

UNIVERSIDAD NACIONAL HERMILIOVALDIZÁN

**FACULTAD DE INGENIERÍA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL MEDIANTE EL
ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DEL YTRAZADO EN
CAMINOS VECINALES DE LA PROVINCIA DE PACHITEA - 2019**

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO CIVIL

TESISTA: JAIMES AQUINO DURAN

ASESOR: ING. JORGE ZEVALLOS HUARANGA

**HUÁNUCO – PERÚ
2019**

DEDICATORIA

Con especial cariño y eterna gratitud dedico esta Tesis a mi querido padre de lo que en vida fue, **Justo Aquino Rivera** y, a mi señora madre, **Elva Duran Diego**, que nunca se cansaron de apoyarme para conseguir el sueño tan anhelado de algún día ser profesional, y que hoy puedo decir con mucha satisfacción que lo he conseguido.

A la mujer que me ha acompañado y animado, Maribel Trinidad; y a mis hijos, Cely, Jaimito y Marinoelany. Ustedes son el motor que me impulsa a seguir adelante.

A mis hermanos y hermanas, por su apoyo incondicional y su contribución económica con un granito de arena en mi formación profesional.

¡Muchas gracias de todo corazón, mis seres queridos! Que Dios les siga bendiciendo y espero que la vida me alcance para compensar con creces todo el amor, comprensión y cariño con que llenan mi vida.

AGRADECIMIENTO

Con especial gratitud agradezco a mi hermano, **Ing. Edgar Aquino Duran**, que me ha guiado con buena disposición a lo largo del desarrollo de la presente investigación, y sus aportes fueron de principal ayuda para conseguir con éxito esta Tesis.

A los docentes de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil de la Universidad Nacional Hermilio Valdizán, por haberme brindado sus conocimientos y experiencias, para mi formación profesional.

A todos mis amigos que de una u otra forma han motivado y contribuido en la ejecución de la presente Tesis.

RESUMEN

La seguridad vial en las carreteras depende, entre otros aspectos, de la consistencia del trazado. Éste puede entenderse como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella. Cuanto mayor es la correlación de homogeneidad entre estos dos aspectos, mayor es la consistencia, lo que implica mayor seguridad en el trazado de la vía; en su defecto, habrá mayor riesgo potencial de aparición de accidentes.

Así pues, la consistencia del trazado está relacionado con la geometría de la vía, lo que deja entrever que los caminos vecinales, sobre todo los que discurren por terreno accidentado son los de mayor probabilidad de presentar problemas de consistencia, debido a su alta tortuosidad de su configuración geométrica.

En un intento por mejorar el nivel operativo de estas vías, en nuestro medio generalmente se recurren a prácticas que implican actividades tales como ampliación de la calzada, mejora de la superficie de rodadura, construcción de obras de arte, algunas modificaciones puntuales en el trazado, señalización vial, entre otros; pero, no se analiza si los elementos geométricos que componen la vía están convenientemente coordinados entre sí, aspecto que se concreta en el análisis de la consistencia del trazado.

En el presente trabajo de investigación se ha evaluado la seguridad vial desde la perspectiva de la consistencia del trazado para una selección de caminos

vecinales de la Provincia de Pachitea-2019. Para ello, se ha elegido 8 Rutas que forman parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea, de cuya trayectoria se ha seleccionado 8 (2 tramos/distrito), a los cuales se les restituyó la geometría. A partir de los datos geométricos se ha estimado las velocidades de operación en diferentes curvas horizontales mediante el modelo de velocidad colombiano, para luego según el Criterio II de Lamm, comparar con valores de referencia y con rangos para los que la vía se considera o no consistente.

Los resultados indican que el 85.21% de las curvas califican como BUENA consistencia del trazado, lo que implica que no hay problemas de consistencia, dado que existe una coordinación armoniosa entre las curvas sucesivas, permitiendo una conducción segura. El 11.50% califican como ACEPTABLE consistencia del trazado, lo que implica que no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas. Y, el 3.29% califican como MALA consistencia del trazado, lo que implica que hay problemas serios de consistencia del trazado el cual redundan negativamente sobre el nivel de seguridad, por lo que los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con relativa seguridad por esas curvas.

Para atender el problema detectado se propone como medida correctiva en aquellos sitios que califican como ACEPTABLE colocar señalizaciones preventivas, y en aquellas que califican como POBRE rediseñar el trazado.

SUMMARY

Road safety on highways depends, among other aspects, on the consistency of the route. This can be understood as the homogeneity ratio of its geometric characteristics and the safety conditions expected by the driver of a vehicle that circulates through it. The greater the homogeneity correlation between these two aspects, the greater the consistency, which implies greater safety in the layout of the road; failing that, there will be a greater potential risk of accidents.

Thus, the consistency of the route is related to the geometry of the road, which suggests that local roads, especially those that run through rough terrain, are the ones most likely to present consistency problems, due to their high tortuosity of its geometric configuration.

In an attempt to improve the operational level of these roads, in our environment generally resort to practices that involve activities such as widening the road, improving the running surface, construction of works of art, some specific modifications in the route, road signs, among others; However, it is not analyzed whether the geometric elements that make up the road are suitably coordinated with each other, an aspect that is specified in the analysis of the consistency of the route.

In this research work, road safety has been evaluated from the perspective of the consistency of the layout for a selection of neighborhood roads in the Province of Pachitea-2019. For this, 8 routes have been chosen that are part of the

Pachitea Province Neighborhood Road Network, from whose trajectory 8 (2 sections / district) have been selected, to which the geometry was restored. From the geometric data, the operating speeds in different horizontal curves have been estimated using the Colombian speed model, and then, according to Lamm's Criterion II, compared with reference values and with ranges for which the road is considered or not consistent.

The results indicate that 85.21% of the curves qualify as GOOD consistency of the layout, which implies that there are no consistency problems, since there is a harmonious coordination between successive curves, allowing safe driving. 11.50% qualify as ACCEPTABLE consistency of the track, which implies that there are no serious problems of consistency of the track, except that it presents some deficiencies for safety, without these becoming critical. And, 3.29% qualify as BAD consistency of the route, which implies that there are serious problems of consistency of the route which negatively affects the level of safety, so drivers will have to decelerate sharply to circulate with relative safety through those curves.

To address the problem detected, it is proposed as a corrective measure in those sites that qualify as ACCEPTABLE to place preventive signs, and in those that qualify as POOR to redesign the route.

ÍNDICE

	Pág.
INTRODUCCIÓN	1
CAPITULO I: EL PROBLEMA	3
1.1. Fundamentación del Problema	3
1.2. Formulación del Problema	4
1.3. Objetivos Generales y Específicos	5
1.3.1. Objetivo General	5
1.3.2. Objetivos Específicos	5
1.4. Hipótesis, Sistema de Variables, Dimensiones e Indicadores	5
1.4.1. Hipótesis General	5
1.4.2. Sistema de Variables	5
1.4.3. Dimensiones e Indicadores	6
1.5. Justificación e Importancia	6
CAPITULO II: MARCO TEÓRICO	8
2.1. Revisión de Estudios Realizados	8
2.2. Conceptos Fundamentales	9
2.2.1. Seguridad Vial	9
2.2.2. Consistencia del Trazado	9
2.3. Marco Situacional	10
2.3.1. Consistencia de Carreteras	10

2.3.2. Criterio de Evaluación Basado en la Velocidad de Operación	11
2.3.3. Modelos de Velocidad para Evaluar la Consistencia del Trazado	12
2.3.3.1. Modelo de Fitzpatrick	12
2.3.3.2. Modelo Colombiano	13
2.3.4. Criterio de Lamm para Evaluar la Consistencia del Trazado	14
2.4. Definición de Términos Básicos	15
2.4.1. Camino	15
2.4.2. Carretera	15
2.4.3. Clasificador de Rutas	16
2.4.4. Código de Ruta	16
2.4.5. Consistencia del Trazado	16
2.4.6. Eje de la Carretera	16
2.4.7. Jerarquización Vial	16
2.4.8. Red Vial Vecinal	17
2.4.9. Mejoramiento	17
2.4.10. Red Vial Vecinal	17
2.4.11. Ruta	17
2.4.12. Sectores Críticos	17
2.4.13. Seguridad Vial	18
2.4.14. SINAC	18
2.4.15. Tramo	18

2.4.16. Trocha Carrozable	18
2.4.17. Velocidad de Diseño	18
2.4.18. Velocidad de Operación	18
CAPITULO III: MARCO METODOLÓGICO	19
3.1. Nivel y Tipo de Investigación	19
3.1.1. Tipo de Investigación	19
3.1.2. Nivel de Investigación	19
3.2. Determinación del Universo/Población y Muestra	19
3.2.1. Universo/Población	19
3.2.2. Selección de la Muestra	20
3.2.2.1. Ruta N° HU-937	21
3.2.2.2. Ruta N° HU-927	22
3.2.2.3. Ruta N° HU-888	23
3.2.2.4. Ruta N° HU-894	25
3.2.2.5. Ruta N° HU-847	26
3.2.2.6. Ruta N° HU-879	28
3.2.2.7. Ruta N° HU-918	29
3.2.2.8. Ruta N° HU-924	30
3.3. Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos	31
3.3.1. Fuentes	31
3.3.2. Técnicas	31

3.3.3. Instrumentos	32
3.4. Procesamiento y Presentación de Datos	33
CAPITULO IV: RESULTADOS Y DISCUSIÓN	34
4.1. Análisis de los Resultados de Velocidades de Operación (V_{85})	34
4.2. Análisis de los Resultados del Perfil de Velocidades de Operación	53
4.3. Análisis de Resultados de la Evaluación de la Consistencia del Trazado	62
4.4. Análisis de la Seguridad Vial	91
CONCLUSIONES	93
SUGERENCIAS	95
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	96
ANEXOS	98
ANEXO A: PLANOS EN PLANTA DE LOS TRAMOS ESTUDIADOS	98
A.1. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-937	99
A.2. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-927	100
A.3. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-888	101
A.4. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-894	102
A.5. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-847	103
A.6. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-879	104
A.7. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-918	105
A.8. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-924	106

ÍNDICE DE TABLAS

	Pág.
2.1. Ecuaciones de Fitzpatrick para estimar velocidades de operación	13
2.2. Ecuaciones del Modelo de Velocidad Colombiano	13
2.3. Criterios I y II de Lamm para la Evaluación de la Consistencia del trazado	14
3.1. Formato para el Cálculo de Velocidades de Operación (V_{85})	33
4.1. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-937	34
4.2. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-927	36
4.3. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-888	38
4.4. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-894	41
4.5. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-847	44
4.6. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-879	46
4.7. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-918	49
4.8. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-924	52
4.9. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-937	62
4.10. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-927	66
4.11. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-888	69
4.12. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-894	73
4.13. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-847	77
4.14. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-879	81
4.15. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-918	85

4.16. Evaluación de la Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-924	88
4.17. Resumen de la Evaluación de la Consistencia del Trazado	91

ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
3.1. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-937	22
3.2. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-927	23
3.3. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-888	24
3.4. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-894	26
3.5. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-847	27
3.6. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-879	28
3.7. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-918	29
3.8. Tramo Estudiado. Ruta N° HU-924	30
4.1. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-937	54
4.2. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-927	55
4.3. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-888	56
4.4. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-894	57
4.5. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-847	58
4.6. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-879	59
4.7. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-918	60
4.8. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-924	61
4.9. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-937	65
4.10. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-927	68
4.11. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-888	72

4.12. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-894	76
4.13. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-847	80
4.14. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-879	84
4.15. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-918	87
4.16. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-924	90

INTRODUCCIÓN

Los caminos vecinales que discurren por terreno accidentado presentan generalmente una configuración geométrica tortuosa, debido a los altos costos que demanda un trazado generoso en este tipo de terreno, lo que implica que tienden estar proyectados y ejecutados con valores límites geométricos, redundando, en consecuencia, en caminos inseguros para la circulación.

Si bien es cierto que las causas de la accidentalidad en las carreteras son diversos, no obstante, las relacionadas con las características geométricas del trazado es uno de los más importantes que influyen en gran medida en la accidentalidad.

La tendencia actual para evaluar el nivel de seguridad asociado a la geometría de las carreteras es mediante el análisis de la consistencia del trazado; la misma, que puede entenderse como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella.

En el Perú, en un intento por mejorar el nivel operativo de las vías en cuestión, generalmente se recurren a actividades que implican tales como ampliación de la calzada, mejora de la superficie de rodadura, construcción de obras de arte, algunas modificaciones puntuales en el trazado, señalización vial, entre otros; pero, no se analiza si los elementos geométricos que componen la vía están convenientemente coordinados entre sí.

A partir de la problemática comentada, surge la pertinencia de analizar la seguridad asociada al trazado de estas vías mediante el concepto de la consistencia para una selección de caminos vecinales de la Provincia de Pachitea – 2019.

CAPITULO I

EL PROBLEMA

1.1 Fundamentación del Problema

Los caminos vecinales, son vías que conforman el mayor porcentaje del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en el país, las mismas que son de gran importancia para el desarrollo local de las poblaciones rurales. Estos caminos, independientemente de su categoría, como premisa básica de toda vía, deben satisfacer las condiciones de circulación con seguridad, lo que debe reflejarse, entre otros, en la simplicidad y uniformidad de su trazado.

Si bien es cierto, que la seguridad en las carreteras depende de distintos factores, no obstante, investigaciones previas revelan que la consistencia del trazado es uno de los factores más importantes; así pues, para Sánchez (1) la consistencia del trazado influye en el nivel de seguridad de la circulación. En ese lineamiento, Pérez et al. (2) sostienen lo necesario de analizar el trazado de las carreteras mediante la técnica de la consistencia.

En este orden de ideas, el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG – 2018)” (3) conceptúa la consistencia del trazado como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella. Cuanto mayor es la correlación de homogeneidad entre estos dos aspectos, mayor es la consistencia, lo que implica mayor seguridad en el trazado de la vía; en su

defecto, habrá mayor riesgo potencial de aparición de accidentes.

Lo anterior, deja entrever que los caminos vecinales, sobre todo los que discurren por terreno accidentado son los de mayor probabilidad de presentar problemas de consistencia en el trazado, debido a su alta tortuosidad de su configuración geométrica. Indicando, que la alta tortuosidad de estas vías es en razón a los altos costos que demanda un trazado generoso en este tipo de terreno, por lo que generalmente tienden estar proyectados y ejecutados con valores geométricos precarios, tornándose, en consecuencia, en caminos peligrosas e inseguras para la circulación.

En un intento por mejorar el nivel operativo de estas vías, en nuestro medio generalmente se recurren a prácticas que implican actividades tales como: ampliación de la calzada, mejora de la superficie de rodadura, construcción de obras de arte, algunas modificaciones puntuales en el trazado, señalización vial, entre otros; pero, no se analiza si los elementos geométricos que componen la vía están convenientemente coordinados entre sí, aspecto que se concreta en el análisis de la consistencia del trazado.

Los caminos vecinales de la Provincia de Pachitea, no escapa a esta realidad, por lo que surge la pertinencia de analizar la seguridad asociada al trazado de estas vías mediante el concepto de la consistencia.

1.2 Formulación del Problema

¿Cuál es el nivel de seguridad vial desde el punto de vista del análisis de la

consistencia del trazado en caminos vecinales de la Provincia de Pachitea - 2019?

1.3 Objetivos Generales y Específicos

1.3.1 Objetivo General

Determinar el nivel de seguridad vial desde el punto de vista del análisis de la consistencia del trazado en caminos vecinales de la Provincia de Pachitea - 2019.

1.3.2 Objetivos Específicos

1. Revisar el concepto de la consistencia del trazado y su influencia sobre la seguridad vial.
2. Analizar la consistencia del trazado en una selección de tramos representativos de caminos vecinales de la Provincia de Pachitea.
3. Especificar el nivel de seguridad vial para una selección de tramos representativos de comunas vecinales de la Provincia de Pachitea.

1.4 Hipótesis, Sistema de Variables, Dimensiones e Indicadores

1.4.1 Hipótesis General

El nivel de seguridad vial desde el punto de vista del análisis de la consistencia del trazado en caminos vecinales de la Provincia de Pachitea – 2019, es aceptable.

1.4.2 Sistema de Variables

- Variable Independiente: Consistencia del Trazado
- Variable Dependiente: Seguridad Vial

1.4.3 Dimensiones e Indicadores

En la presente investigación los factores a ser medidos cuantitativamente, así de cómo se medirán dichos factores asociados a las variables son:

Variable Independiente

- La velocidad de operación (V_{85}) a lo largo del trazado de los tramos seleccionados, los cuales serán medidos mediante modelos de velocidades de operación, adoptados para tal fin.
- Variación de velocidades de operación entre elementos geométricos consecutivos, los cuales serán medidos a partir de la comparativa entre dicha variación de velocidades.

Variable Dependiente

- Niveles de seguridad en el trazado, cuya medición se efectuará en base al Criterio II de Lamm.

1.5 Justificación e Importancia

La inseguridad vial en caminos vecinales que discurren por terreno accidentado, como en las de la Provincia de Pachitea, es un problema latente como en otros tantos del país, que compromete a las poblaciones rurales y a las instituciones responsables de su gestión; no obstante, en un intento con la mejora de la seguridad vial se carece de consideraciones en cuanto al análisis del concepto de la consistencia, lo que ayudaría a identificar los sitios inseguros y, consecuentemente proponer medidas correctivas capaces de mitigar esta

situación. En consecuencia, salta a la vista la pertinencia y la necesidad de indagar el nivel de seguridad en el trazado de los caminos vecinales de la Provincia de Pachitea mediante el análisis de la consistencia.

Con esta forma de análisis, la seguridad vial puede mejorarse sustancialmente sin necesidad de recurrir a grandes costos. De esta manera se pretende contribuir con la mejora de la seguridad vial en esta categoría de vías para esta parte del país.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 Revisión de Estudios Realizados

A continuación, se describe a manera de síntesis, algunos estudios que anteceden a la presente investigación:

En 2010, Manríquez (4), llevó a cabo un estudio de seguridad vial para 5 caminos, ubicados en terrenos llanos de la región del Bio-Bio, en Chile, siendo uno de sus objetivos específicos evaluar la seguridad vial desde el punto de vista de la consistencia.

Un año después, en 2011, Vélez (5) estudió la consistencia y seguridad vial en el tramo de carretera Jipijapa-Julcuy (carretera rural), para los que utilizó el software denominado Interactive Highway Safety Desing Model (IHSDM) aplicándolo en el tramo K5+000 - K10+134.

Posteriormente en 2012, García et al. (6) estudiaron la seguridad vial en carreteras rurales de dos carriles, en la Provincia de Villa Clara, Cuba. Para ello, desarrollaron un modelo de velocidad y los aplicó en la evaluación de la consistencia del trazado en el tramo Santa Clara-Hatillo, en una longitud de 1.010km.

Finalmente, en 2014, Felipe (7) llevó a cabo un estudio de análisis de consistencia del trazado en caminos de montaña, en la República de Guatemala. Para ello, desarrolló un modelo de velocidad de operación propio, con datos que

responden a su ámbito geográfico, la misma que los validó en un tramo de la Ruta Nacional 14 de su país, aplicándolo en el tramo de la Ruta Nacional 11, en la evaluación del nivel de seguridad.

2.2 Conceptos Fundamentales

2.2.1 Seguridad Vial

La seguridad vial consiste en la prevención de accidentes de tránsito o la minimización de sus efectos, especialmente para la vida y la salud de las personas, cuando tuviera lugar un hecho no deseado de tránsito.

2.2.2 Consistencia del Trazado

El concepto de consistencia en el diseño geométrico está relacionado con el objetivo de lograr la máxima conformidad entre las características geométricas de la carretera y las expectativas del conductor conforme lo recorre.

No obstante, la definición más aceptada internacionalmente para un diseño geométrico consistente se entiende que se trata de minimizar las violaciones de las expectativas de los conductores. Por tanto, los conductores demandan del trazado la máxima homogeneidad, que no exista configuraciones que incitan a cambios bruscos de velocidad, sino que les sea fácil adaptarse a las condiciones geométricas existentes. De este modo, el trazado de una carretera será consistente cuando los elementos geométricos que lo componen están convenientemente coordinados, de modo tal que permita una conducción cómoda y libre de sorpresas.

Así también, según el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018) (3), la consistencia del diseño geométrico de una carretera, se entiende como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella.

2.3 Marco Situacional

A pesar que muchos investigadores coinciden de que el análisis de la consistencia es una de las herramientas más actuales en el análisis de la seguridad vial; sin embargo, en el Perú, a la fecha se evidencia la carencia y/o escasez de investigaciones que abordan este concepto en revisiones de seguridad vial. No obstante, la bibliografía internacional sí proporciona estudios realizados en relación al referido concepto, con la salvedad que dichos estudios fueron realizados con datos recogidos acordes a su entorno geográfico y realidad. En la presente investigación se pretende llevar a cabo la evaluación de la seguridad vial mediante el criterio de la consistencia, en base a datos reales de caminos vecinales que discurren dentro de la circunscripción geográfica de la Provincia de Pachitea. Para ello, se aborda de manera sucinta la situación actual del estado de éste en relación al tema que se pretende investigar.

2.3.1 Consistencia de Carreteras

Cuando los conductores recorren un tramo de la carretera espera que los elementos geométricas que componen su trazado estén coordinados entre sí, de

modo que les permita conducir su vehículo a una velocidad mas o menos uniforme, lo que implica un incremento en las condiciones de seguridad; en su defecto, habrá ciertas configuraciones indeseables con cambios bruscos, que les obliga a disminuir su velocidad de manera repentina, lo que puede conllevar a maniobras de riesgo y eventualmente redundar en accidentes de tránsito. Precisamente, la correspondencia que existe entre las características geométricas de la vía en relación con las expectativas del conductor es lo que se conoce como la consistencia del trazado.

En una carretera con un alto grado de consistencia el conductor se sentirá más cómodo, lo que implica mayor seguridad; en su defecto, el conductor se enfrentará a una situación geométrica adversa, lo que puede generar maniobras inseguras, como frenazos repentinos para adaptarse a la configuración geométrica de la vía.

2.3.2 Criterio de Evaluación Basado en la Velocidad de Operación

La seguridad vial depende de muchos factores, siendo la consistencia del trazado uno de los más importantes ya que se refiere al ajuste de la geometría de la vía en relación con las expectativas de los conductores. En ese sentido, la verificación de la consistencia del trazado tiene como objetivo evitar las configuraciones en el trazado de la carretera que puedan sorprender a los conductores y derivarse en posibles accidentes de tránsito.

Ahora bien, para evaluar la consistencia generalmente existen 4 criterios:

criterio basado en la velocidad de operación, índices del trazado, la estabilidad del vehículo y la carga del trabajo del conductor. De ellos, según muchos investigadores, el criterio basado en la velocidad de operación es la más ampliamente utilizado, dado que es un parámetro conocido y fácil de medir. Para ello, el indicador aceptado para estimar la velocidad de operación es el percentil 85 de la distribución de velocidades (V_{85}), que representa aproximadamente la velocidad considerada segura, a la que operan el 85% de los vehículos en condiciones de flujo libre en un tramo de la carretera. Este parámetro puede obtenerse mediante modelos de estimación de la velocidad de operación, que relacionan este parámetro con las características geométricas de los elementos de la carretera.

Bajo el referido enfoque, a la fecha existe una diversidad de modelos de velocidad de operación, distinguiéndose, entre otros, modelos para ser aplicados en curvas horizontales y en rectas.

2.3.3 Modelos de Velocidad Para Evaluar la Consistencia del Trazado

2.3.3.1 Modelo de Fitzpatrick

Este modelo de origen estadounidense ha sido adoptado en el Perú por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” (3), cuyas ecuaciones están desarrollados en función del radio de curvatura horizontal condicionadas por la pendiente del alineamiento en estudio. En la tabla 2.1 se muestra un extracto de las ecuaciones de Fitzpatrick.

Tabla 2.1. Ecuaciones de Fitzpatrick para estimar velocidades de operación

Condiciones de alineamiento	Ecuación
Curva horizontal sobre pendiente (-9%<i<-4%)	$V_{85} = 102.10-3077.13/R$
Curva horizontal sobre pendiente (-4%<i<0%)	$V_{85} = 105.98-3709.90/R$
Curva horizontal sobre pendiente (0%<i<4%)	$V_{85} = 104.82-3574.51/R$
Curva horizontal sobre pendiente (4%<i<9%)	$V_{85} = 96.61-2752.19/R$
V ₈₅ : velocidad de operación (km/h)	
R: radio de la curva horizontal en estudio (m)	

Fuente: Manual de Carreteras "Diseño Geométrico (DG-2018)"

2.3.3.2 Modelo Colombiano

En Colombia se desarrolló un modelo de velocidad con datos tomados de las carreteras de Cauca, Valle y Quindío. Para ello, se tomó 71 tramos, de dos carriles, sin intersecciones, con pavimento en buen estado y, además, eran caminos rurales. Las ecuaciones desarrolladas están en función del radio de curvatura horizontal condicionadas por la pendiente del alineamiento en estudio. En la tabla 2.2 se muestra las ecuaciones del Modelo Colombiano.

Tabla 2.2. Ecuaciones del Modelo de velocidad Colombiano

Condiciones de alineamiento	Ecuación
Curva horizontal sobre pendiente (0%<i<4%)	$V_{85} = 94.398-3188.656/R$
Curva horizontal sobre pendiente (4%<i<9%)	$V_{85} = 36.054+0.141R$
Curva horizontal sobre pendiente (-4%<i<0%)	$V_{85} = 30.944+0.249R$
Curva horizontal sobre pendiente (-9%<i<-4%)	$V_{85} = 33.919+0.186R+0.035R_{n-1}$
V ₈₅ : velocidad de operación (km/h)	
R: radio de la curva horizontal en estudio (m)	
R _{n-1} : radio de la curva horizontal anterior (m)	

Fuente: Seminario Internacional de Seguridad Vial, Sánchez Ordoñez, Colombia 2007

2.3.4 Criterios de Lamm Para Evaluar la Consistencia del Trazado

En 1995, Lamm et al. (8) propusieron tres criterios para determinar la consistencia del trazado de carreteras. Todos ellos están basados en el análisis de la velocidad a la que circulan los conductores, siendo el Criterio II el más ampliamente utilizado. Estos criterios son los siguientes:

- ✓ Criterio I: Comparación entre la velocidad de Diseño (V_d) y la de operación.
- ✓ Criterio II: Comparación entre velocidades de Operación entre elementos consecutivos del trazado.
- ✓ Criterio III: Determina la diferencia entre el desplazamiento transversal movilizado y demandado.

En la tabla 2.3, se resumen los umbrales empleados en los criterios I y II de Lamm.

Tabla 2.3. Criterios I y II de Lamm para la Evaluación de la Consistencia del Trazado

Nivel de Consistencia	Criterio I (km/h)	Criterio II (km/h)
Buena	$ V_{85} - V_d \leq 10$	$ \Delta V_{85} \leq 10$
Aceptable	$10 < V_{85} - V_d \leq 20$	$10 < \Delta V_{85} \leq 20$
Pobre	$ V_{85} - V_d > 20$	$ \Delta V_{85} > 20$

Fuente: Lamm et al.

En la tabla anterior, Lamm cataloga el nivel de consistencia en tres categorías:

- **Buena:** si la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos es menor o igual a 10km/h, o la diferencia de velocidad de

operación y la velocidad de diseño es menor o igual a 10km/h.

- **Aceptable:** si la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos es mayor a 10km/h y menor o igual a 20km/h, o la diferencia de velocidad de operación y la velocidad de diseño es mayor a 10km/h y menor o igual a 20km/h.
- **Pobre:** si la variación de velocidad de operación entre elementos consecutivos es mayor a 20km/h o la diferencia de velocidad de velocidad de operación y la velocidad de diseño es mayor a 20km/h.

2.4 Definición de Términos Básicos

Según el Glosario de Términos de Uso Frecuente en los Proyectos de Infraestructura Vial, aprobado mediante Resolución Directoral N° 02-2018-MTC/14, se describe los siguientes términos:

2.4.1 Camino

Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

2.4.2 Carretera

Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones.

2.4.3 Clasificador de Rutas

Documento oficial del Sistema Nacional de Carreteras -SINAC, emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, que contiene las carreteras existentes y en proyecto, clasificadas como Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural.

2.4.4 Código de Ruta

Identificación simplificada de una vía del Sistema Nacional de Carreteras (SINAC).

2.4.5 Consistencia del Trazado

Relación entre las características geométricas de una carretera y lo que espera encontrar el conductor que circula por ella.

2.4.6 Eje de la Carretera

Línea longitudinal que define el trazado en planta, el mismo que está ubicado en el eje de simetría de la calzada. Para el caso de autopistas y carreteras duales el eje se ubica en el centro del separador central.

2.4.7 Jerarquización Vial

Ordenamiento de las carreteras que conforman el Sistema Nacional de Carreteras (SINAC) en niveles de jerarquía, debidamente agrupadas en tres redes viales (Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural), sobre la base de su funcionalidad e importancia.

2.4.8 Levantamiento Topográfico

Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica.

2.4.9 Mejoramiento

Ejecución de las obras necesarias para elevar el estándar de la vía mediante actividades que implican la modificación sustancial de la geometría y de la estructura del pavimento; así como la construcción y/o adecuación de los puentes, túneles, obras de drenaje, muros, y señalizaciones necesarias.

2.4.10 Red Vial Vecinal

Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados o zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional.

2.4.11 Ruta

Carretera definida entre dos puntos determinados, con origen, itinerario y destino debidamente identificados.

2.4.12 Sectores Críticos

Son aquellos sectores de la vía, en los que se presentan eventos naturales imprevisibles, relacionados con fenómenos geodinámicos, hidráulicos o hidrogeológicos, que afectan la transitabilidad de la vía.

2.4.13 Seguridad Vial

Conjunto de acciones orientadas a incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de las redes viales, en beneficio de los usuarios de las vías.

2.4.14 SINAC

Conjunto de carreteras conformantes de la Red Vial Nacional, Red Vial Departamental o Regional y Red Vial Vecinal o Rural.

2.4.15 Tramo

Parte continua de una carretera.

2.4.16 Trocha Carrozable

carretera sin afirmar a nivel de subrasante o aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el afirmado.

2.4.17 Velocidad de Diseño

Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto.

2.4.18 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.

CAPITULO III

MARCO METODOLÓGICO

En este capítulo se abordan los diferentes métodos, técnicas y los instrumentos que se emplearon en el proceso de recolección, presentación y análisis de los datos, con el fin de lograr el objetivo propuesto de la investigación planteada. A continuación, se presentan los diferentes elementos constitutivos del Marco Metodológico utilizados en este estudio.

3.1 Nivel y Tipo de Investigación

3.1.1 Tipo de Investigación

Teniendo en cuenta el enfoque, el presente estudio reúne las condiciones metodológicas del tipo de investigación cuantitativo, en razón, que se realizaron medición de variables a fin explicar y/o correlacionar éstas.

3.1.2 Nivel de Investigación

El nivel de profundidad con que se aborda el presente estudio reúne las características de un estudio descriptivo, explicativo y correlacional.

3.2 Determinación del Universo/Población y Muestra

3.2.1 Universo/Población

La población motivo de la presente investigación está conformada por todas las rutas de la red vial vecinal dentro de la circunscripción de la Provincia de Pachitea – 2019.

3.2.2 Selección de la Muestra

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, la muestra utilizada en la presente investigación está conformada por ocho (8) Rutas de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea - 2019 (2 rutas por distrito). Asimismo, de la trayectoria de estas rutas se eligieron tramos representativos de una longitud de 4.0 kilómetros, para los que se ha considerado lo siguiente:

- Características geométricas que peritan evaluar la consistencia, tales como presencia de curvas S, curvas cerradas o presencia de mayor número de curvas horizontales.
- Ubicación de los caminos vecinales dentro de la circunscripción de la Provincia de Pachitea.

En efecto, las rutas seleccionadas y los tramos elegidos por distrito son los que se indican a continuación:

❖ Distrito de Umari

- Ruta N° HU-937. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.
- Ruta N° HU-927. Tramo: K0+000 – K2+400. Long. = 2.4 km.

❖ Distrito de Panao

- Ruta N° HU-888. Tramo: K0+000 – K3+500. Long. = 3.5 km.
- Ruta N° HU-894. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.

❖ **Distrito de Chaglla**

- Ruta N° HU-847. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.
- Ruta N° HU-879. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.

❖ **Distrito de Molino**

- Ruta N° HU-918. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.
- Ruta N° HU-924. Tramo: K0+000 – K2+400. Long. = 2.4 km.

A continuación, se describe cada uno de los caminos seleccionados.

3.2.2.1 Ruta N° HU-937

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Umari, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. PE-18B (Yanamayo) - San Marcos - Emp. HU-938.

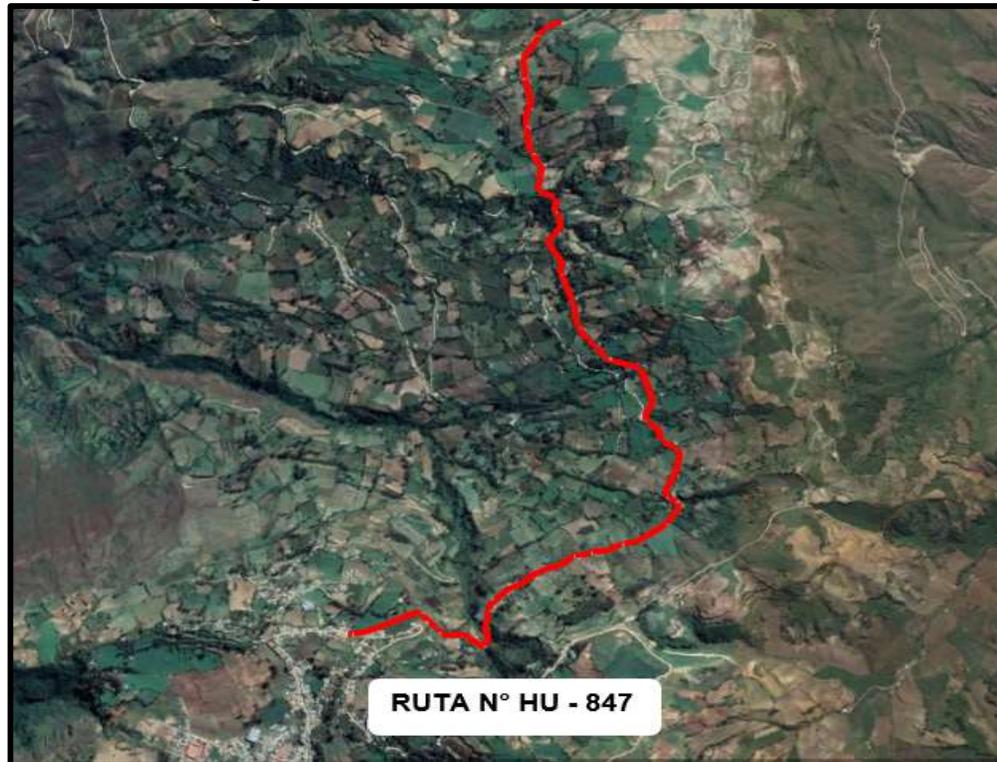
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Tramo: desde K0+000 hasta K4+000. Long. = 4.0 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.1 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.1. Tramo estudiado. Ruta N° HU-937



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.2 Ruta N° HU-927

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Umari, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. HU-925 – Picaguay.

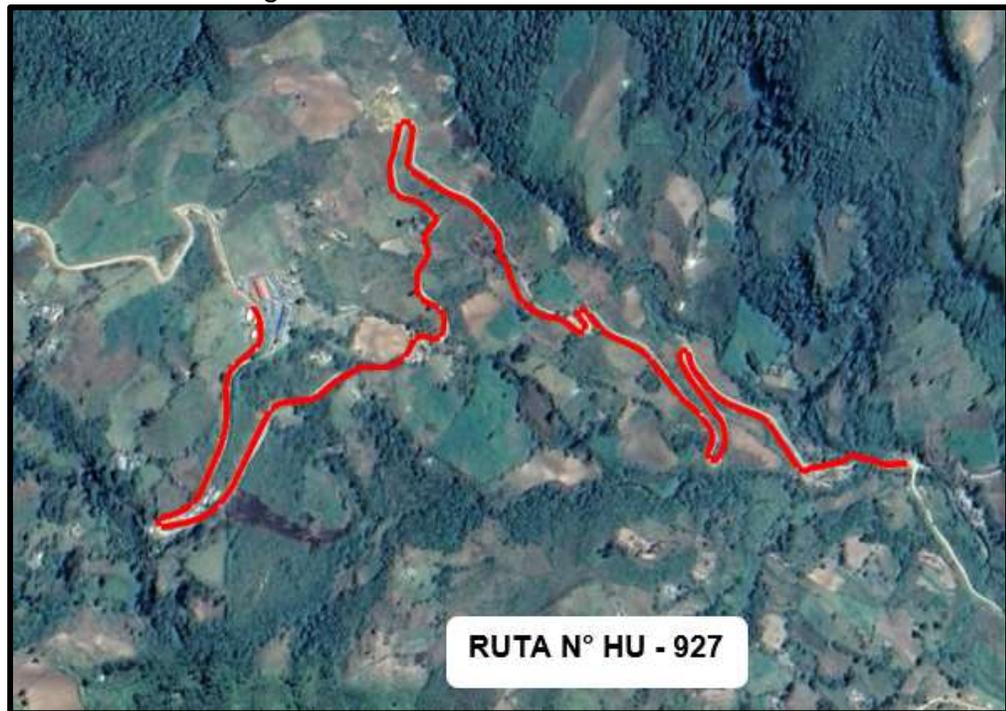
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-927. Tramo: K0+000 – K2+400. Long. = 2.4 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.2 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.2. Tramo estudiado. Ruta N° HU-927



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.3 Ruta N° HU-888

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Panao, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-

2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. PE-18B (Purupampa) – Yanuna – Chinchacuro – Minta Punta – Emp. HU-894.

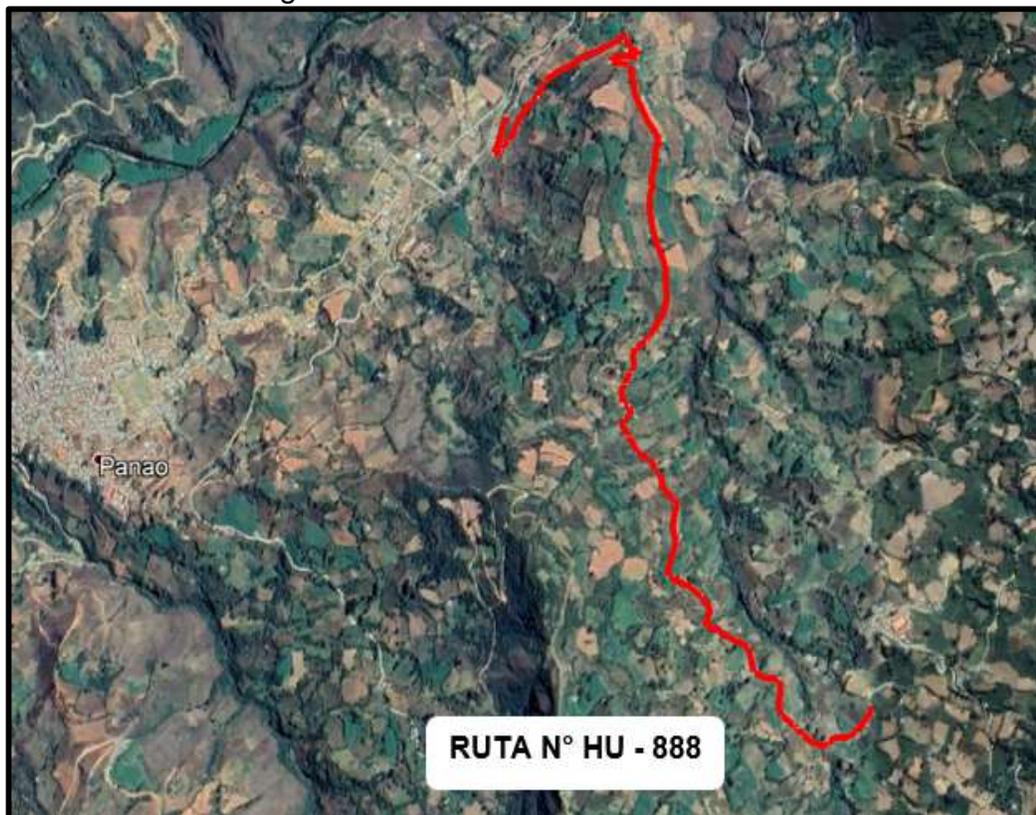
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-888. Tramo: K0+000 – K3+500. Long. = 3.5 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.3 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.3. Tramo estudiado. Ruta N° HU-888



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.4 Ruta N° HU-894

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Panao, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. PE-18B (Panao) – Coñaica – Puliaj – Huascapampa – Plaza Punta – Queroc – Tayagasha – Yuragmarca Alto – Yuragmarca.

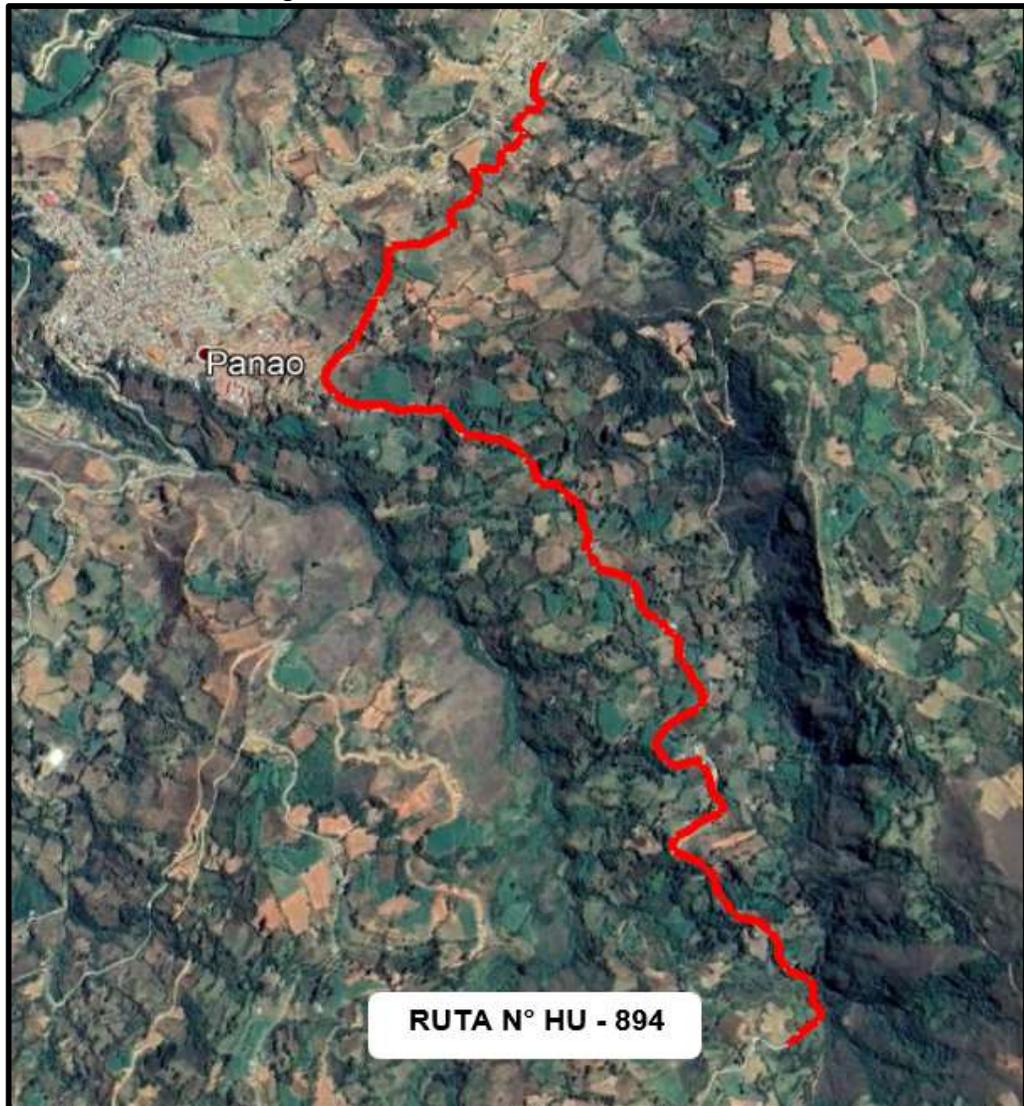
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-894. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.4 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.4. Tramo estudiado. Ruta N° HU-894



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.5 Ruta N° HU-847

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Chaglla, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-

2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. PE-18B (Chaglla) - Palmamonte - Santa Rosa - Piedra Grande - Muña - Cochapampa - Monopampa.

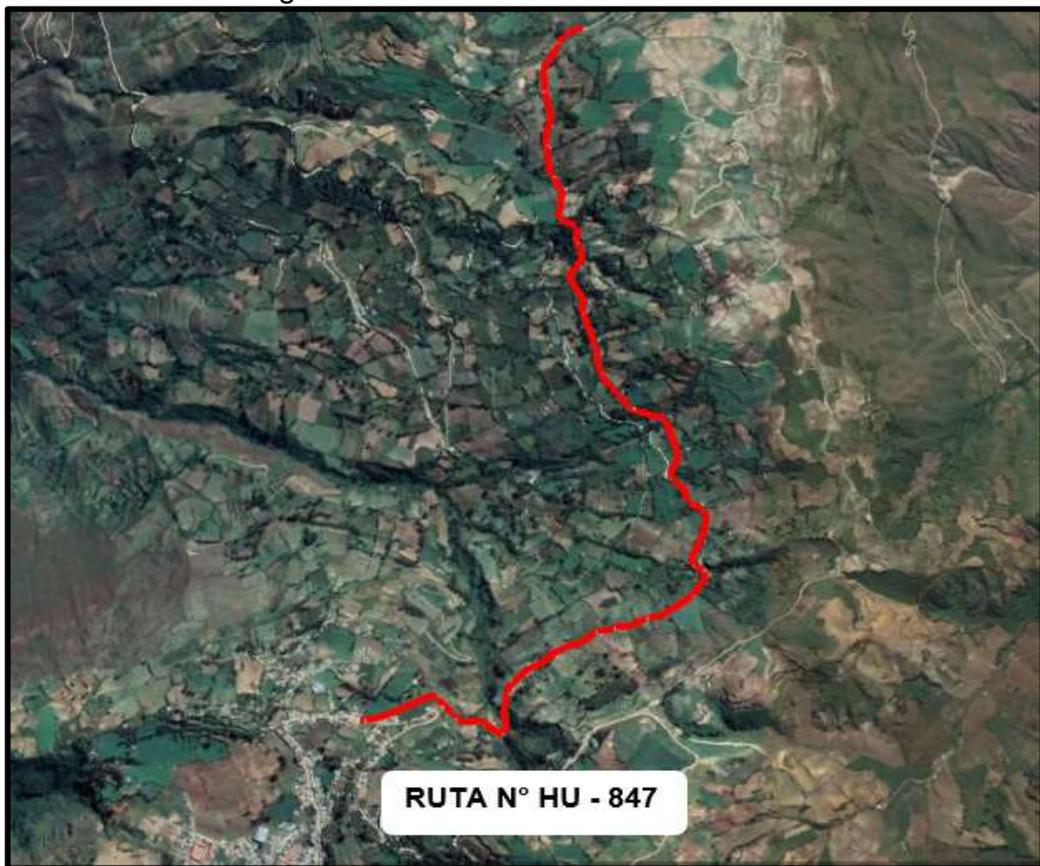
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-847. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.5 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.5. Tramo estudiado. Ruta N° HU-847



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.6 Ruta N° HU-879

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Chaglla, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. PE-18B (Rumichaca) - Emp. HU-869.

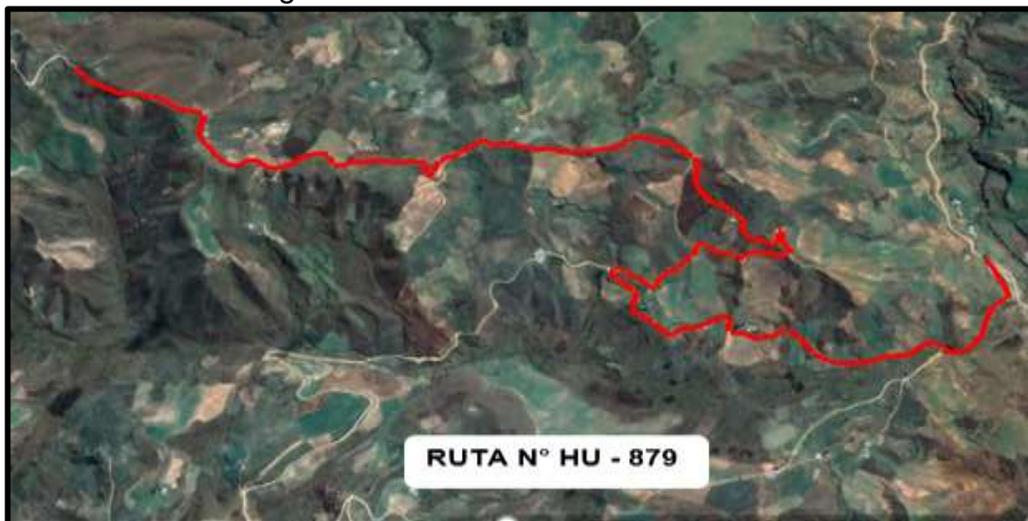
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-879. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.6 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.6. Tramo estudiado. Ruta N° HU-879



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.7 Ruta N° HU-918

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Molino, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. HU-112 (Jillaulla) - Ancomarca - Huancan - Cajón.

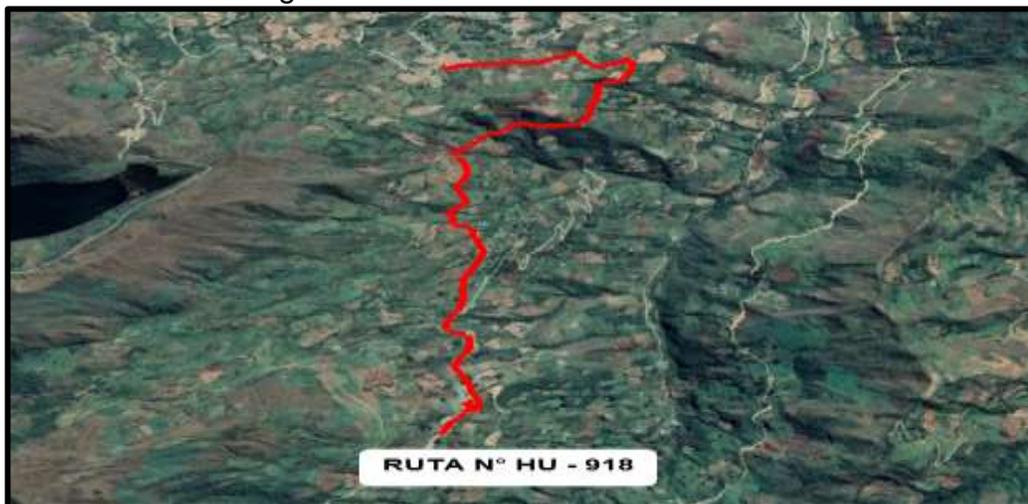
La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-918. Tramo: K0+000 – K4+000. Long. = 4.0 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.7 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.7. Tramo estudiado. Ruta N° HU-918



Fuente: Elaboración propia

3.2.2.8 Ruta N° HU-924

Ruta que forma parte de la Red Vial Vecinal de la Provincia de Pachitea. Se encuentra ubicado en el Distrito de Molino, Provincia de Pachitea – Región Huánuco.

Según el Clasificador de Rutas, aprobado mediante Decreto Supremo N°011-2016-MTC, cuyo eje discurre a lo largo de la Trayectoria: Emp. HU-112 (Huarichaca) - Pichao.

La superficie de rodadura es a nivel de afirmado y se encuentra en buenas condiciones de transitabilidad, no presentando deterioro alguno.

Del total de la trayectoria se ha elegido el siguiente tramo:

- Ruta N° HU-924. Tramo: K0+000 – K2+400. Long. = 2.4 km.

En el anexo de la presente investigación se adjunta el plano en planta del tramo seleccionado. En la fig. 3.8 se muestra la imagen del tramo seleccionado.

Fig. 3.8. Tramo estudiado. Ruta N° HU-924



Fuente: Elaboración propia

3.3 Fuentes, Técnicas e Instrumentos de Recolección de Datos

3.3.1 Fuentes

Para llevar a cabo la presente investigación se ha utilizado 2 fuentes: primarias y secundarias. Por un lado, con las fuentes primarias se han obtenido datos de carácter geométrico de los ocho (8) tramos representativos seleccionados de caminos vecinales de la Provincia de Pachitea – 2019, y, por otro lado, mediante fuentes secundarias se han obtenido información de carácter bibliográfico del tema de interés, para los que se ha tenido en cuenta material electrónico tales como libros, revistas, manuales, tesis, entre otros de interés.

3.3.2 Técnicas

Las principales técnicas utilizadas en el transcurso de la presente investigación han sido el análisis documental y la observación cuantitativa directa.

Mediante la observación directa se han obtenido datos existentes de carácter geométrico de los tramos seleccionados, para los que se ha restituido la geometría mediante el levantamiento topográfico.

Por otro lado, mediante el análisis documental se han obtenido información asociado a la consistencia del trazado y de cómo evaluarlo, para los que se ha recurrido a la consulta de los documentos escritos en formato digital disponibles en el internet.

Esta consulta ha permitido seleccionar los modelos de velocidad, mediante las cuales se estimaron las velocidades de operación (V_{85}), a partir de datos

restituidos de la geometría de los tramos seleccionados. Los modelos utilizados son las ecuaciones que se muestran en el cuadro 2.1 y cuadro 2.2.

Seguidamente, habiéndose estimado las velocidades de operación (V_{85}) se analizó la consistencia del trazado, para los que se ha utilizado el Criterio II propuesto por Lamm et al. (8), las mismas que se muestran en la tabla 2.3.

- ✓ Criterio II: Comparación entre velocidades de Operación entre elementos consecutivos del trazado.

El referido Criterio cataloga al nivel de consistencia que van desde pobre a bueno.

3.3.3 Instrumentos

Teniendo en cuenta las técnicas empleadas en la presente investigación, los medios utilizados en el estudio fueron dos (2) instrumentos: Estación Total Trimble y Formato Excel de cálculo de velocidades estimadas. Con la ayuda de la Estación Total Trimble se hizo el levantamiento topográfico de los tramos en estudio, obteniéndose datos de carácter geométrico, siendo el radio de las curvas horizontales, el elemento de interés fundamental.

Por otro lado, se ha elaborado un Formato Excel para el cálculo de las velocidades de operación (V_{85}), los cuales se estimaron a partir de datos obtenidos mediante el levantamiento topográfico.

En la siguiente tabla 3.1 se muestra el Formato Excel elaborado para el cálculo de las velocidades de operación (V_{85}).

Tabla 3.1. Formato para el Cálculo de Velocidades de Operación (V_{85})

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V_{85} (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1				
2				
3				
...
...
...
n

Fuente: Elaboración Propia

3.4 Procesamiento y Presentación de Datos

Los datos obtenidos del levantamiento topográfico han sido procesados mediante el programa AutoCAD CIVIL 3D, obteniéndose el plano en planta del alineamiento de cada tramo en estudio las mismas que se anexan en el presente estudio. En base a esta información, se ha llevado a cabo mediante modelos de velocidad la estimación de velocidades de operación (V_{85}) de los tramos seleccionados, cuyos resultados de las mismas se presentan en tablas y figuras.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Análisis de los Resultados de Velocidades de Operación (V_{85})

A continuación, se presentan los resultados de las velocidades de operación (V_{85}), así como el análisis de las mismas de los tramos en estudio (sentido ida).

4.1.1 Ruta N° HU-937

Tabla 4.1. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-937

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	16.96	0+013	38	-66
2	59.73	0+028	44	51
3	61.91	0+054	45	52
4	102.93	0+101	50	70
5	22.00	0+123	39	-28
6	22.00	0+163	39	-28
7	32.06	0+202	41	11
8	22.00	0+238	39	-28
9	73.23	0+272	46	59
10	37.51	0+319	41	23
11	19.45	0+353	39	-45
12	6.10	0+470	37	-355
13	51.47	0+541	43	43
14	66.13	0+558	45	55
15	27.79	0+597	40	-2
16	63.78	0+644	45	53
17	38.42	0+690	41	25
18	57.51	0+753	44	49
19	22.00	0+802	39	-28
20	76.17	0+854	47	60
21	67.26	0+915	45	56
22	23.42	0+999	39	-21
23	59.98	1+106	44	51
24	39.73	1+184	42	27
25	16.70	1+227	38	-68
26	48.48	1+279	43	40
27	10.77	1+342	38	-159
28	70.32	1+440	46	57
29	40.73	1+492	42	29
30	49.14	1+513	43	41
31	36.26	1+555	41	21
32	67.98	1+607	46	56
33	59.87	1+670	44	51
34	47.41	1+743	43	39
35	22.00	1+787	39	-28
36	22.00	1+818	39	-28
37	47.88	1+866	43	39
38	58.04	1+919	44	49
39	57.27	1+945	44	49
40	28.51	1+970	40	0

41	36.30	2+006	41	21
42	41.38	2+035	42	30
43	53.83	2+067	44	45
44	136.81	2+117	55	76
45	22.00	2+137	39	-28
46	52.58	2+170	43	44
47	24.64	2+188	39	-15
48	102.40	2+222	50	70
49	24.80	2+256	40	-14
50	22.00	2+295	39	-28
51	22.00	2+333	39	-28
52	32.07	2+366	41	11
53	63.42	2+384	45	53
54	80.77	2+435	47	63
55	12.15	2+472	38	-130
56	22.00	2+497	39	-28
57	21.56	2+511	39	-31
58	33.60	2+540	41	15
59	60.58	2+584	45	51
60	22.00	2+618	39	-28
61	7.99	2+669	37	-248
62	18.93	2+688	39	-49
63	63.97	2+717	45	54
64	46.74	2+777	43	38
65	22.00	2+825	39	-28
66	47.30	2+862	43	38
67	36.55	2+885	41	21
68	53.21	2+912	43	45
69	38.98	2+952	42	26
70	83.99	2+998	48	64
71	183.83	3+045	62	82
72	91.06	3+062	49	66
73	6.62	3+080	37	-319
74	15.64	3+091	38	-79
75	13.98	3+110	38	-100
76	52.05	3+145	43	44
77	35.72	3+186	41	20
78	19.63	3+214	39	-44
79	24.83	3+234	40	-14
80	38.11	3+246	41	24
81	40.44	3+269	42	29
82	48.92	3+331	43	40
83	41.97	3+370	42	31
84	25.66	3+404	40	-11
85	22.00	3+418	39	-28
86	22.00	3+440	39	-28
87	13.85	3+459	38	-102
88	43.12	3+509	42	33
89	83.41	3+553	48	64
90	45.14	3+594	42	36
91	12.72	3+626	38	-120
92	38.77	3+686	41	26
93	29.87	3+726	40	4
94	22.00	3+772	39	-28
95	22.00	3+868	39	-28
96	17.97	3+924	39	-57
97	22.00	3+969	39	-28
98	36.58	4+005	41	21

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos se muestra que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” arrojan valores negativos de velocidades de operación (V_{85}), lo que implica que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en cambio, el modelo colombiano sí arroja valores positivos de velocidades de operación (V_{85}), lo que implica que el referido modelo se ajusta a este tipo de carreteras.

4.1.2 Ruta N° HU-927

En la tabla 4.2 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-927.

Tabla 4.2. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-927

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	22.00	0+027	39	-28
2	13.19	0+077	38	-112
3	27.81	0+092	40	-2
4	8.69	0+135	37	-220
5	9.81	0+146	37	-184
6	36.36	0+229	41	21
7	83.47	0+299	48	64
8	33.46	0+356	41	14
9	6.33	0+378	37	-338
10	5.77	0+388	37	-380
11	22.00	0+401	39	-28
12	117.54	0+427	53	73
13	39.93	0+513	42	28
14	7.05	0+553	37	-294
15	9.05	0+566	37	-207
16	22.00	0+593	39	-28
17	47.26	0+626	43	38
18	44.47	0+659	42	35
19	73.51	0+737	46	59
20	47.60	0+796	43	39

21	8.75	0+833	37	-218
22	6.00	0+846	37	-362
23	10.54	0+866	38	-165
24	6.88	0+880	37	-303
25	31.69	0+914	40	10
26	43.64	0+941	42	34
27	22.00	0+972	39	-28
28	22.00	1+007	39	-28
29	22.00	1+022	39	-28
30	22.00	1+046	39	-28
31	22.00	1+069	39	-28
32	93.93	1+124	49	67
33	142.49	1+165	56	77
34	14.05	1+219	38	-99
35	14.13	1+228	38	-98
36	8.31	1+293	37	-235
37	203.21	1+343	64	83
38	42.21	1+364	42	31
39	22.00	1+405	39	-28
40	32.27	1+434	41	11
41	10.43	1+466	38	-167
42	15.26	1+499	38	-84
43	22.00	1+522	39	-28
44	22.00	1+551	39	-28
45	19.68	1+585	39	-43
46	22.00	1+620	39	-28
47	11.78	1+655	38	-137
48	14.35	1+681	38	-95
49	44.33	1+724	42	35
50	22.00	1+770	39	-28
51	22.00	1+806	39	-28
52	22.00	1+838	39	-28
53	30.04	1+884	40	5
54	105.44	2+001	51	71
55	75.68	2+042	47	60
56	5.13	2+095	37	-440
57	52.39	2+140	43	44
58	138.30	2+235	55	77
59	45.88	2+301	42	37
60	22.00	2+354	39	-28
61	28.66	2+384	40	1

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro se muestra que el modelo proporcionado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores negativos de velocidades de operación (V_{85}), casi en su totalidad, lo que implica que el referido modelo no se ajusta para este tipo de carreteras; en cambio, el modelo colombiano arroja valores positivos, lo que implica que el referido modelo es aplicable para este tipo de carreteras.

4.1.3 Ruta N° HU-888

En la tabla 4.3 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-888.

Tabla 4.3. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-888

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	32.73	0+013	41	13
2	22.00	0+024	39	-28
3	53.63	0+042	44	45
4	22.00	0+052	39	-28
5	22.00	0+075	39	-28
6	7.04	0+117	37	-294
7	11.59	0+131	38	-141
8	22.00	0+142	39	-28
9	23.52	0+158	39	-20
10	106.44	0+167	51	71
11	45.65	0+189	42	36
12	94.92	0+218	49	68
13	22.00	0+253	39	-28
14	132.10	0+308	55	76
15	41.64	0+338	42	31
16	47.13	0+390	43	38
17	22.00	0+451	39	-28
18	66.08	0+479	45	55
19	54.60	0+520	44	46
20	208.52	0+569	65	83

21	84.82	0+633	48	64
22	12.43	0+668	38	-125
23	10.54	0+685	38	-165
24	22.00	0+703	39	-28
25	12.31	0+718	38	-127
26	9.93	0+741	37	-181
27	13.30	0+756	38	-110
28	6.78	0+764	37	-309
29	49.02	0+781	43	40
30	105.72	0+780	51	71
31	29.73	0+829	40	4
32	8.90	0+845	37	-213
33	7.78	0+858	37	-257
34	29.01	0+901	40	2
35	22.00	0+918	39	-28
36	55.51	0+969	44	47
37	51.67	0+991	43	43
38	79.26	1+085	47	62
39	25.96	1+150	40	-9
40	22.00	1+175	39	-28
41	106.23	1+238	51	71
42	27.79	1+272	40	-2
43	21.53	1+299	39	-31
44	28.93	1+312	40	1
45	270.10	1+355	74	86
46	414.56	1+430	94	90
47	191.48	1+495	63	82
48	87.22	1+528	48	65
49	110.21	1+651	51	72
50	84.23	1+765	48	64
51	37.71	1+820	41	24
52	22.00	1+864	39	-28
53	37.18	1+892	41	23
54	22.00	1+917	39	-28
55	31.92	1+941	41	10
56	35.29	1+974	41	19
57	15.90	2+010	38	-76
58	31.37	2+030	40	9
59	16.96	2+047	38	-66
60	6.13	2+062	37	-352

61	78.20	2+082	47	61
62	22.00	2+100	39	-28
63	48.23	2+156	43	40
64	30.60	2+196	40	7
65	35.70	2+226	41	20
66	32.02	2+256	41	11
67	22.00	2+291	39	-28
68	19.93	2+347	39	-41
69	104.22	2+404	51	70
70	39.30	2+429	42	27
71	41.66	2+462	42	31
72	216.78	2+500	66	84
73	30.99	2+523	40	8
74	22.00	2+547	39	-28
75	35.98	2+575	41	20
76	58.18	2+594	44	49
77	26.02	2+607	40	-9
78	15.89	2+628	38	-77
79	149.64	2+651	57	78
80	38.62	2+677	41	25
81	22.00	2+721	39	-28
82	38.22	2+743	41	25
83	11.30	2+766	38	-147
84	22.00	2+806	39	-28
85	63.89	2+826	45	54
86	136.00	2+879	55	76
87	25.07	2+912	40	-13
88	28.03	2+981	40	-2
89	61.34	3+022	45	52
90	16.24	3+061	38	-73
91	22.00	3+093	39	-28
92	42.20	3+142	42	31
93	138.26	3+199	55	77
94	22.00	3+240	39	-28
95	22.00	3+268	39	-28
96	18.38	3+312	39	-53
97	37.15	3+345	41	23
98	14.88	3+381	38	-88
99	51.75	3+413	43	43
100	26.10	3+490	40	-9

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro adjunto se muestra que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores de velocidades negativos, lo que implica que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en contraste, el modelo colombiano arroja valores de velocidades positivos, lo que implica que el referido modelo es aplicable para este tipo de carreteras.

4.1.4 Ruta N° HU-894

En la tabla 4.4 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-894.

Tabla 4.4. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-894

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	20.78	0+008	39	-36
2	65.31	0+042	45	54
3	46.62	0+096	43	38
4	13.43	0+138	38	-108
5	15.70	0+181	38	-79
6	20.99	0+228	39	-35
7	13.67	0+267	38	-105
8	19.28	0+310	39	-46
9	11.11	0+334	38	-151
10	20.19	0+393	39	-40
11	12.97	0+452	38	-116
12	26.23	0+482	40	-8
13	24.82	0+528	40	-14
14	8.01	0+568	37	-247
15	32.27	0+604	41	11
16	18.95	0+657	39	-49
17	35.11	0+749	41	18
18	50.00	0+768	43	42
19	170.86	0+800	60	81
20	19.95	0+832	39	-41

21	25.64	0+912	40	-11
22	36.02	0+970	41	20
23	22.97	0+988	39	-23
24	51.24	1+036	43	43
25	33.13	1+053	41	14
26	43.49	1+072	42	33
27	27.45	1+091	40	-4
28	23.21	1+123	39	-22
29	80.24	1+155	47	62
30	37.65	1+245	41	24
31	113.23	1+341	52	72
32	42.61	1+430	42	32
33	46.67	1+477	43	38
34	148.46	1+514	57	78
35	72.59	1+552	46	59
36	29.81	1+590	40	4
37	22.44	1+683	39	-26
38	46.57	1+711	43	38
39	54.52	1+745	44	46
40	41.34	1+771	42	30
41	58.38	1+840	44	49
42	123.68	1+862	53	74
43	20.80	1+883	39	-36
44	19.91	1+939	39	-42
45	20.94	1+973	39	-35
46	27.84	2+003	40	-2
47	32.56	2+020	41	12
48	11.97	2+051	38	-133
49	109.49	2+079	51	71
50	45.76	2+113	42	36
51	24.78	2+145	40	-14
52	21.63	2+185	39	-31
53	20.64	2+203	39	-37
54	34.19	2+245	41	16
55	54.66	2+332	44	46
56	17.13	2+426	38	-64
57	40.77	2+465	42	29
58	15.27	2+503	38	-84
59	29.77	2+531	40	4
60	53.93	2+592	44	46

61	109.44	2+633	51	71
62	30.69	2+657	40	7
63	38.98	2+720	42	26
64	149.51	2+805	57	78
65	143.68	2+850	56	77
66	23.24	2+888	39	-22
67	35.39	2+954	41	19
68	25.00	3+024	40	-13
69	127.54	3+073	54	75
70	66.91	3+111	45	55
71	18.52	3+165	39	-52
72	103.67	3+214	51	70
73	84.37	3+269	48	64
74	25.69	3+326	40	-11
75	84.82	3+441	48	64
76	50.22	3+504	43	42
77	82.63	3+536	48	63
78	39.23	3+575	42	26
79	23.76	3+630	39	-19
80	56.66	3+675	44	48
81	46.19	3+720	43	37
82	33.90	3+745	41	15
83	30.17	3+787	40	5
84	20.26	3+843	39	-39
85	20.75	3+901	39	-36
86	24.62	3+934	39	-15
87	336.41	4+010	83	88

Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro adjunto se muestra que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores de velocidades negativos para la mayoría de las curvas, lo que implica que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en contraste, el modelo colombiano arroja valores de velocidades positivos para todas las curvas estudiadas, lo que implica que el referido modelo es aplicable para este tipo de carreteras.

4.1.5 Ruta N° HU-847

En la tabla 4.5 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-847.

Tabla 4.5. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-847

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	22.00	0+017	39	-28
2	32.17	0+038	41	11
3	22.00	0+108	39	-28
4	22.00	0+263	39	-28
5	22.00	0+315	39	-28
6	172.39	0+367	60	81
7	45.11	0+402	42	36
8	34.39	0+465	41	17
9	22.00	0+496	39	-28
10	9.96	0+547	37	-180
11	22.00	0+581	39	-28
12	45.47	0+625	42	36
13	22.00	0+656	39	-28
14	22.00	0+673	39	-28
15	64.14	0+681	45	54
16	64.00	0+713	45	54
17	71.56	0+740	46	58
18	53.67	0+817	44	45
19	22.00	0+830	39	-28
20	60.33	0+847	44	51
21	216.22	0+883	66	84
22	72.34	0+918	46	59
23	203.69	0+947	65	83
24	114.26	0+979	52	73
25	22.00	0+995	39	-28
26	54.55	1+029	44	46
27	35.76	1+108	41	20
28	46.54	1+143	43	37
29	46.23	1+175	43	37
30	33.35	1+208	41	14
31	22.00	1+226	39	-28
32	108.92	1+254	51	71
33	91.11	1+295	49	66
34	35.52	1+327	41	19
35	36.17	1+388	41	21

36	895.04	1+430	161	94
37	22.00	1+466	39	-28
38	79.65	1+483	47	62
39	79.90	1+500	47	62
40	26.64	1+554	40	-7
41	34.27	1+623	41	16
42	66.75	1+724	45	55
43	47.11	1+815	43	38
44	46.15	1+889	43	37
45	38.71	1+930	41	26
46	32.90	2+012	41	13
47	73.49	2+072	46	59
48	25.93	2+228	40	-10
49	49.31	2+362	43	41
50	118.59	2+420	53	73
51	167.16	2+485	59	80
52	181.50	2+561	61	81
53	62.92	2+616	45	53
54	82.67	2+648	48	63
55	22.00	2+668	39	-28
56	124.24	2+717	53	74
57	220.99	2+742	67	84
58	50.79	2+786	43	42
59	31.46	2+819	40	9
60	57.94	2+848	44	49
61	117.03	2+886	52	73
62	26.70	2+936	40	-6
63	22.00	2+977	39	-28
64	36.40	3+008	41	21
65	40.89	3+059	42	29
66	37.18	3+088	41	23
67	22.00	3+138	39	-28
68	25.22	3+217	40	-13
69	47.99	3+252	43	39
70	96.79	3+284	50	68
71	22.00	3+311	39	-28
72	160.50	3+410	59	79
73	160.67	3+549	59	79
74	105.09	3+625	51	70
75	78.42	3+749	47	62
76	46.03	3+773	42	37
77	70.75	3+824	46	58
78	97.39	3+929	50	68
79	76.33	3+970	47	61
80	94.87	4+027	49	68

Fuente: Elaboración Propia

De los resultados obtenidos se muestra que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores de velocidades negativos para la mayoría de las curvas estudiadas, lo que implica que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en contraste, el modelo colombiano da valores de velocidades positivos para todas las curvas estudiadas, lo que implica que el referido modelo es aplicable para este tipo de carreteras.

4.1.6 Ruta N° HU-879

En la tabla 4.6 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-879.

Tabla 4.6. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-879

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	4.15	0+004	37	-567
2	67.06	0+020	45	56
3	188.86	0+043	62	82
4	87.81	0+066	48	65
5	78.19	0+084	47	61
6	21.11	0+117	39	-34
7	98.73	0+168	50	69
8	200.00	0+229	64	83
9	70.41	0+259	46	58
10	49.75	0+317	43	41
11	20.52	0+355	39	-38
12	25.12	0+404	40	-13
13	27.38	0+479	40	-4
14	58.47	0+517	44	50
15	105.64	0+564	51	71
16	103.26	0+662	51	70
17	70.24	0+746	46	57
18	28.36	0+786	40	0
19	17.98	0+823	39	-56
20	37.99	0+839	41	24

21	21.30	0+858	39	-33
22	37.16	0+893	41	23
23	13.45	0+919	38	-108
24	12.05	0+961	38	-132
25	48.03	1+041	43	39
26	24.26	1+067	39	-17
27	17.31	1+103	38	-62
28	70.99	1+159	46	58
29	33.99	1+206	41	16
30	20.04	1+258	39	-41
31	37.09	1+321	41	22
32	12.88	1+349	38	-117
33	62.51	1+392	45	53
34	34.31	1+421	41	16
35	10.08	1+453	37	-176
36	57.86	1+496	44	49
37	23.67	1+538	39	-20
38	41.23	1+562	42	30
39	24.71	1+592	40	-15
40	13.70	1+622	38	-104
41	36.70	1+664	41	22
42	20.51	1+704	39	-38
43	7.81	1+728	37	-256
44	33.02	1+758	41	13
45	13.23	1+828	38	-111
46	9.39	1+847	37	-196
47	32.81	1+885	41	13
48	4.87	1+915	37	-469
49	77.99	1+939	47	61
50	7.24	1+954	37	-284
51	14.47	1+971	38	-94
52	32.15	1+987	41	11
53	28.70	2+030	40	1
54	24.19	2+072	39	-17
55	63.21	2+100	45	53
56	33.49	2+128	41	14
57	20.89	2+163	39	-35
58	60.45	2+230	45	51
59	37.52	2+292	41	23
60	89.24	2+373	49	66

61	18.73	2+458	39	-50
62	41.53	2+493	42	30
63	241.60	2+550	70	85
64	61.50	2+622	45	52
65	66.76	2+659	45	55
66	24.84	2+694	40	-14
67	71.76	2+711	46	58
68	34.61	2+736	41	17
69	22.89	2+754	39	-24
70	30.88	2+792	40	7
71	9.09	2+821	37	-206
72	49.04	2+846	43	40
73	51.22	2+873	43	43
74	11.29	2+893	38	-147
75	44.86	2+929	42	35
76	13.21	2+975	38	-112
77	9.67	2+993	37	-188
78	8.99	3+023	37	-210
79	58.10	3+063	44	49
80	61.38	3+099	45	52
81	41.99	3+140	42	31
82	54.58	3+168	44	46
83	43.73	3+194	42	34
84	18.28	3+226	39	-54
85	22.78	3+274	39	-24
86	61.68	3+302	45	52
87	71.73	3+337	46	58
88	40.24	3+362	42	28
89	41.87	3+405	42	31
90	21.51	3+452	39	-31
91	20.13	3+491	39	-40
92	64.61	3+519	45	54
93	52.41	3+548	43	44
94	51.14	3+570	43	43
95	47.58	3+610	43	39
96	53.39	3+657	44	45
97	16.53	3+684	38	-70
98	58.32	3+752	44	49
99	33.02	3+794	41	13
100	58.38	3+821	44	49
101	68.32	3+857	46	56
102	31.20	3+886	40	8
103	11.48	3+966	38	-143
104	17.36	3+981	38	-62
105	41.76	4+006	42	31

Fuente: Elaboración Propia

Como en los casos anteriores, los resultados obtenidos muestran que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores de velocidades negativos para la mayoría de las curvas estudiadas, lo que implica que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en contraste, el modelo colombiano da valores de velocidades positivos para todas las curvas estudiadas, lo que significa que el referido modelo es aplicable para este tipo de carreteras.

4.1.7 Ruta N° HU-918

En la tabla 4.7 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-918.

Tabla 4.7. Velocidades de Operación (V_{85}). Ruta N° HU-918

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	11.48	0+016	38	-143
2	63.97	0+104	45	54
3	50.54	0+136	43	42
4	45.04	0+154	42	36
5	47.43	0+231	43	39
6	40.69	0+248	42	29
7	35.03	0+291	41	18
8	63.40	0+355	45	53
9	62.31	0+401	45	52
10	105.93	0+483	51	71
11	19.12	0+521	39	-47
12	69.23	0+560	46	57
13	40.74	0+632	42	29
14	31.34	0+667	40	9
15	53.35	0+698	44	45
16	36.55	0+734	41	21
17	13.82	0+784	38	-103
18	52.96	0+851	43	45
19	49.68	0+938	43	41
20	23.98	1+027	39	-18

21	132.86	1+089	55	76
22	600.94	1+143	120	92
23	84.42	1+190	48	64
24	65.06	1+213	45	54
25	46.04	1+299	42	37
26	387.10	1+344	90	90
27	51.34	1+458	43	43
28	52.98	1+511	43	45
29	31.99	1+565	41	11
30	41.37	1+605	42	30
31	29.73	1+659	40	4
32	58.71	1+706	44	50
33	52.64	1+727	43	44
34	78.42	1+763	47	62
35	20.80	1+833	39	-36
36	32.30	1+876	41	11
37	8.97	1+894	37	-210
38	69.83	1+912	46	57
39	63.23	1+975	45	53
40	49.55	2+039	43	41
41	32.93	2+075	41	13
42	38.27	2+191	41	25
43	18.76	2+283	39	-50
44	27.59	2+318	40	-3
45	20.26	2+361	39	-39
46	38.61	2+430	41	25
47	19.20	2+484	39	-47
48	11.36	2+507	38	-146
49	114.54	2+549	52	73
50	22.55	2+592	39	-25
51	59.88	2+650	44	51
52	115.19	2+679	52	73
53	40.47	2+790	42	29
54	31.96	2+818	41	10
55	40.20	2+861	42	28
56	109.25	2+901	51	71
57	105.69	2+971	51	71
58	27.95	2+997	40	-2
59	36.80	3+029	41	22
60	32.97	3+059	41	13

61	45.55	3+127	42	36
62	43.95	3+212	42	34
63	65.16	3+290	45	54
64	18.08	3+335	39	-56
65	64.27	3+353	45	54
66	68.48	3+425	46	56
67	70.26	3+484	46	57
68	27.03	3+516	40	-5
69	152.67	3+547	57	79
70	42.86	3+597	42	32
71	66.70	3+658	45	55
72	6.43	3+731	37	-331
73	28.45	3+770	40	0
74	32.46	3+789	41	12
75	8.55	3+813	37	-225
76	25.18	3+852	40	-13
77	84.43	3+892	48	64
78	61.09	3+919	45	52
79	58.86	3+960	44	50
80	97.54	4+018	50	68

Fuente: Elaboración Propia

Los resultados obtenidos muestran que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores de velocidades negativos para la mayoría de las curvas estudiadas, lo que implica que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en contraste, el modelo colombiano da valores de velocidades positivos para todas las curvas, lo que significa que el referido modelo colombiano es aplicable para este tipo de carreteras.

4.1.8 Ruta N° HU-924

En la tabla 4.8 se muestra los resultados de las velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-924.

Tabla 4.8. Velocidades de Operación (V85). Ruta N° HU-924

Curva	Radio (m)	Progresiva (Pto. medio)	V85 (km/h)	
			Colombiano	DG-2018
1	86.51	0+039	48	65
2	68.00	0+058	46	56
3	8.32	0+085	37	-234
4	22.72	0+096	39	-25
5	46.08	0+135	43	37
6	27.37	0+169	40	-4
7	17.71	0+197	39	-59
8	38.19	0+282	41	25
9	49.51	0+319	43	41
10	49.00	0+365	43	40
11	30.03	0+385	40	5
12	16.28	0+417	38	-72
13	17.49	0+427	38	-61
14	59.82	0+455	44	51
15	19.87	0+471	39	-42
16	53.23	0+503	44	45
17	7.27	0+533	37	-282
18	29.57	0+592	40	4
19	115.22	0+645	52	73
20	5.42	0+670	37	-411
21	20.63	0+750	39	-37
22	94.76	0+789	49	68
23	31.42	0+823	40	9
24	47.08	0+866	43	38
25	41.08	0+912	42	30
26	59.21	0+965	44	50
27	26.27	0+992	40	-8
28	7.40	1+019	37	-275
29	58.14	1+048	44	49
30	100.88	1+075	50	69
31	5.87	1+107	37	-372
32	63.67	1+123	45	53
33	51.47	1+146	43	43
34	79.89	1+188	47	62
35	7.88	1+224	37	-253

36	20.45	1+258	39	-38
37	14.99	1+281	38	-87
38	24.68	1+305	40	-15
39	59.56	1+349	44	50
40	9.58	1+396	37	-191
41	44.86	1+520	42	35
42	13.88	1+560	38	-102
43	29.12	1+591	40	2
44	21.27	1+664	39	-33
45	30.99	1+696	40	8
46	21.57	1+741	39	-31
47	16.79	1+784	38	-67
48	25.07	1+833	40	-13
49	17.02	1+901	38	-65
50	98.12	1+959	50	69
51	64.25	1+985	45	54
52	76.46	2+077	47	61
53	25.11	2+242	40	-13
54	15.93	2+391	38	-76

Fuente: Elaboración Propia

Como en los casos de los tramos estudiados, los resultados obtenidos muestran que el modelo adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” da valores de velocidades negativos para la mayoría de las curvas, lo que significa que el referido modelo no es aplicable para este tipo de carreteras; en contraste, el modelo colombiano da valores de velocidades positivos para todas las curvas estudiadas, lo que significa que el referido modelo colombiano es aplicable para este tipo de carreteras.

4.2 Análisis de los Resultados del Perfil de Velocidades de Operación

A continuación, se muestran los resultados y el análisis correspondiente del perfil de velocidades de operación, mediante el cual se puede visualizar los sitios

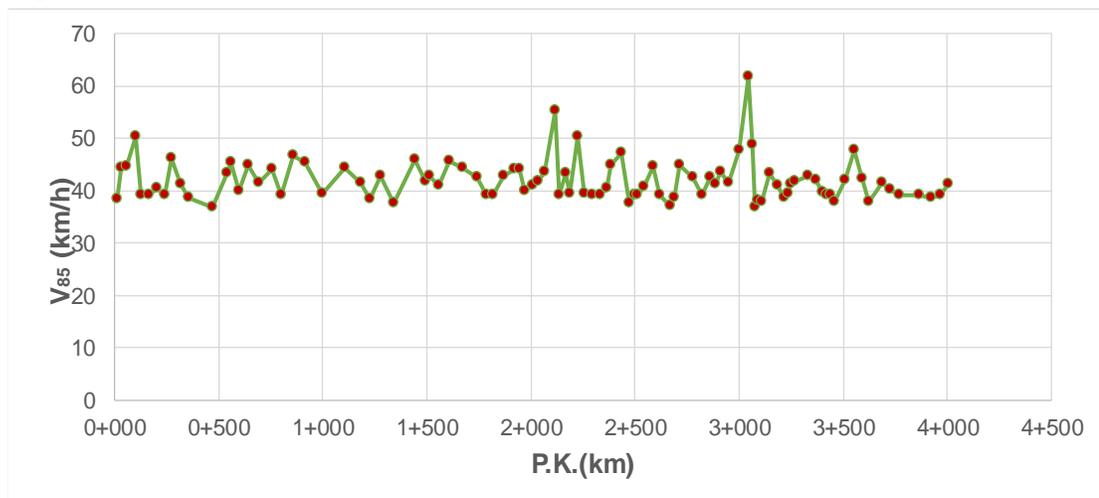
más conflictivos por el concepto de la consistencia a lo largo del trazado de los tramos estudiados.

Así pues, en las figuras adjuntas se muestran el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para los tramos en estudio en el sentido de ida (según avance del kilometraje).

4.2.1 Ruta N° HU-937

En la fig. 4.1 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-937.

Fig. 4.1. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-937



Fuente: Elaboración Propia

Se observa variación considerable en las velocidades de operación, que oscilan en el rango de 38 km/h y 64 km/h, entre las progresivas K2+000 y K3+100.

La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas en algunos puntos kilométricos (P.K.) se encuentra en el rango de 10 km/h y 20 km/h (K0+123,

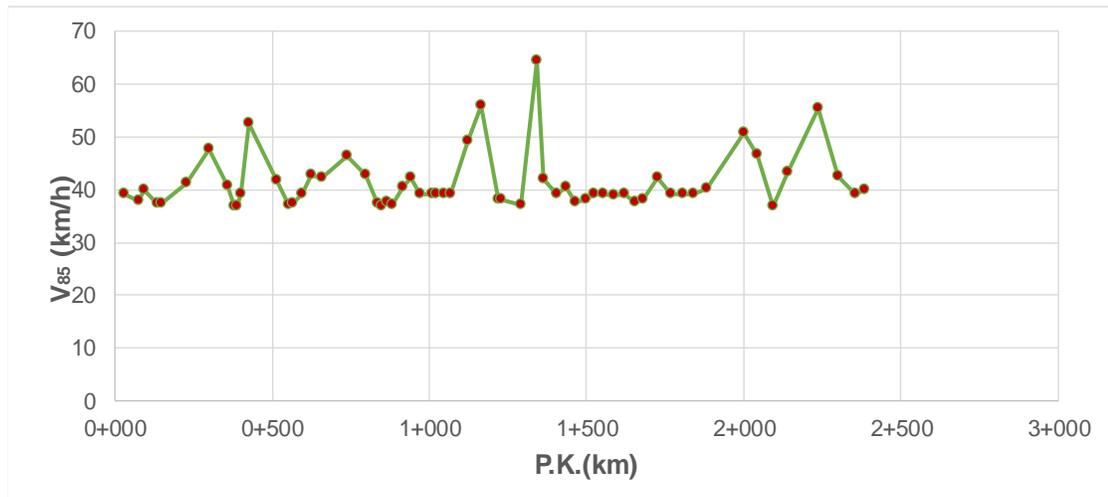
K2+117, K2+137, K2+222, K2+256, K3+045, K3+062, K3+080).

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra por debajo de los 10 km/h.

4.2.2 Ruta N° HU-927

En la fig. 4.2 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-927.

Fig. 4.2. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-927



Fuente: Elaboración Propia

Se observa variación considerable en las velocidades de operación en tres (3) sub tramos: K0+550 – K0+570, K1+200 – K1+300, K2+090 – K2+390; siendo la velocidad mínima de 39 km/h y la máxima de 64 km/h.

La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas en algunos puntos kilométricos se encuentra en el rango de 10 km/h y 20 km/h (K0+553, K0+566, K1+219, K1+293, K2+095, K2+354, K2+384).

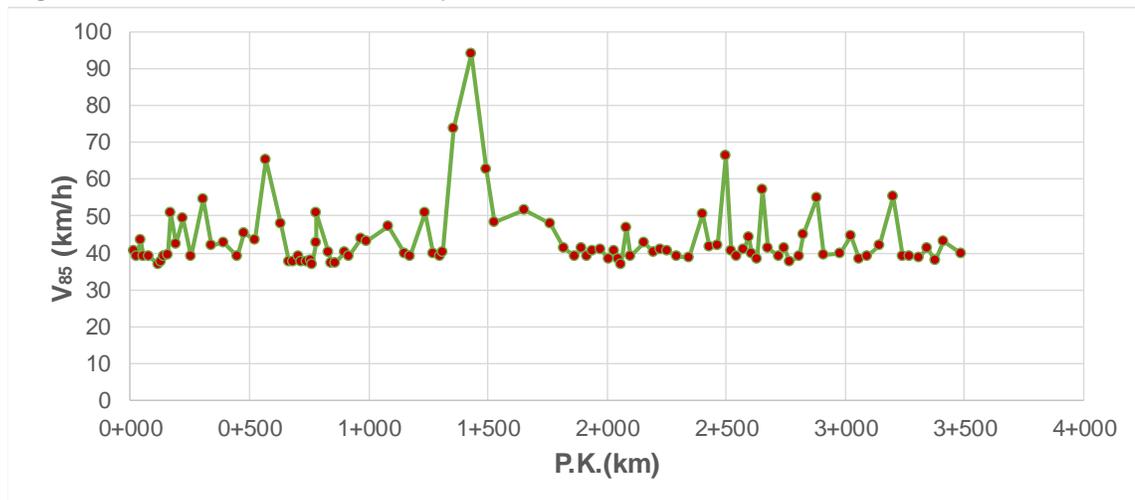
En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas

consecutivas se encuentra por debajo de los 10 km/h.

4.2.3 Ruta N° HU-888

En la fig. 4.3 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-888.

Fig. 4.3. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-888



Fuente: Elaboración Propia

Se observa gran variación en las velocidades de operación, que varían entre 40 km/h y 94 km/h, especialmente entre las progresivas K1+350 y K1+500.

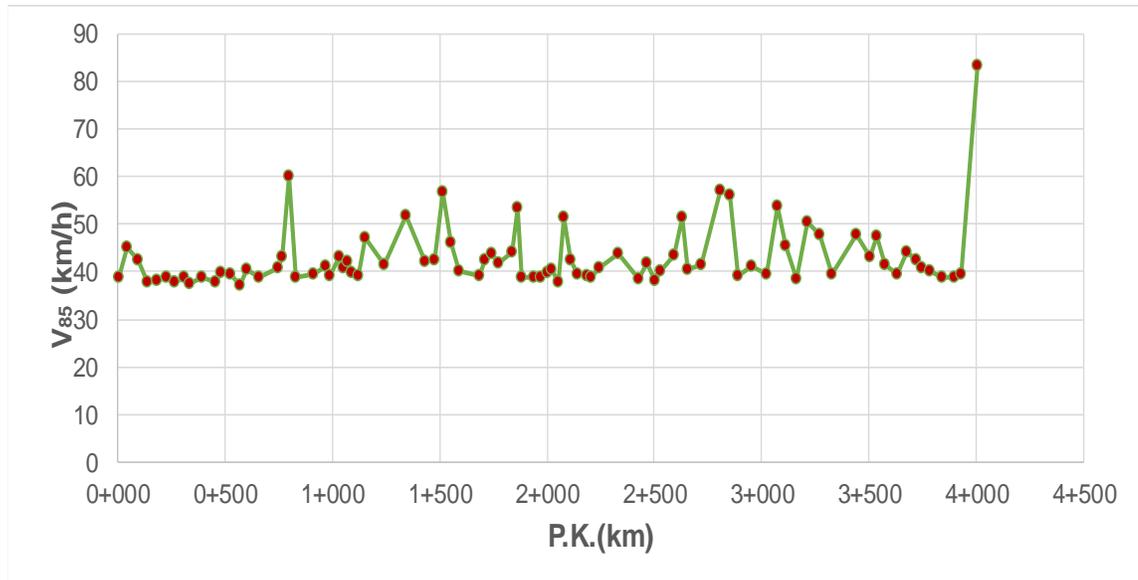
La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en tres (3) P.K. los 20 km/h (K1+355, K1+430, K1+495), indicativo de una mala consistencia del trazado, ya que esos puntos constituyen ser un riesgo potencial de aparición de accidentes.

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra dentro de los rangos permisibles, según criterios de Lamm.

4.2.4 Ruta N° HU-894

En la fig. 4.4 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-894.

Fig. 4.4. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-894



Fuente: Elaboración Propia

Se observa gran variación en las velocidades de operación en dos (2) progresivas (K0+832 y K4+000), que varían entre 39 km/h y 83 km/h.

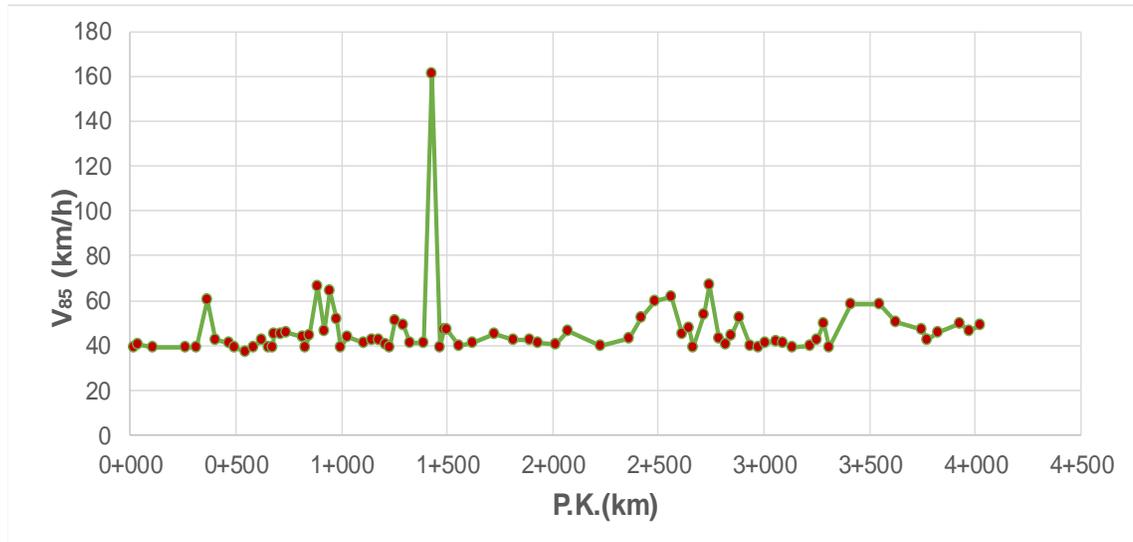
La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en dos (2) P.K. los 20 km/h (K0+832, K4+000), indicativo de una mala consistencia del trazado, ya que esos puntos constituyen ser zonas inseguras para la circulación.

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra dentro de los rangos permisibles, según criterios de Lamm.

4.2.5 Ruta N° HU-847

En la fig. 4.5 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-847.

Fig. 4.5. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-847



Fuente: Elaboración Propia

Se observa gran disparidad de velocidades de operación en las progresivas K1+430 y K1+466, que oscilan entre 39 km/h y 161 km/h.

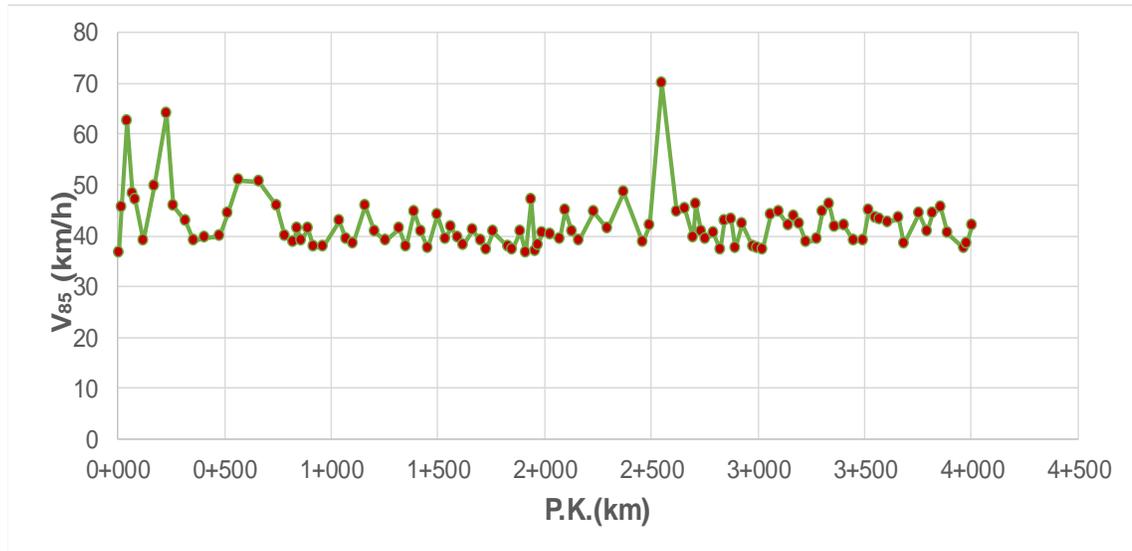
La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en varios P.K. los 20 km/h (K0+367, K0+883, K0+918, K1+430, K1+466 y K2+786), indicativo de una mala consistencia del trazado, ya los conductores en esos puntos deberán desacelerar bruscamente para circular con seguridad.

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra dentro de los rangos permisibles, según criterios de Lamm.

4.2.6 Ruta N° HU-879

En la fig. 4.6 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-879.

Fig. 4.6. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-879



Fuente: Elaboración Propia

Se observa gran disparidad de velocidades de operación en las progresivas K2+550 y K2+622, que oscilan entre 45 km/h y 70 km/h.

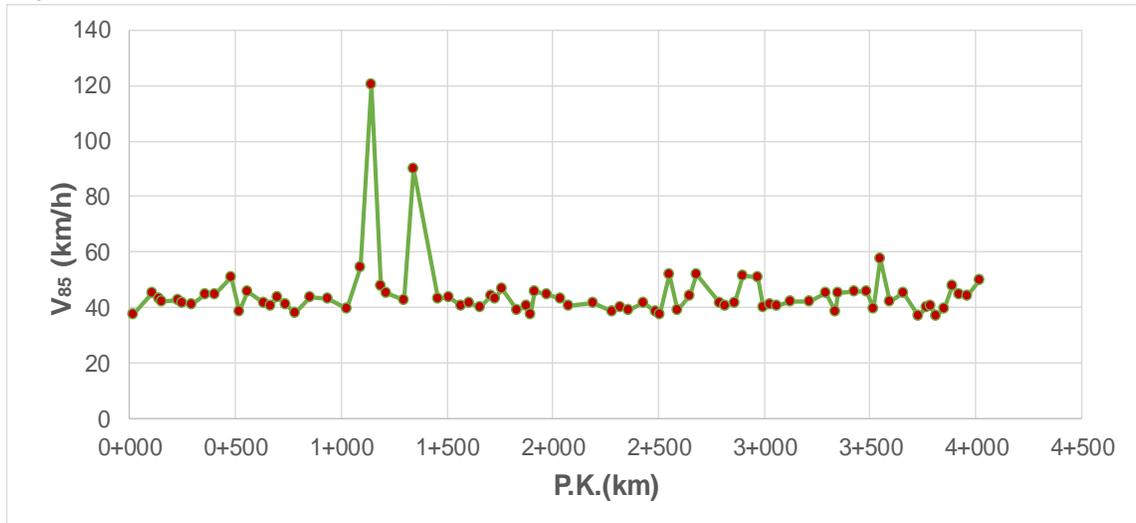
La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en dos (2) P.K. los 20 km/h (K2+550 y K2+622), indicativo de una mala consistencia del trazado, ya los conductores en esos puntos deberán desacelerar bruscamente para circular en condiciones de seguridad.

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra dentro de los rangos permisibles, según criterios de Lamm.

4.2.7 Ruta N° HU-918

En la fig. 4.7 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-918.

Fig. 4.7. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-918



Fuente: Elaboración Propia

Se observa gran disparidad de velocidades de operación en las progresivas K1+000 y K1+500, que oscilan entre 39 km/h y 120 km/h.

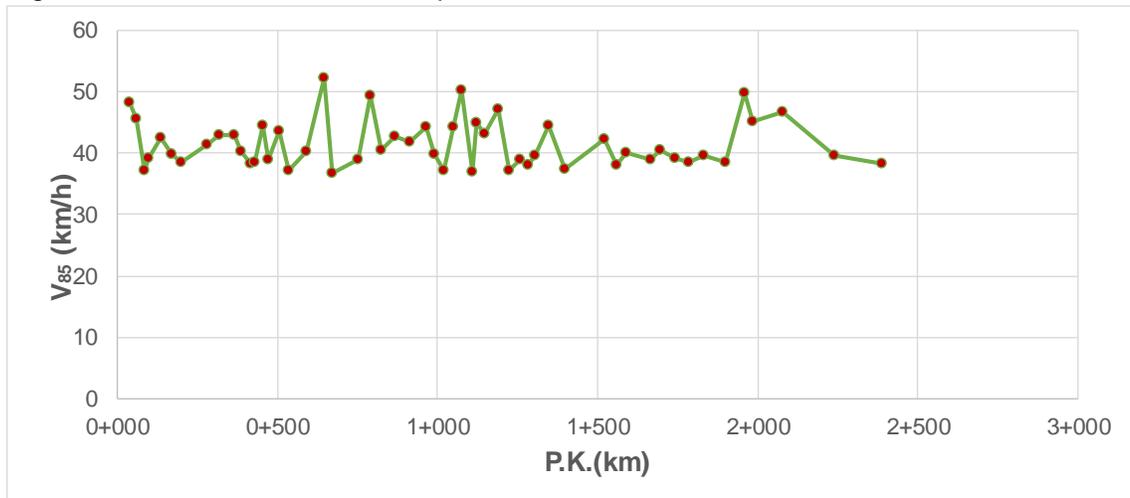
La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas supera en cuatro (4) P.K. los 20 km/h (K1+143, K1+190, K1+344 y K1+458), indicativo de una mala consistencia del trazado, ya los conductores en esos puntos deberán desacelerar bruscamente para circular en condiciones de seguridad.

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra dentro de los rangos permisibles, según criterios de Lamm.

4.2.8 Ruta N° HU-924

En la fig. 4.8 se muestra el perfil de velocidades de operación (V_{85}) para el tramo de la Ruta N° HU-924.

Fig. 4.8. Perfil de Velocidades de Operación. Ruta N° HU-924



Fuente: Elaboración Propia

Se observa variaciones leves en las velocidades de operación a lo largo del tramo en estudio, siendo la velocidad mínima de 37 km/h y la máxima de 52 km/h.

La diferencia de velocidad entre curvas consecutivas en varios P.K. se encuentran entre 10 km/h y 20 km/h, indicativo de una aceptable consistencia del trazado, lo que implica que esos puntos presentan algunas deficiencias para la circulación con seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

En los demás P.K. la variación de velocidades de operación entre curvas consecutivas se encuentra por debajo de los 10 km/h, indicativo de buena consistencia del trazado, indicativo que la circulación por esos puntos se efectúa con relativa seguridad.

4.3 Análisis de los Resultados de la Evaluación de la Consistencia del Trazado

Con la información obtenida de los ítems anteriores, se presenta a continuación el análisis de la consistencia del trazado de los tramos en estudio, con el fin de determinar el nivel de seguridad asociado al concepto de la consistencia.

Así pues, aplicando el Criterios II de Lamm et al. (8), se obtienen (sentido de ida, considerado según el avance del kilometraje) los resultados de la evaluación de la consistencia del trazado de los tramos en estudio.

4.3.1 Ruta N° HU-937

En la tabla 4.9 y fig. 4.9 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia como del perfil, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-937.

Tabla 4.9. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-937

Curva	V ₈₅ (km/h)	\Delta V ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	38	0	-
2	44	6	Buena
3	45	0	Buena
4	50	6	Buena
5	39	11	Aceptable
6	39	0	Buena
7	41	1	Buena
8	39	1	Buena
9	46	7	Buena
10	41	5	Buena
11	39	3	Buena
12	37	2	Buena
13	43	6	Buena
14	45	2	Buena
15	40	5	Buena

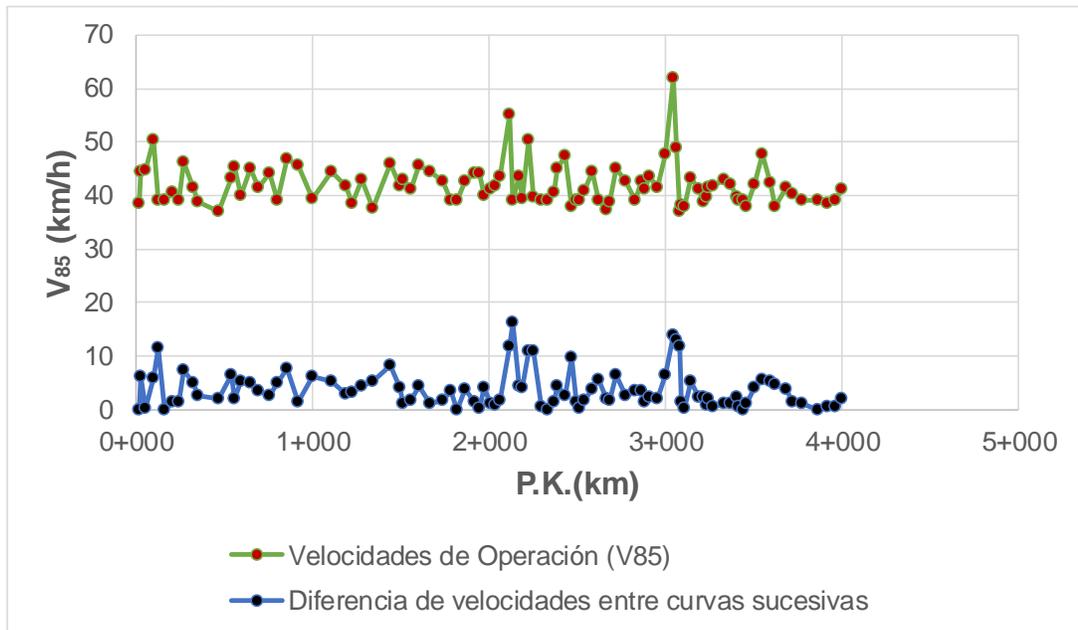
16	45	5	Buena
17	41	4	Buena
18	44	3	Buena
19	39	5	Buena
20	47	8	Buena
21	45	1	Buena
22	39	6	Buena
23	44	5	Buena
24	42	3	Buena
25	38	3	Buena
26	43	4	Buena
27	38	5	Buena
28	46	8	Buena
29	42	4	Buena
30	43	1	Buena
31	41	2	Buena
32	46	4	Buena
33	44	1	Buena
34	43	2	Buena
35	39	4	Buena
36	39	0	Buena
37	43	4	Buena
38	44	1	Buena
39	44	0	Buena
40	40	4	Buena
41	41	1	Buena
42	42	1	Buena
43	44	2	Buena
44	55	12	Aceptable
45	39	16	Aceptable
46	43	4	Buena
47	39	4	Buena
48	50	11	Aceptable
49	40	11	Aceptable
50	39	0	Buena
51	39	0	Buena
52	41	1	Buena
53	45	4	Buena
54	47	2	Buena
55	38	10	Buena
56	39	1	Buena
57	39	0	Buena
58	41	2	Buena
59	45	4	Buena
60	39	5	Buena

61	37	2	Buena
62	39	2	Buena
63	45	6	Buena
64	43	2	Buena
65	39	3	Buena
66	43	4	Buena
67	41	2	Buena
68	43	2	Buena
69	42	2	Buena
70	48	6	Buena
71	62	14	Aceptable
72	49	13	Aceptable
73	37	12	Aceptable
74	38	1	Buena
75	38	0	Buena
76	43	5	Buena
77	41	2	Buena
78	39	2	Buena
79	40	1	Buena
80	41	2	Buena
81	42	0	Buena
82	43	1	Buena
83	42	1	Buena
84	40	2	Buena
85	39	1	Buena
86	39	0	Buena
87	38	1	Buena
88	42	4	Buena
89	48	6	Buena
90	42	5	Buena
91	38	5	Buena
92	41	4	Buena
93	40	1	Buena
94	39	1	Buena
95	39	0	Buena
96	39	1	Buena
97	39	1	Buena
98	41	2	Buena
N° curvas sucesivas	Calificación	Cant.	%
97	Buena	89	91.75%
	Aceptable	8	8.25%
	Pobre	0	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.9 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.9. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-937



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se aprecia 97 curvas sucesivas; de los cuales 89 califican como BUENA consistencia del trazado, 8 como ACEPTABLE y 0 como POBRE; las mismas que representan el 91.75%, 8.25% y 0%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre las progresivas K2+000 y K3+100. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que no existe curvas sucesivas que califican

como POBRE. Este nivel de consistencia implica que el tramo evaluado no presenta problemas por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.2 Ruta N° HU-927

En la tabla 4.10 y fig. 4.10 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia como del perfil, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-927.

Tabla 4.10. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-927

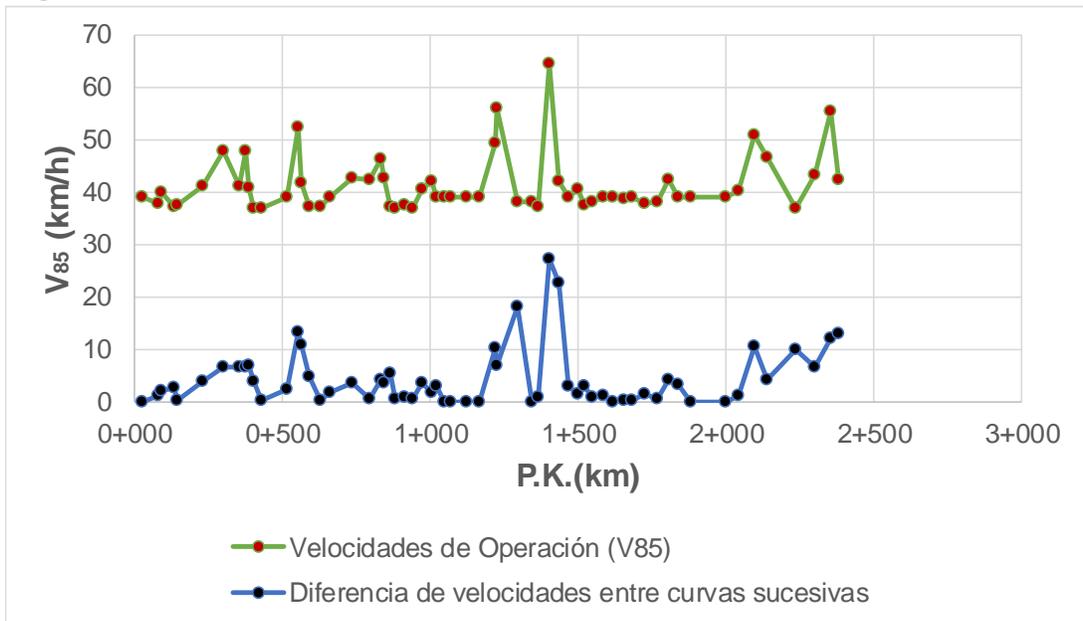
Curva	V ₈₅ (km/h)	ΔV ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	39	0	-
2	38	1	Buena
3	40	2	Buena
4	37	3	Buena
5	37	0	Buena
6	41	4	Buena
7	48	7	Buena
8	41	7	Buena
9	48	7	Buena
10	41	7	Buena
11	37	4	Buena
12	37	0	Buena
13	39	2	Buena
14	53	13	Aceptable
15	42	11	Aceptable
16	37	5	Buena
17	37	0	Buena
18	39	2	Buena
19	43	4	Buena
20	42	0	Buena
21	46	4	Buena
22	43	4	Buena
23	37	5	Buena
24	37	0	Buena
25	38	1	Buena

26	37	1	Buena
27	40	3	Buena
28	42	2	Buena
29	39	3	Buena
30	39	0	Buena
31	39	0	Buena
32	39	0	Buena
33	39	0	Buena
34	49	10	Aceptable
35	56	7	Buena
36	38	18	Aceptable
37	38	0	Buena
38	37	1	Buena
39	64	27	Pobre
40	42	23	Pobre
41	39	3	Buena
42	41	1	Buena
43	38	3	Buena
44	38	1	Buena
45	39	1	Buena
46	39	0	Buena
47	39	0	Buena
48	39	0	Buena
49	38	1	Buena
50	38	0	Buena
51	42	4	Buena
52	39	3	Buena
53	39	0	Buena
54	39	0	Buena
55	40	1	Buena
56	51	11	Aceptable
57	47	4	Buena
58	37	10	Buena
59	43	7	Buena
60	55	12	Aceptable
61	42	13	Aceptable
N° curvas sucesivas	Calificación	Cant.	%
60	Buena	51	85.00%
	Aceptable	7	11.67%
	Pobre	2	3.33%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.10 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.10. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-927



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 60 curvas sucesivas; de los cuales 51 califican como BUENA consistencia del trazado, 7 como ACEPTABLE y 2 como POBRE; las mismas que representan el 85.00%, 11.67% y 3.33%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre las progresivas K0+550 y K2+400. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que las curvas sucesivas que califican como POBRE se encuentran entre las progresivas K1+360 y K1+440. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas del tramo evaluado existen problemas serios por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.3 Ruta N° HU-888

En la tabla 4.11 y fig. 4.11 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia como el perfil de la misma, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-888.

Tabla 4.11. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-888

Curva	V ₈₅ (km/h)	\Delta V ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	41	0	-
2	39	2	Buena
3	44	4	Buena
4	39	4	Buena
5	39	0	Buena
6	37	2	Buena
7	38	1	Buena
8	39	1	Buena
9	39	0	Buena
10	51	12	Aceptable
11	42	9	Buena
12	49	7	Buena
13	39	10	Aceptable
14	55	15	Aceptable
15	42	13	Aceptable
16	43	1	Buena
17	39	4	Buena
18	45	6	Buena
19	44	2	Buena
20	65	22	Pobre
21	48	17	Aceptable
22	38	10	Aceptable
23	38	0	Buena
24	39	2	Buena
25	38	1	Buena

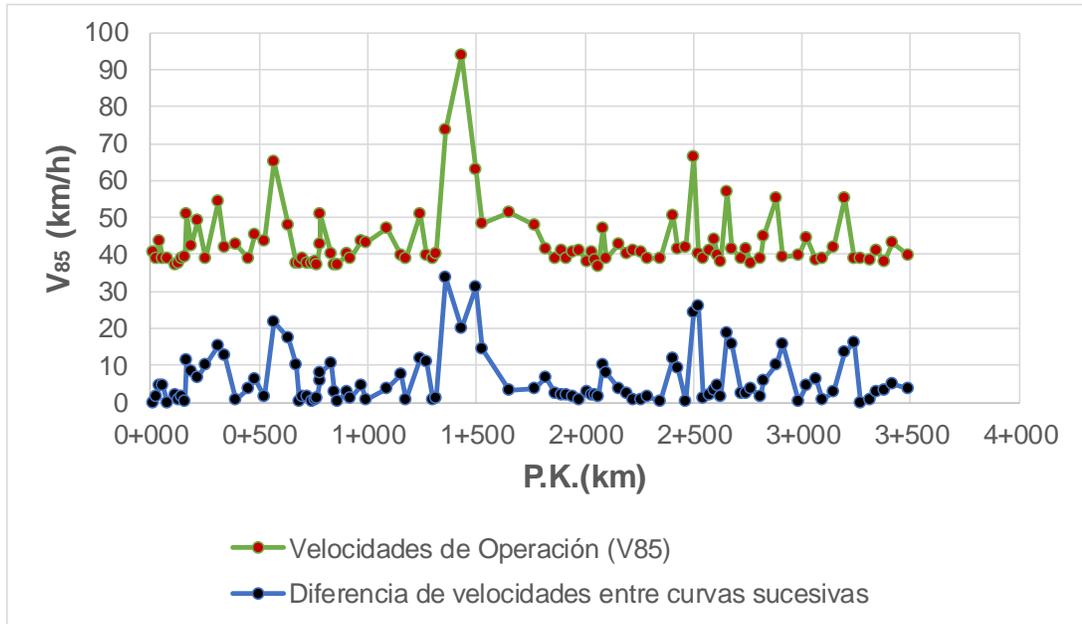
26	37	0	Buena
27	38	0	Buena
28	37	1	Buena
29	43	6	Buena
30	51	8	Buena
31	40	11	Aceptable
32	37	3	Buena
33	37	0	Buena
34	40	3	Buena
35	39	1	Buena
36	44	5	Buena
37	43	1	Buena
38	47	4	Buena
39	40	7	Buena
40	39	1	Buena
41	51	12	Aceptable
42	40	11	Aceptable
43	39	1	Buena
44	40	1	Buena
45	74	34	Pobre
46	94	20	Pobre
47	63	31	Pobre
48	48	15	Aceptable
49	51	3	Buena
50	48	4	Buena
51	41	7	Buena
52	39	2	Buena
53	41	2	Buena
54	39	2	Buena
55	41	1	Buena
56	41	0	Buena
57	38	3	Buena
58	40	2	Buena
59	38	2	Buena
60	37	2	Buena
61	47	10	Aceptable
62	39	8	Buena
63	43	4	Buena
64	40	2	Buena
65	41	1	Buena
66	41	1	Buena
67	39	1	Buena
68	39	0	Buena
69	51	12	Aceptable
70	42	9	Buena

71	42	0	Buena
72	66	25	Pobre
73	40	26	Pobre
74	39	1	Buena
75	41	2	Buena
76	44	3	Buena
77	40	5	Buena
78	38	1	Buena
79	57	19	Aceptable
80	41	16	Aceptable
81	39	2	Buena
82	41	2	Buena
83	38	4	Buena
84	39	1	Buena
85	45	6	Buena
86	55	10	Aceptable
87	40	16	Aceptable
88	40	0	Buena
89	45	5	Buena
90	38	6	Buena
91	39	1	Buena
92	42	3	Buena
93	55	13	Aceptable
94	39	16	Aceptable
95	39	0	Buena
96	39	1	Buena
97	41	3	Buena
98	38	3	Buena
99	43	5	Buena
100	40	4	Buena
N° curvas consecutivas	Calificación	Cant.	%
99	Buena	75	75.76%
	Aceptable	18	18.18%
	Pobre	6	6.06%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.11 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.11. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-888



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 99 curvas sucesivas; de los cuales 75 califican como BUENA consistencia del trazado, 18 como ACEPTABLE y 6 como POBRE; las mismas que representan el 75.76%, 18.18% y 6.06%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre varias progresivas. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que las curvas sucesivas que califican como POBRE se encuentran en tres (3) sub tramos. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas del tramo evaluado existen problemas serios por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.4 Ruta N° HU-894

En la tabla 4.12 y fig. 4.12 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia del trazado como el perfil de la misma, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-894.

Tabla 4.12. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-894

Curva	V ₈₅ (km/h)	\Delta V ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	39	0	-
2	45	6	Buena
3	43	3	Buena
4	38	5	Buena
5	38	0	Buena
6	39	1	Buena
7	38	1	Buena
8	39	1	Buena
9	38	1	Buena
10	39	1	Buena
11	38	1	Buena
12	40	2	Buena
13	40	0	Buena
14	37	2	Buena
15	41	3	Buena
16	39	2	Buena
17	41	2	Buena
18	43	2	Buena
19	60	17	Aceptable
20	39	21	Pobre

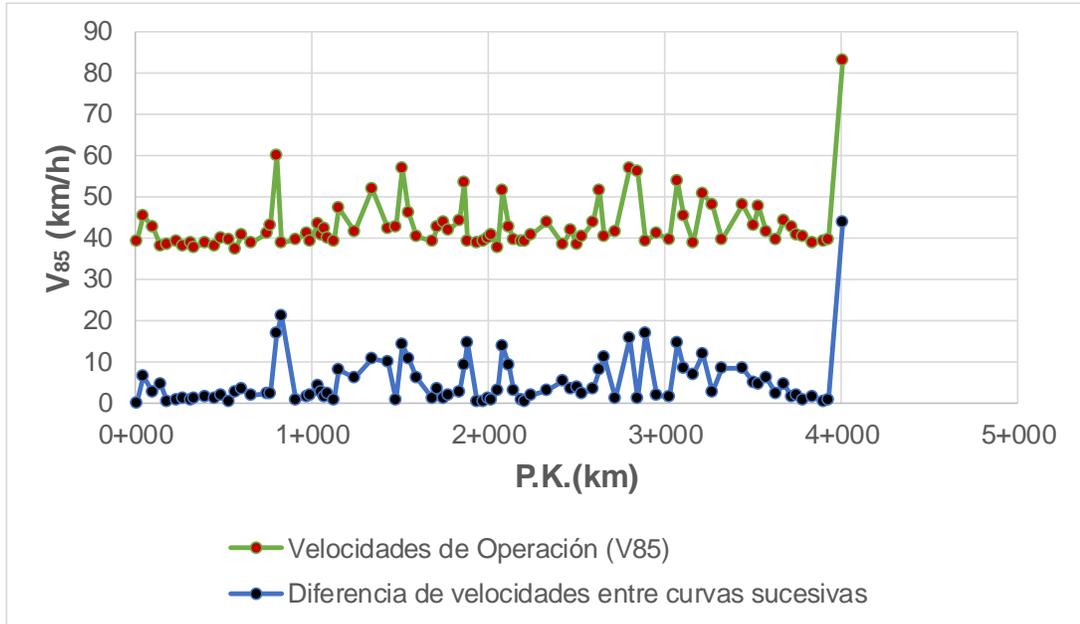
21	40	1	Buena
22	41	1	Buena
23	39	2	Buena
24	43	4	Buena
25	41	3	Buena
26	42	1	Buena
27	40	2	Buena
28	39	1	Buena
29	47	8	Buena
30	41	6	Buena
31	52	11	Aceptable
32	42	10	Buena
33	43	1	Buena
34	57	14	Aceptable
35	46	11	Aceptable
36	40	6	Buena
37	39	1	Buena
38	43	3	Buena
39	44	1	Buena
40	42	2	Buena
41	44	2	Buena
42	53	9	Buena
43	39	14	Aceptable
44	39	0	Buena
45	39	0	Buena
46	40	1	Buena
47	41	1	Buena
48	38	3	Buena
49	51	14	Aceptable
50	42	9	Buena
51	40	3	Buena
52	39	0	Buena
53	39	0	Buena
54	41	2	Buena
55	44	3	Buena
56	38	5	Buena
57	42	3	Buena
58	38	4	Buena
59	40	2	Buena
60	44	3	Buena

61	51	8	Buena
62	40	11	Aceptable
63	42	1	Buena
64	57	15	Aceptable
65	56	1	Buena
66	39	17	Aceptable
67	41	2	Buena
68	40	1	Buena
69	54	14	Aceptable
70	45	8	Buena
71	39	7	Buena
72	51	12	Aceptable
73	48	3	Buena
74	40	8	Buena
75	48	8	Buena
76	43	5	Buena
77	48	5	Buena
78	42	6	Buena
79	39	2	Buena
80	44	5	Buena
81	43	1	Buena
82	41	2	Buena
83	40	1	Buena
84	39	1	Buena
85	39	0	Buena
86	39	1	Buena
87	83	44	Pobre
N° curvas sucesivas			
	Calificación	Cant.	%
86	Buena	73	84.88%
	Aceptable	11	12.79%
	Pobre	2	2.33%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.12 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.12. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-894



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 86 curvas sucesivas; de los cuales 73 califican como BUENA consistencia del trazado, 11 como ACEPTABLE y 2 como POBRE; las mismas que representan el 84.88%, 12.79% y 2.33%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre varios puntos kilométricos. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que las curvas sucesivas que califican como POBRE se encuentran entre las progresivas K0+800 – K0+832 y K3+934 –

K4+000. Este nivel de consistencia implica que las referidas curvas del tramo evaluado presentan problemas serios por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.5 Ruta N° HU-847

En la tabla 4.13 y fig. 4.13 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia del trazado como el perfil de la misma, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-847.

Tabla 4.13. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-847

Curva	V ₈₅ (km/h)	\Delta V ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	39	0	-
2	41	1	Buena
3	39	1	Buena
4	39	0	Buena
5	39	0	Buena
6	60	21	Pobre
7	42	18	Aceptable
8	41	2	Buena
9	39	2	Buena
10	37	2	Buena
11	39	2	Buena
12	42	3	Buena
13	39	3	Buena
14	39	0	Buena
15	45	6	Buena
16	45	0	Buena
17	46	1	Buena
18	44	3	Buena
19	39	4	Buena
20	44	5	Buena

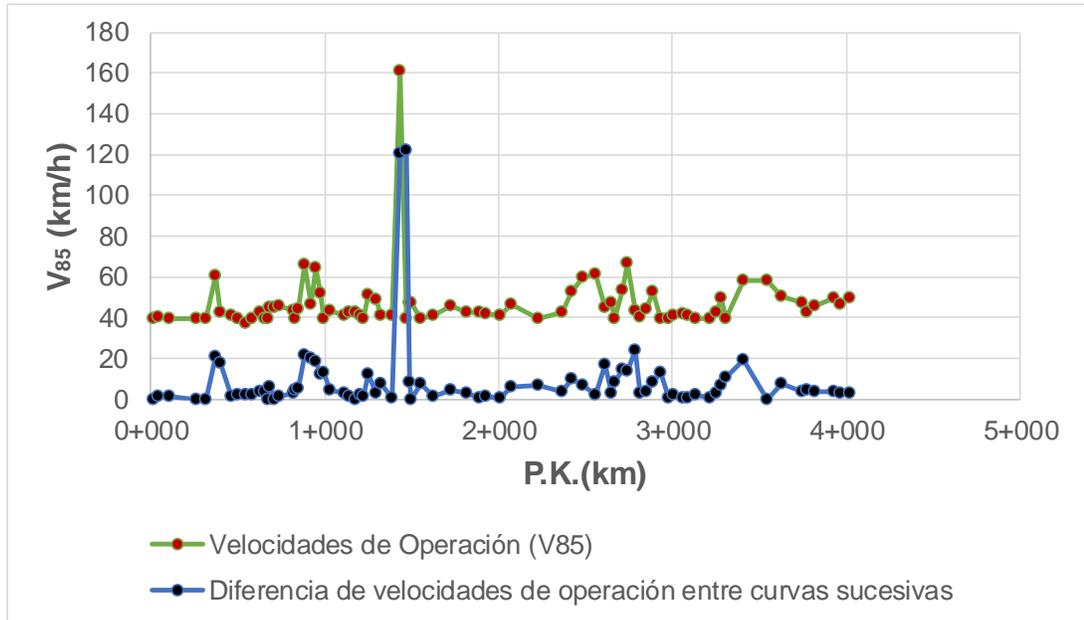
21	66	22	Pobre
22	46	20	Pobre
23	65	18	Aceptable
24	52	13	Aceptable
25	39	13	Aceptable
26	44	5	Buena
27	41	3	Buena
28	43	2	Buena
29	43	0	Buena
30	41	2	Buena
31	39	2	Buena
32	51	12	Aceptable
33	49	2	Buena
34	41	8	Buena
35	41	0	Buena
36	161	120	Pobre
37	39	122	Pobre
38	47	8	Buena
39	47	0	Buena
40	40	7	Buena
41	41	1	Buena
42	45	5	Buena
43	43	3	Buena
44	43	0	Buena
45	41	1	Buena
46	41	1	Buena
47	46	6	Buena
48	40	7	Buena
49	43	3	Buena
50	53	10	Buena
51	59	7	Buena
52	61	2	Buena
53	45	17	Aceptable
54	48	3	Buena
55	39	8	Buena
56	53	14	Aceptable
57	67	14	Aceptable
58	43	24	Pobre
59	40	3	Buena
60	44	4	Buena

61	52	8	Buena
62	40	13	Aceptable
63	39	1	Buena
64	41	2	Buena
65	42	1	Buena
66	41	1	Buena
67	39	2	Buena
68	40	0	Buena
69	43	3	Buena
70	50	7	Buena
71	39	10	Aceptable
72	59	19	Aceptable
73	59	0	Buena
74	51	8	Buena
75	47	4	Buena
76	42	5	Buena
77	46	3	Buena
78	50	4	Buena
79	47	3	Buena
80	49	3	Buena
N° curvas sucesivas	Calificación	Cant.	%
79	Buena	62	78.48%
	Aceptable	11	13.92%
	Pobre	6	7.59%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.13 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.13. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-847



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 79 curvas sucesivas; de los cuales 62 califican como BUENA consistencia del trazado, 11 como ACEPTABLE y 6 como POBRE; las mismas que representan el 78.48%, 13.92% y 7.59%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre varios puntos kilométricos. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que las curvas sucesivas que califican como POBRE se encuentran en cuatro (4) sub tramos. Este nivel de consistencia

implica que las referidas curvas del tramo evaluado presentan problemas serios por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.6 Ruta N° HU-879

En la tabla 4.14 y fig. 4.14 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia del trazado como el perfil de la misma, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-879.

Tabla 4.14. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-879

Curva	V ₈₅ (km/h)	ΔV ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	37	0	-
2	45	9	Buena
3	62	17	Aceptable
4	48	14	Aceptable
5	47	1	Buena
6	39	8	Buena
7	50	11	Aceptable
8	64	14	Aceptable
9	46	18	Aceptable
10	43	3	Buena
11	39	4	Buena
12	40	1	Buena
13	40	0	Buena
14	44	4	Buena
15	51	7	Buena
16	51	0	Buena
17	46	5	Buena
18	40	6	Buena
19	39	1	Buena
20	41	3	Buena
21	39	2	Buena
22	41	2	Buena
23	38	3	Buena
24	38	0	Buena
25	43	5	Buena
26	39	3	Buena
27	38	1	Buena
28	46	8	Buena
29	41	5	Buena
30	39	2	Buena

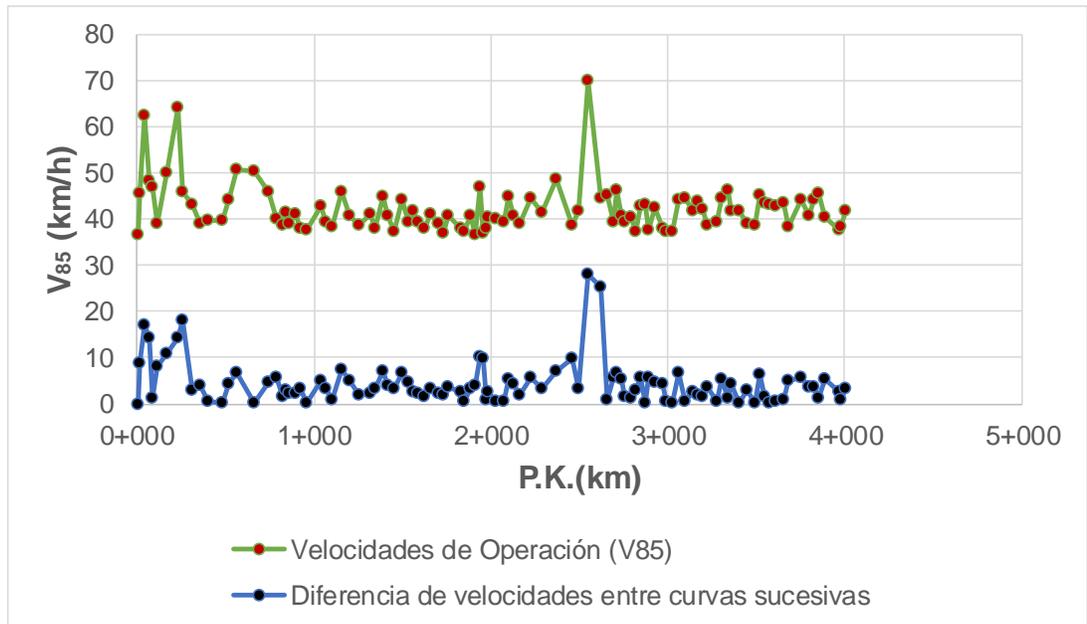
31	41	2	Buena
32	38	3	Buena
33	45	7	Buena
34	41	4	Buena
35	37	3	Buena
36	44	7	Buena
37	39	5	Buena
38	42	2	Buena
39	40	2	Buena
40	38	2	Buena
41	41	3	Buena
42	39	2	Buena
43	37	2	Buena
44	41	4	Buena
45	38	3	Buena
46	37	1	Buena
47	41	3	Buena
48	37	4	Buena
49	47	10	Aceptable
50	37	10	Buena
51	38	1	Buena
52	41	2	Buena
53	40	0	Buena
54	39	1	Buena
55	45	5	Buena
56	41	4	Buena
57	39	2	Buena
58	45	6	Buena
59	41	3	Buena
60	49	7	Buena
61	39	10	Buena
62	42	3	Buena
63	70	28	Pobre
64	45	25	Pobre
65	45	1	Buena
66	40	6	Buena
67	46	7	Buena
68	41	5	Buena
69	39	2	Buena
70	40	1	Buena

71	37	3	Buena
72	43	6	Buena
73	43	0	Buena
74	38	6	Buena
75	42	5	Buena
76	38	4	Buena
77	37	0	Buena
78	37	0	Buena
79	44	7	Buena
80	45	0	Buena
81	42	3	Buena
82	44	2	Buena
83	42	2	Buena
84	39	4	Buena
85	39	1	Buena
86	45	5	Buena
87	46	1	Buena
88	42	4	Buena
89	42	0	Buena
90	39	3	Buena
91	39	0	Buena
92	45	6	Buena
93	43	2	Buena
94	43	0	Buena
95	43	0	Buena
96	44	1	Buena
97	38	5	Buena
98	44	6	Buena
99	41	4	Buena
100	44	4	Buena
101	46	1	Buena
102	40	5	Buena
103	38	3	Buena
104	38	1	Buena
105	42	3	Buena
N° curvas sucesivas	Calificación	Cant.	%
104	Buena	96	92.31%
	Aceptable	6	5.77%
	Pobre	2	1.92%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.14 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.14. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-879



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 104 curvas sucesivas; de los cuales 96 califican como BUENA consistencia del trazado, 6 como ACEPTABLE y 2 como POBRE; las mismas que representan el 92.31%, 5.77% y 1.92%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre las progresivas K0+020 y K0+260. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que las curvas sucesivas que califican como POBRE se encuentran entre las progresivas K2+490 y K2+622. Este nivel de consistencia implica que las referidas curvas del tramo evaluado presentan problemas serios por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.7 Ruta N° HU-918

En la tabla 4.15 y fig. 4.15 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia del trazado como el perfil de la misma, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-918.

Tabla 4.15. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-918

Curva	V ₈₅ (km/h)	\Delta V ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	38	0	-
2	45	7	Buena
3	43	2	Buena
4	42	1	Buena
5	43	0	Buena
6	42	1	Buena
7	41	1	Buena
8	45	4	Buena
9	45	0	Buena
10	51	6	Buena
11	39	12	Aceptable
12	46	7	Buena
13	42	4	Buena
14	40	1	Buena
15	44	3	Buena
16	41	2	Buena
17	38	3	Buena
18	43	5	Buena
19	43	0	Buena
20	39	4	Buena

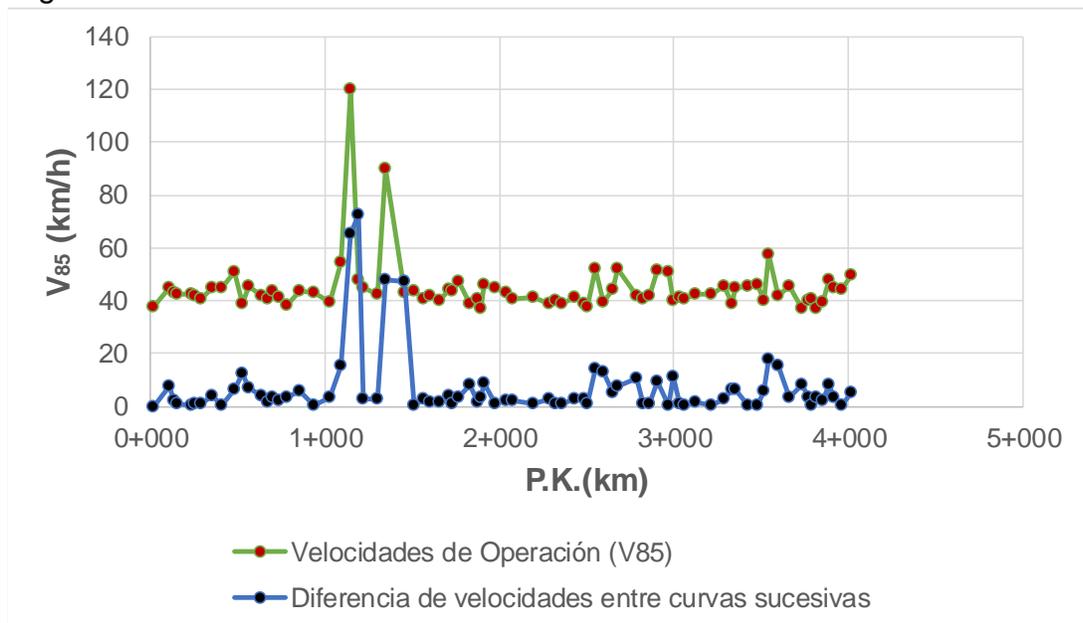
21	55	15	Aceptable
22	120	66	Pobre
23	48	72	Pobre
24	45	3	Buena
25	42	3	Buena
26	90	48	Pobre
27	43	47	Pobre
28	43	0	Buena
29	41	3	Buena
30	42	1	Buena
31	40	2	Buena
32	44	4	Buena
33	43	1	Buena
34	47	4	Buena
35	39	8	Buena
36	41	2	Buena
37	37	3	Buena
38	46	9	Buena
39	45	1	Buena
40	43	2	Buena
41	41	2	Buena
42	41	1	Buena
43	39	3	Buena
44	40	1	Buena
45	39	1	Buena
46	41	3	Buena
47	39	3	Buena
48	38	1	Buena
49	52	14	Aceptable
50	39	13	Aceptable
51	44	5	Buena
52	52	8	Buena
53	42	10	Aceptable
54	41	1	Buena
55	42	1	Buena
56	51	10	Buena
57	51	0	Buena
58	40	11	Aceptable
59	41	1	Buena
60	41	1	Buena
61	42	2	Buena
62	42	0	Buena
63	45	3	Buena
64	39	7	Buena
65	45	6	Buena
66	46	1	Buena
67	46	0	Buena
68	40	6	Buena
69	57	18	Aceptable
70	42	15	Aceptable

71	45	3	Buena
72	37	8	Buena
73	40	3	Buena
74	41	1	Buena
75	37	3	Buena
76	40	2	Buena
77	48	8	Buena
78	45	3	Buena
79	44	0	Buena
80	50	5	Buena
N° curvas sucesivas			
79	Calificación	Cant.	%
	Buena	67	84.81%
	Aceptable	8	10.13%
Pobre	4	5.06%	

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.15 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.15. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-918



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 79 curvas sucesivas; de los cuales 67 califican como BUENA consistencia del trazado, 8 como ACEPTABLE y 4 como POBRE; las mismas que representan el 84.81%, 10.13% y 5.06%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran entre varias progresivas. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que las curvas sucesivas que califican como POBRE se encuentran entre las progresivas: K1+090 – K1+190 y K1+300 – K1+460. Este nivel de consistencia implica que las referidas curvas del tramo evaluado presentan problemas serios por el concepto de la consistencia del trazado.

4.3.8 Ruta N° HU-924

En la tabla 4.16 y fig. 4.16 se muestran los resultados, tanto del nivel de consistencia del trazado como el perfil de la misma, para el tramo en estudio de la Ruta N° HU-924.

Tabla 4.16. Evaluación de la Consistencia del Trazado.
Ruta N° HU-924

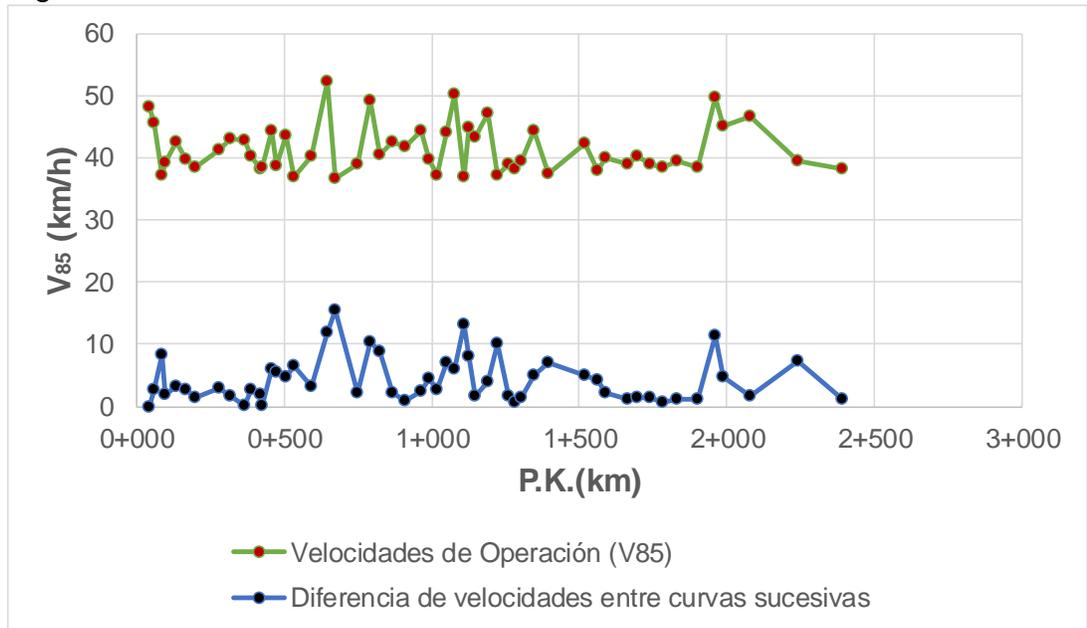
Curva	V ₈₅ (km/h)	ΔV ₈₅ (km/h)	Nivel de Consistencia
1	48	0	-
2	46	3	Buena
3	37	8	Buena
4	39	2	Buena
5	43	3	Buena

6	40	3	Buena
7	39	1	Buena
8	41	3	Buena
9	43	2	Buena
10	43	0	Buena
11	40	3	Buena
12	38	2	Buena
13	38	0	Buena
14	44	6	Buena
15	39	6	Buena
16	44	5	Buena
17	37	6	Buena
18	40	3	Buena
19	52	12	Aceptable
20	37	15	Aceptable
21	39	2	Buena
22	49	10	Aceptable
23	40	9	Buena
24	43	2	Buena
25	42	1	Buena
26	44	3	Buena
27	40	5	Buena
28	37	3	Buena
29	44	7	Buena
30	50	6	Buena
31	37	13	Aceptable
32	45	8	Buena
33	43	2	Buena
34	47	4	Buena
35	37	10	Aceptable
36	39	2	Buena
37	38	1	Buena
38	40	1	Buena
39	44	5	Buena
40	37	7	Buena
41	42	5	Buena
42	38	4	Buena
43	40	2	Buena
44	39	1	Buena
45	40	1	Buena
46	39	1	Buena
47	38	1	Buena
48	40	1	Buena
49	38	1	Buena
50	50	11	Aceptable
51	45	5	Buena
52	47	2	Buena
53	40	7	Buena
54	38	1	Buena
N° curvas sucesivas	Calificación	Cant.	%
53	Buena	47	88.68%
	Aceptable	6	11.32%
	Pobre	0	0.00%

Fuente: Elaboración Propia

En la fig. 4.16 se muestra el perfil correspondiente de la consistencia del trazado del tramo en estudio.

Fig. 4.16. Consistencia del Trazado. Ruta N° HU-924



Fuente: Elaboración Propia

Del cuadro precedente se observa 53 curvas sucesivas; de los cuales 47 califican como BUENA consistencia del trazado, 6 como ACEPTABLE y 0 como POBRE; las mismas que representan el 88.68%, 11.32% y 0.00%, respectivamente.

Por otro lado, de la fig. precedente se observa que las curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE se encuentran en cinco (5) sub tramos. Este nivel de consistencia implica que en las referidas curvas no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas.

Asimismo, de la fig. se observa que no existe curvas sucesivas que califican como POBRE. Este nivel de consistencia implica que el tramo evaluado no presenta problemas por el concepto de la consistencia del trazado.

4.4 Análisis de la Seguridad Vial

En la tabla 4.17 se muestra un resumen de los resultados de la evaluación de la consistencia del trazado de los tramos estudiados.

Tabla 4.17. Resumen de la Evaluación de la Consistencia del Trazado

Ruta	Long. del Tramo (km)	N° curvas sucesivas	% de calificación del Nivel de Consistencia		
			Buena	Aceptable	Pobre
Distrito de Umari					
N° HU-937	4.0	97	91.75%	8.25%	0.00%
N° HU-927	2.4	60	85.00%	11.67%	3.33%
Distrito de Panao					
N° HU-888	3.5	99	75.76%	18.18%	6.06%
N° HU-894	4.0	86	84.88%	12.79%	2.33%
Distrito de Chaglla					
N° HU-847	4.0	79	78.48%	13.92%	7.59%
N° HU-879	4.0	104	92.31%	5.77%	1.92%
Distrito de Molino					
N° HU-918	4.0	79	84.81%	10.13%	5.06%
N° HU-924	2.4	53	88.68%	11.32%	0.00%
TOTALES	28.3	657	85.21%	11.50%	3.29%

Fuente: Elaboración Propia

Se evaluaron la seguridad vial por el concepto de la consistencia del trazado una selección de 8 tramos de la red vial vecinal de la Provincia de Pachitea – 2019, de cuyo cuadro precedente se observa que la longitud total de los tramos evaluados es de 28.3 kilómetros, haciendo un total de 657 curvas sucesivas.

En cuanto al nivel de seguridad desde el punto de vista de la consistencia del trazado, los resultados indican que el 85.21% de las curvas sucesivas califican

como BUENA consistencia del trazado, lo que implica que no hay problemas de consistencia, dado que existe una coordinación armoniosa entre las curvas sucesivas, permitiendo una conducción segura. El 11.50% califican como ACEPTABLE consistencia del trazado, lo que implica que no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas. Por último, el 3.29% de las curvas estudiadas califican como MALA la consistencia del trazado desde este punto de vista, lo que implica que sí hay problemas serios de consistencia del trazado e influye negativamente sobre el nivel de seguridad, por lo que los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con relativa seguridad por esas curvas.

Los sitios específicos detectados donde hay problemas de consistencia, como medida de corrección se propone, para aquellas curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE colocar señalizaciones preventivas, y en aquellas que califican como POBRE se propone rediseñar el trazado.

CONCLUSIONES

La investigación ha arrojado los resultados que se indican a continuación.

1. En la presente tesis se evalúa la seguridad vial mediante el análisis de la consistencia del trazado para una selección de caminos vecinales de la Provincia de Pachitea – 2019.
2. Para la estimación de las velocidades de operación (V_{85}) se ha utilizado, tanto el modelo de velocidad adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” como el modelo colombiano. En el desarrollo de esta Tesis se encontró que el modelo de velocidad adoptado por el Manual de Carreteras “Diseño Geométrico (DG-2018)” arroja en gran parte valores negativos de velocidades, lo que implica que no es aplicable para este tipo de carreteras; en cambio, el modelo colombiano arroja valores positivos de velocidades, por lo que se ha empleado éste para el análisis de la evaluación de la consistencia del trazado.
3. Una vez estimado las velocidades de operación (V_{85}), se ha comparado con valores de referencia para los que la vía se considera o no consistente. Los valores de comparación son la variación de velocidad entre curvas sucesivas, tomados de lo planteado el Criterio II de Lamm.
4. En cuanto al nivel de seguridad desde el punto de vista de la consistencia del trazado se encontró que el 85.21% de las curvas sucesivas evaluadas califican como BUENA consistencia del trazado, lo que implica que no hay problemas de

consistencia, dado que existe una coordinación armoniosa entre las curvas sucesivas, permitiendo una conducción segura. El 11.50% califican como ACEPTABLE consistencia del trazado, lo que implica que no hay problemas serios de consistencia del trazado, excepto que presenta algunas deficiencias para la seguridad, sin que éstas lleguen a ser críticas. Y, el 3.29% califican como MALA consistencia del trazado, lo que implica que hay problemas serios de consistencia del trazado el cual redundan negativamente sobre el nivel de seguridad, por lo que los conductores deberán desacelerar bruscamente para circular con relativa seguridad por esas curvas.

5. La evaluación de la consistencia del trazado ha permitido detectar los sitios específicos donde hay problemas de consistencia. En efecto, como medida correctiva se propone, para aquellas curvas sucesivas que califican como ACEPTABLE colocar señalizaciones preventivas, y en aquellas que califican como POBRE se propone rediseñar el trazado.

SUGERENCIAS

Con el fin de ampliar y/o complementar la investigación emprendida en esta Tesis se sugieren varios temas que deben ser abordados, los cuales se mencionan a continuación.

1. Es conveniente abordar la evaluación de la seguridad vial mediante el análisis de la consistencia del trazado en caminos de la Red Vial Regional.
2. La evaluación de la consistencia del trazado mediante el concepto de la consistencia es relativamente nueva. En tal sentido, una actividad que debe implementarse es el desarrollo de un software que permita evaluar la consistencia del trazado.
3. Es recomendable impulsar investigaciones tendientes a obtener modelos de velocidades adaptados a la zona en estudio y aplicables para la evaluación de la consistencia del trazado para el tipo de vías vecinales.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. Sánchez JF. Metodología para la Evaluación de la Consistencia del Trazado de Carreteras Interurbanas de Dos Carriles [tesis doctoral en Internet]. Madrid: Universidad Politécnica de Madrid; 2011. Recuperado a partir de: http://oa.upm.es/11371/1/JOSE_FERNANDO_SANCHEZ
2. Pérez AM, Camacho FJ, García A. La Velocidad de Operación y su Aplicación en el Análisis de Consistencia de Carreteras para la Mejora de la Seguridad Vial. Cuaderno Tecnológico de la PTC [Internet] 2011. Junio; (6):55p. Recuperado a partir de: https://www.researchgate.net/publication/261249580_La_Velocidad
3. Dirección General de Caminos y Ferrocarriles. Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG-2018 [Internet]. Lima; 2018. Recuperado a partir de: <https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas>
4. Manríquez DA. Estudio de Seguridad Vial para caminos Llanos de la Región del Biobio del Programa de Caminos Básicos 5000 [tesis en Internet]. Concepción: Universidad del Bio-Bio; 2010. Recuperado a partir de: <https://repopib.ubiobio.cl/jspui/bitstream/123456789/2315>
5. Vélez VL. Consistencia y Seguridad Vial en el tramo de carretera Jipijapa-Julcuy [tesis máster en Internet]. Manabí: Universidad Técnica de Manabí; 2011. Recuperado a partir de: <http://186.46.160.229/bitstream/123456789>
6. García R, Delgado D, Díaz E. Seguridad Vial en Carreteras Rurales de Dos

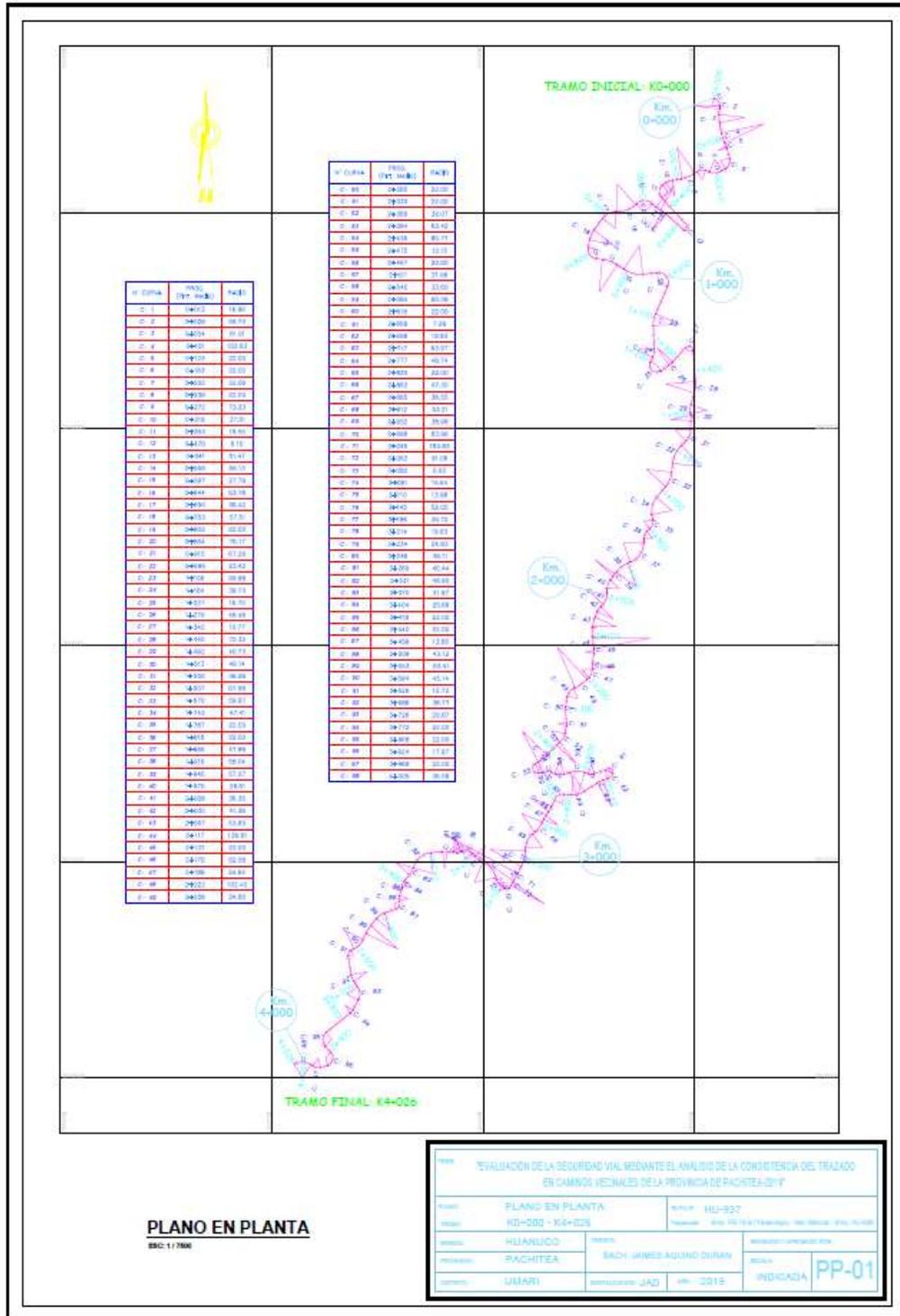
Carriles. Provincia de Villa Clara, Cuba. Ingeniería – Revista Académica de la Facultad de Ingeniería, Universidad Autónoma de Yucatán [Internet] 2012. Marzo; 16(1):22-32p. Recuperado a partir de: <http://www.redalyc.org/pdf/467/46724109002>

7. Felipe EA. Análisis de Consistencia del Trazado en Caminos de Montaña, en la República de Guatemala [tesis máster en Internet]. Guatemala: Universidad de San Carlos de Guatemala; 2014. Recuperado a partir de: <http://biblioteca.ingenieria.usac.edu.gt/5047/&ved>
8. Lamm R, et al. Safety Module For Highway Geometric Desing. Washington: Transportation Research Board; 1995.

ANEXOS

ANEXO A: PLANOS EN PLANTA DE LOS TRAMOS ESTUDIADOS

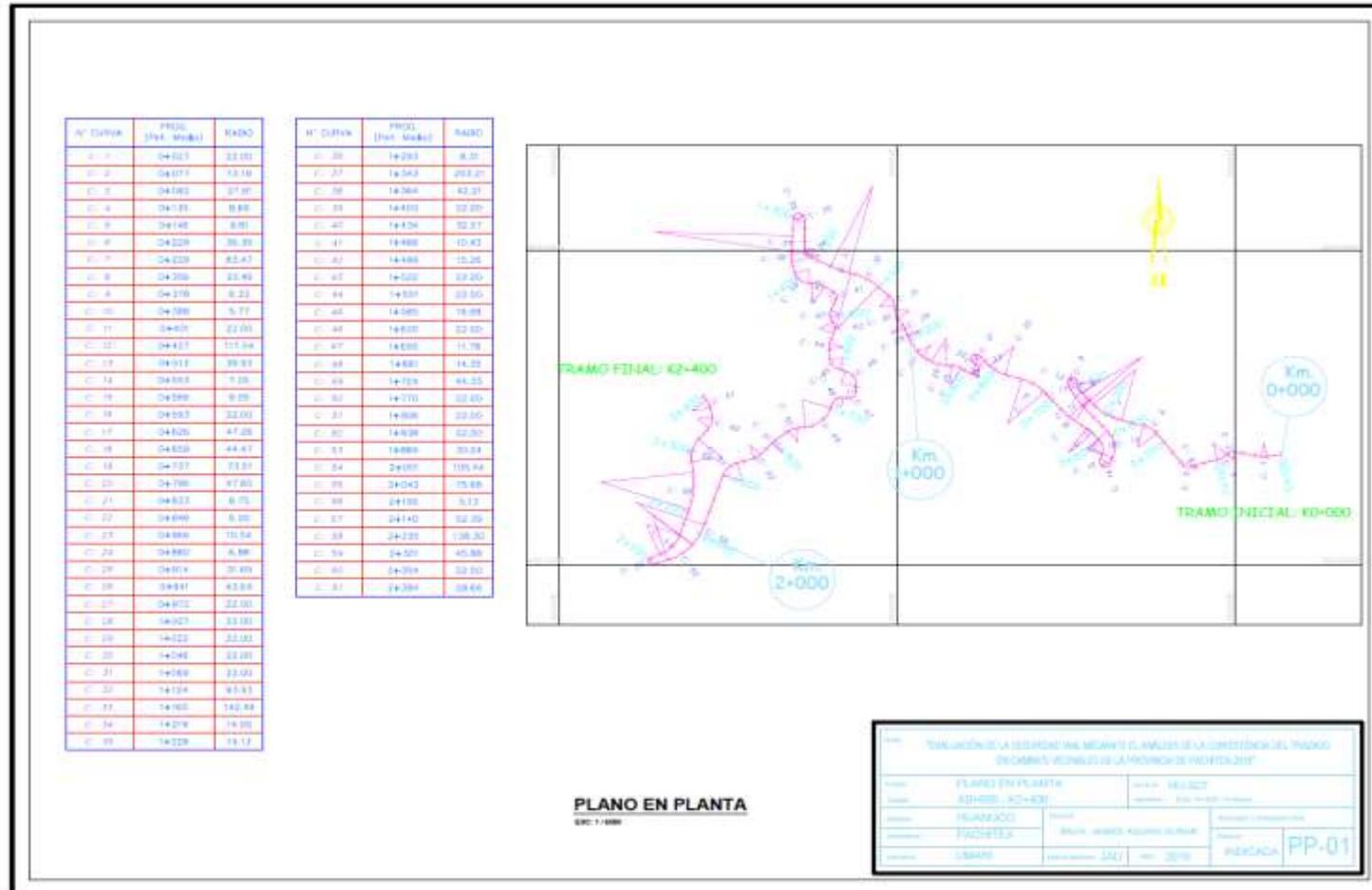
A.1. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-937



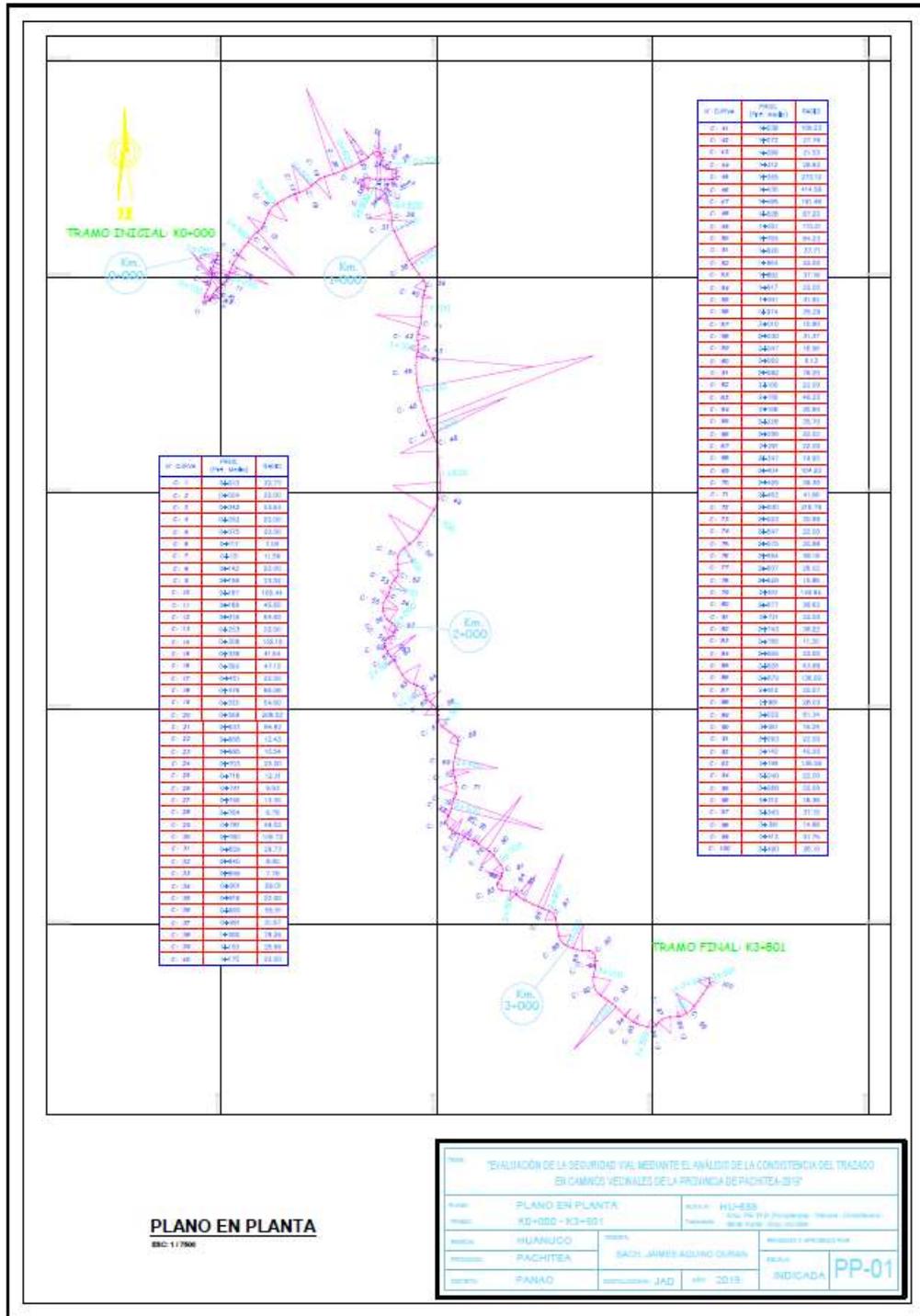
PLANO EN PLANTA
ESC: 1:7500

TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN CAMINOS VEJNALES DE LA PROVINCIA DE RACHITEA-2017"			
PROYECTO: PLANO EN PLANTA	TRAMO: HU-937	FECHA: 05/10/2017	
ESTUDIO: K0+000 - K4+000	PROYECTISTA: SACH - JUANES AGUIRRE DURAN	REVISOR: JUANES AGUIRRE DURAN	INDICADA: PP-01
PROYECTISTA: HUANUCO	PROYECTISTA: SACH - JUANES AGUIRRE DURAN	REVISOR: JUANES AGUIRRE DURAN	INDICADA: PP-01
PROYECTISTA: RACHITEA	PROYECTISTA: SACH - JUANES AGUIRRE DURAN	REVISOR: JUANES AGUIRRE DURAN	INDICADA: PP-01
PROYECTISTA: UMARI	PROYECTISTA: SACH - JUANES AGUIRRE DURAN	REVISOR: JUANES AGUIRRE DURAN	INDICADA: PP-01

A.2. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-927

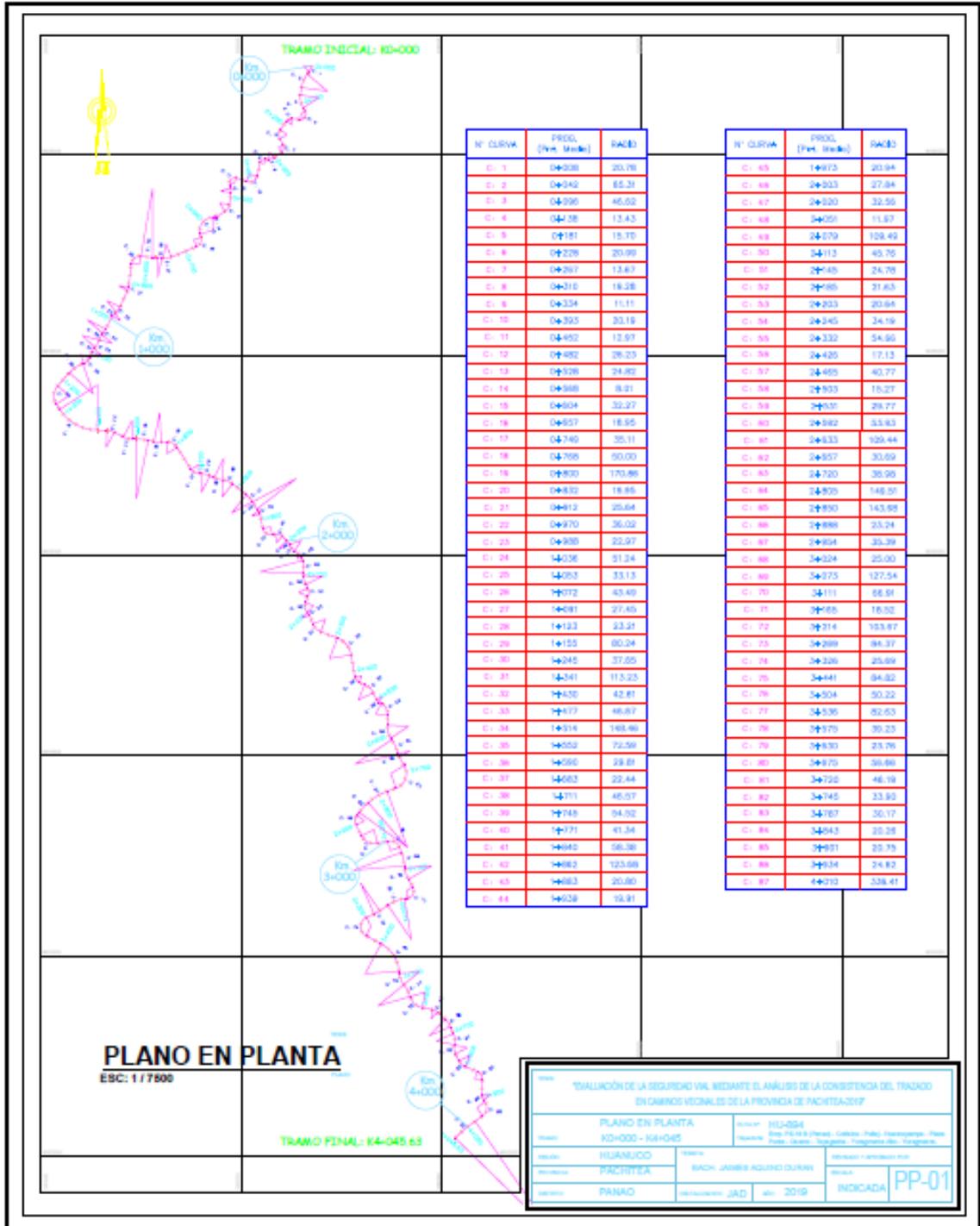


A.3. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-888

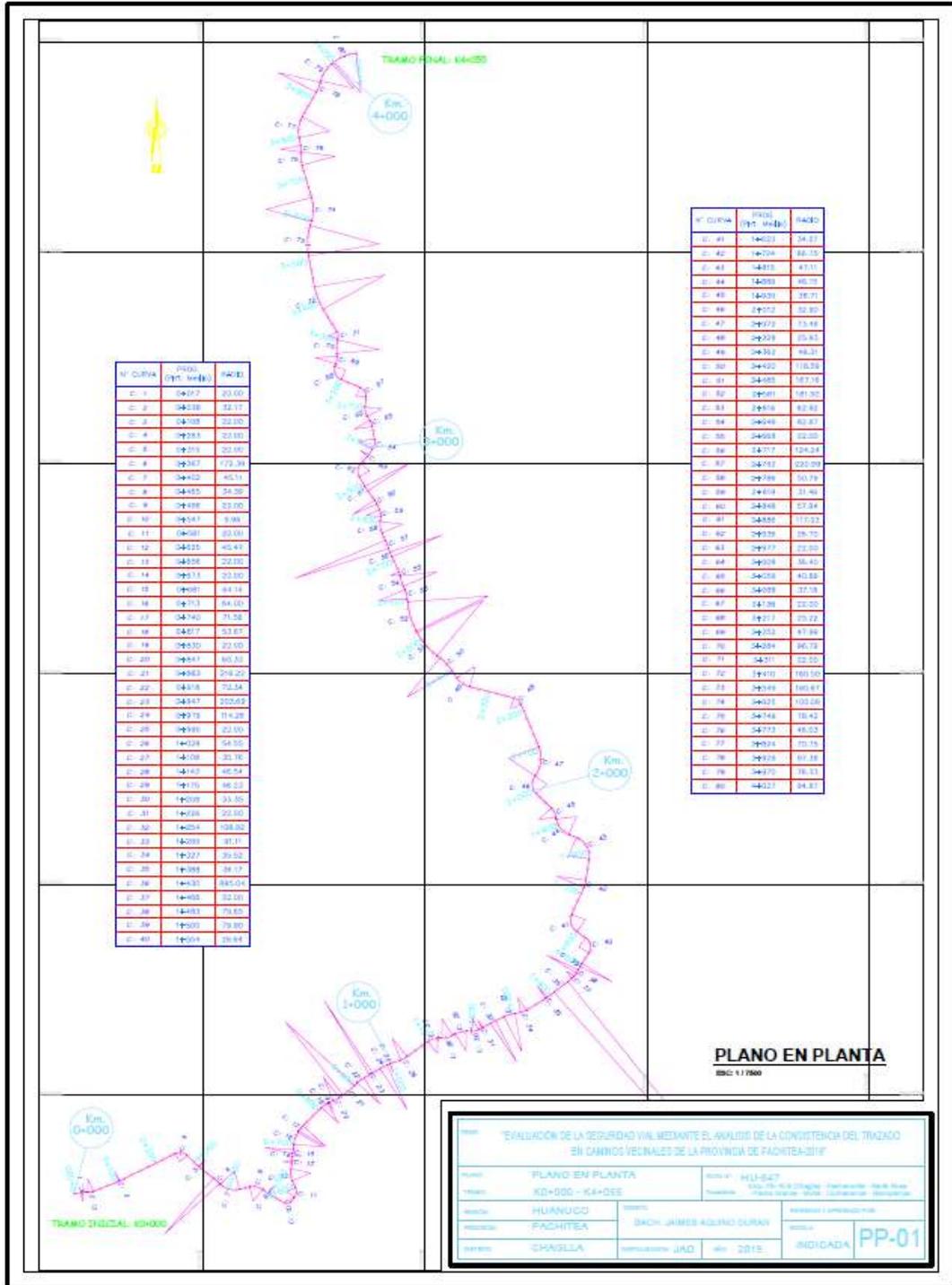


TÍTULO: "EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL MEDIANTE EL ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DEL TRAZADO EN CAMINOS VEJIALES DE LA PROVINCIA DE PACHITEA-2019"			
PROYECTO:	PLANO EN PLANTA	FECHA:	01/11/2019
TRAMO:	K0+000 - K3+000	PROYECTADO POR:	ING. JAMES AGUIRRE GARCIA
UBICACION:	HUANUCO	REVISADO Y APROBADO POR:	ING. JAMES AGUIRRE GARCIA
PROVINCIA:	PACHITEA	FECHA:	INDICADA
ESTADO:	PANAO	PROYECTADO POR:	JAD
		FECHA:	2019
			INDICADA
			PP-01

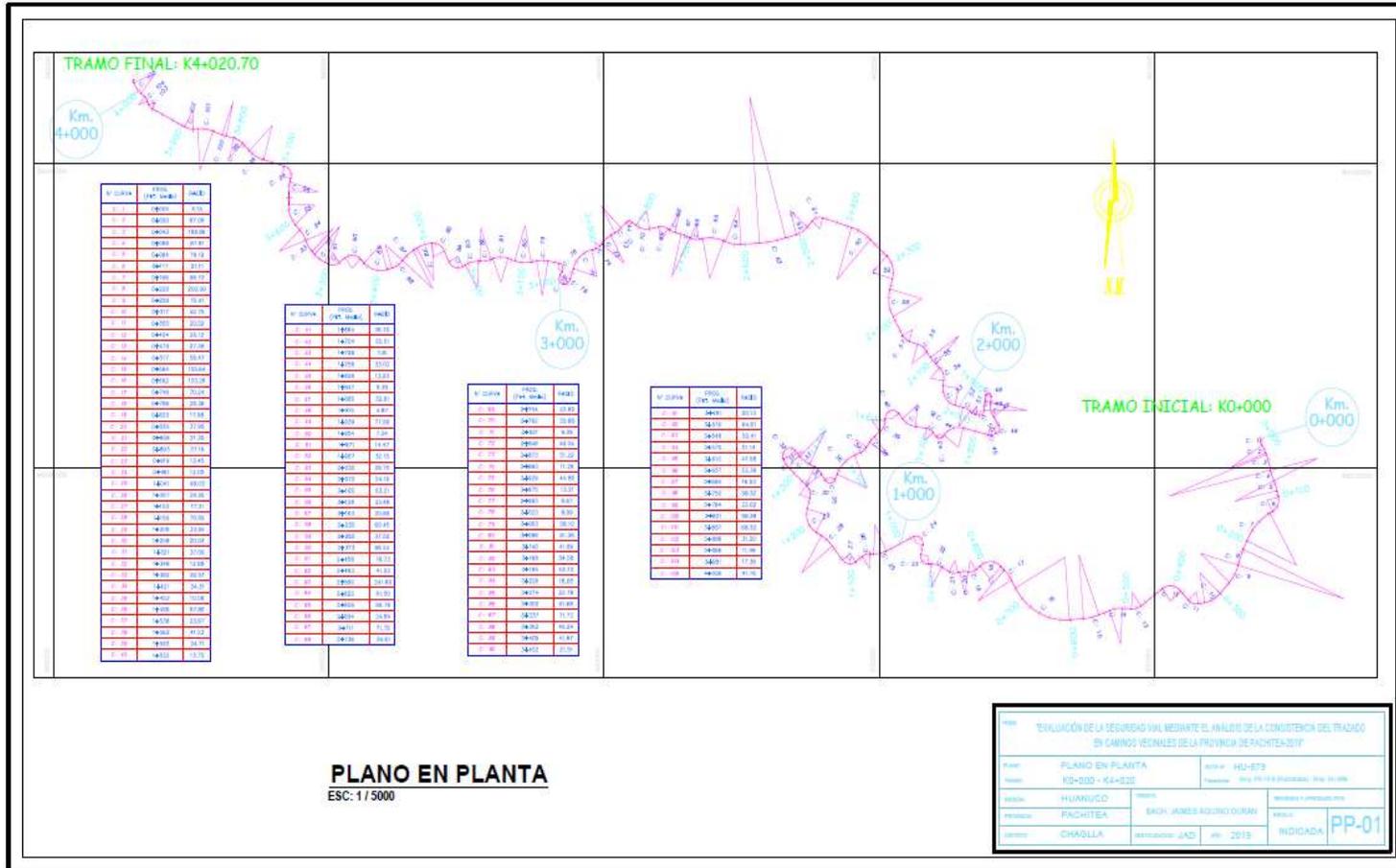
A.4. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-894



A.5. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-847



A.6. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-879



A.7. Plano en Planta del Tramo de la Ruta N° HU-918

