx	m
						Distancia de adelantamiento	m
				Diseño geométrico en perfil		Pendiente mínima	%
						Pendiente máxma	%
						Longitud de curva convexa	m
						Longitud de curva concava	m
				Diseño geométrico de la sección transversal		Ancho de calzada	m
						Berma	m
						Bombeo	%
2.- ¿Con qué modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial se mejorará la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?	2.-Selecionar los modelos de evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.	2.-Los modelos obtenidos en la evaluación local y global de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial mejoran la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz tramo km 510+000 al km 570+000.	Variable dependiente: Consistencia del diseño geométrico	Modelos de Evaluación local	Criterio I de Lamm	Velocidad de Operación V85	km/h
						Velocidad de diseño	km/h
					Criterio II de Lamm	Velocidad de Operación $V85_{i}$	km/h
						Velocidad de Operación $V85_{i+1}$	km/h
3.-¿La evaluación de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial contribuirá a mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000?	3.-Evaluar la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial para la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.	3.-La evaluación de la consistencia del diseño geométrico como complemento al diseño vial contribuye a mejorar la seguridad vial de la carretera Conococha-Huaraz, tramo km 510+000 al km 570+000.		Modelos de Evaluación Global	Criterio global de Polus	Índice de Consistencia Global (C)	m/s
					Criterio global de Sánchez Ordóñez	Cambio de curvatura vertical (VCCR)	%/km
						Perfil de velocidades de operación	km vs km/h
						Indice de reaparición del trazado (Irt)	Adimensional