



UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO
FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL Y ARQUITECTURA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**UBICACIÓN Y EVALUACIÓN DE LOS PUNTOS NEGROS EN LA
VÍA JULIACA - MARANGANI ENTRE LOS AÑOS 2013-2018 Y
FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN PARA SU
PREVENCIÓN**

TESIS

PRESENTADA POR:

MIJAEL RENE PAMPAMALLCO PAREDES

GINO JILBERT HUAQUISTO RUELAS

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PUNO – PERÚ

2020



DEDICATORIA

Quiero dedicar este proyecto de investigación, a mis padres, ya que gracias a ellos me he formado como la persona que soy en la actualidad; muchos de mis logros se los debo a ustedes y les estaré eternamente agradecido. Me formaron con reglas y con algunas libertades, pero al final de todo esto, siempre me motivaron constantemente para alcanzar mis anhelos y así auto realizarme.

Gracias Madre y Padre, gracias familia.

Mijael Rene Pampamallco Paredes



DEDICATORIA

Dedico este trabajo principalmente a mis padres y a mis tías, por permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional; ya que siempre me apoyaron incondicionalmente en la parte moral y económica para poder llegar a ser un gran profesional.

Gracias familia.

Gino Jilbert Huaquisto Ruelas



AGRADECIMIENTO

Nuestro más profundo agradecimiento y reconocimiento:

A la Universidad Nacional del Altiplano, por habernos acogido como si fuera nuestra segunda casa, contribuyendo con nuestra formación profesional.

A la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, especialmente a los docentes de la carrera; que siempre nos motivaron, inspiraron y/o apoyaron en cada semestre académico de nuestra formación profesional.

A nuestro asesor, Ing. Emilio Castillo Aroni, quien siempre estuvo guiándonos hasta la culminación de esta presente tesis, brindándonos su conocimiento y experiencia profesional.

A nuestros padres, hermanos, tíos y demás, por estar siempre a nuestro lado, brindando incondicionalmente su apoyo y paciencia durante nuestro desarrollo, a lo largo de toda nuestra formación universitaria.

A los distinguidos miembros del jurado evaluador, cuyos argumentos, opiniones, críticas y profesionalismo fueron resaltantes para la realización de esta tesis, también agradecer los consejos brindados en su debido momento, ya que nos ayudaron a formarnos como personas profesionales e investigadoras, muchas gracias.

Mijael R. & Gino J.



ÍNDICE GENERAL

DEDICATORIA

AGRADECIMIENTO

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE FIGURAS

ÍNDICE DE TABLAS

INDICE DE ACRONIMOS

RESUMEN 18

ABSTRACT..... 19

CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA..... 20

1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN 22

1.2.1. PROBLEMA GENERAL..... 22

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 22

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN 22

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 22

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 22

CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS..... 23

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES..... 23

2.1.2. Antecedentes Nacionales 27

2.2. BASES TEÓRICAS..... 31

2.2.1. ACCIDENTE DE TRANSITO 31



2.2.2. TIPOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO.....	32
2.2.3. FACTORES CAUSANTES DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO ..	33
2.2.4. CLASES DE ACCIDENTES DE TRANSITO.....	35
2.3. SEGURIDAD VIAL.....	37
2.4. PUNTOS NEGROS.....	39
2.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS NEGROS	40
2.5. TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES DE TRANSITO. 40	
2.5.1. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS NEGROS MEDIANTE LA LEY PROVINCIAL N° 8560	42
2.5.2. IDENTIFICACIÓN DE T.C.A. SEGÚN MÉTODO DEL TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (EEUU).....	44
2.6. ESTUDIO DE TRÁFICO.....	63
2.6.1. PARÁMETROS BÁSICOS	63
2.6.2. VOLUMEN DE TRÁNSITO	63
2.6.3. CARACTERÍSTICAS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO.....	65
2.7. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA	66
2.7.1. GENERALIDADES	66
2.7.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS.....	66
2.8. SEÑALES DE TRANSITO	79
2.8.1. SEÑALES VERTICALES	79
2.8.2. SEÑALES HORIZONTALES	82
2.9. REDUCTORES DE VELOCIDAD:.....	85
CAPÍTULO III	
MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.....	88



3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.....	88
3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.....	88
3.1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.....	89
3.2. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS	90
3.2.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ACCIDENTES DE TRÁNSITO.	90
3.2.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE FLUJO VEHICULAR.	91
3.2.3. RECOLECCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS EN LOS PUNTOS NEGROS.....	91

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO VOLUMÉTRICO.....	96
4.1.1. UBICACIÓN DE PEAJES DE CONTROL.....	96
4.2. INFORMACIÓN DE DATOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO	101
4.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y FLUJO VEHICULAR	102
4.4. IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO T.C.A.....	104
4.4.1. MÉTODO DE ÍNDICE DE PELIGROSIDAD.....	111
4.4.2. MÉTODO DE NUMERO O FRECUENCIA DE ACCIDENTES	118
4.4.3. MÉTODO DE TASA DE ACCIDENTES	126
4.4.4. MÉTODO DE NUMERO – TASA DE ACCIDENTES.....	134
4.4.5. MÉTODO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA TASA	141
4.5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LOS PUNTOS NEGROS	150



4.6. EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN EN LOS PUNTOS NEGROS	175
4.6.1. MALA SEÑALIZACIÓN EN ZONAS URBANAS	175
4.6.2. SEÑALIZACIÓN MAL UBICADA EN LOS T.C.A.....	175
4.6.3. PELIGRO EN CURVAS.....	176
4.6.4. CRUCE CON FERROCARRILES	176
4.6.5. SEÑALIZACIÓN INADECUADA POR EL TRÁNSITO DE PEATONES	176
4.6.6. INTERSECCIONES CON RIESGO DE COLISIÓN.....	176
4.6.7. TANGENTES CON DISTANCIAS EXCESIVAS	177
4.6.8. AUSENCIA DE PARADEROS EN LA VÍA	177
4.6.9. DETERIORO DE POSTES KILOMÉTRICOS	177
4.7. FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA DE ESTUDIO.	178
4.7.1. PUNTO NEGRO N° 01 (T.C.A. N° 01)	178
4.7.2. PUNTO NEGRO N° 02 (T.C.A. N° 02)	181
4.7.3. PUNTO NEGRO N° 03 (T.C.A. N° 03)	184
4.7.4. PUNTO NEGRO N° 04 (T.C.A. N° 04)	186
4.7.5. PUNTO NEGRO N° 05 (T.C.A. N° 05)	188
4.7.6. PUNTO NEGRO N° 06 (T.C.A. N° 06)	189
4.7.7. PUNTO NEGRO N° 07 (T.C.A. N° 07 y T.C.A. N° 08).....	191
4.7.8. PUNTO NEGRO N° 09 (T.C.A. N° 09)	192
4.7.9. PUNTO NEGRO N° 010 (T.C.A. N° 010)	194
4.7.10. PUNTO NEGRO N° 011 (T.C.A. N° 011)	195
4.7.11. PUNTO NEGRO N° 012 (T.C.A. N° 012)	197
4.8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	200



4.8.1. DETERMINACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y EL FLUJO VEHICULAR	200
4.8.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS NEGROS EN BASE A LOS MÉTODOS DE ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (IP) Y DE LA TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB).....	200
4.8.3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.	201
4.8.4. PLAN DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA.	202
V. CONCLUSIONES	203
VI. RECOMENDACIONES	204
VII. REFERENCIAS	205
ANEXOS	210

ÁREA: Transporte

TEMA: Puntos negros en carreteras

LINEA DE INVESTIGACIÓN: Transporte y Gestion Vial

FECHA DE SUSTENTACIÓN: 16 de enero de 2020.



ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1:	Relación entre el número de accidentes y el TMDA para una tasa unitaria.	51
Figura 2:	Sección transversal típica a media ladera vía de dos carriles en curva	72
Figura 3:	Simbología de la curva circular	78
Figura 4:	Ejemplo de Ubicación Lateral	81
Figura 5:	Visita a Comisaria CPNP Ayaviri	90
Figura 6:	Estación total Leyca.....	92
Figura 7:	Levantamiento de puntos topográficos.....	92
Figura 8:	Medición de ancho de berma.....	93
Figura 9:	Medición de ancho de carril	94
Figura 10:	Lectura de datos con nivel de ingeniero	95
Figura 11:	Unidad de peaje Aguas Calientes	97
Figura 12:	Flujo vehicular en el peaje Ayaviri.....	98
Figura 13:	Flujo vehicular anual en el peaje Aguas Calientes	98
Figura 14:	Unidad de peaje Ayaviri	99
Figura 15:	Flujo vehicular en el peaje Ayaviri.....	100
Figura 16:	Flujo vehicular anual en el peaje Ayaviri.....	100
Figura 17:	Distribución de accidentes de tránsito en la vía Juliaca - Marangani.....	102
Figura 18:	Análisis de correlación del volumen vehicular y accidentes de tránsito .	104
Figura 19:	Se puede observar la falta de señal R-16 en donde la señal horizontal de doble lineado amarillo está presente – Km. 1171+380.	175
Figura 20:	Poste kilométrico destruidos.....	178
Figura 21:	Accidente causado por atropello de animales en el Km 1135.....	182
Figura 22:	Falta de manenimiento en tachas.....	183



Figura 23: Desprendimiento de tachas por su inadecuada colocación.....	187
Figura 24: Falta de mantenimiento de delineadores de borde y tachas.....	198
Figura 25: Ancho de berma de 3.00 m en la vía Paucarcolla - Juliaca.	199



ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1:	Causas Principales de Mortalidad en el Mundo.....	38
Tabla 2:	Parámetros para identificar tramos con concentración de accidentes.....	43
Tabla 3:	Espaciamiento entre bandas transversales	87
Tabla 4:	Volumen de transito mensual del peaje Ayaviri – Cusco (Aguas Calientes)	97
Tabla 5:	Volumen de transito mensual del peaje Juliaca – Ayaviri (Ayaviri).....	99
Tabla 6:	Distribución de accidentes de tránsito entre los años 2013-2018	101
Tabla 7:	Análisis de correlación entre el volumen de tránsito y los accidentes de tránsito.....	103
Tabla 8:	Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2013.	105
Tabla 9:	Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2014.	106
Tabla 10:	Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2015.	107
Tabla 11:	Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2016.	108
Tabla 12:	Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2017.	109
Tabla 13:	Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2018.	110
Tabla 14:	Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2013.	112



Tabla 15: Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2014.	113
Tabla 16: Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2015.	114
Tabla 17: Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2016.	115
Tabla 18: Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2017.	116
Tabla 19: Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2018.	117
Tabla 20: Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2013.	120
Tabla 21: Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2014.	121
Tabla 22: Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2015.	122
Tabla 23: Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2016.	123
Tabla 24: Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2017.	124
Tabla 25: Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2018.	125
Tabla 26: Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2013.	128



Tabla 27: Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2014.....	129
Tabla 28: Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2015.....	130
Tabla 29: Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2016.....	131
Tabla 30: Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2017.....	132
Tabla 31: Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2018.....	133
Tabla 32: Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2013 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)	135
Tabla 33: Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2014 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)	136
Tabla 34: Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2015 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)	137
Tabla 35: Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2016 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)	138
Tabla 36: Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2017 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)	139
Tabla 37: Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2018 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)	140
Tabla 38: Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2013.	144



Tabla 39: Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2014.	145
Tabla 40: Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2015.	146
Tabla 41: Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2016.	147
Tabla 42: Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2017.	148
Tabla 43: Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2018.	149
Tabla 44: Análisis de elementos geométricos N.º 01	150
Tabla 45: Análisis de elementos geométricos N.º 02	151
Tabla 46: Análisis de elementos geométricos N.º 03	152
Tabla 47: Análisis de elementos geométricos N.º 04	153
Tabla 48: Análisis de elementos geométricos N.º 05	154
Tabla 49: Análisis de elementos geométricos N.º 06	155
Tabla 50: Análisis de elementos geométricos N.º 07	156
Tabla 51: Análisis de elementos geométricos N.º 08	157
Tabla 52: Análisis de elementos geométricos N.º 09	158
Tabla 53: Análisis de elementos geométricos N.º 10	159
Tabla 54: Análisis de elementos geométricos N.º 11	160
Tabla 55: Análisis de elementos geométricos N.º 12	161
Tabla 56: Análisis de elementos geométricos N.º 13	162
Tabla 57: Análisis de elementos geométricos N.º 14	163
Tabla 58: Análisis de elementos geométricos N.º 15	164



Tabla 59: Análisis de elementos geométricos N.º 16.....	165
Tabla 60: Análisis de elementos geométricos N.º 17.....	166
Tabla 61: Análisis de elementos geométricos N.º 18.....	167
Tabla 62: Análisis de elementos geométricos N.º 19.....	168
Tabla 63: Análisis de elementos geométricos N.º 20.....	169
Tabla 64: Análisis de elementos geométricos N.º 21.....	170
Tabla 65: Análisis de elementos geométricos N.º 22.....	171
Tabla 66: Análisis de elementos geométricos N.º 23.....	172
Tabla 67: Análisis de elementos geométricos N.º 24.....	173
Tabla 68: Análisis de elementos geométricos N.º 25.....	174



INDICE DE ACRONIMOS

- **T.C.A.:** Tramo N° de Concentración de Accidentes de tránsito.
- **INDECI:** Instituto Nacional de Defensa Civil.
- **INEI:** Instituto Nacional de Estadística e Informática .
- **IP:** Índice de Peligrosidad.
- **IM:** Índice de Mortalidad.
- **ACV:** Número Accidentes con Víctimas.
- **IMDA:** Índice Medio Diario Anual.
- **TRB:** Transportation Reserch Barcelona.
- **DG:** Diseño Geométrico de Carreteras.
- **MTC:** Ministerio Transportes y Comunicaciones.
- **ISV:** Inspección de Seguridad Vial.
- **INEC:** Instituto Nacional de Estadística y Censo-Panamá.
- **TMDA:** Tránsito Medio Diario Anual.
- **CF:** Frecuencia de Accidentes de Tránsito.
- **TA:** Tránsito Anual.
- **TM:** Tránsito Mensual.
- **TS:** Tránsito Semanal.
- **TD:** Tránsito Diario.
- **TH:** Transito Horario.
- **VHMA:** Volumen Horario Máximo Anual.
- **VHMD:** Volumen Horario de Máxima Demanda.
- **MDCT:** Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.
- **SINAC:** Sistema Nacional de Carreteras.



RESUMEN

La presente investigación tiene como propósito prevenir los accidentes de tránsito generados en los puntos negros de la vía Juliaca – Marangani mediante la formulación de un plan de mitigación el cual se obtuvo mediante el análisis, según la normativa vigente, del diseño geométrico de carreteras y sus dispositivos de control de tránsito. Los puntos negros, son tramos de la red de carreteras en los cuales se produce un gran número de accidentes de tráfico y que son significativamente superiores al valor de la media de tramos de características similares. Para determinar la ubicación de los puntos negros en la vía Juliaca – Marangani, se emplearon distintas técnicas y métodos de análisis, estas son: 1 - índice de peligrosidad, 2 - método de la tasa de accidentes, 3 - método del número de accidentes, 4 - método del control de calidad de la tasa, 5 - método del número - tasa, estos métodos sirvieron para realizar evaluaciones y análisis de datos proporcionados por las diferentes comisarias que se encuentran a cargo de esta vía, por lo tanto se determinó que el método de control de calidad de la tasa, es el más efectivo para la identificación de los puntos negros en dicha vía. Se concluyó, que existían 12 puntos negros en la vía Juliaca – Marangani, seguidamente, se logró una contrastación de los parámetros obtenidos en campo, con los establecidos en los manuales de diseño geométrico, así como también con la señalización, de acuerdo a las normas vigentes, para finalmente formular un plan de mitigación cuyo objetivo es reducir los accidentes de tránsito, esperamos que esta información sea de utilidad para las entidades correspondientes PROVIAS – Nacional, encargada del mantenimiento de la vía Juliaca - Marangani.

PALABRAS CLAVE: Puntos Negros, Diseño Geométrico, Mitigación.



ABSTRACT

The purpose of this research is to prevent traffic accidents generated in black spots on the Juliaca - Marangani highway by formulating a mitigation plan, which was obtained through the analysis, according to current regulations, of the geometric design of highways and their traffic control devices. Black spots are stretches of the road network in which a large number of traffic accidents occur and which are significantly higher than the average value of stretches of similar characteristics. To determine the location of the black spots on the Juliaca - Marangani road, different techniques and methods of analysis were used, these are: 1 - hazard index, 2 - accident rate method, 3 - number of accidents method, 4 - rate quality control method, 5 - number - rate method, these methods served to perform evaluations and analysis of data provided by the different police stations in charge of this road, therefore it was determined that the rate quality control method, is the most effective for the identification of the black spots on said road. It was concluded that there were 12 black spots on the Juliaca - Marangani road, then, the parameters obtained in the field were contrasted with those established in the geometric design manuals, as well as with the signaling, according to the regulations in force, to finally formulate a mitigation plan whose objective is to reduce traffic accidents. We hope this information will be useful for the corresponding entities PROVIAS - Nacional, in charge of the maintenance of the Juliaca - Marangani road.

KEY WORDS: Black spots, Geometric Design, Mitigation.



CAPITULO I

INTRODUCCIÓN

El constante aumento de accidentes de tránsito en la vía Juliaca – Marangani está generando un riesgo de accidentabilidad alto en esta vía. Por consiguiente, el deber de un ingeniero civil es la de brindar soluciones que nos permitan reducir las brechas de accidentabilidad en comparación a otras regiones; estudiando posibles factores que estén afectando directamente a la tasa de accidentes de esta vía. Los puntos negros o tramos de concentración de accidentes (T.C.A.) son tramos de la red de carreteras en los cuales se produce un gran número de accidentes de tráfico y que son significativamente superiores a la media de tramos de características semejantes.

Para el correcto desarrollo de esta tesis se utilizó las metodologías de identificación según la metodología propuesta por la TRANSPORTATION RESERCH BOARD (TRB) que consta de cuatro métodos para el análisis y localización de los puntos de tramos de concentración de accidentes y la ley provincial de tránsito N° 8560.

Localizados los puntos negros, se logró una contrastación de los parámetros obtenidos en campo, con los establecidos en los manuales de diseño geométrico, así como también con la señalización, de acuerdo a las normas vigentes, y por consiguiente realizar un plan de mitigación de estos puntos negros para así mejorar la seguridad del usuario.

1.1. PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

En la actualidad, la tasa de fallecidos en accidentes de tránsito es mayor a la tasa de homicidios a nivel nacional. En el año 2017, la tasa de fallecidos en accidentes de tránsito por cada 100 000 personas fue de 8.2, mientras que la tasa de homicidios por cada 100 000 personas fue de 7.8. En el período que comprenden los años 2013 al 2017, la tasa



de fallecidos en accidentes de tránsito ha sido superior a la tasa de homicidios en cada uno de los años. (Ministerio del Interior, 2018)

En el año 2017, Lima fue la región con mayor número de accidentes de tránsito (49 208), seguido de Arequipa (5 157) y La Libertad (4 604). Por otro lado, los departamentos con menor cantidad de accidentes de tránsito en el mismo año fueron Huancavelica y Pasco con 220 y 121, respectivamente. En cuanto al número de fallecidos en accidentes de tránsito, Lima registró un total de 715 fallecidos en accidentes de tránsito durante el año 2017, seguido de Puno y Cusco con 235 y 233, esto según el Anuario estadístico 2017 publicado por la Policía Nacional del Perú. Por consiguiente, se considera a los accidentes de tránsito uno de los principales indicadores de mortalidad, además, se debe resaltar que generan daños sociales, materiales y hasta personales, siendo un riesgo inminente y una constante preocupación por parte del usuario del vehículo automotor. La vía Juliaca – Marangani no es ajena a la accidentabilidad vehicular, ya que esta ruta presenta un gran tráfico de vehículos.

Por lo tanto, se realiza la presente investigación, para analizar cuál es la problemática que afecta directamente a la aparición de punto negros en la vía. En este sentido, en primer lugar, se identificó cuáles son las zonas de mayor accidentabilidad en la vía Juliaca – Marangani, según a la metodología de la TRB (TRANSPORTATION RESEARCH BOARD), para luego analizar el diseño geométrico en base a la normatividad vigente (DG - 2018); también evaluar la condición actual de los dispositivos de tránsito automotor, seguidamente formular un plan de mitigación para así reducir la tasa de mortalidad ocasionados por los constantes accidentes de tránsito en la carretera Juliaca – Marangani.



1.2. PROBLEMA DE INVESTIGACIÓN

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

- ¿De qué manera la normatividad vigente influye en la aparición de puntos negros en la vía Juliaca – Marangani?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS

- ¿Cuál es la relación que existe entre el diseño geométrico de carreteras y la presencia de puntos negros en la vía Juliaca - Marangani?
- ¿Cuál es la relación que existe entre el manual de dispositivos de control de tránsito y la presencia de puntos negros en la vía Juliaca - Marangani?
- ¿Cuál es el nivel de relación entre los accidentes de tránsito y el flujo vehicular en la vía Juliaca - Marangani?

1.3. OBJETIVOS DE INVESTIGACIÓN

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

- Analizar bajo la normativa vigente, el diseño geométrico de la vía y la correcta instalación de los dispositivos de control de tránsito, los cuales son factores que influyen en la aparición de puntos negros en la vía Juliaca – Marangani.

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Explicar la relación existente entre el Diseño Geométrico de carreteras y la presencia de puntos negros en la vía Juliaca - Marangani.
- Explicar la relación existente entre el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito y la presencia de puntos negros en la vía Juliaca - Marangani.
- Determinar la relación entre los accidentes de tránsito y el volumen vehicular.



CAPITULO II

REVISIÓN DE LITERATURA

2.1. ANTECEDENTES TEÓRICOS

2.1.1. ANTECEDENTES INTERNACIONALES

Rivera, F. y Mendoza, A. (2002). Este trabajo tiene por objeto presentar una metodología para generar propuestas de mejoramiento para “Puntos Negros”, ilustrando asimismo su aplicación a un caso específico. Se aplicó el método de los índices de accidentabilidad en los 8 puntos negros detectados en base a los datos de accidentes de tránsito recopilados por el CAPUFE, el cual tuvo un periodo temporal de estudio de 5 años (1996 - 2000), entre los kilómetros 66+000m – 66+800 de la autopista de cuota México – Cuernavaca, evaluándose también el diseño geométrico, las distancias de visibilidad y la velocidad de operación vehicular. El artículo es descriptivo del tipo aplicada. Como resultado se consiguió mejorar la seguridad de las zonas estudiadas y disminuir los siniestros en las mismas. Como conclusiones se tiene: La finalidad perseguida es ayudar a reducir la accidentalidad, lo que requiere de una actitud constructiva por parte de todos los involucrados. Un enfoque que trate de fundamentar la causa del accidente debe tener en cuenta el comportamiento del conductor, así como también el entorno y las características de la carretera.

Pérez, I. (1997). Este artículo tiene por objetivo analizar los accidentes acaecidos en una red de carreteras, teniendo como problema de que éstos no están uniformemente distribuidos, sino que tienden a agruparse en ciertas zonas conocidas comúnmente con el nombre de puntos negros o emplazamientos peligrosos. Los ingenieros de tráfico han constatado que una de las formas más



fructíferas de mejorar la seguridad en la circulación es actuar sobre estos emplazamientos peligrosos con el fin de eliminar la ocurrencia de accidentes en los mismos. Existen diferentes herramientas y métodos que permiten la mejora de la seguridad en la circulación mediante la identificación de los emplazamientos peligrosos, estos son: El método del número total de accidentes, método del índice de accidentes, método del número total-índice de accidentes, método del índice de control de calidad, método de la capacidad de reducción de accidentes y método del índice de gravedad de accidentes. Un primer paso consiste en la obtención de los datos de accidentes de circulación a partir de los cuestionarios estadísticos cumplimentados por la Agrupación de Tráfico de la Guardia Civil. Con estos datos de accidentes y los de la propia infraestructura se procede a identificar aquellos emplazamientos con una mayor incidencia y gravedad de accidentes. La identificación de emplazamientos peligrosos descansa esencialmente en la obtención del número de accidentes registrados en los mismos; aunque, como se verá más adelante, en la localización de tales emplazamientos suelen intervenir también otras variables que permiten una mayor exactitud en el análisis. Una de las conclusiones a destacar es: En la actualidad no existe un método infalible de identificación de puntos negros, y cualquiera de los descritos anteriormente daría como resultado las siguientes deficiencias: Identificarían una serie de emplazamientos denominados falsos positivos, los cuales corresponden a aquellos emplazamientos que han sido identificados como puntos negros, cuando realmente no lo son. No identificarían una serie de emplazamientos denominados falsos negativos, los cuales corresponden a aquellos emplazamientos que no han sido identificados como puntos negros, cuando realmente lo son.



JAKIMAVIČIUS, M. (2018). El objeto de esta investigación es el de evaluar las distintas carreteras lituanas en busca de garantizar una mejoría en la seguridad con respecto a los accidentes, ya que, en los últimos años, se vienen registrando un incremento de los mismos que desembocan en pérdidas materiales y humanas. Los accidentes de tránsito lituanos se evaluaron con base en los sistemas de información geográfica y el método de criterios múltiples del Proceso de Jerarquía Analítica. Este documento presenta la metodología para seleccionar y clasificar secciones de alta concentración de accidentes en las carreteras de importancia nacional. La metodología Ahp implica las siguientes fases del proceso: 1) preparación de datos espaciales de los accidentes de tráfico; 2) estimación de tramos de carretera con una alta tasa de accidentes; 3) cálculo de estadísticas espaciales para la estimación de puntos de accidente y puntos calientes; 4) selección de indicadores para la evaluación de criterios múltiples; 5) cálculo mediante el método del proceso de jerarquía analítica y clasificación de las secciones seleccionadas de alta concentración de accidentes. La evaluación de la agrupación espacial de accidentes y puntos calientes se llevó a cabo siguiendo las tecnologías de geo-información y utilizando las estadísticas de Getis-Ord G_i^* y las funciones de densidad de puntos. Este criterio geoespacial se integró en la evaluación multicriterio para clasificar las secciones de alta concentración de accidentes utilizando el método del Proceso de Jerarquía Analítica. El método presentado es útil para varias agencias con el fin de mejorar sus estrategias de planificación y gestión para mejorar las condiciones del tráfico, así como para reducir el número de accidentes. El resultado de la investigación presenta la metodología de selección de accidentes peligrosos.



Matirnez, A. Mantaras, D. A. y Luque, P. (2013)., Texto traducido: [Este estudio tiene por objeto: Evaluar la posibilidad de inducir una reducción sustancial de la velocidad en una sección peligrosa utilizando contramedidas perceptivas para mejorar la seguridad a través de una solución de bajo costo. Los accidentes de tráfico son una de las principales causas de pérdida de vidas en Europa. La velocidad inapropiada o excesiva es uno de los mayores contribuyentes a los accidentes de tránsito y tiene un efecto más fuerte sobre la gravedad de las lesiones que casi cualquier otro factor de riesgo conocido. Para validar la solución, la metodología propuesta se aplicó a una carretera en el norte de España con un número significativo de accidentes por km, incluidos los efectos del volumen del tráfico (un punto negro). Este documento describe la solución propuesta y presenta los resultados, que muestran que una solución de bajo costo puede reducir la velocidad del tráfico y los accidentes, usando el método de índice de peligrosidad para la identificación de los puntos negros, evaluándose así un caso en particular el cual está ubicado en el km. 6.00 de la carretera principal AS-19 entre las ciudades de Gijón y Aviles, los accidentes en este tramo fueron de 16, equivalente al 44% de los accidentes mortales en la carretera AS-19, estudiados en un periodo de 5 años, en donde la causa principal de los accidentes fue el exceso de velocidad, analizándose así este parámetro, se recolecto la velocidad de operación de 9100 vehículos antes de aplicar las contramedidas de percepción, en donde el 8% supero la velocidad límite de 90 km/h. y el 90% estuvo por encima de los 60 km/h. en el tramo, luego de la aplicación de estas contramedidas, las velocidades se redujeron a un 0% en vehículos que superaron la velocidad límite de 90 km/h y apenas el 8% supero la velocidad de 60 km/h.].



2.1.2. Antecedentes Nacionales

Huamancayo, C. (2012); el presente trabajo tiene por objetivo evaluar los T.C.A. en la vía libertadores y su propuesta de mitigación. El tipo de metodología presentada en esta investigación es explicativo del tipo cuantitativo. Por otro lado, se pudo obtener la correlación que existe entre el volumen vehicular y el número de accidentes, dando como indicador el valor 0.853, concluyéndose que existe una correlación lineal entre estas 2 variables. Y como conclusión: Se han identificado trece sectores de concentración de accidentes a través de la metodología de tasa de accidentes, número de accidentes, y numero – tasa, ya que considera T.C.A., aquellos sectores donde se produjeron tres a más accidentes, en los cuales particularmente no son las más viables.

Chambi, J. y Suaña, C. (2017); el objetivo de este trabajo es analizar según la normativa vigente, DG - 2014 y el MDCT como factores que influyen en los T.C.A. en la vía Puno – Juliaca y formular acciones para mejorar su prevención. La presente investigación posee una metodología del tipo cuantitativa – aplicada. En base a la evaluación de los elementos geométricos de la vía se verificó la relación que existe entre estos y los T.C.A., ya que los elementos geométricos de la vía y secciones rectas de los T.C.A. no cumplen con los estándares del DG-2014. Como conclusión se tiene: En base al método TRB se identificó 10 tramos de concentración de accidentes. Se comprobó que existe correlación entre el volumen vehicular y el acumulado de accidentes ocasionados en la vía; la correlación de 0.873 que existe entre estas variables.

Guillermo, D. (2018). La presente investigación propone la aplicación de medidas de bajo costo en dos puntos negros, los cuales son tramos de vía con accidentes frecuentes, como medida reactiva en nuestro medio para reducir los



accidentes de tránsito. La metodología aplicada se origina con la revisión literaria ahondando en temas de accidentes de tránsito y medidas ingenieriles de bajo costo. Luego se identificará puntos negros en la ciudad de Lima. Este proceso consistirá en la visita a comisarías y municipalidades para la recolección de data acerca de los accidentes de tránsito registrados. Una vez identificados los puntos negros a tratar, se realizará un trabajo de campo con el fin de analizar los diferentes factores que generan conflictos desde las diferentes perspectivas de los usuarios de la vía. Finalmente, se diseñará un plano implementando medidas ingenieriles de bajo costo.

Los diseños planteados son el resultado de los problemas detectados en los diferentes puntos. Dado que ambos puntos presentan circunstancias y problemas diferentes, las medidas ingenieriles de bajo costo aplicadas en una no se replican de la misma forma que en la otra. De esta forma se concluye que, en los 2 puntos negros identificados por un reporte emitido en el año 2015 por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, no existe una fórmula general para la aplicación de medidas ingenieriles de bajo costo, sino que cada punto es único y requiere su propio análisis.



Marquez, J. A. (2018). En la presente investigación se determinó la seguridad vial, para reducir los índices de accidentes viales, con la finalidad de proponer mejoras de solución en la seguridad vial de la carretera, garantizando un mejor nivel de seguridad y confianza en los usuarios. El proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación descriptivo, con orientación aplicada, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo; con un diseño no experimental, transversal y retrospectivo. Se emplearon documentos e inspecciones de campo como fuentes para la recolección de datos; además se empleó el análisis documental y la observación de campo como técnicas para el recojo de la información, con fichas bibliográficas y la observación sistemática o estructurada (listas de chequeo) como instrumentos de recolección de datos respectivamente. Para la determinación de la seguridad vial y el cumplimiento de los objetivos planteados, se utilizó como herramienta principal las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV) ya que se evaluó una vía rural en operación; y las listas de chequeo como herramientas de apoyo para diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la carretera, que nos sugiere utilizar el Manual de Seguridad Vial (2017) elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones. De esta manera se pudo concluir que, la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica no es la adecuada, por lo cual se plantean mejoras de solución y acciones correctivas para que sean adoptadas por la autoridad encargada de la vía, con el fin de brindarles a los usuarios mayor seguridad, y así reducir los índices de accidentes viales. Se determinó que los tramos potencialmente peligrosos en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica son desde el km 07+000m hasta el km 49+000m, tal como se indica en



el análisis e interpretación de resultados, de manera complementaria se constató que de los 31 accidentes de tránsito ocurridos durante el periodo 2014 - 2017 en donde se obtuvo como consecuencia 25 fallecidos, 43 heridos y gran cantidad de daños materiales, el 77% de accidentes se dieron por el tipo despiste (incluye despiste, despiste-choque, despiste-volcadura); y el 100% de víctimas fatales se dieron en los tramos que van desde el km 37+000m al km 49+000m por el tipo de accidente despiste-volcadura (al abismo).



2.2. BASES TEÓRICAS

2.2.1. ACCIDENTE DE TRANSITO

Es el que ocurre sobre la vía y se presenta súbita e inesperadamente, determinado por condiciones y actos irresponsables potencialmente previsibles, atribuidos a factores humanos, vehículos preponderantemente automotores, condiciones climatológicas, señalización y caminos, los cuales ocasionan pérdidas prematuras de vidas humanas y/o lesiones, así como secuelas físicas o psicológicas, perjuicios materiales y daños a terceros. (Instituto Nacional de Estadística y Censo – Panamá [INEC], 2017, p. 1)

Pero según el Reglamento Nacional de Tránsito, indica que un accidente de tránsito es un, evento que causa daño a personas o cosas, que se produce como consecuencia directa de la circulación de vehículos.

“Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada” (Ministerio de Transportes y Comunicaciones [MTC], 2013, p. 2).

A consecuencia de estos accidentes la OMS, dio a conocer que las pérdidas socioeconómicas por país, generadas por accidentes de tránsito cuestan a la mayoría de los países un 3% del Producto Bruto Interno (PBI), porcentaje considerable y que afecta la economía del Estado y, por tanto, su desarrollo (OMS, 2015).

No obstante, llamaremos accidente de tránsito cuando, algún factor contribuya a producir un accidente en la circulación de al menos un vehículo por una vía, entonces se dirá que es un accidente vial. (Radelat, 1964)



2.2.2. TIPOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO

Los accidentes viales suelen ser de varios tipos. Dextre (2001) refiere que:
Se pueden distinguir los siguientes tipos de accidentes viales:

Choques y Proyección: Sí un vehículo tiene contacto con un objeto fijo como: poste, árbol, casa u otro vehículo, pero este último sin movimiento, se tratará de una proyección, si ambos vehículos se encuentran en movimiento, será un choque.

- 1) Atropellos: Necesariamente una unidad vehicular desplazándose hacia un ser o seres, que están quietos o en movimiento.
- 2) Caídas: Cuando una persona se cae de la unidad vehicular.
- 3) Fallas mecánicas y/o eléctricas de: frenos, Pérdida de dirección del timón: muy seguidamente suceden con los frenos y el control de dirección.
- 4) Pérdidas de control: Sin causar choque ni tampoco atropello, salida de los bordes delimitadores de carreteras, invasión de áreas prohibidas para el uso de los vehículos.
- 5) Volcaduras: En ocasiones, un vehículo descontrolado se desliza sobre cualquier parte de su carrocería
- 6) Choque y atropello: en primer lugar sucede un choque, consiguientemente se produce un atropello como consecuencia del primero.
- 7) Atropello y choque: en primer lugar pasa el atropello y al tratar de esquivar este, ocasiona un choque.
- 8) Accidentes por carga: pasajeros, comúnmente recogidos en la vía, que viajan con el equipamiento o carga y se accidentan producto de los



movimientos del vehículo ocasionados por baches, reductores de velocidad y otros; cargas que se ladean bruscamente producto de una elevada velocidad en una vuelta y ocasionan lesiones.

- 9) Vehículos en pendientes: Dejan su posición estática moviéndose hacia la dirección de la pendiente descendente y ocasionando algún tipo de accidente.

2.2.3. FACTORES CAUSANTES DE LOS ACCIDENTES DE TRANSITO

En el Perú, el principal medio de transporte es el vehicular ya que nos permite desplazarnos a diferentes lugares, pero existen diferentes factores que afectan al grado de accidentabilidad, y estas son el medio ambiente y la infraestructura vial (diseño geométrico, señalización horizontal y vertical, las condiciones periféricas de la vía,); el vehículo automotor (antigüedad, revisiones técnicas, seguros, etc.); y el factor humano o del individuo (desde la óptica de conductor del vehículo y como perteneciente del entorno de la vía)son un mal uso de este vehículo (fallas mecánicas o factores humanos), estos son algunos de los factores de que varias personas nunca hayan llegado a su destino ya que sufrieron un accidente de tránsito.

AUSTROADS (2002) enfatiza que, estudios demuestran que existen tres principales factores que usualmente combinados en una cadena de eventos contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito:

- Usuarios de la vía: conductor o peatón (Factor Humano)
- Vías y medio ambiente (Factor entorno de la Vía)
- Vehículo (Factor Vehículo)



A) Usuarios de la vía: conductor o peatón (Factor Humano)

AUSTROADS (2002); nos indica que, *“el conductor, al ser el usuario principal en un sistema de tránsito, afecta directamente la seguridad de una vía; el grado de peligro que éste pueda causar dependerá de factores como la experiencia, el estado de ánimo, el cansancio u agotamiento, la edad, el sexo y otros sentidos indispensables para maniobrar, alcohol, excesiva velocidad, imprudencia del conductor o peatón, el uso de celular, etc. Son comúnmente identificados como causas de accidentes de tránsito con consecuencias fatales y por ello, son sólo controlables mediante normas o reglas de tránsito.”*

B) Vías y medio ambiente (Factor entorno de la Vía)

Para, AUSTROADS (2002), *“el entorno de la vía y los aspectos que influyan directamente en éste tales como la falta de mantenimiento, el tipo de pavimentación, el trazo de la vía, el mal tiempo y las deficiencias en la señalización pertenecen al segundo grupo de factores que más generan accidentes de tránsito; a este tipo de factores son a los que una ASV o ISV, se enfoca en disminuir pues ambas buscan mejorar la seguridad de la vía sin influir directamente en los usuarios mediante normas o reglas.”*

C) Vehículo (Factor Vehículo)

Según AUSTROADS (2002), *“el tipo de vehículo o condición del mismo es el factor que en menor proporción influye en la ocurrencia de accidentes en las vías; en este grupo se incluyen fallas mecánicas, neumáticos reventados, falta del mantenimiento del vehículo, cambios*



estructurales en el vehículo (timón cambiado o modificación de tamaño de cabina), vehículos con carga extra, etc.”

2.2.4. CLASES DE ACCIDENTES DE TRANSITO

Los accidentes de tránsito se clasifican en cuatro tipos, esto según Huamancayo (2012) en base a la referencia de Chihuán (2011):

2.2.4.1. ACCIDENTES DE TRÁNSITO SIMPLE

Según Chihuán (2011), sostiene que, son todos aquellos en los que participa un solo vehículo en movimiento sobre la vía de circulación y con una relación directa o indirecta del elemento hombre, estos son: choque, volcadura, incendio y despiste.

- Los choques, vienen a ser el impacto de un vehículo con otro objeto fijo o en movimiento, dentro de estos tenemos: choques frontales, angulares, laterales y posteriores.
- Las volcaduras, son la rotación que le ocurre con respecto a su eje longitudinal de un vehículo en movimiento, esto por cualquiera de sus lados, atrás y adelante, estos son de tipo tonel y campana.
- Los incendios, se producen principalmente por una falla en el sistema mecánico o eléctrico; este siniestro, puede consumir parcial o totalmente la unidad.
- El despiste, se produce cuando la unidad vehicular, sale o abandona total o parcialmente de la carpeta de rodadura.



2.2.4.2. ACCIDENTES DE TRÁNSITO MÚLTIPLE.

Chihuán (2011), indica que, en estos siniestros intervienen por lo menos dos vehículos en movimiento o un vehículo en traslación y un peatón, estos pueden ser por causas de un choque o por la caída de un pasajero.

- El choque es el impacto de un vehículo, con otro, ambos estando en movimiento, estos pueden ser clasificados en: Choque frontal, por embiste, por alcance y lateral.
- Las caídas de pasajero se producen generalmente en vehículos de transporte urbano de pasajeros y puede suceder, dentro del mismo vehículo o al ingresar o salir del mismo.

2.2.4.3. ACCIDENTES DE TRÁNSITO MIXTOS

En base a Chihuán (2011), indica que, se trata de casos en los que se combinan un solo accidente y un solo choque y viceversa u otros accidentes pueden ser, por ejemplo:

- Choque por embiste múltiple.
- Despiste simple y atropello múltiple.

2.2.4.4. ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN CADENA

Son accidentes con al menos tres vehículos involucrados y en contacto entre sí. Para tener esto en cuenta en la clasificación, el evento debe tener lugar en un carril de tráfico, los vehículos deben viajar en la misma dirección y al menos el último vehículo golpeado por detrás debe estar en movimiento.



2.3. SEGURIDAD VIAL

La seguridad vial es un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales. (MINSA, 2005)

Mientras que el glosario de términos del MTC (2018), define seguridad vial como; el 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.

A consecuencia de la falta de seguridad vial en los usuarios de las vías, es que sucede lo siguiente:

(Extraído y adaptado del documento Traffic Safety by Dr Tarek Sayed, P. Eng, Department of Civil Engineering University of British Columbia, 1996); La seguridad vial ha sido una gran preocupación desde la aparición de los automóviles hace unas 12 décadas. A pesar de esta preocupación, los problemas de seguridad vial no solo han persistido a lo largo de los años, sino que van en aumento, lo que genera enormes costos sociales y económicos. En general, se acepta que hay muchos costos asociados con los vehículos en movimiento, como la contaminación del aire, el ruido, la contaminación visual y las colisiones. Sin embargo, los costos económicos y sociales asociados con los accidentes de tránsito, tales como daños a la propiedad (automóviles y otros), lesiones y muerte por accidentes de tránsito, con consecuencias dolorosas y miserables para miles de personas, son muy superiores a los demás costos asociados con el transporte en automóvil; en 1995, hubo 534 muertes en carreteras, cerca de 50.000 heridos y 180.000 accidentes con daños a la propiedad en la Columbia Británica, el costo

directo anual para esta provincia del oeste de Canadá se estima de forma conservadora en 2.000 millones de dólares canadienses; por tanto, no debe subestimarse la importancia de reducir los costes económicos y sociales de los accidentes de tráfico.

Según un estudio de la Organización Mundial de la Salud (OMS, 1990) nos indica que, más de un millón de personas habían perdido la vida en un accidente de tránsito, por lo que se hace referencia al diagnóstico de seguridad vial a nivel mundial. “Esto significa que, de no emprenderse las acciones pertinentes, se prevé que en el 2020 las lesiones causadas por el tránsito sean el tercer responsable de la carga mundial de morbilidad y lesiones” (ONU, 2010)

Tabla 1

Causas Principales de Mortalidad en el Mundo.

1988	2000
AFECCION O TRAUMATISMO	AFECCION O TRAUMATISMO
1. Infecciones de las vías respiratorias inferiores.	1. Cardiopatía isquémica
2. VIH/SIDA.	2. Depresión unipolar grave.
3. Trastornos perinatales.	3. Lesiones por accidente de tránsito
4. Enfermedades diarreicas.	4. Enfermedad cerebro vascular
5. Depresión unipolar grave.	5. Enfermedad pulmonar obstructiva
6. Cardiopatía isquémica	6. Infecciones de las vías respiratorias inferiores.
7. Enfermedad cerebro vascular.	7. Tuberculosis.
8. Paludismo.	8. Guerras.
9. Lesiones por accidente de tránsito.	9. Enfermedades diarreicas.
10. Enfermedad pulmonar obstructiva.	2. VIH/SIDA.

Nota. Fuente: OMS, pruebas, información y políticas, 2000



2.4. PUNTOS NEGROS

En términos simples para el Ministerio de Transporte y Comunicaciones, punto negro se denominan a zonas en donde existe una alta tasa de incidencia de accidentes de tránsito. Sin embargo, no existe una definición universal de punto negro debido a que se necesita mayor detalle para una definición más clara debido a que existe ambigüedades en relación a ciertas características técnicas. (MTC, 2015)

Según el Ministerio de Salud del Perú (2005), es un tramo de vía donde se han producido cinco o más accidentes de tránsito con muertos o heridos por año. Sin embargo, para trabajar una definición más específica de punto negro según el plan piloto de seguridad vial, se puede definir un a los puntos negros como:

“Tramo N° de vía de 1 km de longitud en el que durante un periodo de tres (3) años se han registrado tres (3) o más accidentes con víctimas y además su índice de peligrosidad o el de mortalidad sea igual o superior a dos veces el índice medio de peligrosidad o de mortalidad de los tramos pertenecientes a sus categorías”

Según el Grupo de Seguridad Vial y Accidentes de tráfico (2007); El concepto de punto negro, o tramo de concentración de accidentes, no es único y depende de quién está utilizándolo para que se le atribuya un significado u otro. No obstante, las distintas definiciones sí que poseen un común intento de identificar tramos de una carretera, de mayor o menor longitud, en los que determinados índices relacionados con el número y gravedad de accidentes, así como con la intensidad de tráfico que soporta la vía.



Por lo tanto, la definición de punto negro o también denominado T.C.A., para la presente investigación es la siguiente; zonas (tramos) donde existen una alta incidencia de accidentes de tránsito. Esta alta incidencia de accidentes puede ser expresado en términos de alguna medida, tal como frecuencia, tasa, severidad o una combinación de todas. (Zambrana, 2010).

2.4.1. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS NEGROS

(Mendoza y Muñoz, 2016) indica que; Su identificación se basa en la gestión de Tramos de concentración de accidentes (T.C.A.s). Las actuaciones en los T.C.A. deben cumplir tres condiciones con el fin de lograr una reducción eficaz de la siniestralidad:

La acumulación de accidentes debe tener relación con alguna característica de la vía, de su entorno o íntimamente relacionado con otros factores como el humano, y no ser aleatoria.

Se deben identificar los factores que contribuyen a que se acumulen los accidentes, y diseñar y ejecutar las medidas para corregirlos.

En el diseño de las medidas deben tenerse en cuenta las características del itinerario del que forma parte el tramo tratado, y favorecer su homogeneidad, para evitar que el problema tratado se traslade a las zonas adyacentes.

2.5. TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES DE TRANSITO

El concepto de tramo de concentración de accidentes es un concepto nuevo que viene a sustituir al tradicional punto negro. (Astochao, 2015).

De acuerdo con Berardo (2015); nos dice que un tramo de concentración de accidentes (T.C.A.), es aquel tramo de carretera en el que



estadísticamente el número de accidentes que se producen, es significativamente más alto que el valor medio de los que tienen lugar en tramos análogos de la red; así en la definición de los T.C.A. interviene el tipo de vía, la intensidad de tráfico, y el número de accidentes.

La ley provincial N° 8560 de la provincia de Córdoba, Argentina define qué; es aquel tramo de carretera que presenta un riesgo intrínseco de accidente significativamente superior a la media, en tramos de características semejantes, y en el que, una actuación de mejora, puede conducir a una reducción efectiva de la accidentalidad, independientemente de los efectos aleatorios.

2.5.1. IDENTIFICACIÓN DE PUNTOS NEGROS MEDIANTE LA LEY PROVINCIAL N° 8560

2.5.1.1. MÉTODO DE ÍNDICE DE PELIGROSIDAD

La Ley de Tránsito N° 8560 (2004) “de la Provincia de Córdoba y sus decretos reglamentarios establecen, en el Anexo C del artículo N° 72, la metodología para el análisis de los accidentes de tránsito. Se utiliza los siguientes índices”:

- **ACV:** Cantidad de accidentes de tránsito, anexando víctimas en un inventario, a lo largo de un año.
- **IP:** Índice de Peligrosidad en un tramo, itinerario o red: número de accidentes con víctimas por cada cien millones de vehículos-kilómetros recorridos por año en ese tramo, itinerario o red. (Ecuación 1).
- **IM:** Número de personas fallecidas por cada 100'000,000 de vehículos-kilómetros (MKV) recorridos por año en un tramo establecido. Es conocido como Índice de Mortalidad, es indicativo de la gravedad de los accidentes. Se incluyen todas las rutas pertenecientes a la red en estudio, divididas en tramos de 1km de longitud. (Ecuación 2).
- **Zona:** Urbana, interurbana
- **Tipología:** Autopista, autovía, vía rápida, ruta convencional.

$$IP = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes c/victimas por año. } 10^8 \text{ (veh. km)}}{\text{Volumen anual (veh). Longitud del tramo (km)}} \dots (1)$$

$$IM = \frac{N^{\circ} \text{ de muertos por año. } 10^8 \text{ (veh. km)}}{\text{Volumen Anual(veh). Longitud de Tramo(km)}} \dots \dots (2)$$

Se identificarán como tramos de concentración de accidentes (T.C.A.), aquellos en que se verifiquen las condiciones señaladas en la Tabla N° 02:

Tabla 2

Parámetros para identificar tramos con concentración de accidentes.

TIPOLOGIA	ZONA	RANGOS DE TMDA (VEH/DIA)	CONDICIONES
Autopistas	Llana	>80.000	IP>30 o ACV/año>9
Autovías	Ondulada	>40.000 y <80.000	IP>35 o ACV/año>5
Vía Rápida	Montañosa	<40.000	IP>40 o ACV/año>3
	Urbana o		IP>70 o ACV/año>3
Ruta	rural llana,	>7.000	IP>100 o
convencional	ondulada o	<7.000	ACV/año>3
	montañosa		

Nota. Fuente: Ley Provincial de Tránsito N°8560. Anexo C.

De acuerdo a la ley N° 8560 (2004) nos indica que; Se han determinado los indicadores de accidentalidad para subtramos de 1 km de longitud, en función de los datos disponibles de los registros de accidentes.

El índice de peligrosidad (IP) depende del comportamiento del usuario, el rendimiento del vehículo, las características de la vía, entorno, tráfico y factores que son ajenos a su predicción. Para reducir el componente aleatorio, el tiempo de análisis considerado tiende a extenderse.

Las características del camino y del entorno definen lo que puede denominarse "riesgo intrínseco" asociado con la sección del camino en las condiciones actuales. El riesgo intrínseco tiende a variar según el tipo de la vía (automóvil, autopista, vía regular), región (urbana, interurbana, intersección,



segmento de vía). Rango de flujo de tráfico. Cada vez que aumenta el volumen de tráfico, el cociente de peligrosidad tiende a disminuir; sin embargo, en cierta medida, dependiendo del tipo de azúcar, puede considerarse prácticamente constante.

Sobre la base de las características anteriores, se pueden determinar grupos de tramos que son idénticas en términos de su seguridad, ya que sus características al ser analizadas por separado tienden a compartir datos similares a los otros tramos.

En países avanzados en términos de desarrollo han implementado diferentes procesos estadísticos con la finalidad de determinar el "valor normal" del riesgo intrínseco. En base a ello, se establece un valor crítico para cada conjunto a partir del cual se estima que el índice de peligrosidad es significativamente alto y responde a desviaciones del riesgo intrínseco de la pieza respecto de la normalidad.

En consiguiente y deduciendo de la ecuación (1), se puede expresar la ecuación de (ACV) en:

$$ACV = \frac{IP.Volumen\ anual}{10^8} \dots\dots (3)$$

De donde, la alta accidentalidad puede obedecer a cualquiera de los dos factores, y, por lo tanto, las medidas que tienden a reducir la siniestralidad pueden actuar sobre uno u otro o sobre ambos. (Ley N° 8560, 2004)

2.5.2. IDENTIFICACIÓN DE T.C.A. SEGÚN MÉTODO DEL TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) (EEUU)

La TRB es apoyado por los departamentos de transporte estatales, agencias federales, incluyendo las administraciones que integran el departamento de



transporte de EE.UU., y otras organizaciones e individuos interesados en el desarrollo del transporte.

Para el presente estudio, utilizaremos los cuatro métodos mencionados anteriormente, y estos son los siguientes:

- Método de frecuencia de accidentes
- Método tasa de accidentes
- Método del control de calidad de la tasa
- Método del número – tasa

Según Berardo (2008), “sostiene que, el estudio teórico de cada método se compone de un análisis de sensibilidad sobre las variables involucradas, el que permite comprender el funcionamiento de las ecuaciones y analizar los límites de aplicación.”

2.5.2.1. MÉTODO DEL NÚMERO O FRECUENCIA DE ACCIDENTES

Según Timana (2005); la medida de la frecuencia de los accidentes de tránsito (CF por sus siglas en inglés), se define como el número de accidentes por sitio o ubicación durante un periodo de tiempo específico; si los CF observados se igualan o exceden un valor predefinido, la ubicación se considera peligrosa. Suelen usarse numerosas y diferentes longitudes y/o años de data. El criterio predefinido de frecuencia usualmente varía por tipo de área (urbana / rural) u otras variables como clase de la vía.

Este método es más simple, ya que solo evalúa la cantidad de accidentes de tránsito mas no la cantidad o volumen de tránsito. Pero cuando exista agrupamiento de accidentes tendremos una base en la cual la investigación será con fines de determinar si algún elemento de la vía pueda ser la causante de estos accidentes.

Para este método nos basaremos de acuerdo a la teoría de Berardo (2008) que afirma que al aplicar este método se debe subdividirse la red vial en estudio en tramos homogéneos de igual longitud (un kilómetro) asignando a cada tramo la cantidad de accidentes registrados, de esta manera se obtiene la cantidad de accidentes por kilómetro del tramo, inmediatamente, se define para tramos homogéneos el valor promedio de los siniestros; por último, puede considerarse T.C.A., a aquel tramo cuya cantidad de accidentes por kilómetro sea superior a la media de la vía más un desvío representado a través un coeficiente de mayoración.

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en un tramo}}{\text{Longitud del tramo}} \dots \dots (4)$$



$$N_m = \frac{\sum \text{accidentes en tramos homogéneos}}{\sum \text{longitud de tramos homogéneos}} \dots \dots (5)$$

Un tramo para este método será considerado T.C.A., solo si cumple la siguiente condición:

$$N_i \geq k.Nm \dots \dots (6)$$

$$\text{con } k \geq 1$$

En donde:

- **K:** es el factor de mayoración, este método recomienda que usemos el valor de 2 para las primeras aproximaciones.

¿QUÉ TAN EFICAZ ES ESTE METODO Y CUALES SON SUS CARACTERISTICAS A DESTACAR?

Este es el método más simple de los 4, ya que solo posee 3 variables.

El factor K simplemente nos sirve para ajustar la sensibilidad del método, ya que a medida que el factor sea uno mayor esta afecta inversamente a la cantidad de T.C.A. encontrados, pero si el valor de K disminuye la cantidad de T.C.A. aumenta.

Chamba (2013) sostiene que la consistencia de los resultados de este método no está garantizada, esto se debe a que el límite inferior de frecuencias a partir del cual un tramo es considerado peligroso se obtiene a partir de la media de la muestra en lugar de considerar un valor de la frecuencia con una probabilidad de ocurrencia dada, esto implica que, para dos muestras con igual media y distinta dispersión, el método no detecta la misma cantidad de T.C.A.

Según (Chambi & Suaña, 2017), admiten que la distribución de frecuencias puede ajustarse a una distribución normal, si para calcular el límite inferior de frecuencias a partir del cual un tramo es considerado peligroso se toma un valor de frecuencia que con alto grado de seguridad no se presenta habitualmente en la muestra, es decir que la probabilidad que se den frecuencias de accidentes mayores a esta es de $1-S$, siempre se tendrá el mismo nivel de confianza sobre los tramos detectados.

Al exigir que la frecuencia de accidentes de las partes peligrosas sea mayor o igual a la frecuencia obtenida, esto basado a su probabilidad de suceso, siempre se evaluará la misma zona de la campana gaussiana, obteniendo así resultados consistentes.

Según (Chambi & Suaña, 2017), para el cálculo de la frecuencia y la frecuencia media de accidentes, así como el desvío estándar se utilizan las siguientes ecuaciones:

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en un tramo}}{\text{Longitud del tramo}} \dots \dots (7)$$

$$N_m = \frac{\sum \text{accidentes en tramos homogéneos}}{\sum \text{longitud de tramos homogéneos}} \dots \dots (8)$$

$$N_\sigma = \sqrt{\frac{\sum (N_i - N_m)^2}{n - 1}} \dots \dots (9)$$

“Donde “ n ” es la cantidad de tramos considerados y N_σ es el desvío. Si se establece un grado de seguridad S , el valor límite de la frecuencia está dado por:”

$$S = \phi(K) \dots \dots (10)$$

$$N_{lim} = KN_\sigma + N_m \dots \dots (11)$$

“Donde ϕ es la función probabilidad acumulada y k se obtiene de la tabla 2 de distribución normal.”

Un tramo será considerado T.C.A. cuando se cumpla lo siguiente:

$$N_i \geq N_{lim} \dots \dots (12)$$

Para el valor de K se aplica la siguiente tabla:

Tabla 3:

Nivel de confianza en función del valor K

NIVEL DE CONFIANZA	VALOR DE K
0.999	3.575
0.995	3.077
0.95	1.645
0.9	1.282

Nota. Fuente: (Berardo, María, 2008)

En conclusión, para que este método sea eficaz se aplica el factor al desvío y adicionando el valor de la media para calcular el límite de la aplicación del método.

En cuanto a las características de este método las más representativas son las siguientes:

- La coherencia de los resultados obtenidos al aplicar determinados criterios estadísticos sirve para definir el valor límite de frecuencia a partir del cual se considera un tramo altamente peligroso.
- La longitud de los tramos en los que se divide la vía bajo estudio debe mantenerse constante en todo el trayecto ya que es especialmente sensible a esta variable.

2.5.2.2. MÉTODO DE LA TASA DE ACCIDENTES

Según Chambi y Suaña (2017), mencionan que en base a la metodología de la Transportation Research Board (TRB) indican que; a dos ubicaciones que registren el mismo número de accidentes no debiera atribuírsele idéntica peligrosidad si una de ellas duplica a la otra en cuanto a volumen de tránsito se refiere. El método de la Tasa de Accidentes considera esta variable. Además de la información básica sobre los accidentes y sus ubicaciones, se debe conocer los volúmenes de tránsito en todas éstas; y se debe, asimismo, estar en condiciones de calcular, a los efectos de realizar comparaciones con las ubicaciones específicas, las tasas de accidentes correspondientes al sistema vial en conjunto.

El método de la Tasa de accidentes comprende los siguientes pasos:

1. Ubicación de los accidentes en mapas de accidente.
2. Identificación del número de accidentes ocurridos, en el período de análisis y en cada tramo pre-establecido.
3. Cálculo de la tasa de accidentes real de cada tramo, en correspondencia con el período de análisis.

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo} \cdot 10^6}{TMDA \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud del tramo}} \dots \dots (13)$$

4. Se define la tasa media del sistema (T_m) de igual manera que la tasa del tramo, pero considerando la sumatoria de los accidentes, el tránsito medio y la longitud total del camino en estudio.

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes} \cdot 10^6}{TMDA_{media} \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud de carretera}} \dots \dots (14)$$

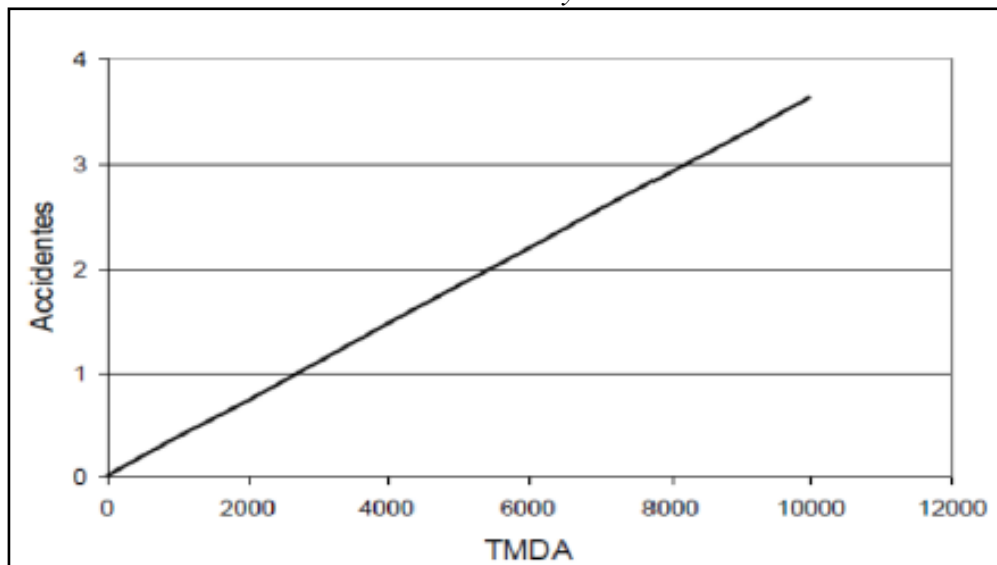
5. Selección de los valores de las tasas de accidentes indicativos de peligrosidad. Se considera práctico y realista adoptar un valor de aproximadamente el doble de la tasa media correspondiente al sistema en conjunto.
6. Si la tasa real en un lugar excede el valor mínimo establecido, se lo considera como peligroso y se lo incluye en la lista para la posterior investigación y análisis.

El propósito del valor mencionado en el paso 5 es controlar el tamaño de la lista de lugares por investigar; si el valor es grande, la lista será breve; y si es pequeño la lista será más extensa. La experiencia indicará a cada organismo el nivel apropiado.

¿QUÉ TAN EFICAZ ES ESTE METODO Y CUALES SON SUS CARACTERISTICAS A DESTACAR?

Este método posee lo que es una relación de linealidad entre las variables; volumen de tránsito y el número de accidentes de tránsito. Revisar Figura 1.

Figura 1:
Correlación entre el número de accidentes y el Transito Medio diario Anual.



Fuente: Berardo y otros, 2008.

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo} \cdot 10^6}{\text{TMDA} \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud del tramo}} \dots \dots (15)$$

Realizando un despeje de la variable accidentes de tránsito:

$$\text{Accidentes en el tramo} = \frac{T_i \cdot \text{TMDA} \cdot \text{N}^\circ \text{ dias} \cdot \text{Long del tramo}}{10^6} \dots \dots (16)$$

Por lo tanto, se sabe que existe una relación de linealidad para una tasa $T_i = \text{cte.}$ y longitudes iguales.

Para hallar el desvío estándar de la tasa media se obtiene con la siguiente formula:

$$T_\sigma = \sqrt{\frac{\sum (T_i - T_m)^2}{n - 1}} \dots \dots (17)$$

El valor límite de la tasa se calcula con la siguiente expresión hallada de la ecuación 17:

$$T_{lim} = K \cdot T_\sigma + T_m \dots \dots (18)$$

Por lo tanto, será considerado T.C.A. cuando un tramo cumpla lo siguiente:

$$T_i \geq T_{lim} \dots \dots (19)$$

(Chambi & Suaña, 2017) indican que: “significa que para bajos valores de tránsito pocos accidentes generarán una tasa elevada y viceversa. Identificar tramos con el método tasa puede ser engañoso si se trabaja con tránsitos bajos en algunos tramos y tránsitos muy altos en otros.”



De la misma manera que para el método del número, al aumentar la longitud de los tramos, la dispersión de la muestra disminuye, es por eso que los valores de la T_i se aproximan de manera significativa al valor de la tasa media, por lo tanto, para un mismo camino, con similar distribución de accidentes de tránsito, y al poseer el mismo factor de mayoración, el método determinó una mayor cantidad de T.C.A. en un estudio donde el camino se divide en secciones más cortas.

Para este método en específico se utiliza el criterio estadístico de la distribución normal, esto con el fin de establecer un límite de detección para que este método resulte eficaz.

Las características más esenciales son las siguientes:

- La longitud de los tramos en los que se divide la vía bajo estudio debe permanecer constante a lo largo de toda la vía, ya que esta es particularmente una característica que define a esta variable.
- Su aplicación es más compleja que en el caso del método numérico, sin embargo, cuando se dispone de datos confiables sobre el flujo de tránsito y registros completos de accidentes, su aplicación suele arrojar resultados más favorables.
- No descarta accidentes según la gravedad del caso (accidente con daños, ya sean materiales o personales, así como el deceso).
- La coherencia de los resultados obtenidos al aplicar determinados criterios estadísticos sirve para definir el valor límite de tasa a partir del cual se considera un tramo altamente peligroso.



2.5.2.3. MÉTODO DE NÚMERO - TASA

Según Chambi y Suaña (2017) mencionan que la metodología de la Transportation Research Board (TRB) fundamenta que; el método del Número-Tasa es aplicable a todos los sistemas de caminos, cualquiera sea su magnitud o la variación de los volúmenes de tránsito.

En la identificación de lugares peligrosos, es importante asegurarse de que la ocurrencia de accidentes en los lugares definidos como tales sea en realidad anormalmente alta. Uno de los riesgos que se corre al confiar sólo en números y tasas de accidentes es que las cifras pueden conducir a error cuando los volúmenes de tránsito varían a lo largo de una gama de valores amplia.

Un lugar con un número elevado de accidentes, o de accidentes por kilómetro, puede parecer peligroso. Pero si el volumen de tránsito es en él excepcionalmente grande, la tasa de accidentes puede no ser anormal.

El método se basa en el concepto de que, si tanto el número y la tasa de accidentes de un lugar superan en mucho al promedio, se puede tener una razonable certeza de estar ante un registro anormal de accidentes. Además, el método separa por tipo de caminos, (número de carriles, etc.), tipo de zona (rural o urbana) y control de accesos.

Los requerimientos de datos básicos comprenden: Período de tiempo, ubicación de los accidentes, longitud de tramos, volúmenes de tránsito y categorías de caminos.

Además, requiere establecer la ocurrencia media de accidentes correspondientes a cada categoría de calle o camino, por lo que debe calcularse el Número medio de accidentes por kilómetro (Nm.) así como el número medio de accidentes por millón de vehículos-kilómetro (es decir la tasa media Tm.).

El método define como T.C.A., a aquellos tramos cuya ocurrencia de eventos sea considerablemente mayor que la media, es decir cuyos números y tasas de accidentes superen - ambos - los valores límite, serán considerados peligrosos. Luego se tiene que para calcular la frecuencia de accidentes por kilómetro se procede de la siguiente manera:

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en un tramo}}{\text{Longitud del tramo}} \dots \dots (20)$$

$$N_m = \frac{\sum \text{accidentes en tramos homogéneos}}{\sum \text{longitud de tramos homogéneos}} \dots \dots (21)$$

(Chambi & Suaña, 2017) menciona que, “la tasa i de un determinado tramo y la tasa media son datos que van de la mano, ya que, la tasa media es la sumatoria de los accidentes, el tránsito medio y la longitud total de la vía.”

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo} \cdot 10^6}{\text{TMDA} \cdot \text{Número de días} \cdot \text{Longitud del tramo}} \dots \dots (22)$$

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes} \cdot 10^6}{\text{TMDA}_{\text{media}} \cdot \text{Número de días} \cdot \text{Longitud de carretera}} \dots \dots (23)$$

El método del número-tasa considera que un tramo es peligroso (T.C.A.) cuando:

$$N_i \geq k \cdot N_m \dots \dots (24)$$

$$T_i \geq k \cdot T_m \dots \dots (25)$$

¿QUÉ TAN EFICAZ ES ESTE METODO Y CUALES SON SUS CARACTERISTICAS A DESTACAR?

Este método es una síntesis de los dos anteriores métodos, ya que requiere el cumplimiento de las condiciones de los anteriores métodos. Esto asegura que



el tramo peligroso exhiba una cantidad anormal de accidentes (especialmente cuando éste presenta una baja exposición al tránsito).

Como se ha mencionado anteriormente, tanto el método del número, como el de la tasa son especialmente sensibles a la longitud elegida del tramo. Dado que ambos métodos condicionan la detección del T.C.A. a un desvío de sus N_i o T_i con respecto a sus valores medios (N_m y T_m), y considerando que a medida que se incrementa la longitud de los tramos, los valores de N_i y T_i presentan una menor desviación, es decir que el método presenta una menor sensibilidad a medida que la longitud del tramo aumenta.

En las ecuaciones 24 y 25 se tiene diferentes concepciones ya que una de ellas es sensible a la variación del volumen de tránsito. La ecuación 25 depende de los factores, volumen de tránsito y el número de accidentes; mientras que en la ecuación 24 no es dependiente del volumen de tránsito.

El objetivo de este método es identificar como peligrosos los lugares donde el número y la tasa de accidentes son inusualmente superiores y son fácilmente identificables en el sistema, para que de esta manera lograr eliminar de la lista de lugares peligrosos aquellos pasajes con tasas de accidentes más altas y bajas (es decir, bajo el tráfico).

Al ser una combinación de dos métodos, será eficaz de acuerdo al límite que se tome para la detección de los T.C.A.

Las características más esenciales son las siguientes:

- No discrimina los accidentes según su severidad (accidente con daños, con víctimas, con muertos).

- Los resultados pueden ajustarse a partir de los factores de mayoración k_N y k_T , esto permite una mayor flexibilidad en su aplicación y el análisis de los resultados.

(Chambi & Suaña, 2017), menciona que también poseen dos ventajas las cuales son las siguientes:

“Su aplicación no presenta complejidad que, en el caso del método de la tasa, sin embargo, cuando se poseen datos confiables de volúmenes de tránsito y registro de accidentes, su aplicación se traduce usualmente en resultados más satisfactorios.”

2.5.2.4. MÉTODO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA TASA

Chambi y Suaña (2017) se basan en la metodología de la Transportation Research Board (TRB), esta indica que, el método de control de calidad de la tasa, que es aplicable a toda la gama de volúmenes de tránsito y a los distintos tipos de vía, debe su nombre a que controla la calidad de los análisis aplicando "tests" estadísticos para determinar si la tasa de accidentes de un lugar en particular es inusual, con relación a una tasa media predeterminada correspondiente a lugares de características similares, los "tests" que se aplican se basan en la hipótesis comúnmente aceptada que supone el ajuste de los accidentes a la distribución de Poisson, entonces se tiene que:

$$P(n) = \frac{e^{-\lambda m} \cdot (\lambda m)^n}{n!} \dots \dots (26)$$

Donde:

- **P(n):** Probabilidad de que se generen n accidentes de tránsito en un punto en lapso temporal.

- λ : Tasa de accidentes esperada (en accidentes por MVK)
- m : Flujo vehicular durante el tiempo de análisis, (en MVK).

Según Chambi y Suaña (2017), apoyan a que, el objetivo del método es encontrar dentro de esta distribución aquel valor de "n" para el cual la probabilidad de ocurrencia es particularmente baja (menor al 5%), buscando con ello que los tramos detectados como peligrosos no sean producto del azar, sino de un defecto importante en la vía que contribuya a la inusual concentración de accidentes.

Para su aplicación práctica debe establecerse un límite superior de control de la probabilidad de ocurrencia de accidentes, es decir la probabilidad de que un tramo registre mayor o igual cantidad de siniestros que el valor de control, esto puede calcularse como sigue:

$$P(X \geq U) = P \dots \dots (27)$$

Donde:

- X: Numero observado de accidentes
- U: Límite superior de control
- P: Probabilidad limite predefinida

El límite crítico puede obtenerse de las tablas para la distribución de Poisson, por el contrario, esto resulta demoroso e impráctico. En lo llevadero, el límite crítico del sistema se obtiene a través de la siguiente formula:

$$P = \lambda + k \sqrt{\frac{\lambda}{m}} + \frac{0.5}{m} \dots \dots (28)$$

Según Chambi y Suaña (2017) sostienen que, el criterio adoptado para establecer la peligrosidad de un lugar, se basa en calcular para cada tramo en estudio, una tasa de accidentes crítica. Aquellos tramos cuyas tasas superen a la crítica, serán considerados TCA.

La tasa crítica se determina estadísticamente, en función de la tasa media de accidentes del sistema vial en conjunto, correspondiente a la categoría de vía que se trate, y el tránsito del lugar en estudio y se calcula de la siguiente manera:

$$T_{ci} = T_m + k \sqrt{\frac{T_m}{t_i} + \frac{0.5}{t_i}} \dots \dots (29)$$

Según Chambi y Suaña (2017), indican que, los primeros dos elementos de la ecuación resultan de la aproximación Normal a la ecuación de Poisson, mientras que el tercer elemento sirve como factor de corrección ya que la distribución de Poisson es discreta mientras que la Normal es continua.

Donde:

- **T_{ci}**: Tasa crítica de accidentes para el tramo i, en millón de veh - km (MVK).
- **T_m**: Tasa media de accidentes del sistema vial en conjunto, correspondiente a la categoría de la vía en estudio, expresada en MVK

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes} \cdot 10^6}{TMDA_{media} \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud de carretera}} \dots \dots (30)$$



- **T_i**: Cantidad de tránsito en el lugar durante el período de análisis, expresado en MVK

$$T_i = \frac{TMDA. \text{Numero de dias. Longitud del tramo}}{10^6} \dots \dots (31)$$

- **K**: Es una constante que nos indica el nivel de confianza en que las tasas de accidentes superiores a la tasa crítica no son resultados aleatorios. Es deseable un nivel de confianza del 95%, cuyo valor k sería igual a 1,645, pero se recomienda usar un valor de 1,5 para casos prácticos.

Si la tasa crítica del sistema, es excedida por la tasa de accidentes de un tramo, este se considera vulnerable a mayores casos de accidentes de tránsito.

Entonces, existe un T.C.A. solo si:

$$T_i \geq T_c$$

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo. } 10^6}{TMDA. \text{Numero de dias. Longitud del tramo}} \dots \dots (32)$$

¿QUÉ TAN EFICAZ ES ESTE METODO Y CUALES SON SUS CARACTERISTICAS A DESTACAR?

Para este método las variables que nos sirven son la tasa media T_m y el tránsito del tramo a evaluar t_i.

Chambi y Suaña (2017) sostienen que, “el cálculo de la tasa crítica del sistema depende únicamente de la variable t_i, por lo que, si a todas las partes se les asigna la misma longitud, la tasa crítica será solo una función del flujo de esa parte.”

$$T_i = \frac{TMDA. \text{Numero de dias. Longitud del tramo}}{10^6} \dots \dots (33)$$

Se denota que:

$$T_{ci} \rightarrow f(TMDA)$$

$$T_{ci} = T_m + k \sqrt{\frac{T_m}{t_i}} + \frac{0.5}{t_i} \dots \dots (34)$$

Se puede observar que el valor de T_c depende de una función con la siguiente forma:

$$T_c = \frac{1}{2t} + \frac{1}{\sqrt{2}} + cte \dots \dots (35)$$

Teniendo el caso que, en el límite para un valor de T_i que aproxima a 0, la tasa crítica va al infinito, mientras que para valores de T_i que aproximan al infinito, el valor de T_{ci} se vuelve constante, es decir la tasa media del sistema.

Chambi y Suaña (2017) explican que “esto se traduce como, para tránsitos bajos, la tasa crítica será alta, mientras que, para tránsitos altos, la tasa crítica se aproximará a la tasa media del sistema.”

Entonces solo existirá un T.C.A. si se cumple lo siguiente:

$$T_i \geq T_c = TCA$$

Donde:

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo. } 10^6}{TMDA. \text{Numero de dias. Longitud del tramo}} \dots \dots (36)$$

$$T_i = \frac{\text{Numero de Accidentes}}{t_i} \dots \dots (37)$$

Siendo:

$$T_{ci} = T_m + k \sqrt{\frac{T_m}{t_i}} + \frac{0.5}{t_i} \dots \dots (38)$$



Simplificando se llega que un tramo será T.C.A. si:

$$\text{Numero de Accidentes} \geq T_m \cdot T_i + k\sqrt{T_m} + 0.5 \dots \dots (39)$$

Chambi y Suaña (2017) nos dicen que, “considerando válida la hipótesis de que la tasa media del sistema puede ser tomada como una constante, y admitiendo que todos los tramos poseen la misma longitud, el límite de detección del método.”

Este método utiliza un control estadístico de las tasas de cada uno de los tramos en estudio; asume que la distribución de accidentes se adapta al modelo de poisson por lo que se requiere que la varianza de la muestra sea igual a la media.

Dado el caso en que la muestra de accidentes presente una dispersión importante, el método del control de calidad de la tasa a través del modelo de Poisson presentará resultados consistentes.

Las características más esenciales son las siguientes:

Según Chambi y Suaña (2017), asumen que los datos de accidentes se ajustan a través de una distribución de Poisson, a partir de la cual se aplican test estadísticos para detectar tramos, en los que la vía sea con cierto grado de certeza un factor importante en la ocurrencia de accidentes.

Según Chambi y Suaña (2017), Dado que se utiliza la distribución de Poisson en el ajuste de los datos, estos deben presentar una varianza igual a la media. Si la muestra es muy dispersa, es decir que la varianza sea sensiblemente mayor a la media, los resultados pierden consistencia.

Según Chambi y Suaña (2017), “para tránsitos bajos, exige altas tasas de accidentes para compensar la baja exposición al tránsito.”



2.6. ESTUDIO DE TRÁFICO

2.6.1. PARÁMETROS BÁSICOS

Chambi y Suaña (2017), definen que, “el volumen de tránsito es el número de vehículos que pasan por un punto o sección transversal de una vía, durante un periodo de tiempo, y se expresa de la siguiente manera:”

$$Q = \frac{N}{T} \dots \dots (40)$$

Donde:

- Q:** Vehículos que pasan por unidad de tiempo
(vehículos/periodo)
- N:** Número total de vehículos que pasan (vehículos)
- T:** Período determinado (unidades de tiempo).

2.6.2. VOLUMEN DE TRÁNSITO

De acuerdo con (Navarro, 2017); dependiendo de la duración del lapso de tiempo se tienen los siguientes volúmenes de tránsito:

- **Tránsito anual (TA):** Se define como la cantidad de unidades vehiculares, que transitan durante 365 días o un año. En este caso $T=1$ año. Este genera el Tránsito Promedio Diario Anual (TPDA):
 $TPDA = TA/365$
- **Tránsito mensual (TM):** Se define como la cantidad de unidades vehiculares, que transitan durante 30 días, dependiendo del mes. En este caso $T=1$ mes. Este genera el Tránsito Promedio Diario Mensual (TPDM): $TPDM = TM/Días$ del mes



- **Tránsito semanal (TS):** Se define como la cantidad de unidades vehiculares, que transitan durante 7 días. En este caso $T=1$ semana. Estos generan el Tránsito Promedio Diario Semanal (TPDS):
$$TPDS = TS/7$$
- **Tránsito diario (TD):** Se define como la cantidad de unidades vehiculares, que transitan durante 01 días. En este caso $T=1$ día. Es el volumen promedio de tránsito en veinticuatro (24) horas.
- **Tránsito horario (TH):** Se define como la cantidad de unidades vehiculares, que transitan durante 01 hora. En este caso $T=1$ hora. Estos registran los volúmenes de tránsito menor a una hora más usados que son el volumen de quince minutos dentro de la hora pico (V15) y el de cinco minutos (V5).

2.6.2.1. VOLUMEN DE TRÁNSITO HORARIOS

Con base en la hora seleccionada se definen los siguientes volúmenes de tránsito horario, dados en vehículos por hora:

- **Volumen Horario Máximo Anual (VHMA):** es el máximo volumen horario que se registra en un punto o sección de una vía o de una calzada durante 365 días o 01 año determinado. Es la hora de mayor volumen de las 8760 horas del año. Para nuestro presente proyecto se le denominara TMDA o IMDA como se le conoce comúnmente:

$$TMDA \text{ o } IMDA = \frac{TA}{365} \dots \dots (41)$$

- **Volumen Horario de Máxima Demanda (VHMD):** es el máximo número de unidades vehiculares que se registra por un



punto o sección de una vía o de una calzada durante una hora.

También es denominado VHP (Volumen de la Hora Pico).

2.6.3. CARACTERÍSTICAS DEL VOLUMEN DE TRÁNSITO

Según los siguientes autores, detallamos:

Según Navarro (2017) nos indica que el diseño geométrico vial depende fundamentalmente del volumen de tránsito o de la demanda que circulara durante un intervalo de tiempo dado, su variación, tasa de crecimiento y composición. Los estudios sobre los volúmenes se realizan con el objetivo de tener información relacionada al movimiento de vehículos y personas sobre puntos o secciones específicas dentro del sistema vial. Dichos datos de volúmenes se expresan en relación de tiempo y su conocimiento hace posible el desarrollo de estimaciones razonables de la calidad del servicio prestado por los usuarios, mediante algún dispositivo de control. Es importante indicar que en el sistema vial los accidentes de tránsito existen por las demoras y problemas en el flujo vehicular.

(Huamancayo, 2017) enfatiza que; los volúmenes siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el período de duración de los aforos; sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control de tránsito y labor preventiva, así como las de conservación.



2.7. DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA VÍA

Como normativa base y esencial usaremos la DG-2018, para las siguientes definiciones.

2.7.1. GENERALIDADES

Según el MTC: en base al manual DG (2018) indican que “El diseño geométrico es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo, con base en los condicionantes o factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto tridimensional que supone, para satisfacer al máximo los objetivos fundamentales, es decir, la funcionalidad, la seguridad, la comodidad, la integración en su entorno, la armonía o estética, la economía y la elasticidad. La funcionalidad vendrá determinada por el tipo de vía a proyectar y sus características, así como por el volumen y propiedades del tránsito, permitiendo una adecuada movilidad por el territorio a los usuarios y mercancías a través de una suficiente velocidad de operación del conjunto de la circulación. La seguridad vial debe ser la premisa básica en cualquier diseño vial, inspirando todas las fases del mismo, hasta las mínimas facetas, reflejada principalmente en la simplicidad y uniformidad de los diseños.”

2.7.2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS

Según el MTC: DG (2018), las carreteras están clasificadas por su función, las cuales son, por la demanda o por su orografía.

A) **DEMANDA:** En el Perú se clasifican de la siguiente manera:

- **Autopistas de Primera Clase**



La DG (2018) nos dice que, son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Autopistas de Segunda Clase**

La DG (2018) define a estas como carreteras con un IMDA entre 6000 y 4001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de Primera Clase**

La DG (2018) define a estas como carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad



vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de Segunda Clase**

La DG (2018) define a estas como carreteras con IMDA entre 2 000 y 400 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada.

- **Carreteras de Tercera Clase**

La DG (2018) define a estas como carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente. Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase.

- **Trochas Carrozables**

La DG (2018) define a estas como vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por



lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar.

B) **POR OROGRAFIA:** En el Perú se clasifican de la siguiente manera:

- **Terreno plano (tipo 1)**

La DG (2018) indican que estas tienen pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10% y sus pendientes longitudinales son por lo general menores de tres por ciento (3%), demandando un mínimo de movimiento de tierras, por lo que no presenta mayores dificultades en su trazo.

- **Terreno ondulado (tipo 2)**

La DG (2018) indican que estas tienen pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50% y sus pendientes longitudinales se encuentran entre 3% y 6 %, demandando un moderado movimiento de tierras, lo que permite alineamientos rectos, alternados con curvas de radios amplios, sin mayores dificultades en el trazo.

- **Terreno accidentado (tipo 3)**

La DG (2018) indican que estas tienen pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo. 102.04 Terreno escarpado (tipo 4)



Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo.

C) VELOCIDAD DE DISEÑO EN UN TRAMO HOMOGENEO

Según indica el MTC: DG (2018) define a esta, como la Velocidad de Diseño del tramo homogéneo, es la base para la definición de las características de los elementos geométricos, incluidos en dicho tramo. Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño, se debe atender a los siguientes criterios:

- La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3.0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4.0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 y 120 km/h).
- La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h).

La DG (2018) indica también, que la Velocidad de Diseño está definida en función de la clasificación por demanda u orografía de la carretera a diseñarse. A cada tramo homogéneo se le puede asignar la Velocidad de Diseño en el rango que se indica en la Tabla 204.01

Tabla 4:

Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía.

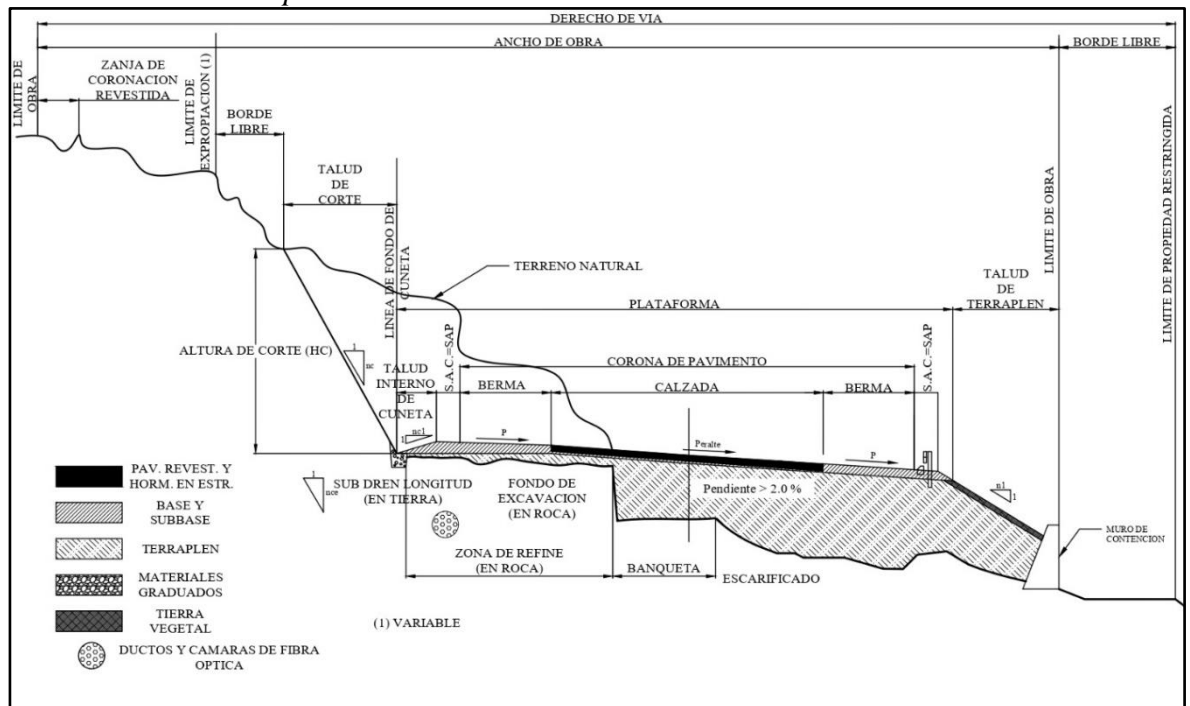
CLASIFICACIÓN	OROGRAFÍA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGÉNEO VTR (km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
Autopista de primera clase	Plano											
	Ondulado											
	Accidentado											
	Escarpado											
Autopista de segunda clase	Plano											
	Ondulado										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

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

D) ELEMENTOS DE LA SECCION TRANSVERSAL

Según el MTC: a través del manual, DG (2018) nos dice que son los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto.

Figura 2:
Sección transversal típica a media ladera vía de dos carriles en curva



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

- **Calzada o superficie de rodadura**

Según el DG (2018), nos dice que los elementos que conforman la sección transversal de la carretera son: carriles, calzada o superficie de rodadura, bermas, cunetas, taludes y elementos complementarios (barreras de seguridad, ductos y cámaras para fibra óptica, guardavías y otros), que se encuentran dentro del derecho de vía del proyecto.

Tabla 5:
Anchos mínimos de calzada en tangente

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6,000				6,000 - 4,001				4,000-2.001				2,000-400				< 400					
Tipo	Primera Clase				Segunda Clase				Primera Clase				Segunda Clase				Tercera Clase					
Orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30km/h																					5.00	6.00
40 km/h																	6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
50 km/h											7.20	7.20			6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	6.60	5.00	
60 km/h					7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60	6.60	6.60	6.60		
70 km/h			7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	6.60		6.60	6.60		
80 km/h	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20	7.20					6.60	6.60		
90 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20	7.20			7.20						6.60	6.60		
100 km/h	7.20	7.20	7.20		7.20	7.20	7.20		7.20				7.20									
110 km/h	7.20	7.20			7.20																	
120 km/h	7.20	7.20			7.20																	
130 km/h	7.20																					

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

- **Bermas**

Según el DG (2018), define a las bermas como una franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Tabla 6:
Ancho de bermas

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					0.50	0.50
40 km/h																	1.20	1.20	0.90	0.50		
50 km/h											2.60	2.60			1.20	1.20	1.20	0.90	0.90			
60 km/h					3.00	3.00	2.60	2.60	3.00	3.00	2.60	2.60	2.00	2.00	1.20	1.20	1.20	1.20				
70 km/h			3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	2.00	2.00	1.20		1.20	1.20				
80 km/h	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00	3.00		2.00	2.00			1.20	1.20				
90 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00	3.00			2.00					1.20	1.20			
100 km/h	3.00	3.00	3.00		3.00	3.00	3.00		3.00				2.00									
110 km/h	3.00	3.00			3.00																	
120 km/h	3.00	3.00			3.00																	
130 km/h	3.00																					

Notas:

- Orografía: Plano (1), Ondulado (2), Accidentado (3), y Escarpado (4)
- Los anchos indicados en la tabla son para la berma lateral derecha, para la berma lateral izquierda es de 1.50 m para Autopistas de Primera Clase y 1.20 m para Autopistas de Segunda Clase
- Para carreteras de Primera, Segunda y Tercera Clase, en casos excepcionales y con la debida justificación técnica, la Entidad Contratante podrá aprobar anchos de berma menores a los establecidos en la presente tabla, en tales casos, se preverá áreas de ensanche de la plataforma a cada lado de la carretera, destinadas al estacionamiento de vehículos en caso de emergencias, de acuerdo a lo previsto en el [Tópico 304.12](#), debiendo reportar al órgano normativo del MTC.

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

- **Peralte**

Según el DG (2018) la define como una inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo.

Para calcular el peralte bajo el criterio de seguridad ante el deslizamiento, se utilizará la siguiente fórmula:

$$p = \frac{V^2}{127.R} - f \dots \dots (42)$$

Dónde:

p: Peralte máximo asociado a V

V: Velocidad de diseño (km/h)

R: Radio mínimo absoluto (m)

F: Coeficiente de fricción lateral máximo asociado a V

Tabla 7:
Valores de peralte máximo

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)		Ver Figura
	Absoluto	Normal	
Atravesamiento de zonas urbanas	6.0%	4.0%	302.02
Zona rural (T. Plano, Ondulado o Accidentado)	8.0%	6.0%	302.03
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.0	8.0%	302.04
Zona rural con peligro de hielo	8.0	6.0%	302.05

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

E) DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA Y PERFIL

Según el MTC: DG (2018) indica que los elementos geométricos de una carretera (planta, perfil y sección transversal), deben estar convenientemente relacionados, para garantizar una circulación

ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar una velocidad de operación continua y acorde con las condiciones generales de la vía.

• CONSIDERACIONES DE DISEÑO

Algunos aspectos a considerar en el diseño en planta:

Según la DG (2018), indica que deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.

Por otro lado, la DG (2018) también nos dice que, para las autopistas de primer y segundo nivel, el trazado deberá ser más bien una combinación de curvas de radios amplios y tangentes no extensas.

En el caso de ángulos de deflexión Δ pequeños, iguales o inferiores a 5° , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente. (DG, 2018).

$$L > 30(10 - \Delta), \Delta < 5^\circ \dots \dots (43)$$

L , en metros y Δ en grados; No se usará nunca ángulos de deflexión menores de $59'$ (minutos).

Tabla 8:
Longitud mínima de la curva (L)

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

La DG (2018), indica que, al final de las tangentes extensas o tramos con leves curvaturas, o incluso dónde siga inmediatamente un tramo homogéneo con velocidad de diseño inferior, las curvas horizontales



que se introduzcan deberán concordar con la precedente, proporcionando una sucesión de curvas con radios gradualmente decrecientes para orientar al conductor. En estos casos, siempre deberá considerarse el establecimiento de señales adecuadas; no son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Será preferible sustituir por una curva extensa única o, por lo menos, la tangente intermedia por un arco circular, constituyéndose entonces en curva compuesta.

Si no es posible adoptar estas medidas, la tangente intermedia deberá ser superior a 500 m. En el caso de carreteras de tercera clase la tangente podrá ser inferior o bien sustituida por una espiral o una transición en espiral dotada de peralte.

Según la DG (2018) nos dice que, en el caso de curvas opuestas sin espiral, la extensión mínima de la tangente intermedia deberá permitir la transición del peralte.

En consecuencia, deberá buscarse un trazo en planta homogéneo, en el cual tangentes y curvas se sucedan armónicamente; no se utilizarán desarrollos en Autopistas y se tratará de evitar estos en carreteras de Primera clase. Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando en lo posible, la superposición de ellas sobre la misma ladera.



CURVAS CIRCULARES

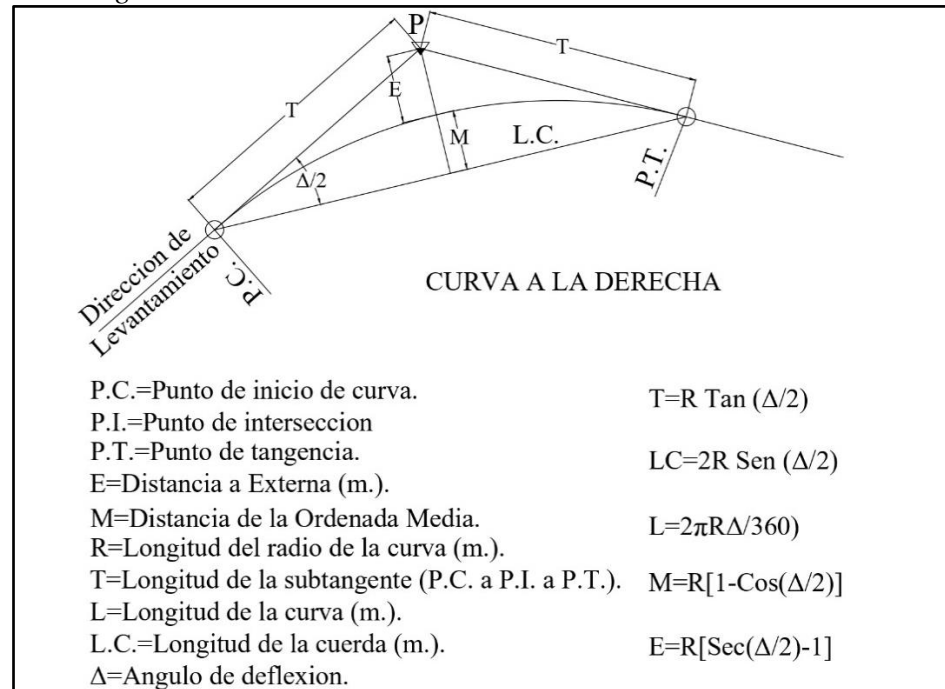
Según el MTC: nos indica a través del manual DG (2018), que las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

- **Elementos de una curva circular**

El manual de DG (2018) indica que, los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

- **P.C.:** Punto de inicio de la curva
- **P.I.:** Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas
- **P.T.:** Punto de tangencia
- **E:** Distancia a externa (m)
- **M:** Distancia de la ordenada media (m)
- **R:** Longitud del radio de la curva (m)
- **T:** Longitud de la subtangente (P.C. a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
- **L:** Longitud de la curva (m)
- **L.C.:** Longitud de la cuerda (m)
- **Δ :** Ángulo de deflexión ($^{\circ}$)
- **p:** Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)
- **Sa:** Sobreancho que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

Figura 3:
Simbología de la curva circular



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018)

- **Radios Mínimos**

Según la DG (2018), nos dicen que los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad, para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

$$R_{\min} = \frac{V^2}{127(P_{\max} + f_{\max})} \dots \dots (44)$$

Dónde:

R_{mín} : Radio Mínimo

V : Velocidad de diseño

P_{máx} : Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).



$f_{m\acute{a}x}$: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

2.8. SEÑALES DE TRANSITO

De acuerdo al Ministerio de Transportes y Comunicaciones: En base al Manual de Dispositivos de Control de Transito (MDCT, 2016); indica que el uso de los dispositivos de control transito sea de uso reglamentario, en el manual nos dan a conocer diversos dispositivos de control de tránsito, su clasificación, tamaño, color, funcionalidad y otros, estos se utilizan en las carreteras que componen el SINAC, así como de las vías urbanas.

Básicamente se dividen en dos tipos de señales de tránsito, las cuales son, las Señales verticales y las Señales Horizontales, cabe recalcar que estas señales indicadas en la norma, son de uso nacional para las autoridades competentes en regulación de tránsito.

2.8.1. SEÑALES VERTICALES

Las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino, y tienen por finalidad, reglamentar el tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos establecidos en este manual; sin embargo, cabe mencionar que los ejemplos presentados solo tienen carácter ilustrativo, por cuanto cada dispositivo de control que se incluya en un proyecto, deberá ser diseñado específicamente. (MDCT, 2016)

De acuerdo al Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, las señales verticales de acuerdo a la función se dividen en 3 grupos.

- **Señales Reguladoras o de Reglamentación:**



El MDCT (2016), definen que estos tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías, las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes, en el uso de las vías. Su incumplimiento constituye una falta que puede acarrear un delito.

- **Señales de Prevención:**

Según el MDCT (2016), indican que el propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal.

- **Señales de Información:**

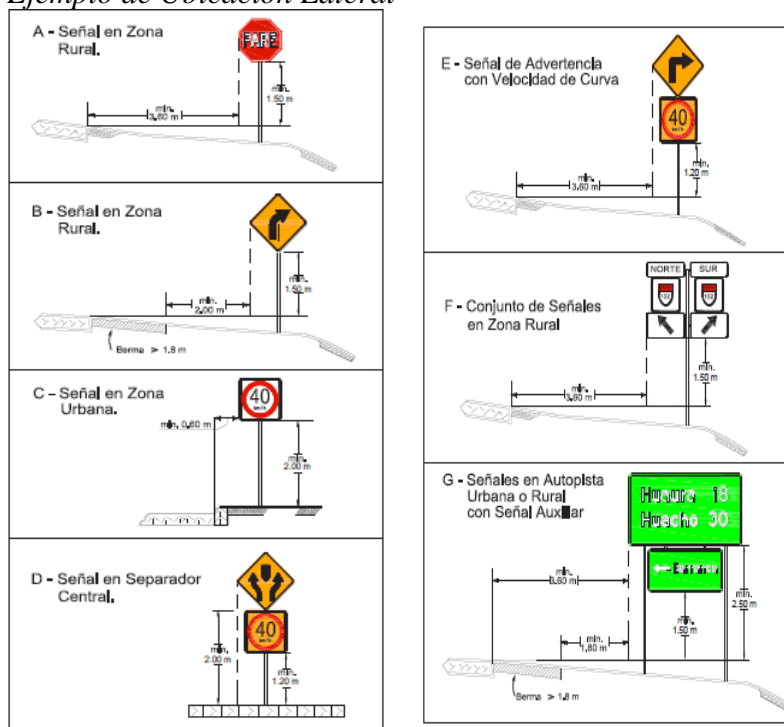
Según el MDCT (2016), tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionarles información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple y directa posible. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados y de servicios al usuario, kilometrajes de rutas, nombres de calles, lugares de interés turístico, y otros.

Las indicadas señales son de carácter permanente, sin embargo, también deben utilizarse en situaciones temporales, que están referidas a aquellas que modifican transitoriamente la utilización u operación de la vía, en cuyo caso también podrá utilizarse señalización transitoria de carácter especial, estáticas y/o dinámicas de mensaje variable, a fin de prevenir e informar al usuario sobre la existencia de situaciones particulares en la vía, mediante mensajes oportunos y claros en tiempo real, de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente para cada caso.

Las señales reguladoras o de reglamentación, deberán tener la forma circular inscrita dentro de una placa cuadrada o rectangular, con excepción de la señal de «PARE», de forma octogonal, y de la señal "CEDA EL PASO", de la forma de un triángulo equilátero con un vértice hacia abajo. En algunos casos también estará contenida la leyenda explicativa del símbolo.

Las señales de prevención y temporales de construcción tendrán la forma romboidal, un cuadrado con la diagonal correspondiente en posición vertical, con excepción de las de delineación de curvas ("CHEVRON"), cuya forma será rectangular correspondiendo su mayor dimensión al lado vertical, las de ZONA DE NO ADELANTAR que tendrán forma triangular y las de ZONAS ESCOLARES con forma pentagonal.

Figura 4:
Ejemplo de Ubicación Lateral



Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC-2018)



2.8.2. SEÑALES HORIZONTALES

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones: por medio del MDCT (2016) definen a las señalizaciones horizontales como marcas en el pavimento o demarcaciones, constituyen la señalización horizontal y está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.

Forma parte de esta señalización, los dispositivos elevados que se colocan sobre la superficie de rodadura, también denominadas marcas elevadas en el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones; se emplean para regular o reglamentar la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la operación vehicular y seguridad vial.

Por otro lado, el MDCT (2016) indican que las marcas planas en el pavimento están constituidas por líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes; estas se emplean para delimitar carriles y calzadas, indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril, zonas con prohibición de estacionamiento; delimitar carriles de uso exclusivo para determinados tipos de vehículos tales como carriles exclusivos para el tránsito de bicicletas, motocicletas, buses y otros.



- **Línea de borde de calzada o superficie de rodadura**

Según Chambi y Suaña (2017), definen que la línea continua que tiene por función demarcar el borde de la calzada o superficie de rodadura del pavimento. Debe ubicarse a partir del ancho donde termina la superficie de rodadura cuando la berma sea pavimentada, en caso contrario se pintará a partir de borde del pavimento.

- **Línea de carril**

Según Chambi y Suaña (2017), indican que estos tienen por función separar los carriles de circulación de la calzada o superficie de rodadura de vías de dos o más carriles en el mismo sentido.

- **Línea central**

Chambi y Suaña (2017) mencionan que tiene por función separar los carriles de circulación de la calzada o superficie de rodadura de vías bidireccionales.

- **Líneas canalizadoras de tránsito**

Chambi y Suaña (2017) nos dicen que estos elementos tienen por función conformar las islas canalizadoras del tránsito automotor en una intersección a nivel. La demarcación será de color blanco o amarillo según corresponda, y se complementará con demarcadores elevados y la señalización vertical correspondiente.

- **Líneas demarcadoras de entradas y salidas**

Chambi y Suaña (2017) indican, que tienen por función guiar al conductor para facilitar su incorporación al tránsito de una vía principal e



ingresar con comodidad, y a la salida reducir la posibilidad de accidentes, y se complementará con demarcadores elevados o postes delineadores y la señalización vertical correspondiente; de ser necesario se instalarán dispositivos de seguridad para amortiguamiento.

2.8.2.1. TACHAS Y TACHONES

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones: el MDCT (2016); nos indica que las tachas deben cumplir eficientemente dos funciones: guiar y alertar al conductor, estas, además, permiten realizar la demarcación, por si solas, mejorando la visibilidad especialmente cuando llueve o es de noche, gracias a su retrorreflectancia; además, alerta a los conductores que se han salido de la pista. Se debe tener especial cuidado para que su instalación no afecte la estabilidad del vehículo de dos ruedas, las principales características de estos elementos son:

- Visibles en todas las circunstancias
- Durables.

Por su parte, los tachones, además de la demarcación, también permiten el control físico de ciertos movimientos de vehículos. Las carreteras de varios carriles sin un separador en el medio son especialmente difíciles de cruzar con seguridad. Al ingresar a la calzada, los peatones a menudo se encuentran en el medio de la carretera completamente desprotegidos de los vehículos que pasan.

2.8.2.2. DELINEADORES

Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones MDCT (2016); los delineadores (delineador direccional, postes plásticos, etc.) tienen una aplicación particular para la seguridad, reforzando la demarcación en donde las características o singularidades de algún camino necesitan ser enfatizadas (por



ejemplo, curvas) o para marcar la plataforma de la carretera durante condiciones climáticas adversas (nieve o acumulación de barro). Las características sobresalientes de estos elementos son:

- Debe garantizar la visibilidad general en condiciones climáticas desfavorables, no requiriendo un mantenimiento riguroso.
- Deben ser de un material que no cause mayores daños al vehículo o a los pasajeros ante un posible impacto.

2.9. REDUCTORES DE VELOCIDAD:

“Según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la instalación de reductores de velocidad debe ser aplicada en zonas donde no se respeta, por parte del conductor, los límites establecidos de velocidad de diseño, ocasionando progresivamente accidentes de tránsito”. (MTC, 2014)

Para la presente tesis se planteó la instalación de bandas transversales de alerta el cual está clasificada como un tipo de reductor de velocidad según la norma “REDUCTORES DE VELOCIDAD TIPO RESALTO PARA EL SISTEMA NACIONAL DE CARRETERAS (SINAC)”

Según el MTC (2014), las bandas transversales de alerta, es otro tipo de reductor de velocidad que puede ser implementado en la zona de aproximación a un reductor de velocidad tipo resalto u otro tipo, zonas de conflicto de tránsito vehicular motorizado y no motorizado, peatonal y en zonas de aproximación a curvas horizontales y verticales en las que se haya detectado un nivel elevado de accidentalidad debido a un exceso de velocidad.

El principal uso de las bandas transversales de alerta, para la presente tesis, sería la de informar y dar a conocer al conductor sobre la zona de



conflicto vehicular la cual denominamos PUNTO NEGRO, teniendo como resultado la disminución de la velocidad en dicho tramo.

Para más detalles sobre la disposición e instalación de dichas bandas, el MTC (2011) nos indica que estas están constituidas por grupos de bandas blancas dispuestas en forma transversal a la vía con un espesor promedio de 0,60m, y se clasifican en tres grupos:

- Las fresadas, que son las que quedan por debajo de la rasante del pavimento cuya profundidad no puede ser superior a 10 mm.
- Las realzadas, que quedan por encima de la rasante del pavimento cuya altura no puede ser superior a 10 mm.
- Las sin realzar, están al mismo nivel del pavimento.

Se recomienda que las bandas fresadas y realzadas no deban instalarse en la proximidad de zonas habitadas ya que pueden producir molestias a causa del ruido que ocasionarían los vehículos al circular sobre ellas. Para su instalación se debe realizar un análisis de impacto acústico en las viviendas cercanas.

En la Tabla 8 se muestra el espaciamiento de las bandas alertadoras en función a la diferencia de velocidades, entre la velocidad de operación de la vía con la velocidad esperada al resalto.



Tabla 3

Espaciamiento entre bandas transversales

DIFERENCIA DE VELOCIDADES (KM/H)	20	30	40	50
NUMERO DE LINEAS	13	20	26	32
e ₁	3.55	3.15	3.1	3.1
e ₂	3.85	3.3	3.2	3.15
e ₃	4.15	3.45	3.3	3.25
e ₄	4.5	3.65	3.45	3.35
e ₅	4.95	3.85	3.6	3.45
e ₆	5.5	4.05	3.75	3.55
e ₇	6.1	4.3	3.9	3.65
e ₈	6.95	4.55	4.05	3.75
e ₉	8.05	4.85	4.25	3.9
e ₁₀	9.55	5.25	4.45	4.05
e ₁₁	11.75	5.65	4.65	4.2
e ₁₂	15.25	6.1	4.9	4.35
e ₁₃		6.7	5.15	4.5
e ₁₄		7.4	5.45	4.7
e ₁₅		8.25	5.8	4.9
e ₁₆		9.3	6.2	5.1
e ₁₇		10.7	6.6	5.35
e ₁₈		12.55	7.15	5.6
e ₁₉		15.25	7.7	5.9
e ₂₀			8.4	6.25
e ₂₁			9.25	6.6
e ₂₂			10.25	7
e ₂₃			11.5	7.4
e ₂₄			13.1	7.95
e ₂₅			15.25	8.5
e ₂₆				9.2
e ₂₇				10
e ₂₈				10.9
e ₂₉				12.05
e ₃₀				13.5
e ₃₁				15.25
Long de espaciamento $\sum e_i$	84.15	122.3	158.4	194.4
Ancho de línea ($\sum AL$)	7.8	12	15.6	19.2
LONG. TOTAL ($\sum e_i + \sum AL$)	91.15	134.3	174	213.6

Nota. Fuente: (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, MTC-2018)



CAPITULO III

MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN.

3.1.1. TIPO DE INVESTIGACIÓN.

Por el propósito u objetivo de esta investigación es APLICADA por que se busca el uso, aplicación y/o utilización de los conocimientos adquiridos.

Según Rodríguez (1997) indica que La investigación aplicada puede integrar una teoría antes existente. La resolución de problemas echa mano típicamente de muchas ciencias, puesto que el problema es algo concreto y no se le puede resolver mediante la aplicación de principios abstractos de una sola ciencia...

3.1.2. NIVEL DE INVESTIGACIÓN.

La metodología de esta investigación es descriptiva, esta investigación se considera pura; ya que no se realizó manipulación de variables; siendo una investigación no experimental; los datos son recopilados en una sola oportunidad, la cual caracteriza a la investigación como transversal.

Hernández (2010) nos indica que los estudios descriptivos explican, observa conceptos o fenómenos o del establecimiento de relaciones entre conceptos; es decir, están dirigidos a responder por las causas de los eventos y fenómenos físicos o sociales. Como su nombre lo indica, su interés se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.



3.1.3. POBLACIÓN Y MUESTRA DE ESTUDIO.

3.1.3.1. POBLACIÓN

En esta investigación, la población fueron los tramos que conforman la vía Juliaca – Marangani PE – 3S desde el Km 1116 + 000 hasta el km 1310 + 000 estudiados en el periodo de tiempo del 2013 – 2018.

3.1.3.2. MUESTRA

La muestra fue no probabilística, porque mediante la presente investigación se seleccionó los tramos considerados PUNTOS NEGROS en base al estudio de la información recopilada de accidentes de tránsito y volumen de tránsito en los peajes, procesada mediante los diversos métodos de identificación de T.C.A..

Según Hernández et al. (2010), las muestras no probabilísticas en la investigación del tipo cuantitativo, no busca la generalización, si no la profundidad de cada caso. Además, los criterios para elegir la muestra están en función al número de casos que puede ser manejado, la accesibilidad a los casos y el tiempo empleado en la recolección de los datos.

3.2. PROCEDIMIENTO DE RECOLECCIÓN DE DATOS

3.2.1. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE ACCIDENTES DE TRÁNSITO.

La recolección de información sobre accidentes se realizó de las comisarias establecidas en la ruta, según la jurisdicción en el tramo de estudio:

- COMISARIA UU. EE. JULIACA UPIAT ZONA NORTE
- UPRACAR JULIACA - PUNO
- COMISARIA CPNP PUCARA
- COMISARIA CPNP AYAVIRI
- COMISARIA CPNP SANTA ROSA
- COMISARIA CPNP MARANGANI

Figura 5:
Visita a Comisaria CPNP Ayaviri



Fuente: Elaboración propia



Los documentos revisados en las comisarías fueron:

- Informes Policiales sobre accidentes de tránsito
- Libros de registro de accidentes de tránsito
- Denuncias sobre accidentes de tránsito

Y de estos, se recuperó datos como fechas, tipo de accidente, tipo de vía de ocurrencia de accidente, cantidad de víctimas heridas, cantidad de víctimas fallecidas y el lugar de ocurrencia del siniestro.

3.2.2. RECOLECCIÓN DE INFORMACIÓN SOBRE FLUJO VEHICULAR.

El flujo vehicular se obtuvo de los registros anuales 2013 – 2018 fueron recolectados por los dos peajes establecidos en nuestra zona de estudio, estas son:

- Unidad de peaje Ayaviri
- Unidad de peaje Aguas Calientes

Los cuales fueron recuperados de la Biblioteca Virtual del INEI de los INFORMES TECNICOS DE FLUJO VEHICULAR POR UNIDADES DE PEAJE publicados mensualmente desde los años 2013 – 2018.

3.2.3. RECOLECCIÓN DE DATOS TOPOGRÁFICOS EN LOS PUNTOS NEGROS.

Una vez ubicados los PUNTOS NEGROS de interés mediante los métodos de identificación de T.C.A. en nuestro tramo de estudio de procedió a realizar el levantamiento y medición de los elementos geométricos de la vía con los siguientes materiales:

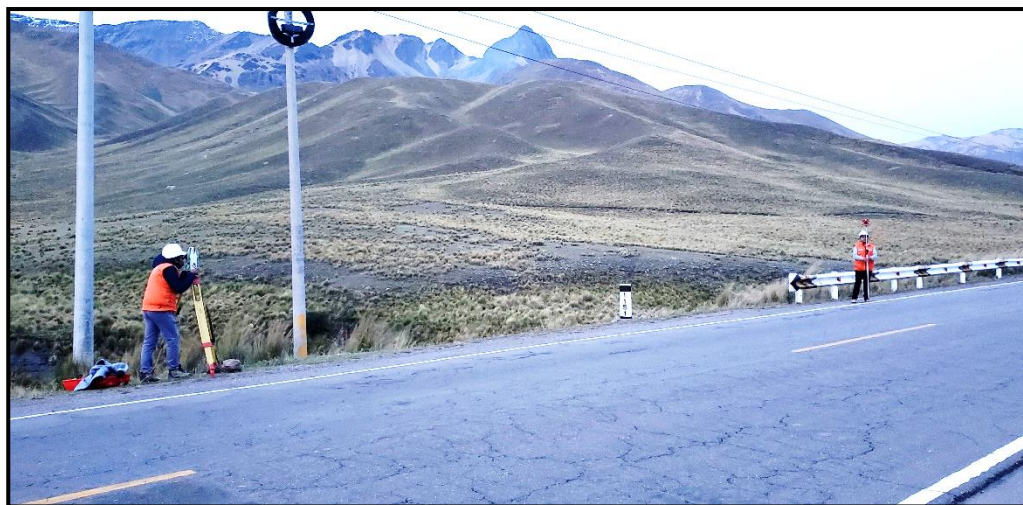
- ESTACION TOTAL ET LEYCA TS06 5"
- Trípode de madera GST05 LEYCA
- Prisma y Porta prisma GPR LEYCA 111
- GPSmap 78s marca GARMIN

Figura 6:
Estación total Leica



Fuente: Elaboración propia

Figura 7:
Levantamiento de puntos topográficos



Fuente: Elaboración propia

Estos instrumentos topográficos fueron usados para, la georreferenciación, medición de tramos tangentes, ubicación de los PC, PI y PT, medición de longitud de curva. Mientras que, para la medición del ancho de carril, bermas y sobreebanos se utilizó un flexómetro.

Figura 8:
Medición de ancho de berma



Fuente: Elaboración propia

Figura 9:
Medición de ancho de carril



Fuente: Elaboración propia

Por otro lado, para la obtención de datos como el peralte y bombeos se utilizó el nivel de ingeniero.

Figura 10:
Lectura de datos con nivel de ingeniero



Fuente: Elaboración propia



CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ESTUDIO VOLUMÉTRICO

4.1.1. UBICACIÓN DE PEAJES DE CONTROL

El tramo de estudio Juliaca – Marangani cuenta con 2 unidades de peaje:

- Unidad de peaje de Aguas Calientes
- Unidad de peaje de Ayaviri

En donde se ha registrado cada año y de forma progresiva los volúmenes de tránsito necesarios para el cálculo del Índice Medio Diario Anual (IMDA) los cuales fueron recuperados de la biblioteca virtual del Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI).

4.1.1.1. UNIDAD DE PEAJE AGUAS CALIENTES

La unidad de peaje Aguas Calientes se encuentra ubicada en red vial nacional – Ruta PE-3S Km 1142 + 300 m departamento de Cusco, provincia de Canas y distrito de Layo.

Figura 11:
Unidad de peaje Aguas Calientes



Fuente: Elaboración Propia

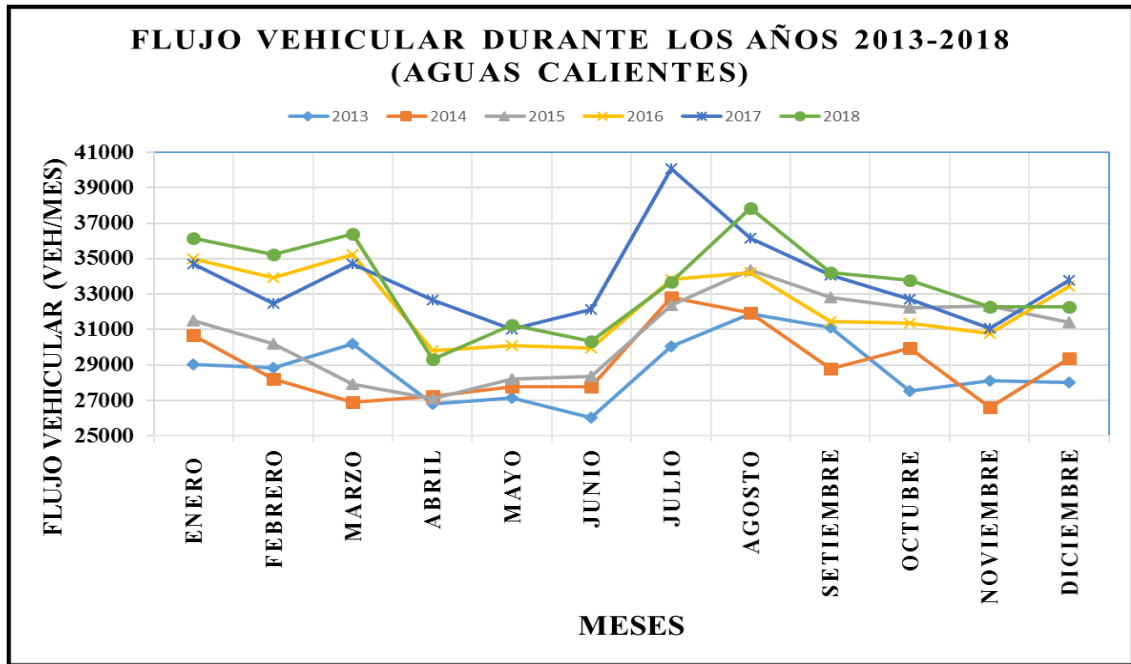
Tabla 4
Volumen de tránsito mensual del peaje Ayaviri – Cusco (Aguas Calientes)

MESES	AÑOS EN ESTUDIO					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	29 047	30 700	31 513	35 004	34 710	36 139
Febrero	28 838	28 200	30 212	33 950	32 499	35 256
Marzo	30 212	26 897	27 942	35 231	34 725	36 419
Abril	26 785	27 234	27 109	29 812	32 678	29 350
Mayo	27 163	27 792	28 230	30 109	31 037	31 248
Junio	26 035	27 770	28 365	29 945	32 127	30 349
Julio	30 033	32 792	32 384	33 848	40 066	33 683
Agosto	31 898	31 942	34 343	34 216	36 153	37 835
Setiembre	31 144	28 794	32 817	31 452	34 069	34 212
Octubre	27 540	29 970	32 255	31 385	32 742	33 782
Noviembre	28 125	26 631	32 332	30 789	31 049	32 267
Diciembre	28 041	29 398	31 433	33 448	33 799	32 285
TOTAL	344 861	348 120	368 935	389 189	405 654	402 825

Nota. Fuente: Elaboración propia en base al reporte anual del peaje Ayaviri-Cusco,

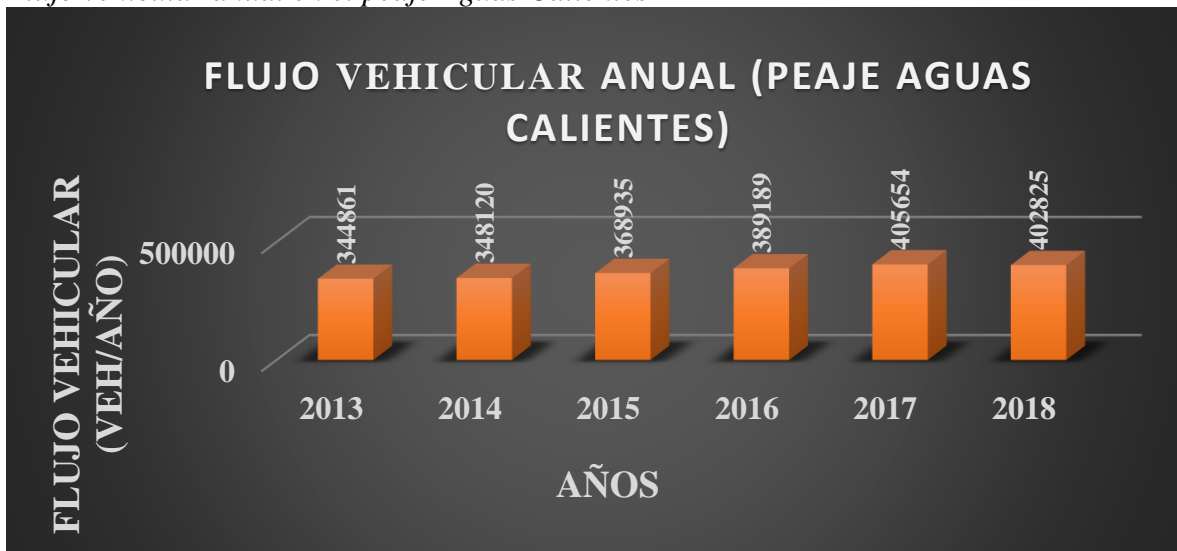
registrados por el INEI.

Figura 12:
Flujo vehicular en el peaje Ayaviri



Fuente: Elaboración propia

Figura 13:
Flujo vehicular anual en el peaje Aguas Calientes



Fuente: Elaboración propia

4.1.1.2. UNIDAD DE PEAJE AYAVIRI

La unidad de peaje Ayaviri se encuentra ubicada en red vial nacional – Ruta PE-3S Km 1224 + 230 m departamento de Puno, provincia de Melgar, distrito de Ayaviri.

Figura 14:
Unidad de peaje Ayaviri



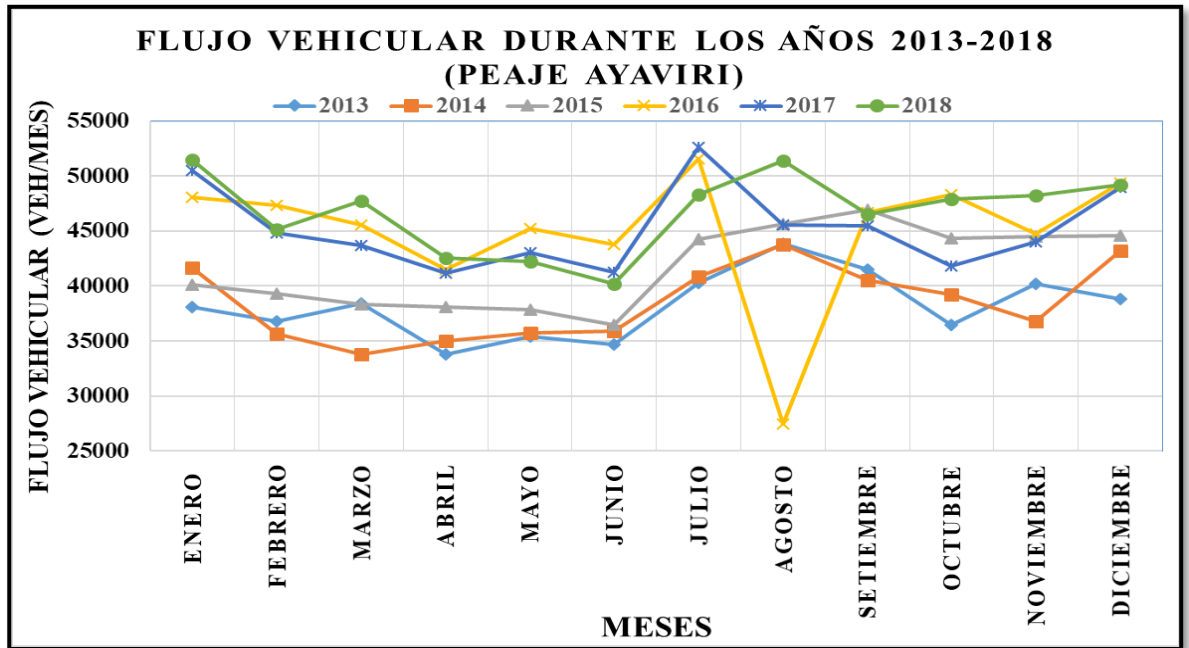
Fuente: Elaboración propia

Tabla 5:
Volumen de tránsito mensual del peaje Juliaca – Ayaviri (Ayaviri)

MESES	AÑOS EN ESTUDIO					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	38 126	41 701	40 090	48 100	50 533	51 524
Febrero	36 806	35 627	39 272	47 393	44 830	45 144
Marzo	38 390	33 767	38 332	45 551	43 704	47 792
Abril	33 800	35 003	38 096	41 497	41 149	42 578
Mayo	35 375	35 715	37 867	45 236	43 019	42 249
Junio	34 642	35 928	36 492	43 750	41 269	40 191
Julio	40 247	40 871	44 278	51 559	52 666	48 368
Agosto	43 892	43 794	45 675	27 466	45 602	51 444
Setiembre	41 497	40 563	46 928	46 685	45 464	46 523
Octubre	36 449	39 238	44 325	48 356	41 859	47 951
Noviembre	40 209	36 815	44 496	44 757	44 015	48 259
Diciembre	38 817	43 211	44 618	49 418	48 947	49 196
TOTAL	458 250	462 233	500 469	539 768	543 057	561 219

Nota. Fuente: Elaboración propia en base al reporte anual del peaje Juliaca-Ayaviri, registrados por el INEL.

Figura 15:
Flujo vehicular en el peaje Ayaviri



Fuente: Elaboración propia

Figura 16:
Flujo vehicular anual en el peaje Ayaviri



Fuente: Elaboración propia

4.2. INFORMACIÓN DE DATOS DE ACCIDENTES DE TRANSITO

Las principales comisarías de las cuales se recolectaron los principales datos sobre accidentes de tránsito de nuestra vía de estudio Juliaca – Marangani fueron: Comisaria UU. EE. Juliaca UPIAT zona norte, UPRACAR Juliaca – Puno, comisaria CPNP Pucara, comisaria CPNP Ayaviri, comisaria CPNP Santa Rosa y comisaria CPNP Marangani.

Estableciendo un periodo temporal de estudio de 5 años desde el 2013 hasta el 2018. Los datos recolectados sobre accidentes de tránsito se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 6:

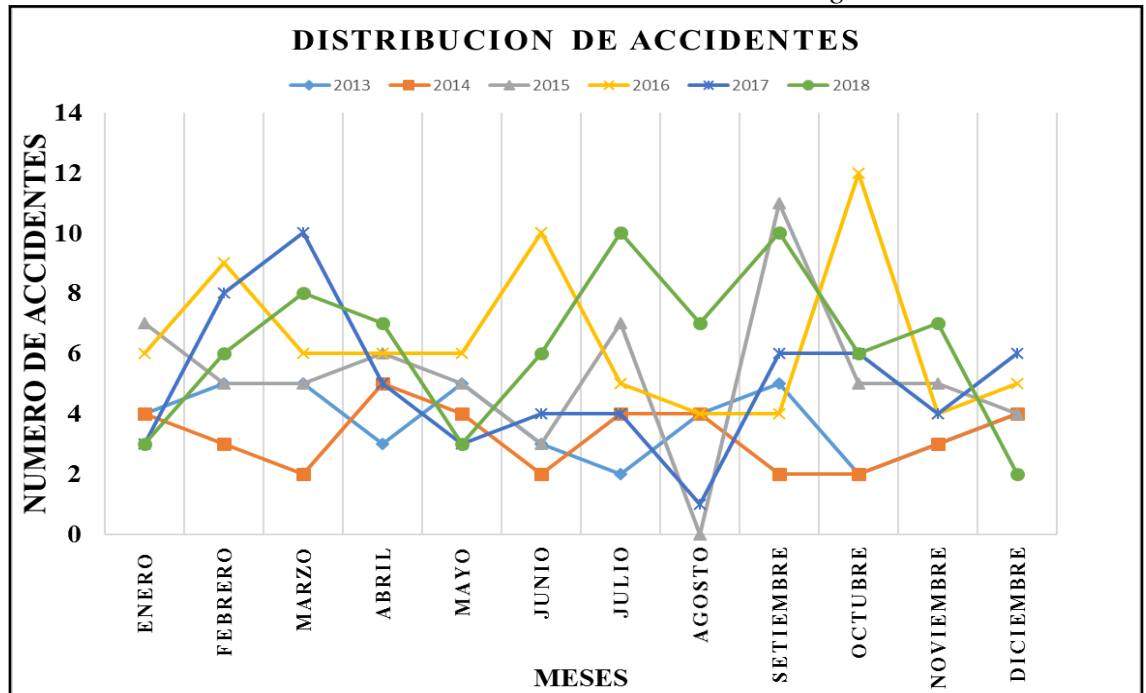
Distribución de accidentes de tránsito entre los años 2013-2018

MES	AÑO					
	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Enero	4	4	7	6	3	3
Febrero	5	3	5	9	8	6
Marzo	5	2	5	6	10	8
Abril	3	5	6	6	5	7
Mayo	5	4	5	6	3	3
Junio	3	2	3	10	4	6
Julio	2	4	7	5	4	10
Agosto	4	4	0	4	1	7
Setiembre	5	2	11	4	6	10
Octubre	2	2	5	12	6	6
Noviembre	3	3	5	4	4	7
Diciembre	4	4	4	5	6	2
TOTAL	45	39	63	77	60	75

Nota. Fuente: Elaboración propia en base al reporte de las comisarías que

responden a su jurisdicción.

Figura 17:
Distribución de accidentes de tránsito en la vía Juliaca - Marangani



Fuente: Elaboración propia.

4.3. ANÁLISIS DE CORRELACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y FLUJO VEHICULAR

Para el análisis de correlación de accidentes de tránsito y flujo vehicular se usará el coeficiente de correlación r de Pearson ya que se adapta mejor a nuestra investigación.

Con los datos del volumen de tránsito de cada unidad de peaje se realizó el análisis de correlación entre las variables de IMDA y el número de accidentes, en el siguiente cuadro se mostrará lo redactado.



Tabla 7:

Análisis de correlación entre el volumen de tránsito y los accidentes de tránsito.

AÑO	IMDA X	Nº DE ACCIDENTES Y	XY	X ²	Y ²
2013	1,100	45	49506.84	1,210,334.54	2025
2014	1,110	39	43292.83	1,232,261.19	1521
2015	1,191	63	75030.76	1,418,396.16	3969
2016	1,273	77	97985.88	1,619,367.81	5929
2017	1,300	60	77976.24	1,688,970.84	3600
2018	1,321	75	99045.62	1,744,006.06	5625
TOTAL	7,294	359	442838.17	8,913,336.61	22669

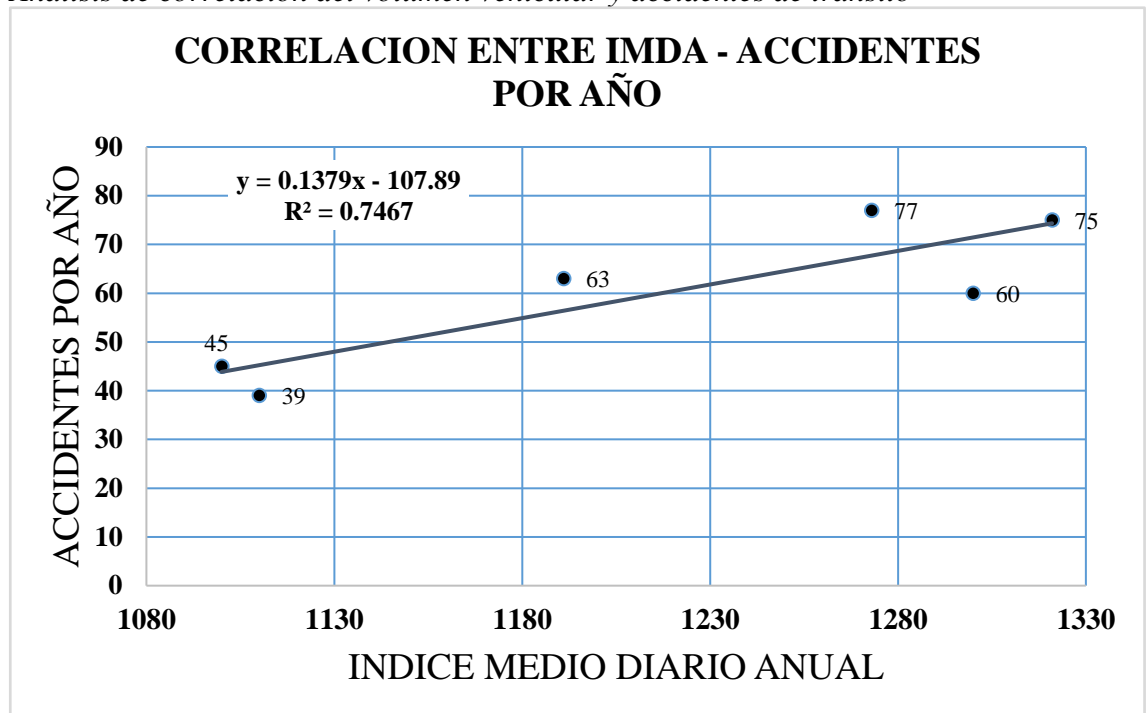
Nota. Fuente: Elaboración propia

$$r = 0.864039308$$

∴ Existe correlación directa con una probabilidad de error del 5%

Al realizar el cálculo estadístico, se obtuvo una correlación de 0.864 cuyo valor es mayor al coeficiente tabular de 0.805 (5%) esto conlleva a que se puede concluir que existen una correlación lineal entre el volumen de tránsito y el número de accidentes. Este valor estadístico muestra que a mayor flujo vehicular se tendrá mayor número de accidentes de tránsito.

Figura 18:
Análisis de correlación del volumen vehicular y accidentes de tránsito



Fuente: Elaboración propia

4.4. IDENTIFICACIÓN DE TRAMOS DE CONCENTRACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO T.C.A.

La identificación de estos T.C.A., se basaron en datos de accidentes de tránsito brindados por las diferentes comisarias que se encargan de la vía Juliaca – Marangani; y el Índice Medio Diario Anual, dichas tablas se muestran a continuación:



Tabla 8:

Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2013.

TRAMO	PROGRESIVA		2013		
	INICIO	FIN	Nº ACC	TPDA	PEAJE
Tramo Nº 2	1309+000m	1308+000m	2	1256	AYAVIRI
Tramo Nº 4	1307+000m	1306+000m	2		
Tramo Nº 5	1306+000m	1305+000m	3		
Tramo Nº 10	1301+000m	1300+000m	3		
Tramo Nº 11	1300+000m	1299+000m	1		
Tramo Nº 12	1299+000m	1298+000m	1		
Tramo Nº 13	1298+000m	1297+000m	1		
Tramo Nº 18	1293+000m	1292+000m	1		
Tramo Nº 19	1292+000m	1291+000m	1		
Tramo Nº 21	1290+000m	1289+000m	1		
Tramo Nº 23	1288+000m	1287+000m	1		
Tramo Nº 26	1285+000m	1284+000m	1		
Tramo Nº 30	1281+000m	1280+000m	1		
Tramo Nº 36	1275+000m	1274+000m	1		
Tramo Nº 40	1271+000m	1270+000m	1		
Tramo Nº 41	1270+000m	1269+000m	2		
Tramo Nº 42	1269+000m	1268+000m	1		
Tramo Nº 43	1268+000m	1267+000m	1		
Tramo Nº 52	1259+000m	1258+000m	1		
Tramo Nº 54	1257+000m	1256+000m	1		
Tramo Nº 63	1248+000m	1247+000m	1		
Tramo Nº 79	1232+000m	1231+000m	3		
Tramo Nº 90	1221+000m	1220+000m	2	1101	AYAVIRI Y
Tramo Nº 93	1218+000m	1217+000m	1		AGUAS
Tramo Nº 94	1217+000m	1216+000m	1		CALIENTES
Tramo Nº 98	1213+000m	1212+000m	2		
Tramo Nº 99	1212+000m	1211+000m	2		
Tramo Nº 100	1211+000m	1210+000m	1		
Tramo Nº 127	1184+000m	1183+000m	1		
Tramo Nº 153	1158+000m	1157+000m	1		
Tramo Nº 155	1156+000m	1155+000m	1		
Tramo Nº 175	1136+000m	1135+000m	1	945	AGUAS
Tramo Nº 185	1126+000m	1125+000m	1		CALIENTES

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 9:

Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2014.

TRAMO	PROGRESIVA		2014		
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	PEAJE
Tramo N° 4	1307+000r	1306+000r	2	1266	AYAVIRI
Tramo N° 8	1303+000r	1302+000r	1		
Tramo N° 9	1302+000r	1301+000r	1		
Tramo N° 18	1293+000r	1292+000r	1		
Tramo N° 20	1291+000r	1290+000r	2		
Tramo N° 21	1290+000r	1289+000r	1		
Tramo N° 53	1258+000r	1257+000r	1		
Tramo N° 55	1256+000r	1255+000r	1		
Tramo N° 58	1253+000r	1252+000r	2		
Tramo N° 60	1251+000r	1250+000r	1		
Tramo N° 63	1248+000r	1247+000r	1		
Tramo N° 69	1242+000r	1241+000r	1		
Tramo N° 77	1234+000r	1233+000r	2		
Tramo N° 78	1233+000r	1232+000r	1		
Tramo N° 79	1232+000r	1231+000r	1		
Tramo N° 82	1229+000r	1228+000r	1		
Tramo N° 84	1227+000r	1226+000r	1		
Tramo N° 86	1225+000r	1224+000r	2		
Tramo N° 87	1224+000r	1223+000r	2	1111	AYAVIRI Y
Tramo N° 90	1221+000r	1220+000r	2		AGUAS
Tramo N° 97	1214+000r	1213+000r	2		CALIENTES
Tramo N° 99	1212+000r	1211+000r	2		
Tramo N° 101	1210+000r	1209+000r	1		
Tramo N° 104	1207+000r	1206+000r	1		
Tramo N° 109	1202+000r	1201+000r	2		
Tramo N° 156	1155+000r	1154+000r	1		
Tramo N° 173	1138+000r	1137+000r	2	954	AGUAS
Tramo N° 184	1127+000r	1126+000r	1		CALIENTES

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 10:

Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2015.

TRAMO	PROGRESIVA		N° ACC	2015	
	INICIO	FIN		TPDA	PEAJE
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	4	1372	AYAVIRI
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	3		
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	3		
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	1		
Tramo N° 16	1295+000m	1294+000m	1		
Tramo N° 17	1294+000m	1293+000m	1		
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	2		
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	3		
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	1		
Tramo N° 27	1284+000m	1283+000m	1		
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	2		
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	1		
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	1		
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		
Tramo N° 64	1247+000m	1246+000m	1		
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		
Tramo N° 68	1243+000m	1242+000m	3		
Tramo N° 71	1240+000m	1239+000m	1		
Tramo N° 74	1237+000m	1236+000m	1		
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	3		
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2		
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	1		
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1191	AYAVIRI Y
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		AGUAS
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	3		CALIENTES
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	1		
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	4		
Tramo N° 114	1197+000m	1196+000m	1		
Tramo N° 116	1195+000m	1194+000m	1		
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	1		
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1	1011	AGUAS CALIENTES

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 11:

Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2016.

TRAMO	PROGRESIVA		2016		
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	PEAJE
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	4	1475	AYAVIRI
Tramo N° 3	1308+000m	1307+000m	1		
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	1		
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	4		
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	1		
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	1		
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	1		
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	1		
Tramo N° 32	1279+000m	1278+000m	1		
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		
Tramo N° 67	1244+000m	1243+000m	1		
Tramo N° 73	1238+000m	1237+000m	1		
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2		
Tramo N° 83	1228+000m	1227+000m	1		
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	2		
Tramo N° 89	1222+000m	1221+000m	1	1270	AYAVIRI Y
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		AGUAS
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	3		CALIENTES
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	3		
Tramo N° 96	1215+000m	1214+000m	3		
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	1		
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	1		
Tramo N° 121	1190+000m	1189+000m	1		
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	3		
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	3		
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1		
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	3		
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	2	1064	AGUAS
Tramo N° 174	1137+000m	1136+000m	1		CALIENTES
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	2		
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	1		
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	2		
Tramo N° 190	1121+000m	1120+000m	1		
Tramo N° 191	1120+000m	1119+000m	2		
Tramo N° 193	1118+000m	1117+000m	1		
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	2		

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 12:

Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2017.

TRAMO	PROGRESIVA		N° ACC	2017	
	INICIO	FIN		TPDA	PEAJE
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	2	1488	AYAVIRI
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	1		
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	1		
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	2		
Tramo N° 37	1274+000m	1273+000m	1		
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		
Tramo N° 59	1252+000m	1251+000m	1		
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		
Tramo N° 66	1245+000m	1244+000m	1		
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1300	AYAVIRI Y
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	4		AGUAS
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		CALIENTES
Tramo N° 102	1209+000m	1208+000m	1		
Tramo N° 106	1205+000m	1204+000m	1		
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		
Tramo N° 118	1193+000m	1192+000m	1		
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	3		
Tramo N° 133	1178+000m	1177+000m	1		
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		
Tramo N° 150	1161+000m	1160+000m	1		
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1		
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	1		
Tramo N° 162	1149+000m	1148+000m	2		
Tramo N° 164	1147+000m	1146+000m	1		
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	1	1112	AGUAS
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		CALIENTES
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	3		
Tramo N° 181	1130+000m	1129+000m	1		
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	1		
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	1		
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	1		

Nota. Fuente: Elaboración propia.



Tabla 13:

Datos de accidentes de tránsito e Índice Medio Diario Anual para el año 2018.

TRAMO	PROGRESIVA		2018	TPDA	PEAJE
	INICIO	FIN	N° ACC		
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	1	1538	AYAVIRI
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	1		
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	3		
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	1		
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		
Tramo N° 15	1296+000m	1295+000m	1		
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	4		
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	1		
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		
Tramo N° 57	1254+000m	1253+000m	1		
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	2		
Tramo N° 70	1241+000m	1240+000m	1		
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	4		
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2		
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2		
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1		
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	1		
Tramo N° 88	1223+000m	1222+000m	1	1320	AYAVIRI Y
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1		AGUAS
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		CALIENTES
Tramo N° 92	1219+000m	1218+000m	1		
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	1		
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	4		
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		
Tramo N° 111	1200+000m	1199+000m	1		
Tramo N° 113	1198+000m	1197+000m	1		
Tramo N° 115	1196+000m	1195+000m	1		
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	1		
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	2		
Tramo N° 137	1174+000m	1173+000m	2		
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		
Tramo N° 146	1165+000m	1164+000m	2		
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		
Tramo N° 158	1153+000m	1152+000m	1		
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1		
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		
Tramo N° 172	1139+000m	1138+000m	1	1104	AGUAS
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		CALIENTES
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		
Tramo N° 180	1131+000m	1130+000m	1		
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	3		
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



4.4.1. MÉTODO DE ÍNDICE DE PELIGROSIDAD

Ejemplo del cálculo del Índice de Peligrosidad (Tramo N° 5 – 2013)

Los datos del IMDA y el número de accidentes de tránsito se obtendrá de las tablas 12 y 13 respectivamente.

- N.º Accidentes : 3
- Distancia : 1 Km
- IMDA : 1101

El IP se calculará con la ecuación (1) que corresponde al marco teórico.

$$IP = \frac{N^{\circ} \text{ de accidentes } c / \text{victimas por año. } 10^8 \text{ (veh. km)}}{\text{Volumen anual (veh). Longitud del tramo (km)}} \dots (1)$$

$$IP = \frac{3 \times 10^8}{1101 \times 365 \times 1}$$

$$IP = 655$$

Según la tabla N° 1 si el TPDA < 7000 y IP > 100 entonces será un T.C.A., dado que el resultado nos dio un valor de 655 y esta es mayor a 100 se concluye que el (Tramo N° 5 – 2013) es un T.C.A.

Para los siguientes tramos en estudio se aplicó el mismo procedimiento y se muestra a continuación con las siguientes tablas:



Tabla 14:

Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2013.

TRAMO	PROGRESIVA		2013	
	INICIO	FIN	IP	ACV
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	437	2
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	437	2
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	655	3
Tramo N° 10	1301+000m	1300+000m	655	3
Tramo N° 11	1300+000m	1299+000m	219	1
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	219	1
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	219	1
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	219	1
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	219	1
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	219	1
Tramo N° 23	1288+000m	1287+000m	219	1
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	219	1
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	219	1
Tramo N° 36	1275+000m	1274+000m	219	1
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	219	1
Tramo N° 41	1270+000m	1269+000m	437	2
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	219	1
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	219	1
Tramo N° 52	1259+000m	1258+000m	219	1
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	219	1
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	219	1
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	655	3
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	498	2
Tramo N° 93	1218+000m	1217+000m	249	1
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	249	1
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	498	2
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	498	2
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	249	1
Tramo N° 127	1184+000m	1183+000m	249	1
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	249	1
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	249	1
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	290	1
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	290	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 15:

Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2014.

TRAMO	PROGRESIVA		2014	
	INICIO	FIN	IP	ACV
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	433	2
Tramo N° 8	1303+000m	1302+000m	217	1
Tramo N° 9	1302+000m	1301+000m	217	1
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	217	1
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	433	2
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	217	1
Tramo N° 53	1258+000m	1257+000m	217	1
Tramo N° 55	1256+000m	1255+000m	217	1
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	433	2
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	217	1
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	217	1
Tramo N° 69	1242+000m	1241+000m	217	1
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	433	2
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	217	1
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	217	1
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	217	1
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	217	1
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	433	2
Tramo N° 87	1224+000m	1223+000m	494	2
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	494	2
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	494	2
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	494	2
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	247	1
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	247	1
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	494	2
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	247	1
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	494	2
Tramo N° 184	1127+000m	1126+000m	247	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 16:

Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2015.

TRAMO	PROGRESIVA		2015	
	INICIO	FIN	IP	ACV
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	799	4
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	600	3
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	600	3
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	200	1
Tramo N° 16	1295+000m	1294+000m	200	1
Tramo N° 17	1294+000m	1293+000m	200	1
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	400	2
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	600	3
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	200	1
Tramo N° 27	1284+000m	1283+000m	200	1
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	400	2
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	200	1
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	200	1
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	200	1
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	200	1
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	200	1
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	400	2
Tramo N° 64	1247+000m	1246+000m	200	1
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	200	1
Tramo N° 68	1243+000m	1242+000m	600	3
Tramo N° 71	1240+000m	1239+000m	200	1
Tramo N° 74	1237+000m	1236+000m	200	1
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	400	3
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	400	2
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	400	2
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	200	1
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	231	1
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	231	1
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	691	3
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	461	2
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	231	1
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	231	1
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	921	4
Tramo N° 114	1197+000m	1196+000m	231	1
Tramo N° 116	1195+000m	1194+000m	231	1
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	461	2
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	231	1
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	271	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 17:

Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2016.

TRAMO	PROGRESIVA		2016	
	INICIO	FIN	IP	ACV
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	741	4
Tramo N° 3	1308+000m	1307+000m	186	3
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	186	3
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	741	1
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	186	1
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	186	1
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	186	1
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	186	1
Tramo N° 32	1279+000m	1278+000m	186	1
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	186	1
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	186	1
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	186	1
Tramo N° 67	1244+000m	1243+000m	186	1
Tramo N° 73	1238+000m	1237+000m	186	1
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	371	2
Tramo N° 83	1228+000m	1227+000m	186	1
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	371	2
Tramo N° 89	1222+000m	1221+000m	216	1
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	216	1
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	646	3
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	646	3
Tramo N° 96	1215+000m	1214+000m	646	3
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	431	2
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	216	1
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	216	1
Tramo N° 121	1190+000m	1189+000m	216	1
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	646	3
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	646	3
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	431	2
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	216	1
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	216	1
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	646	3
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	431	2
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	514	2
Tramo N° 174	1137+000m	1136+000m	257	1
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	514	2
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	257	1
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	514	2
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	514	2
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	257	1
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	257	1
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	257	1
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	514	2
Tramo N° 190	1121+000m	1120+000m	257	1
Tramo N° 191	1120+000m	1119+000m	514	2
Tramo N° 193	1118+000m	1117+000m	257	1
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	514	2

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 18:

Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2017.

TRAMO	PROGRESIVA		2017	
	INICIO	FIN	IP	ACV
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	369	2
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	185	1
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	369	2
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	185	1
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	185	1
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	369	2
Tramo N° 37	1274+000m	1273+000m	185	1
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	185	1
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	185	1
Tramo N° 59	1252+000m	1251+000m	185	1
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	185	1
Tramo N° 66	1245+000m	1244+000m	185	1
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	369	2
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	211	1
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	843	4
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	211	1
Tramo N° 102	1209+000m	1208+000m	211	1
Tramo N° 106	1205+000m	1204+000m	211	1
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	211	1
Tramo N° 118	1193+000m	1192+000m	211	1
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	211	1
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	211	1
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	633	3
Tramo N° 133	1178+000m	1177+000m	211	1
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	422	2
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	422	2
Tramo N° 150	1161+000m	1160+000m	211	1
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	422	2
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	211	1
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	211	1
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	211	1
Tramo N° 162	1149+000m	1148+000m	422	2
Tramo N° 164	1147+000m	1146+000m	211	1
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	422	2
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	247	1
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	493	2
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	740	3
Tramo N° 181	1130+000m	1129+000m	247	1
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	247	1
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	247	1
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	247	1
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	247	1
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	247	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 19:

Índice de peligrosidad y número de accidentes con víctimas para el año 2018.

TRAMO	PROGRESIVA		2018	
	INICIO	FIN	IP	ACV
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	179	1
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	179	1
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	535	3
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	179	1
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	357	2
Tramo N° 15	1296+000m	1295+000m	179	1
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	713	4
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	179	1
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	179	1
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	179	1
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	179	1
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	179	1
Tramo N° 57	1254+000m	1253+000m	179	1
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	179	1
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	357	2
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	357	2
Tramo N° 70	1241+000m	1240+000m	179	1
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	713	4
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	357	2
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	357	2
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	179	1
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	179	1
Tramo N° 88	1223+000m	1222+000m	208	1
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	208	1
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	208	1
Tramo N° 92	1219+000m	1218+000m	208	1
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	208	1
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	831	4
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	208	1
Tramo N° 111	1200+000m	1199+000m	208	1
Tramo N° 113	1198+000m	1197+000m	208	1
Tramo N° 115	1196+000m	1195+000m	208	1
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	208	1
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	208	1
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	208	1
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	208	1
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	416	2
Tramo N° 137	1174+000m	1173+000m	416	2
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	208	1
Tramo N° 146	1165+000m	1164+000m	416	2
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	416	2
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	208	1
Tramo N° 158	1153+000m	1152+000m	208	1
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	208	1
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	416	2
Tramo N° 172	1139+000m	1138+000m	249	1
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	249	1
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	497	2
Tramo N° 180	1131+000m	1130+000m	249	1
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	745	3
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	249	1

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Todos estos resultados al ser mayores a 100 son considerados T.C.A., por lo cual este método resulta ineficaz al no contemplar las condiciones de la vía y solo basarse en los accidentes de tránsito.

4.4.2. MÉTODO DE NUMERO O FRECUENCIA DE ACCIDENTES

Ejemplo del cálculo de la Frecuencia de Accidentes (Tramo N° 5 – 2013):

Los datos cruciales para este método se extrajeron de la tabla 13.

- Número de Accidentes : 3
- Longitud del tramo : 1 Km

La frecuencia de cada tramo se calcula con la siguiente ecuación.

$$N_i = \frac{\text{Número de accidentes en un tramo}}{\text{Longitud del tramo}} \dots \dots (4)$$

$$N_i = \frac{3}{1}$$

$$N_i = 3$$

La frecuencia media para cada año de estudio se halla mediante la siguiente ecuación.

$$N_m = \frac{\sum \text{accidentes en tramos homogéneos}}{\sum \text{longitud de tramos homogéneos}} \dots \dots (5)$$

$$N_m = \frac{45}{194}$$

$$N_m = 0.232$$

Para hallar el desvío estándar de la frecuencia media se utiliza la siguiente ecuación.



$$N_{\sigma} = \sqrt{\frac{\sum(N_i - N_m)^2}{n - 1}} \dots \dots (9)$$

$$N_{\sigma} = \sqrt{\frac{55.899}{194 - 1}}$$

$$N_{\sigma} = 0.538$$

El valor límite de la frecuencia para un nivel de confianza del 95% se utilizará la siguiente ecuación.

$$N_{lim} = KN_{\sigma} + N_m \dots \dots (11)$$

$$N_{lim} = 1.645 \times 0.538 + 0.232$$

$$N_{lim} = 1.117$$

Como se dio a entender en el marco teórico, un tramo será T.C.A. siempre y cuando cumpla con que $N_i \geq N_{lim}$. Entonces dado los resultados anteriores.

$$N_i = 3 \geq N_{lim} = 1.117$$

Se concluye que el (Tramo N° 5 – 2013) es un T.C.A.. Los siguientes tramos se realizó el mismo calculo obteniendo resultados que se mostraran en las siguientes tablas.

Tabla 20:

Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2013.

TRAMO	PROGRESIVA		2013			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ni	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	2	1256	2	T.C.A.
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 10	1301+000m	1300+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 11	1300+000m	1299+000m	1		1	
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	1		1	
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	1		1	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	1		1	
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	1		1	
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1	
Tramo N° 23	1288+000m	1287+000m	1		1	
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	1		1	
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	1		1	
Tramo N° 36	1275+000m	1274+000m	1		1	
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	1		1	
Tramo N° 41	1270+000m	1269+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	1		1	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1	
Tramo N° 52	1259+000m	1258+000m	1		1	
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		1	
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	1		1	
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	2	1101	2	T.C.A.
Tramo N° 93	1218+000m	1217+000m	1		1	
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	1		1	
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	1		1	
Tramo N° 127	1184+000m	1183+000m	1		1	
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	1		1	
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		1	
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	1	945	1	
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		1	
TOTAL DE ACCIDENTES					45	
DISTANCIA HOMOGENEA TOTAL					194	
FRECUENCIA MEDIA (Nm)					0.23195876	
DESVIO ESTANDAR DE LA FRECUENCIA MEDIA (No)					0.53817612	
VALOR LIMITE DE LA FRECUENCIA (Nlim)					1.11725848	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 21:

Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2014.

TRAMO	PROGRESIVA		2014			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ni	
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	2	1266	2	T.C.A.
Tramo N° 8	1303+000m	1302+000m	1		1	
Tramo N° 9	1302+000m	1301+000m	1		1	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	1		1	
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1	
Tramo N° 53	1258+000m	1257+000m	1		1	
Tramo N° 55	1256+000m	1255+000m	1		1	
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		1	
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	1		1	
Tramo N° 69	1242+000m	1241+000m	1		1	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	1		1	
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	1		1	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	1		1	
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1	1111	1	
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 87	1224+000m	1223+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		1	
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	1		1	
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1	954	1	
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 184	1127+000m	1126+000m	1		1	
TOTAL DE ACCIDENTES					39	
DISTANCIA HOMOGENEA TOTAL					194	
FRECUENCIA MEDIA (Nm)					0.20103093	
DESVIO ESTANDAR DE LA FRECUENCIA MEDIA (No)					0.49059108	
VALOR LIMITE DE LA FRECUENCIA (Nlim)					1.00805325	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 22:

Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2015.

TRAMO	PROGRESIVA		2015			CONDICION
	INICIO	FIN	Nº ACC	TPDA	Ni	
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	4	1372	4	T.C.A.
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	1		1	
Tramo N° 16	1295+000m	1294+000m	1		1	
Tramo N° 17	1294+000m	1293+000m	1		1	
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	1		1	
Tramo N° 27	1284+000m	1283+000m	1		1	
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	1		1	
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		1	
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		1	
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		1	
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	1		1	
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 64	1247+000m	1246+000m	1		1	
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		1	
Tramo N° 68	1243+000m	1242+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 71	1240+000m	1239+000m	1		1	
Tramo N° 74	1237+000m	1236+000m	1		1	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	1		1	
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1191	1	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		1	
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	1		1	
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		1	
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	4		4	T.C.A.
Tramo N° 114	1197+000m	1196+000m	1		1	
Tramo N° 116	1195+000m	1194+000m	1		1	
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	1		1	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1	1011	1	
TOTAL DE ACCIDENTES					63	
DISTANCIA HOMOGENEA TOTAL					194	
FRECUENCIA MEDIA (Nm)					0.32474227	
DESVIO ESTANDAR DE LA FRECUENCIA MEDIA (No)					0.72013909	
VALOR LIMITE DE LA FRECUENCIA (Nlim)					1.50937108	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 23:
Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2016.

TRAMO	PROGRESIVA		2016			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ni	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	4	1475	4	T.C.A.
Tramo N° 3	1308+000m	1307+000m	1		1	
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	1		1	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	4		4	T.C.A.
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	1		1	
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	1		1	
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	1		1	
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	1		1	
Tramo N° 32	1279+000m	1278+000m	1		1	
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		1	
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		1	
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		1	
Tramo N° 67	1244+000m	1243+000m	1		1	
Tramo N° 73	1238+000m	1237+000m	1		1	
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 83	1228+000m	1227+000m	1		1	
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 89	1222+000m	1221+000m	1	1270	1	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		1	
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 96	1215+000m	1214+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	1		1	
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	1		1	
Tramo N° 121	1190+000m	1189+000m	1		1	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		1	
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1		1	
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	2	1064	2	T.C.A.
Tramo N° 174	1137+000m	1136+000m	1		1	
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		1	
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		1	
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	1		1	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		1	
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 190	1121+000m	1120+000m	1		1	
Tramo N° 191	1120+000m	1119+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 193	1118+000m	1117+000m	1		1	
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	2		2	T.C.A.
TOTAL DE ACCIDENTES					77	
DISTANCIA HOMOGENEA TOTAL					194	
FRECUENCIA MEDIA (Nm)					0.39690722	
DESVIO ESTANDAR DE LA FRECUENCIA MEDIA (No)					0.74555835	
VALOR LIMITE DE LA FRECUENCIA (Nlim)					1.6233507	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 24:

Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2017.

TRAMO	PROGRESIVA		2017			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ni	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	2	1488	2	T.C.A.
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	1		1	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	1		1	
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1	
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 37	1274+000m	1273+000m	1		1	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1	
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		1	
Tramo N° 59	1252+000m	1251+000m	1		1	
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		1	
Tramo N° 66	1245+000m	1244+000m	1		1	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1300	1	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	4		4	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		1	
Tramo N° 102	1209+000m	1208+000m	1		1	
Tramo N° 106	1205+000m	1204+000m	1		1	
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		1	
Tramo N° 118	1193+000m	1192+000m	1		1	
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		1	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		1	
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 133	1178+000m	1177+000m	1		1	
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 150	1161+000m	1160+000m	1		1	
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		1	
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1		1	
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	1		1	
Tramo N° 162	1149+000m	1148+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 164	1147+000m	1146+000m	1		1	
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	1	1112	1	
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 181	1130+000m	1129+000m	1		1	
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		1	
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	1		1	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		1	
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	1		1	
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	1		1	
TOTAL DE ACCIDENTES					60	
DISTANCIA HOMOGENEA TOTAL					194	
FRECUENCIA MEDIA (Nm)					0.30927835	
DESVIO ESTANDAR DE LA FRECUENCIA MEDIA (No)					0.60652617	
VALOR LIMITE DE LA FRECUENCIA (Nlim)					1.3070139	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 25:

Valor de la frecuencia, frecuencia media, desvío estándar y valor límite de la frecuencia para el año 2018.

TRAMO	PROGRESIVA		2018			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ni	
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	1	1538	1	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	1		1	
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	1		1	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 15	1296+000m	1295+000m	1		1	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	4		4	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1	
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	1		1	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1	
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		1	
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		1	
Tramo N° 57	1254+000m	1253+000m	1		1	
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		1	
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 70	1241+000m	1240+000m	1		1	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	4		4	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1		1	
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	1		1	
Tramo N° 88	1223+000m	1222+000m	1	1320	1	
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1		1	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		1	
Tramo N° 92	1219+000m	1218+000m	1		1	
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	1		1	
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	4		4	T.C.A.
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		1	
Tramo N° 111	1200+000m	1199+000m	1		1	
Tramo N° 113	1198+000m	1197+000m	1		1	
Tramo N° 115	1196+000m	1195+000m	1		1	
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		1	
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		1	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		1	
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	1		1	
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 137	1174+000m	1173+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		1	
Tramo N° 146	1165+000m	1164+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		1	
Tramo N° 158	1153+000m	1152+000m	1		1	
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1		1	
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 172	1139+000m	1138+000m	1	1104	1	
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		1	
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		2	T.C.A.
Tramo N° 180	1131+000m	1130+000m	1		1	
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	3		3	T.C.A.
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		1	
TOTAL DE ACCIDENTES					75	
DISTANCIA HOMOGENEA TOTAL					194	
FRECUENCIA MEDIA (Nm)					0.38659794	
DESUDIO ESTANDAR DE LA FRECUENCIA MEDIA (No)					0.70023188	
VALOR LIMITE DE LA FRECUENCIA (Nlim)					1.53847939	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Esta metodología nos permite reconocer los T.C.A. en la vía de estudio estableciéndonos límites para su identificación. La tabla de los T.C.A. identificados por este método se mostrarán junto al método número - tasa de accidentes.

4.4.3. MÉTODO DE TASA DE ACCIDENTES

Ejemplo del cálculo de la Tasa de Accidentes (Tramo N° 5 – 2013)

Los datos del IMDA y el número de accidentes de tránsito se obtendrá de las 12 y 13 respectivamente.

- Número de Accidentes : 3
- Longitud del tramo : 1 Km
- IMDA : 1256
- N° de Días : 365

La tasa para cada tramo se calculará de la siguiente ecuación.

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo} \cdot 10^6}{\text{IMDA} \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud del tramo}} \dots \dots (13)$$

$$T_i = \frac{3 \times 10^6}{1256 \times 365 \times 1}$$

$$T_i = 6.544$$

La tasa media de este método se define como (T_m) de igual manera que la tasa del tramo, pero esto es tomando en cuenta el total de accidentes en toda la vía, el IMDA promedio y la longitud total de la vía en estudio, se calculara con la siguiente ecuación.

- Accidentes de tránsito 2013 : 45
- Longitud del tramo : 194 Km
- IMDA promedio : 1101



- N° de días : 365

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes} \cdot 10^6}{\text{IMDA}_{\text{media}} \cdot \text{Numero de días} \cdot \text{Longitud de carretera}} \dots \dots (14)$$

$$T_m = \frac{45 \cdot 10^6}{1100.66 \times 365 \times 194}$$

$$T_m = 0.577$$

Para el calcular el desvío estándar se utiliza la siguiente ecuación.

$$T_\sigma = \sqrt{\frac{\sum (T_i - T_m)^2}{n - 1}} \dots \dots (17)$$

$$T_\sigma = \sqrt{\frac{281.776}{194 - 1}}$$

$$T_\sigma = 1.208$$

El valor límite de la tasa de acuerdo a una confiabilidad del 95% está establecido por.

$$T_{lim} = K \cdot T_\sigma + T_m \dots \dots (18)$$

$$T_{lim} = 1.645 \times 1.208 + 0.577$$

$$T_{lim} = 2.565$$

Como se dio a entender en el marco teórico, un tramo será T.C.A. siempre y cuando cumpla con que $N_i \geq N_{lim}$. Entonces dado los resultados anteriores.

$$T_i = 6.544 \geq T_{lim} = 2.565$$

Se concluye que el (Tramo N° 5 – 2013) es un TCA. Los siguientes tramos se realizó el mismo calculo obteniendo los siguientes.

Tabla 26:

Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2013.

TRAMO	PROGRESIVA		2013			CONDICION
	INICIO	FIN	Nº ACC	TPDA	Ti	
Tramo Nº 2	1309+000m	1308+000m	2	1256	4.363	T.C.A.
Tramo Nº 4	1307+000m	1306+000m	2		4.363	T.C.A.
Tramo Nº 5	1306+000m	1305+000m	3		6.544	T.C.A.
Tramo Nº 10	1301+000m	1300+000m	3		6.544	T.C.A.
Tramo Nº 11	1300+000m	1299+000m	1		2.182	
Tramo Nº 12	1299+000m	1298+000m	1		2.182	
Tramo Nº 13	1298+000m	1297+000m	1		2.182	
Tramo Nº 18	1293+000m	1292+000m	1		2.182	
Tramo Nº 19	1292+000m	1291+000m	1		2.182	
Tramo Nº 21	1290+000m	1289+000m	1		2.182	
Tramo Nº 23	1288+000m	1287+000m	1		2.182	
Tramo Nº 26	1285+000m	1284+000m	1		2.182	
Tramo Nº 30	1281+000m	1280+000m	1		2.182	
Tramo Nº 36	1275+000m	1274+000m	1		2.182	
Tramo Nº 40	1271+000m	1270+000m	1		2.182	
Tramo Nº 41	1270+000m	1269+000m	2		4.363	T.C.A.
Tramo Nº 42	1269+000m	1268+000m	1		2.182	
Tramo Nº 43	1268+000m	1267+000m	1		2.182	
Tramo Nº 52	1259+000m	1258+000m	1		2.182	
Tramo Nº 54	1257+000m	1256+000m	1		2.182	
Tramo Nº 63	1248+000m	1247+000m	1		2.182	
Tramo Nº 79	1232+000m	1231+000m	3		6.544	T.C.A.
Tramo Nº 90	1221+000m	1220+000m	2	1101	4.977	T.C.A.
Tramo Nº 93	1218+000m	1217+000m	1		2.489	
Tramo Nº 94	1217+000m	1216+000m	1		2.489	
Tramo Nº 98	1213+000m	1212+000m	2		4.977	T.C.A.
Tramo Nº 99	1212+000m	1211+000m	2		4.977	T.C.A.
Tramo Nº 100	1211+000m	1210+000m	1		2.489	
Tramo Nº 127	1184+000m	1183+000m	1		2.489	
Tramo Nº 153	1158+000m	1157+000m	1		2.489	
Tramo Nº 155	1156+000m	1155+000m	1		2.489	
Tramo Nº 175	1136+000m	1135+000m	1	945	2.9	T.C.A.
Tramo Nº 185	1126+000m	1125+000m	1		2.9	T.C.A.
TOTAL DE ACCIDENTES			45			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1100.6667			
TASA MEDIA (Tm)					0.57738049	
DESVIO ESTANDAR DE LA TASA MEDIA (To)					1.20829616	
VALOR LIMITE DE LA TASA (Tlim)					2.56502767	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 27:

Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2014.

TRAMO	PROGRESIVA		2014			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	2	1266	4.329	T.C.A.
Tramo N° 8	1303+000m	1302+000m	1		2.165	
Tramo N° 9	1302+000m	1301+000m	1		2.165	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	1		2.165	
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		2.165	
Tramo N° 53	1258+000m	1257+000m	1		2.165	
Tramo N° 55	1256+000m	1255+000m	1		2.165	
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		2.165	
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	1		2.165	
Tramo N° 69	1242+000m	1241+000m	1		2.165	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	1		2.165	
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	1		2.165	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	1		2.165	
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1		2.165	
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 87	1224+000m	1223+000m	2	1111	4.933	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		2.467	T.C.A.
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	1		2.467	T.C.A.
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1		2.467	T.C.A.
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	2	954	5.744	T.C.A.
Tramo N° 184	1127+000m	1126+000m	1		2.872	T.C.A.
TOTAL DE ACCIDENTES			39			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1266.0			
TASA MEDIA (Tm)					0.43504713	
DESVIO ESTANDAR DE LA TASA MEDIA (To)					1.16598608	
VALOR LIMITE DE LA TASA (Tlim)					2.35309423	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 28:

Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2015.

TRAMO	PROGRESIVA		2015				CONDICION
	INICIO	FIN	Nº ACC	TPDA	Ti		
Tramo Nº 1	1310+000m	1309+000m	4	1372	7.988	T.C.A.	
Tramo Nº 6	1305+000m	1304+000m	3		5.991	T.C.A.	
Tramo Nº 7	1304+000m	1303+000m	3		5.991	T.C.A.	
Tramo Nº 13	1298+000m	1297+000m	1		1.997		
Tramo Nº 16	1295+000m	1294+000m	1		1.997		
Tramo Nº 17	1294+000m	1293+000m	1		1.997		
Tramo Nº 19	1292+000m	1291+000m	2		3.994	T.C.A.	
Tramo Nº 20	1291+000m	1290+000m	3		5.991	T.C.A.	
Tramo Nº 26	1285+000m	1284+000m	1		1.997		
Tramo Nº 27	1284+000m	1283+000m	1		1.997		
Tramo Nº 30	1281+000m	1280+000m	2		3.994	T.C.A.	
Tramo Nº 40	1271+000m	1270+000m	1		1.997		
Tramo Nº 45	1266+000m	1265+000m	1		1.997		
Tramo Nº 50	1261+000m	1260+000m	1		1.997		
Tramo Nº 54	1257+000m	1256+000m	1		1.997		
Tramo Nº 58	1253+000m	1252+000m	1		1.997		
Tramo Nº 61	1250+000m	1249+000m	2		3.994	T.C.A.	
Tramo Nº 64	1247+000m	1246+000m	1		1.997		
Tramo Nº 65	1246+000m	1245+000m	1		1.997		
Tramo Nº 68	1243+000m	1242+000m	3		5.991	T.C.A.	
Tramo Nº 71	1240+000m	1239+000m	1		1.997		
Tramo Nº 74	1237+000m	1236+000m	1		1.997		
Tramo Nº 77	1234+000m	1233+000m	3		5.991	T.C.A.	
Tramo Nº 79	1232+000m	1231+000m	2		3.994	T.C.A.	
Tramo Nº 82	1229+000m	1228+000m	2		3.994	T.C.A.	
Tramo Nº 86	1225+000m	1224+000m	1		1.997		
Tramo Nº 90	1221+000m	1220+000m	1	1191	2.301		
Tramo Nº 91	1220+000m	1219+000m	1		2.301		
Tramo Nº 94	1217+000m	1216+000m	3		6.902	T.C.A.	
Tramo Nº 97	1214+000m	1213+000m	2		4.601	T.C.A.	
Tramo Nº 99	1212+000m	1211+000m	1		2.301		
Tramo Nº 103	1208+000m	1207+000m	1		2.301		
Tramo Nº 104	1207+000m	1206+000m	4		9.202	T.C.A.	
Tramo Nº 114	1197+000m	1196+000m	1		2.301		
Tramo Nº 116	1195+000m	1194+000m	1		2.301		
Tramo Nº 140	1171+000m	1170+000m	2		4.601	T.C.A.	
Tramo Nº 153	1158+000m	1157+000m	1		2.301		
Tramo Nº 188	1123+000m	1122+000m	1	1011	2.71		
TOTAL DE ACCIDENTES			63				
LONGITUD DEL TRAMO			194				
IMDA PROMEDIO			1191				
TASA MEDIA (Tm)					0.74681436		
DESVIO ESTANDAR DE LA TASA MEDIA (To)					1.48560665		
VALOR LIMITE DE LA TASA (Tlim)					3.19063731		

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 29:

Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2016.

TRAMO	PROGRESIVA		2016			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	4	1475	7.43	T.C.A.
Tramo N° 3	1308+000m	1307+000m	1		1.858	
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	1		1.858	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	4		7.43	T.C.A.
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	1		1.858	
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	1		1.858	
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	1		1.858	
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	1		1.858	
Tramo N° 32	1279+000m	1278+000m	1		1.858	
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		1.858	
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		1.858	
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		1.858	
Tramo N° 67	1244+000m	1243+000m	1		1.858	
Tramo N° 73	1238+000m	1237+000m	1		1.858	
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2		3.715	T.C.A.
Tramo N° 83	1228+000m	1227+000m	1		1.858	
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	2		3.715	T.C.A.
Tramo N° 89	1222+000m	1221+000m	1	1270	2.158	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		2.158	
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	3		6.472	T.C.A.
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	3		6.472	T.C.A.
Tramo N° 96	1215+000m	1214+000m	3		6.472	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		4.315	T.C.A.
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	1		2.158	
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	1		2.158	
Tramo N° 121	1190+000m	1189+000m	1		2.158	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	3		6.472	T.C.A.
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	3		6.472	T.C.A.
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		4.315	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		2.158	
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1		2.158	
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	3		6.472	T.C.A.
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		4.315	T.C.A.
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	2	1064	5.15	T.C.A.
Tramo N° 174	1137+000m	1136+000m	1		2.575	
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	2		5.15	T.C.A.
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		2.575	
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		5.15	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		5.15	T.C.A.
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		2.575	
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	1		2.575	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		2.575	
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	2		5.15	T.C.A.
Tramo N° 190	1121+000m	1120+000m	1		2.575	
Tramo N° 191	1120+000m	1119+000m	2		5.15	T.C.A.
Tramo N° 193	1118+000m	1117+000m	1		2.575	
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	2		5.15	T.C.A.
TOTAL DE ACCIDENTES			77			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1269.6667			
TASA MEDIA (Tm)					0.85645868	
DESVIO ESTANDAR DE LA TASA MEDIA (To)					1.61352622	
VALOR LIMITE DE LA TASA (Tlim)					3.5107093	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 30:

Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2017.

TRAMO	PROGRESIVA		2017			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	2	1488	3.683	T.C.A.
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	1		1.842	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		3.683	T.C.A.
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	1		1.842	
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1.842	
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	2		3.683	T.C.A.
Tramo N° 37	1274+000m	1273+000m	1		1.842	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1.842	
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		1.842	
Tramo N° 59	1252+000m	1251+000m	1		1.842	
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		1.842	
Tramo N° 66	1245+000m	1244+000m	1		1.842	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		3.683	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1300	2.108	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	4		8.43	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		2.108	
Tramo N° 102	1209+000m	1208+000m	1		2.108	
Tramo N° 106	1205+000m	1204+000m	1		2.108	
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		2.108	
Tramo N° 118	1193+000m	1192+000m	1		2.108	
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		2.108	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		2.108	
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	3		6.323	T.C.A.
Tramo N° 133	1178+000m	1177+000m	1		2.108	
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 150	1161+000m	1160+000m	1		2.108	
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		2.108	
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1		2.108	
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	1		2.108	
Tramo N° 162	1149+000m	1148+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 164	1147+000m	1146+000m	1		2.108	
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	1	1112	2.464	
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		4.928	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	3		7.392	T.C.A.
Tramo N° 181	1130+000m	1129+000m	1		2.464	
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		2.464	
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	1		2.464	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		2.464	
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	1		2.464	
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	1		2.464	
TOTAL DE ACCIDENTES			60			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1300.0000			
TASA MEDIA TM					0.65179842	
DESVIO ESTANDAR DE LA TASA MEDIA (To)					1.29174138	
VALOR LIMITE DE LA TASA (Tlim)					2.77671299	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 31:

Valor de la tasa, tasa media, desvío estándar y valor límite de la tasa para el año 2018.

TRAMO	PROGRESIVA		2018			CONDICION
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	1	1538	1.782	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	1		1.782	
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	3		5.345	T.C.A.
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	1		1.782	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		3.563	T.C.A.
Tramo N° 15	1296+000m	1295+000m	1		1.782	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	4		7.126	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1.782	
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	1		1.782	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1.782	
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		1.782	
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		1.782	
Tramo N° 57	1254+000m	1253+000m	1		1.782	
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		1.782	
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		3.563	T.C.A.
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	2		3.563	T.C.A.
Tramo N° 70	1241+000m	1240+000m	1		1.782	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	4		7.126	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2		3.563	T.C.A.
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2		3.563	T.C.A.
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1		1.782	
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	1		1.782	
Tramo N° 88	1223+000m	1222+000m	1	1320	2.076	
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1		2.076	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		2.076	
Tramo N° 92	1219+000m	1218+000m	1		2.076	
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	1		2.076	
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	4		8.303	T.C.A.
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		2.076	
Tramo N° 111	1200+000m	1199+000m	1		2.076	
Tramo N° 113	1198+000m	1197+000m	1		2.076	
Tramo N° 115	1196+000m	1195+000m	1		2.076	
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		2.076	
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		2.076	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		2.076	
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	1		2.076	
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 137	1174+000m	1173+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		2.076	
Tramo N° 146	1165+000m	1164+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		2.076	
Tramo N° 158	1153+000m	1152+000m	1		2.076	
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1		2.076	
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 172	1139+000m	1138+000m	1	1104	2.482	
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		2.482	
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		4.964	T.C.A.
Tramo N° 180	1131+000m	1130+000m	1		2.482	
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	3		7.445	T.C.A.
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		2.482	
TOTAL DE ACCIDENTES			75			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1320.6667			
TASA MEDIA (Tm)					0.80199831	
DESVIO ESTANDAR DE LA TASA MEDIA (To)					1.37501287	
VALOR LIMITE DE LA TASA (Tlim)					3.06389449	

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Esta metodología nos permite reconocer los T.C.A. en la vía de estudio estableciéndonos límites para su identificación. La tabla de los T.C.A. identificados por este método se mostrarán junto al método número - tasa de accidentes.

4.4.4. MÉTODO DE NUMERO – TASA DE ACCIDENTES

Según la metodología de la Transportation Research Board (TRB); consiste en analizar y comparar el método de frecuencia con el método de tasa, los coeficientes de mayoración se establecieron en el valor de $K=1.645$ para un nivel de confianza del 95%. Los T.C.A. calculados en los métodos anteriores se mostrarán en la siguiente tabla para así identificar T.C.A. en la vía de estudio.



Tabla 32:

Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2013 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)

TRAMO	PROGRESIVA		2013		
	INICIO	FIN	CN	CT	CNT
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 10	1301+000m	1300+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 11	1300+000m	1299+000m	---	---	---
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	---	---	---
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	---	---	---
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	---	---	---
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	---	---	---
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	---	---	---
Tramo N° 23	1288+000m	1287+000m	---	---	---
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	---	---	---
Tramo N° 27	1284+000m	1283+000m	---	---	---
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	---	---	---
Tramo N° 36	1275+000m	1274+000m	---	---	---
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	---	---	---
Tramo N° 41	1270+000m	1269+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	---	---	---
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	---	---	---
Tramo N° 52	1259+000m	1258+000m	---	---	---
Tramo N° 55	1256+000m	1255+000m	---	---	---
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	---	---	---
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 93	1218+000m	1217+000m	---	---	---
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	---	---	---
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	---	---	---
Tramo N° 154	1157+000m	1156+000m	---	---	---
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	---	---	---
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	---	---	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 33:

Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2014 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)

TRAMO	PROGRESIVA		2014		
	INICIO	FIN	CN	CT	CNT
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 8	1303+000m	1302+000m	---	---	---
Tramo N° 9	1302+000m	1301+000m	---	---	---
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	---	---	---
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	---	---	---
Tramo N° 53	1258+000m	1257+000m	---	---	---
Tramo N° 55	1256+000m	1255+000m	---	---	---
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	---	---	---
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	---	---	---
Tramo N° 69	1242+000m	1241+000m	---	---	---
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	---	---	---
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	---	---	---
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	---	---	---
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	---	---	---
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 87	1224+000m	1223+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	---	T.C.A.	---
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	---	T.C.A.	---
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	---	T.C.A.	---
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 184	1127+000m	1126+000m	---	T.C.A.	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 34:

Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2015 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)

TRAMO	PROGRESIVA		2015		
	INICIO	FIN	CN	CT	CNT
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	---	---	---
Tramo N° 16	1295+000m	1294+000m	---	---	---
Tramo N° 17	1294+000m	1293+000m	---	---	---
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	---	---	---
Tramo N° 27	1284+000m	1283+000m	---	---	---
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	---	---	---
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	---	---	---
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	---	---	---
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	---	---	---
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	---	---	---
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 64	1247+000m	1246+000m	---	---	---
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	---	---	---
Tramo N° 68	1243+000m	1242+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 71	1240+000m	1239+000m	---	---	---
Tramo N° 74	1237+000m	1236+000m	---	---	---
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	---	---	---
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	---	---	---
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	---	---	---
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	---	---	---
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	---	---	---
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 114	1197+000m	1196+000m	---	---	---
Tramo N° 116	1195+000m	1194+000m	---	---	---
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	---	---	---
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	---	---	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 35:

Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2016 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)

TRAMO	PROGRESIVA		2016		
	INICIO	FIN	CN	CT	CNT
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 3	1308+000m	1307+000m	---	---	---
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	---	---	---
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 12	1299+000m	1298+000m	---	---	---
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	---	---	---
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	---	---	---
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	---	---	---
Tramo N° 32	1279+000m	1278+000m	---	---	---
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	---	---	---
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	---	---	---
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	---	---	---
Tramo N° 67	1244+000m	1243+000m	---	---	---
Tramo N° 73	1238+000m	1237+000m	---	---	---
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 83	1228+000m	1227+000m	---	---	---
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 89	1222+000m	1221+000m	---	---	---
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	---	---	---
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 96	1215+000m	1214+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 100	1211+000m	1210+000m	---	---	---
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	---	---	---
Tramo N° 121	1190+000m	1189+000m	---	---	---
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	---	---	---
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	---	---	---
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 174	1137+000m	1136+000m	---	---	---
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	---	---	---
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	---	---	---
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	---	---	---
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	---	---	---
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 190	1121+000m	1120+000m	---	---	---
Tramo N° 191	1120+000m	1119+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 193	1118+000m	1117+000m	---	---	---
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 36:

Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2017 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)

TRAMO	PROGRESIVA		2017		
	INICIO	FIN	CN	CT	CNT
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	---	---	---
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	---	---	---
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	---	---	---
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	---	---	---
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	---	---	---
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 37	1274+000m	1273+000m	---	---	---
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	---	---	---
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	---	---	---
Tramo N° 59	1252+000m	1251+000m	---	---	---
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	---	---	---
Tramo N° 66	1245+000m	1244+000m	---	---	---
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	---	---	---
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	---	---	---
Tramo N° 102	1209+000m	1208+000m	---	---	---
Tramo N° 106	1205+000m	1204+000m	---	---	---
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	---	---	---
Tramo N° 118	1193+000m	1192+000m	---	---	---
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	---	---	---
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	---	---	---
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 133	1178+000m	1177+000m	---	---	---
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 150	1161+000m	1160+000m	---	---	---
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	---	---	---
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	---	---	---
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	---	---	---
Tramo N° 162	1149+000m	1148+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 164	1147+000m	1146+000m	---	---	---
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	---	---	---
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 181	1130+000m	1129+000m	---	---	---
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	---	---	---
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	---	---	---
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	---	---	---
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	---	---	---
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	---	---	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 37:

Verificación del T.C.A. para el año de estudio del 2018 según el criterio del nivel de confianza al 95% ($K = 1.645$)

TRAMO	PROGRESIVA		2018		
	INICIO	FIN	CN	CT	CNT
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	---	---	---
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	---	---	---
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	---	---	---
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 15	1296+000m	1295+000m	---	---	---
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	---	---	---
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	---	---	---
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	---	---	---
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	---	---	---
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	---	---	---
Tramo N° 57	1254+000m	1253+000m	---	---	---
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	---	---	---
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 70	1241+000m	1240+000m	---	---	---
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	---	---	---
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	---	---	---
Tramo N° 88	1223+000m	1222+000m	---	---	---
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	---	---	---
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	---	---	---
Tramo N° 92	1219+000m	1218+000m	---	---	---
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	---	---	---
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	---	---	---
Tramo N° 111	1200+000m	1199+000m	---	---	---
Tramo N° 113	1198+000m	1197+000m	---	---	---
Tramo N° 115	1196+000m	1195+000m	---	---	---
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	---	---	---
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	---	---	---
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	---	---	---
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	---	---	---
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 137	1174+000m	1173+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	---	---	---
Tramo N° 146	1165+000m	1164+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	---	---	---
Tramo N° 158	1153+000m	1152+000m	---	---	---
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	---	---	---
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 172	1139+000m	1138+000m	---	---	---
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	---	---	---
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 180	1131+000m	1130+000m	---	---	---
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	T.C.A.	T.C.A.	T.C.A.
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	---	---	---

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



4.4.5. MÉTODO DE CONTROL DE CALIDAD DE LA TASA

Este método realiza el cálculo de la tasa media, por ende, es necesario más información relevante, además de requerir la adecuada categorización de la vía. Si bien parte de la significación del método parece perderse cuando se aplica la simplificación, demuestra que con controles estadísticos son indispensables para la identificación de los TCA. El nivel de confianza usado será del 95% ($k=1.645$)

Los datos del IMDA y el número de accidentes de tránsito se obtendrá de las 6 y 7 respectivamente.

- N.º Accidentes : 3
- Distancia : 1 Km
- IMDA : 1256
- N.º de Días : 365

La tasa para cada tramo se calculará de la siguiente ecuación.

$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo. } 10^6}{\text{IMDA. Numero de dias. Longitud del tramo}} \dots \dots (13)$$

$$T_i = \frac{3 \times 10^6}{1256 \times 365 \times 1}$$

$$T_i = 6.544$$

La tasa media de este método está determinada por la variable (T_m), de igual manera que la tasa del tramo, pero esto en base al total de accidentes en todo el tramo de estudio, el IMDA promedio y la distancia total del tramo de estudio, se calcula con la siguiente expresión.



- Accidentes de tránsito 2013 : 45
- Longitud del tramo : 194 Km
- IMDA promedio : 1101
- N° de días : 365

$$T_m = \frac{\sum \text{Accidentes} \cdot 10^6}{\text{IMDA}_{\text{media}} \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud de carretera}} \dots \dots (14)$$

$$T_m = \frac{45 \cdot 10^6}{1101 \times 365 \times 194}$$

$$T_m = 0.577$$

Para este método necesitamos la cantidad de tránsito durante el periodo de estudio.

$$T_i = \frac{\text{IMDA} \cdot \text{Numero de dias} \cdot \text{Longitud del tramo}}{10^6} \dots \dots (31)$$

$$T_i = \frac{1101 \cdot 365 \cdot 194}{10^6}$$

$$T_i = 0.402$$

La tasa crítica del sistema se resuelve de la siguiente manera.

$$T_{ci} = T_m + k \sqrt{\frac{T_m}{t_i}} + \frac{0.5}{t_i} \dots \dots (29)$$

$$T_{ci} = 0.577 + 1.645x \sqrt{\frac{0.577}{0.402}} + \frac{0.5}{0.402}$$

$$T_{ci} = 3.794$$

Para el cálculo de la tasa de accidentes de cada tramo se usa la ecuación (Ti).



$$T_i = \frac{\text{Accidentes en el tramo. } 10^6}{\text{IMDA. Numero de dias. Longitud del tramo}} \dots \dots (32)$$

$$T_i = \frac{45 \times 10^6}{1256 \times 365 \times 1}$$

$$T_i = 6.544$$

En este método se considerará T.C.A. a aquel tramo que, la tasa de accidentes sea mayor o igual a la tasa crítica del sistema.

$$T_i \geq T_c$$

$6.544 \geq 3.794$, por lo tanto, este kilometro adquiere una condición de TCA. En las siguientes tablas se puede apreciar el total de resultados para los demás tramos de estudio.

Tabla 38:

Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2013.

TRAMO	PROGRESIVA		2013			
	INICIO	FIN	Nº ACC	TPDA	Ti	CONDICION
Tramo Nº 2	1309+000m	1308+000m	2	1256	4.363	T.C.A.
Tramo Nº 4	1307+000m	1306+000m	2		4.363	T.C.A.
Tramo Nº 5	1306+000m	1305+000m	3		6.544	T.C.A.
Tramo Nº 10	1301+000m	1300+000m	3		6.544	T.C.A.
Tramo Nº 11	1300+000m	1299+000m	1		2.182	
Tramo Nº 12	1299+000m	1298+000m	1		2.182	
Tramo Nº 13	1298+000m	1297+000m	1		2.182	
Tramo Nº 18	1293+000m	1292+000m	1		2.182	
Tramo Nº 19	1292+000m	1291+000m	1		2.182	
Tramo Nº 21	1290+000m	1289+000m	1		2.182	
Tramo Nº 23	1288+000m	1287+000m	1		2.182	
Tramo Nº 26	1285+000m	1284+000m	1		2.182	
Tramo Nº 30	1281+000m	1280+000m	1		2.182	
Tramo Nº 36	1275+000m	1274+000m	1		2.182	
Tramo Nº 40	1271+000m	1270+000m	1		2.182	
Tramo Nº 41	1270+000m	1269+000m	2		4.363	T.C.A.
Tramo Nº 42	1269+000m	1268+000m	1		2.182	
Tramo Nº 43	1268+000m	1267+000m	1		2.182	
Tramo Nº 52	1259+000m	1258+000m	1		2.182	
Tramo Nº 54	1257+000m	1256+000m	1		2.182	
Tramo Nº 63	1248+000m	1247+000m	1		2.182	
Tramo Nº 79	1232+000m	1231+000m	3		6.544	T.C.A.
Tramo Nº 90	1221+000m	1220+000m	2	1101	4.977	T.C.A.
Tramo Nº 93	1218+000m	1217+000m	1		2.489	
Tramo Nº 94	1217+000m	1216+000m	1		2.489	
Tramo Nº 98	1213+000m	1212+000m	2		4.977	T.C.A.
Tramo Nº 99	1212+000m	1211+000m	2		4.977	T.C.A.
Tramo Nº 100	1211+000m	1210+000m	1		2.489	
Tramo Nº 127	1184+000m	1183+000m	1		2.489	
Tramo Nº 153	1158+000m	1157+000m	1		2.489	
Tramo Nº 155	1156+000m	1155+000m	1		2.489	
Tramo Nº 175	1136+000m	1135+000m	1	945	2.9	
Tramo Nº 185	1126+000m	1125+000m	1		2.9	
TOTAL DE ACCIDENTES			45			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1101			
CANTIDAD DE TRANSITO (ti)			0.40174333			
K			1.645			
Tasa Crítica (Tci)			3.79402753			
TASA MEDIA (Tm)			0.57738049			

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 39:

Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2014.

TRAMO	PROGRESIVA		2014			
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	CONDICION
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	2	1266	4.329	T.C.A.
Tramo N° 8	1303+000m	1302+000m	1		2.165	
Tramo N° 9	1302+000m	1301+000m	1		2.165	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	1		2.165	
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		2.165	
Tramo N° 53	1258+000m	1257+000m	1		2.165	
Tramo N° 55	1256+000m	1255+000m	1		2.165	
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		2.165	
Tramo N° 63	1248+000m	1247+000m	1		2.165	
Tramo N° 69	1242+000m	1241+000m	1		2.165	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	1		2.165	
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	1		2.165	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	1		2.165	
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1		2.165	
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	2		4.329	T.C.A.
Tramo N° 87	1224+000m	1223+000m	2	1111	4.933	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		2.467	
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	1		2.467	
Tramo N° 109	1202+000m	1201+000m	2		4.933	T.C.A.
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1		2.467	
Tramo N° 173	1138+000m	1137+000m	2	954	4.933	T.C.A.
Tramo N° 184	1127+000m	1126+000m	1		2.467	
TOTAL DE ACCIDENTES			39			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1110.33333			
CANTIDAD DE TRANSITO (ti)			0.40527167			
K			1.645			
Tasa Crítica (Tci)			3.54969523			
TASA MEDIA (Tm)			0.49603993			

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 40:

Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2015.

TRAMO	PROGRESIVA		2015			
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	CONDICION
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	4	1372	7.988	T.C.A.
Tramo N° 6	1305+000m	1304+000m	3		5.991	T.C.A.
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	3		5.991	T.C.A.
Tramo N° 13	1298+000m	1297+000m	1		1.997	
Tramo N° 16	1295+000m	1294+000m	1		1.997	
Tramo N° 17	1294+000m	1293+000m	1		1.997	
Tramo N° 19	1292+000m	1291+000m	2		3.994	
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	3		5.991	T.C.A.
Tramo N° 26	1285+000m	1284+000m	1		1.997	
Tramo N° 27	1284+000m	1283+000m	1		1.997	
Tramo N° 30	1281+000m	1280+000m	2		3.994	
Tramo N° 40	1271+000m	1270+000m	1		1.997	
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		1.997	
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		1.997	
Tramo N° 54	1257+000m	1256+000m	1		1.997	
Tramo N° 58	1253+000m	1252+000m	1		1.997	
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		3.994	
Tramo N° 64	1247+000m	1246+000m	1		1.997	
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		1.997	
Tramo N° 68	1243+000m	1242+000m	3		5.991	T.C.A.
Tramo N° 71	1240+000m	1239+000m	1		1.997	
Tramo N° 74	1237+000m	1236+000m	1		1.997	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	3		5.991	T.C.A.
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2		3.994	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		3.994	
Tramo N° 86	1225+000m	1224+000m	1		1.997	
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1191	2.301	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		2.301	
Tramo N° 94	1217+000m	1216+000m	3		6.902	T.C.A.
Tramo N° 97	1214+000m	1213+000m	2		4.601	T.C.A.
Tramo N° 99	1212+000m	1211+000m	1		2.301	
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		2.301	
Tramo N° 104	1207+000m	1206+000m	4		9.202	T.C.A.
Tramo N° 114	1197+000m	1196+000m	1		2.301	
Tramo N° 116	1195+000m	1194+000m	1		2.301	
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		4.601	T.C.A.
Tramo N° 153	1158+000m	1157+000m	1		2.301	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1	1011	2.71	
TOTAL DE ACCIDENTES			63			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1191			
CANTIDAD DE TRANSITO (ti)			0.43483667			
K			1.645			
Tasa Critica (Tci)			4.05247481			
TASA MEDIA (Tm)			0.74681436			

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 41:

Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2016.

TRAMO	PROGRESIVA		2016			
	INICIO	FIN	Nº ACC	IMDA	Ti	CONDICION
Tramo Nº 2	1309+000m	1308+000m	4	1475	7.41	T.C.A.
Tramo Nº 3	1308+000m	1307+000m	1		1.853	
Tramo Nº 6	1305+000m	1304+000m	1		1.853	
Tramo Nº 7	1304+000m	1303+000m	4		7.41	T.C.A.
Tramo Nº 12	1299+000m	1298+000m	1		1.853	
Tramo Nº 19	1292+000m	1291+000m	1		1.853	
Tramo Nº 22	1289+000m	1288+000m	1		1.853	
Tramo Nº 30	1281+000m	1280+000m	1		1.853	
Tramo Nº 32	1279+000m	1278+000m	1		1.853	
Tramo Nº 46	1265+000m	1264+000m	1		1.853	
Tramo Nº 54	1257+000m	1256+000m	1		1.853	
Tramo Nº 60	1251+000m	1250+000m	1		1.853	
Tramo Nº 67	1244+000m	1243+000m	1		1.853	
Tramo Nº 73	1238+000m	1237+000m	1		1.853	
Tramo Nº 78	1233+000m	1232+000m	2		3.705	
Tramo Nº 83	1228+000m	1227+000m	1		1.853	
Tramo Nº 85	1226+000m	1225+000m	2		3.705	
Tramo Nº 89	1222+000m	1221+000m	1	1270	2.152	
Tramo Nº 91	1220+000m	1219+000m	1		2.152	
Tramo Nº 94	1217+000m	1216+000m	3		6.455	T.C.A.
Tramo Nº 95	1216+000m	1215+000m	3		6.455	T.C.A.
Tramo Nº 96	1215+000m	1214+000m	3		6.455	T.C.A.
Tramo Nº 97	1214+000m	1213+000m	2		4.303	T.C.A.
Tramo Nº 100	1211+000m	1210+000m	1		2.152	
Tramo Nº 109	1202+000m	1201+000m	1		2.152	
Tramo Nº 121	1190+000m	1189+000m	1		2.152	
Tramo Nº 125	1186+000m	1185+000m	3		6.455	T.C.A.
Tramo Nº 134	1177+000m	1176+000m	3		6.455	T.C.A.
Tramo Nº 139	1172+000m	1171+000m	2		4.303	T.C.A.
Tramo Nº 140	1171+000m	1170+000m	1		2.152	
Tramo Nº 159	1152+000m	1151+000m	1		2.152	
Tramo Nº 160	1151+000m	1150+000m	3		6.455	T.C.A.
Tramo Nº 165	1146+000m	1145+000m	2		4.303	T.C.A.
Tramo Nº 173	1138+000m	1137+000m	2	1064	5.136	T.C.A.
Tramo Nº 174	1137+000m	1136+000m	1		2.568	
Tramo Nº 175	1136+000m	1135+000m	2		5.136	T.C.A.
Tramo Nº 176	1135+000m	1134+000m	1		2.568	
Tramo Nº 177	1134+000m	1133+000m	2		5.136	T.C.A.
Tramo Nº 179	1132+000m	1131+000m	2		5.136	T.C.A.
Tramo Nº 185	1126+000m	1125+000m	1		2.568	
Tramo Nº 187	1124+000m	1123+000m	1		2.568	
Tramo Nº 188	1123+000m	1122+000m	1		2.568	
Tramo Nº 189	1122+000m	1121+000m	2		5.136	T.C.A.
Tramo Nº 190	1121+000m	1120+000m	1		2.568	
Tramo Nº 191	1120+000m	1119+000m	2		5.136	T.C.A.
Tramo Nº 193	1118+000m	1117+000m	1		2.568	
Tramo Nº 194	1117+000m	1116+000m	2		5.136	T.C.A.
TOTAL DE ACCIDENTES			77			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1270			
CANTIDAD DE TRANSITO (ti)			0.464698			
K			1.645			
Tasa Crítica (Tci)			4.1656576			
TASA MEDIA (Tm)			0.85645868			

Nota. Fuente: Elaboración Propia.



Tabla 42:

Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2017.

TRAMO	PROGRESIVA		2017			
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	CONDICION
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	2	1488	3.683	T.C.A.
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	1		1.842	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		3.683	T.C.A.
Tramo N° 20	1291+000m	1290+000m	1		1.842	
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1.842	
Tramo N° 22	1289+000m	1288+000m	2		3.683	T.C.A.
Tramo N° 37	1274+000m	1273+000m	1		1.842	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1.842	
Tramo N° 46	1265+000m	1264+000m	1		1.842	
Tramo N° 59	1252+000m	1251+000m	1		1.842	
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	1		1.842	
Tramo N° 66	1245+000m	1244+000m	1		1.842	
Tramo N° 82	1229+000m	1228+000m	2		3.683	T.C.A.
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1	1300	2.108	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	4		8.43	T.C.A.
Tramo N° 101	1210+000m	1209+000m	1		2.108	
Tramo N° 102	1209+000m	1208+000m	1		2.108	
Tramo N° 106	1205+000m	1204+000m	1		2.108	
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		2.108	
Tramo N° 118	1193+000m	1192+000m	1		2.108	
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		2.108	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		2.108	
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	3		6.323	T.C.A.
Tramo N° 133	1178+000m	1177+000m	1		2.108	
Tramo N° 139	1172+000m	1171+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 150	1161+000m	1160+000m	1		2.108	
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1		2.108	
Tramo N° 156	1155+000m	1154+000m	1		2.108	
Tramo N° 160	1151+000m	1150+000m	1		2.108	
Tramo N° 162	1149+000m	1148+000m	2		4.215	T.C.A.
Tramo N° 164	1147+000m	1146+000m	1	2.108		
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2	4.215	T.C.A.	
Tramo N° 175	1136+000m	1135+000m	1	1112	2.464	
Tramo N° 177	1134+000m	1133+000m	2		4.928	T.C.A.
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	3		7.392	T.C.A.
Tramo N° 181	1130+000m	1129+000m	1		2.464	
Tramo N° 185	1126+000m	1125+000m	1		2.464	
Tramo N° 186	1125+000m	1124+000m	1		2.464	
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		2.464	
Tramo N° 189	1122+000m	1121+000m	1		2.464	
Tramo N° 194	1117+000m	1116+000m	1		2.464	
TOTAL DE ACCIDENTES			60			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1300			
CANTIDAD DE TRANSITO (ti)			0.4745			
K			1.645			
Tasa Critica (Tci)			3.63352773			
TASA MEDIA (Tm)			0.65179842			

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

Tabla 43:

Valores de la tasa de accidentes, tasa media, cantidad de tránsito, tasa crítica para el año 2018.

TRAMO	PROGRESIVA		2018			
	INICIO	FIN	N° ACC	TPDA	Ti	CONDICION
Tramo N° 1	1310+000m	1309+000m	1	1538	1.782	
Tramo N° 2	1309+000m	1308+000m	1		1.782	
Tramo N° 4	1307+000m	1306+000m	3		5.345	T.C.A.
Tramo N° 5	1306+000m	1305+000m	1		1.782	
Tramo N° 7	1304+000m	1303+000m	2		3.563	
Tramo N° 15	1296+000m	1295+000m	1		1.782	
Tramo N° 18	1293+000m	1292+000m	4		7.126	T.C.A.
Tramo N° 21	1290+000m	1289+000m	1		1.782	
Tramo N° 42	1269+000m	1268+000m	1		1.782	
Tramo N° 43	1268+000m	1267+000m	1		1.782	
Tramo N° 45	1266+000m	1265+000m	1		1.782	
Tramo N° 50	1261+000m	1260+000m	1		1.782	
Tramo N° 57	1254+000m	1253+000m	1		1.782	
Tramo N° 60	1251+000m	1250+000m	1		1.782	
Tramo N° 61	1250+000m	1249+000m	2		3.563	
Tramo N° 65	1246+000m	1245+000m	2		3.563	
Tramo N° 70	1241+000m	1240+000m	1		1.782	
Tramo N° 77	1234+000m	1233+000m	4		7.126	T.C.A.
Tramo N° 78	1233+000m	1232+000m	2	3.563		
Tramo N° 79	1232+000m	1231+000m	2	3.563		
Tramo N° 84	1227+000m	1226+000m	1	1.782		
Tramo N° 85	1226+000m	1225+000m	1	1.782		
Tramo N° 88	1223+000m	1222+000m	1	1320	2.076	
Tramo N° 90	1221+000m	1220+000m	1		2.076	
Tramo N° 91	1220+000m	1219+000m	1		2.076	
Tramo N° 92	1219+000m	1218+000m	1		2.076	
Tramo N° 95	1216+000m	1215+000m	1		2.076	
Tramo N° 98	1213+000m	1212+000m	4		8.303	T.C.A.
Tramo N° 103	1208+000m	1207+000m	1		2.076	
Tramo N° 111	1200+000m	1199+000m	1		2.076	
Tramo N° 113	1198+000m	1197+000m	1		2.076	
Tramo N° 115	1196+000m	1195+000m	1		2.076	
Tramo N° 117	1194+000m	1193+000m	1		2.076	
Tramo N° 124	1187+000m	1186+000m	1		2.076	
Tramo N° 125	1186+000m	1185+000m	1		2.076	
Tramo N° 129	1182+000m	1181+000m	1		2.076	
Tramo N° 134	1177+000m	1176+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 137	1174+000m	1173+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 140	1171+000m	1170+000m	1		2.076	
Tramo N° 146	1165+000m	1164+000m	2		4.152	T.C.A.
Tramo N° 151	1160+000m	1159+000m	2	4.152	T.C.A.	
Tramo N° 155	1156+000m	1155+000m	1	2.076		
Tramo N° 158	1153+000m	1152+000m	1	2.076		
Tramo N° 159	1152+000m	1151+000m	1	2.076		
Tramo N° 165	1146+000m	1145+000m	2	4.152	T.C.A.	
Tramo N° 172	1139+000m	1138+000m	1	1104	2.482	
Tramo N° 176	1135+000m	1134+000m	1		2.482	
Tramo N° 179	1132+000m	1131+000m	2		4.964	T.C.A.
Tramo N° 180	1131+000m	1130+000m	1		2.482	
Tramo N° 187	1124+000m	1123+000m	3		7.445	T.C.A.
Tramo N° 188	1123+000m	1122+000m	1		2.482	
TOTAL DE ACCIDENTES			75			
LONGITUD DEL TRAMO			194			
IMDA PROMEDIO			1429			
CANTIDAD DE TRANSITO (ti)			0.521585			
K			1.645			
Tasa Crítica (Tci)			3.66078318			
TASA MEDIA (Tm)			0.74119834			

Nota. Fuente: Elaboración Propia.

4.5. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DE LOS ELEMENTOS GEOMÉTRICOS DE LOS PUNTOS NEGROS

Tabla 44

Análisis de elementos geométricos N.º 01

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO				
T.C.A. N°	12	TANGENTE	1	REGISTRO 1
PROGRESIVAS			INICIO	1308+000m
			FIIN	1309+000m
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE
L.max	1336	L.	2215.10 m	NO CUMPLE
L. S. min	111	L. S.	-	-
L. O. min	222	L. O.	2215.10 m	CUMPLE
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.20 m	NO CUMPLE
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.01%	NO CUMPLE
PLANO DE PLANTA				



COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.

Tabla 45:
Análisis de elementos geométricos N.º 02

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	11	TANGENTE	-	REGISTRO	2
PROGRESIVAS			INICIO	1303+000m	
			FIIN	1304+000m	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	5062.31 m	NO CUMPLE	
L. S. min	111	L. S.	-	-	
L. O. min	222	L. O.	5062.31 m	CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	7.00 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.50 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	1.99%	NO CUMPLE	

PLANO DE PLANTA



COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.

Tabla 46:
Análisis de elementos geométricos N.º 03

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO				
T.C.A. N°	10	TANGENTE	-	REGISTRO 3
PROGRESIVAS			INICIO	1290+000m
			FIIN	1291+000m
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE
L.max	1336	L.	1776.18 m	NO CUMPLE
L. S. min	111	L. S.	1776.18 m	CUMPLE
L. O. min	222	L. O.	-	-
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.96%	CUMPLE
PLANO DE PLANTA				
<p>COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.</p>				

Tabla 47:
Análisis de elementos geométricos N.º 04

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	9	TANGENTE	1	REGISTRO	4
PROGRESIVAS			INICIO	1233+000m	
			FIIN	1234+000m	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	9359.00 m	NO CUMPLE	
L. S. min	111	L. S.	9359.00 m	CUMPLE	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.50 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.25 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.30 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	1.49%	NO CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.</p>					

Tabla 48:

Análisis de elementos geométricos N.º 05

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	8	TANGENTE	-	REGISTRO	5
PROGRESIVAS			INICIO	1213+000m	
			FIIN	1214+000m	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	-	-	
L. S. min	111	L. S.	-	-	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.20 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.25%	NO CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.</p>					

Tabla 49:
Análisis de elementos geométricos N.º 06

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	7	TANGENTE	-	REGISTRO	6
PROGRESIVAS			INICIO	1211+000m	
			FIIN	1212+000m	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	-	-	
L. S. min	111	L. S.	-	-	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.20 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.59%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.</p>					

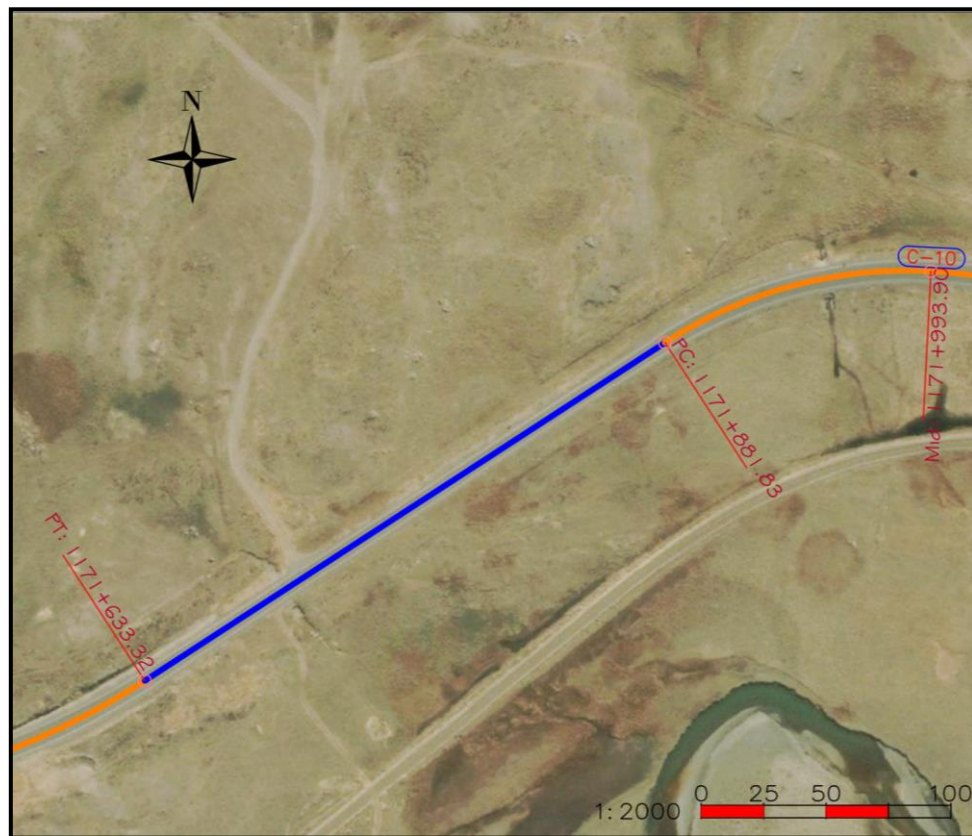
Tabla 50:
Análisis de elementos geométricos N.º 07

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA					
T.C.A. N°	6	CURVA	C10	REGISTRO	7
PROGRESIVAS			PC	1171+881.83	
			PT	1172+105.97	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
Δ	59'	Δ	72°02'29"	CUMPLE	
RADIO min	105	RADIO	178.26	CUMPLE	
L min	180	L	224.14	CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	7.70 m	CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.85 m	CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE	
Sobreechancho	0.80 m	Sobreechancho	1.00 m	CUMPLE	
Peralte	2%-8%	Peralte	7.01%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: La longitud mínima de curva, así como el radio de curvatura, no cumplen con lo establecido en la norma vigente DG – 2018.</p>					

Tabla :
Análisis de elementos geométricos N.º 08

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	6	TANGENTE	C09-C10	REGISTRO	8
PROGRESIVAS			INICIO	1171+633.32	
			FIN	1171+881.83	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
L.max	1002	L.	248.51	CUMPLE	
L. S. min	83	L. S.	248.51	CUMPLE	
L. O. min	167	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	0.90 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.90%	CUMPLE	

PLANO DE PLANTA



COMENTARIO: Se puede apreciar la presencia de intersecciones de caminos rurales en la vía.

Tabla 51:
Análisis de elementos geométricos N.º 09

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA					
T.C.A. N°	6	CURVA	C09	REGISTRO	9
PROGRESIVAS			PC	1171+402.02	
			PT	1171+633.32	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
Δ	59'	Δ	44°50'08"	CUMPLE	
RADIO min	105	RADIO	295.59	CUMPLE	
L min	180	L	231.31	CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Sobreechancho	0.60 m	Sobreechancho	0.35 m	NO CUMPLE	
Peralte	2%-8%	Peralte	7.16%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se ve que la longitud mínima de curva no cumple con los valores mínimos establecidos en la norma vigente DG 2018.</p>					

Tabla 52:
Análisis de elementos geométricos N.º 10

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	6	TANGENTE	C08-C09	REGISTRO	10
PROGRESIVAS			INICIO	1171+156.22	
			FIIN	1171+402.02	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	NO CUMPLE	
L.max	1002	L.	245.8	CUMPLE	
L. S. min	83	L. S.	-	-	
L. O. min	167	L. O.	245.8	CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	3.38%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar la presencia de intersecciones de caminos rurales en la vía.</p>					

Tabla 53:

Análisis de elementos geométricos N.º 11

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA				
T.C.A. N°	6	CURVA	C08	REGISTRO 11
PROGRESIVAS			PC	1171+116.41
			PT	1171+156.22
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	NO CUMPLE
Δ	59'	Δ	5°55'51"	CUMPLE
RADIO min	105	RADIO	384.62	CUMPLE
L min	180	L	39.81	NO CUMPLE
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE
Sobreechancho	0.50 m	Sobreechancho	0.50 m	CUMPLE
Peralte	2%-8%	Peralte	2.35%	CUMPLE
PLANO DE PLANTA				
<p>COMENTARIO: Se ve que la longitud mínima de curva no cumple con los valores mínimos establecidos en la norma vigente DG 2018.</p>				

Tabla 54:
Análisis de elementos geométricos N.º 12

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	6	TANGENTE	C07-C08	REGISTRO	12
PROGRESIVAS			INICIO	1170+930.97	
			FIIN	1171+116.41	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
L.max	1002	L.	185.44	CUMPLE	
L. S. min	83	L. S.	-	-	
L. O. min	167	L. O.	185.44	CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	3.14%	CUMPLE	



COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de recta tangente entre curvas que van en el mismo sentido, no cumple con lo establecido en la norma, además de la presencia de la intersección de caminos rurales.

Tabla 55:

Análisis de elementos geométricos N.º 13

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA					
T.C.A. N°	5	CURVA		C07	REGISTRO 13
PROGRESIVAS				PC	1170+893.85
				PT	1170+930.97
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
Δ	59'	Δ	15°23'42"	CUMPLE	
RADIO min	255	RADIO	138.17	NO CUMPLE	
L min	240	L	37.13	NO CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Sobreechancho	1.00 m	Sobreechancho	0.40 m	NO CUMPLE	
Peralte	2%-8%	Peralte	6.85%	CUMPLE	

COMENTARIO: La longitud mínima de curva, así como el radio de curvatura, no cumplen con lo establecido en la norma vigente DG – 2018.

Tabla 56:
Análisis de elementos geométricos N.º 14

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	5	TANGENTE	C06-C07	REGISTRO	14
PROGRESIVAS			INICIO	1170+308.38	
			FIIN	1170+893.85	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	585.47	CUMPLE	
L. S. min	111	L. S.	585.47	CUMPLE	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.56%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede distinguir en la imagen la presencia de intersecciones de caminos rurales.</p>					

Tabla 57:
Análisis de elementos geométricos N.º 15

ANÁLISIS DEL DISEÑO GEOMÉTRICO EN CURVA					
T.C.A. N°	5	CURVA	C06	REGISTRO	15
PROGRESIVAS			PC	1170+220.00	
			PT	1170+308.38	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
Δ	59'	Δ	52°04'02"	CUMPLE	
RADIO min	255	RADIO	97.26	NO CUMPLE	
L min	240	L	88.38	NO CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE	
Sobrancho	1.30 m	Sobrancho	0.40 m	NO CUMPLE	
Peralte	2%-8%	Peralte	3.38%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar que la longitud de curva y el radio no cumplen con los valores mínimos establecidos por la norma vigente.</p>					

Tabla 58:
Análisis de elementos geométricos N.º 16

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	5	TANGENTE	C05-C06	REGISTRO	16
PROGRESIVAS			INICIO	1159+000m	
			FIIN	1160+000m	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	75.65	CUMPLE	
L. S. min	111	L. S.	75.65	NO CUMPLE	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.56%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta, la recta tangente C05-C06 perteneciente al PUNTO NEGRO N° 05 el cual no cumple con las dimensiones mínimas según lo establecido en la norma vigente DG - 2018.</p>					

Tabla 59:
Análisis de elementos geométricos N.º 17

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA					
T.C.A. N°	5	CURVA		C05	REGISTRO 17
PROGRESIVAS				PC	1170+061.12
				PT	1170+144.35
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
Δ	59'	Δ	48°05'41"	CUMPLE	
RADIO min	255	RADIO	99.15	NO CUMPLE	
L min	240	L	83.23	NO CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	2.30 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.20 m	NO CUMPLE	
Sobreechanco	1.30 m	Sobreechanco	0.45 m	NO CUMPLE	
Peralte	2%-8%	Peralte	2.46%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar que la longitud de curva y el radio no cumplen con los valores mínimos establecidos por la norma vigente.</p>					

Tabla 60:
Análisis de elementos geométricos N.º 18

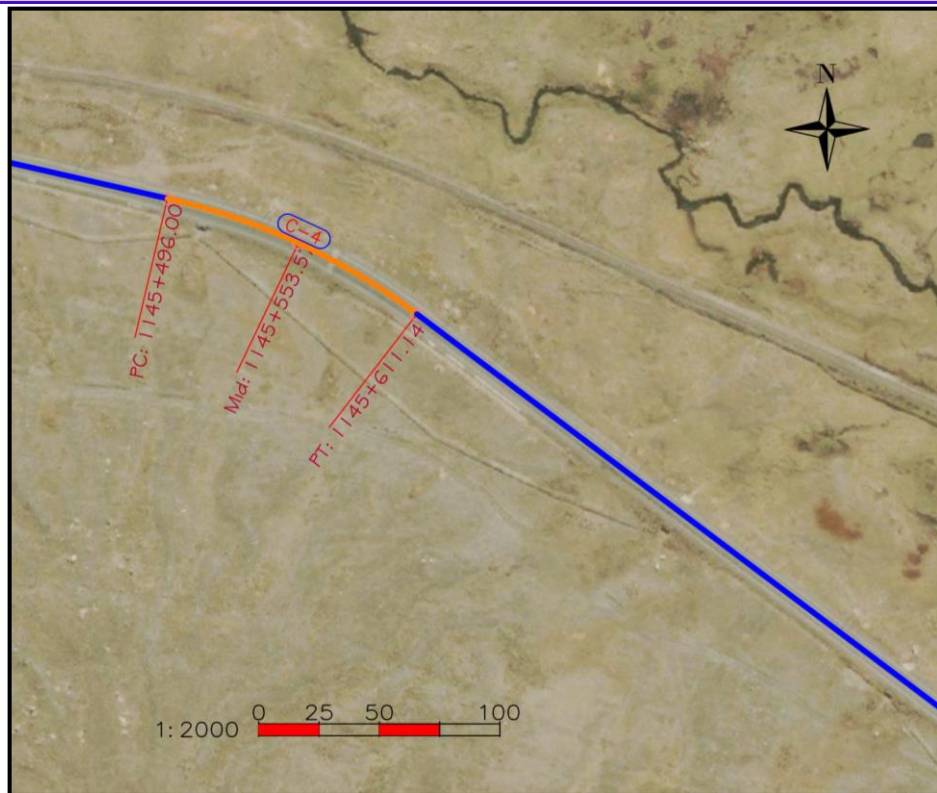
ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	4	TANGENTE	-	REGISTRO	18
PROGRESIVAS			INICIO	1159+000m	
			FIIN	1160+000m	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	80 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
L.max	1336 m	L.	1504.87	NO CUMPLE	
L. S. min	111 m	L. S.	1504.87	CUMPLE	
L. O. min	222 m	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.10 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.56%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta de tramo considerado PUNTO NEGRO N° 04 el cual se ubica en una recta tangente de gran dimensión excediendo el valor límite de 1336 m. establecido en la norma.</p>					

Tabla 61:

Análisis de elementos geométricos N.º 19

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA				
T.C.A. N°	3	CURVA	C04	REGISTRO 19
PROGRESIVAS			PC	1145+496.00
			PT	1145+611.14
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	80 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE
Δ	59'	Δ	24°22'12"	CUMPLE
RADIO min	255	RADIO	270.7	CUMPLE
L min	240	L	115.14	NO CUMPLE
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE
Sobreechanco	0.70 m	Sobreechanco	0.40 m	NO CUMPLE
Peralte	2%-8%	Peralte	2.35%	CUMPLE

PLANO DE PLANTA



COMENTARIO: Se puede ver que la longitud mínima de curva no está conforme a lo establecido en la norma vigente, siendo el valor mínimo de 240 m.

Tabla 62:
Análisis de elementos geométricos N.º 20

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	3	TANGENTE	C03-C04	REGISTRO	20
PROGRESIVAS			INICIO	1145+367.91	
			FIIN	1145+496.00	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	80 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	128.09	CUMPLE	
L. S. min	111	L. S.	128.09	CUMPLE	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.80 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.40 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	0.90 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.9%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se aprecia que la recta tangente cumple con lo especificado en el manual DG -2018</p>					

Tabla 63:

Análisis de elementos geométricos N.º 21

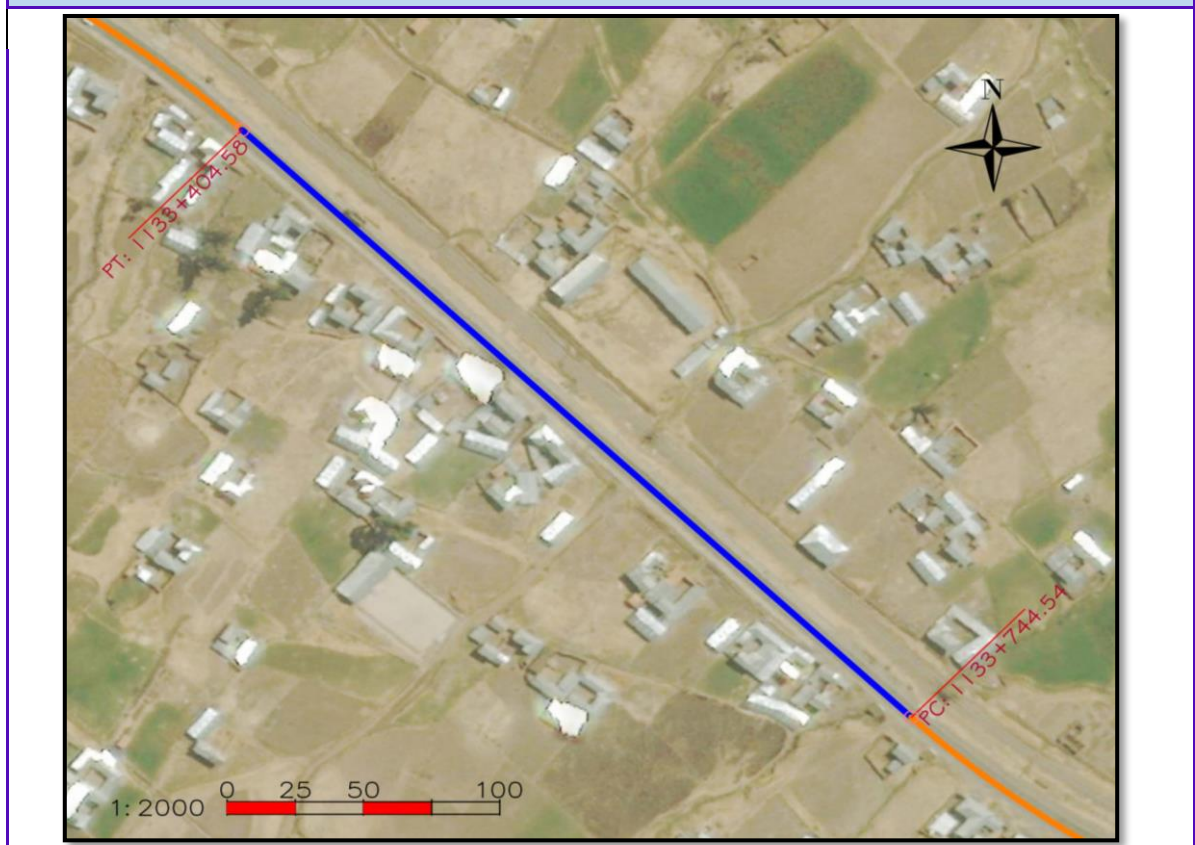
ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA					
T.C.A. N°	3	CURVA	C03	REGISTRO	21
PROGRESIVAS			PC	1145+181.92	
			PT	1145+367.91	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	80 km/h	Vd	80 km/h	CUMPLE	
Δ	59'	Δ	28°20'21"	CUMPLE	
RADIO min	255	RADIO	376.02	CUMPLE	
L min	240	L	185.99	NO CUMPLE	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.80 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.40 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	0.80 m	NO CUMPLE	
Sobreechanco	0.60 m	Sobreechanco	0.60 m	CUMPLE	
Peralte	2%-8%	Peralte	4.30%	CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta de tramo considerado PUNTO NEGRO N° 03 el cual atraviesa una vía férrea.</p>					

Tabla 64:
Análisis de elementos geométricos N.º 22

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA				
T.C.A. N°	2	CURVA	C02	REGISTRO 22
PROGRESIVAS			PC	1133+744.54
			PT	1133+967.18
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE
Δ	59'	Δ	31°17'14"	CUMPLE
RADIO min	255	RADIO	407.71	CUMPLE
L min	240	L	222.64	NO CUMPLE
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.20 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.10 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.20 m	NO CUMPLE
Sobrancho	0.50 m	Sobrancho	0.30 m	NO CUMPLE
Peralte	2%-8%	Peralte	4.30%	CUMPLE
PLANO DE PLANTA				
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta de tramo considerado PUNTO NEGRO N° 02 el cual atraviesa una ZONA URBANA con presencia de intersecciones, zonas escolares y zonas ganaderas.</p>				

Tabla 65:
Análisis de elementos geométricos N.º 23

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO					
T.C.A. N°	2	TANGENTE	C01-C02	REGISTRO	23
PROGRESIVAS			INICIO	1133+404.58	
			FIIN	1133+744.54	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE	
L.max	1336	L.	339.96	CUMPLE	
L. S. min	111	L. S.	339.96	CUMPLE	
L. O. min	222	L. O.	-	-	
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL					
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION	
Calzada	7.20 m	Calzada	6.40 m	NO CUMPLE	
Carril	3.60 m	Carril	3.20 m	NO CUMPLE	
Berma	2.00 m	Berma	1.20 m	NO CUMPLE	
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.1%	NO CUMPLE	
PLANO DE PLANTA					



COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta de tramo considerado PUNTO NEGRO N° 02 el cual atraviesa una ZONA URBANA con presencia de intersecciones, zonas escolares y zonas ganaderas.

Tabla 66:

Análisis de elementos geométricos N.º 24

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN CURVA				
T.C.A. N°	2	CURVA	C01	REGISTRO 24
PROGRESIVAS			PC	1133+176.60
			PT	1133+404.58
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE
Δ	59'	Δ	31°09'11"	CUMPLE
RADIO min	255	RADIO	419.29	CUMPLE
L min	240	L	227.98	NO CUMPLE
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.00 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.00 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.00 m	NO CUMPLE
Sobreechanco	0.50 m	Sobreechanco	0.50 m	CUMPLE
Peralte	2%-8%	Peralte	2.06%	CUMPLE

COMENTARIO: COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta de tramo considerado PUNTO NEGRO N° 02 el cual atraviesa una ZONA URBANA con presencia de intersecciones, zonas escolares y zonas ganaderas en donde se registra accidentes como choques, despistes y atropellos ocasionados por el exceso de velocidad vehicular.

Tabla 67:
Análisis de elementos geométricos N.º 25

ANÁLISIS DE ELEMENTOS GEOMÉTRICOS EN TRAMO RECTO				
T.C.A. N°	1	TANGENTE	-	REGISTRO 25
PROGRESIVAS			INICIO	1131+00
			FIIN	1132+00
DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Vd	60 km/h	Vd	60 km/h	CUMPLE
L.max	1002	L.	1935	NO CUMPLE
L. S. min	83.4	L. S.	-	-
L. O. min	166.8	L. O.	1935	CUMPLE
DISEÑO GEOMÉTRICO EN SECCION TRANSVERSAL				
DESCRIPCION	DG-2018	DESCRIPCION	EN CAMPO	SITUACION
Calzada	7.20 m	Calzada	6.60 m	NO CUMPLE
Carril	3.60 m	Carril	3.30 m	NO CUMPLE
Berma	2.00 m	Berma	1.30 m	NO CUMPLE
Bombeo	2.5%	Bombeo	2.3%	NO CUMPLE
PLANO DE PLANTA				
<p>COMENTARIO: Se puede apreciar en la imagen el plano de planta de tramo considerado PUNTO NEGRO N° 01 el cual atraviesa una ZONA URBANA con presencia de intersecciones, zonas escolares y zonas ganaderas en donde se registra accidentes como choques, despistes y atropellos ocasionados por el exceso de velocidad vehicular.</p>				

4.6. EVALUACIÓN DE LA SEÑALIZACIÓN EN LOS PUNTOS NEGROS

4.6.1. MALA SEÑALIZACIÓN EN ZONAS URBANAS

La señalización en zonas urbanas debe ser reubicada para satisfacer la seguridad de los peatones, ya que solo se presenta señalización en una parte del tramo que traspasa las zonas urbanas, específicamente en la comunidad de Ocobamba.

4.6.2. SEÑALIZACIÓN MAL UBICADA EN LOS T.C.A.

Se pudo ver que en tramos donde existen las señalizaciones prohibido adelantar R-16 solo se pudo apreciar en un sentido de la vía, generando incompatibilidad en la señalización horizontal, además existen tramos donde se puede apreciar solamente los delineadores centrales que impiden el adelantamiento sin la presencia de las señales R-16.

Figura 19:

Se puede observar la falta de señal R-16 en donde la señal horizontal de doble lineado amarillo está presente – Km. 1171+380.



Fuente: elaboración propia



4.6.3. PELIGRO EN CURVAS

Se puede ver la falta de señalización en curvas y contracurvas evidenciando la falta de señal P4-A o P-4B, como también la falta de correspondencia que se tiene con las demarcaciones horizontales y viceversa.

4.6.4. CRUCE CON FERROCARRILES

Se pudo observar en la presente vía la existencia de despertadores, los cuales alertan al conductor de un cruce de ferrocarril, estos dispositivos deben ser reemplazados ya que por la identificación de dicho tramo de cruce como PUNTO NEGRO quedaría obsoleta la acción de simplemente alertar al conductor de dicho cruce, es por eso que el uso de las bandas transversales de alerta deben ser los dispositivos usados en la presente vía, ya que estos además de alertar al conductor, generan que estos reduzcan la velocidad del vehículo, es así como se evidencia la falta del mejoramiento de los dispositivos de tránsito de nuestras carreteras respectiva a nuestra zona de estudio.

4.6.5. SEÑALIZACIÓN INADECUADA POR EL TRÁNSITO DE PEATONES

Este tipo de señalización es ausente en tramos tangentes donde la carretera pasa por centros poblados y comunidades cercanas entre sí, generándose un peligro latente ya que el tránsito de peatones, ciclistas y unidades motorizadas es alto, desencadenando atropellos.

4.6.6. INTERSECCIONES CON RIESGO DE COLISIÓN

Se pueden apreciar en toda la vía por la presencia de intersecciones de carreteras afirmadas que no se encuentran debidamente señalizadas, generando



riesgo de choques principalmente en tramos tangentes donde la velocidad de operación es mayor que la de diseño.

4.6.7. TANGENTES CON DISTANCIAS EXCESIVAS

La presencia de tangentes de gran distancia se puede apreciar en todo el trayecto de la zona de estudio de la carretera PE-3S Juliaca – Marangani, sin presencia de curvas, generando en el conductor un estado de cansancio, el valor mínimo de rectas tangentes para una velocidad de 80 km/hr es de 1336 m., sin embargo, se tienen tramos muchas veces superiores a este sin alguna señal de tránsito preventiva que mantenga alerta al conductor.

4.6.8. AUSENCIA DE PARADEROS EN LA VÍA

Se puede observar a lo largo de la vía la presencia de paraderos informales generando riesgos para los pasajeros y transeúntes por su falta de visibilidad y señalización.

4.6.9. DETERIORO DE POSTES KILOMÉTRICOS

Se pudo observar el deterioro de postes kilométricos en la vía producto de falta de mantenimiento y de accidentes en la zona.

Figura 20:
Poste kilométrico destruidos



Fuente: elaboración propia

4.7. FORMULACIÓN DE UN PLAN DE MITIGACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA DE ESTUDIO.

4.7.1. PUNTO NEGRO N° 01 (T.C.A. N° 01)

4.7.1.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico transversal realizado en campo se obtuvo los siguientes parámetros:

- Calzada = 6.30 m.
- Carril = 3.30 m.
- Berma = 1.30 m.
- Bombeo = 2.30 %

Se puede apreciar que los valores de calzada, carril y berma incumplen lo establecido por la normativa vigente (DG-2018), siendo estos valores de 7.20 m.

para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.1.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

Con respecto a la señalización encontrada en la carretera se puede detallar lo siguiente:

- Límite máximo de velocidad 35 km/hr el cual solo abarca un pequeño sector del tramo en zona poblada desde el Km. y debe ser cambiado por Límite máximo de velocidad 30 km/hr (R-30).
- Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30) en solo un sentido de la vía.
- Zona Urbana (P-56) esta señal solo se puede apreciar en dirección de la vía de Marangani hacia Juliaca.
- Señal de ciclovía (P-46) el cual advierte al conductor la presencia de unidades menores como bicicletas y solo se puede visualizar en una sola dirección de la vía (Marangani hacia Juliaca).
- Cuidado de animales en la vía (P-53), esta señal debe ser reubicada para que abarque y tenga efectividad en un mayor tramo de esta vía.
- Zona escolar (P-49), esta señal solo se puede apreciar en una sola dirección de la vía (de Juliaca a Marangani).
- Las malas condiciones de tachas retrorreflectivas, evidenciando falta de mantenimiento en estas y una inadecuada colocación.
- Falta de señal Prohibido adelantar (R-16)



- Ausencia de Señal de circulación con luces bajas (R-40) en tramos largos.

4.7.1.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea como solución a corto plazo la reubicación de las señales de tránsito ya que estas se encuentran aglomeradas en un pequeño tramo de carretera el cual no cubre el total de la zona urbana de la comunidad de Ocobamba.

La implementación de señales faltantes ya que estas se pueden visualizar en una sola dirección de la vía, tal es el caso de: Zona Urbana (P-56) donde solo es apreciable de Marangani hacia Juliaca, Ciclovía (P-46) donde solo es apreciable de Marangani hacia Juliaca y Zona escolar (P-49) el cual solo se aprecia de Juliaca hacia Marangani.

La correcta colocación de las tachas retrorreflectivas en la vía según a la norma vigente que detalla la ubicación de tachas a 0.05 m. de los delineadores horizontales de borde.

La implementación de reductores de velocidad tipo resalto.

Todos estos detalles se muestran en el plano SV-01.

4.7.1.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.2. PUNTO NEGRO N° 02 (T.C.A. N° 02)

4.7.2.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

- Según el análisis de diseño geométrico realizado se pudo apreciar los siguientes datos en la curva C-01 y C-02:

	C-01		C-02
○ Calzada	= 6.00 m.	○ Calzada	= 6.20 m.
○ Carril	= 3.00 m.	○ Carril	= 3.10 m.
○ Berma	= 1.00 m.	○ Berma	= 1.20 m.
○ Sobreancho	= 0.50 m.	○ Sobreancho	= 0.30 m
○ Peralte	= 2.06%	○ Peralte	= 4.30%

Se puede apreciar que los valores de calzada, carril y berma incumplen lo establecido por la normativa vigente (DG-2018), siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.2.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

El tramo a pesar de que atraviesa una zona urbana presenta los siguientes detalles:

- No se aprecia la señal Límite máximo de velocidad, el cual por tratarse de una zona poblada se plantea un valor máximo de 30 km/hr (R-30).
- Carece de señal: Zona Urbana (P-56), advirtiendo a los conductores de la presencia de peatones.

- Carece de: Señal de ciclovía (P-46) el cual advierte al conductor la presencia de unidades menores como bicicletas y solo se puede visualizar en una sola dirección de la vía.
- Añadir la señal Cuidado animales en la vía (P-53).
- Añadir la señal Zona escolar (P-49).
- Falta de mantenimiento de tachas retrorreflectivas.

Figura 21:

Accidente causado por atropello de animales en el Km 1135



Fuente: Diario Sin Fronteras

Figura 22:
Falta de mantenimiento en tachas



Fuente: elaboración propia

4.7.2.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación y reubicación de señales verticales antes mencionadas como también el correcto uso de delineadores centrales y colocación de Tachas retrorreflectivas que indican su ubicación a 0.05 m de los delineadores horizontales de borde y no sobre ellos, generando el deterioro y desprendimiento de estos.

Ya que se trata de una zona poblada se plantea la colocación de reductores de velocidad tipo resalto según lo establecido en la norma vigente sobre reductores de velocidad.

4.7.2.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.3. PUNTO NEGRO N° 03 (T.C.A. N° 03)

4.7.3.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

- Según el análisis de diseño geométrico realizado se pudo apreciar los siguientes datos en la curva C-01 y C-02:

C-03		C-04	
○ Calzada	= 6.80 m.	○ Calzada	= 6.60 m.
○ Carril	= 3.40 m.	○ Carril	= 3.30 m.
○ Berma	= 0.80 m.	○ Berma	= 1.00 m.
○ Sobreancho	= 0.50 m.	○ Sobreancho	= 0.40 m.
○ Peralte	= 4.30%	○ Peralte	= 2.35%

Estos, incumplen lo establecido por la normativa vigente (DG-2018), siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50% - 8.00%.

4.7.3.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

Con respecto a la señalización encontrada en la carretera se puede detallar lo siguiente:



- Carece de señal: Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Falta de señal Cuidado animales en la vía (P-53)
- La falta de mantenimiento de las tachas retrorreflectivas.
- Falta de señal Prohibido adelantar (R-16) en ambos sentidos de la vía, cabe resaltar que si se encuentra las marcas de piso tipo delineador central, que impiden el adelantamiento en el tramo.
- El mejoramiento con respecto a las bandas transversales de alerta que no cumplen lo establecido en la norma vigente sobre REDUCTORES DE VELOCIDAD.

4.7.3.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación y reubicación de señales verticales antes mencionadas, como también las modificaciones que correspondan a los delineadores centrales, la correcta colocación de Tachas retrorreflectivas que indican su ubicación a 0.05 m de los delineadores horizontales de borde y no sobre ellos, generando el deterioro y desprendimiento de estos.



4.7.3.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, el cual, en base a norma, se debería tener un ancho de calzada de 7.20 m.; una berma mínima de 2.00 m. y un bombeo de 2.50%.

4.7.4. PUNTO NEGRO N° 04 (T.C.A. N° 04)

4.7.4.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico realizado se pudo apreciar los siguientes datos en la tangente:

- Calzada = 6.40 m.
- Carril = 3.20 m.
- Berma = 1.10 m.
- Bombeo = 2.56 %

Se puede apreciar que los valores de calzada, carril y berma incumplen lo establecido por la normativa vigente (DG-2018), siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

Este tramo se ubica entre los centros poblados de Picchu y Kunurana Alto en donde se pudo apreciar el elevado tránsito de ciudadanos y presencia de animales entre estas localidades, sin embargo, el ancho de berma de 1.10 m. no es seguro para el poblador local, siendo el valor de 2.00 m. un ancho más aceptable para la población en general.

4.7.4.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

La señalización en el tramo de estudio carece de las siguientes señales:

- Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Cuidado animales en la vía (P-53)
- La falta de mantenimiento de tachas retrorreflectivas en la zona.
- Señal de circulación con luces bajas (R-40)

Figura 23:

Desprendimiento de tachas por su inadecuada colocación.



Fuente: Elaboración propia.



4.7.4.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas y el mantenimiento de las Tachas retrorreflectivas según el manual de dispositivos de control de tránsito automotor que indica la colocación de estos a 0.005 m separada del delineador de borde.

4.7.4.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.5. PUNTO NEGRO N° 05 (T.C.A. N° 05)

4.7.5.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico de rectas tangentes y curvas (C-05, C-06 y C-07) realizado, se pudo apreciar que los valores de calzada, carril, berma y sobreebanco incumplen lo especificado en el manual DG-2018 a excepción del peralte.

Por otro lado, el análisis de diseño geométrico en planta nos muestra los valores medidos en campo como son el radio y la longitud de curva no están bajo los estándares mínimos de la DG-2018 (C-05, C-06 y C-07).

4.7.5.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

Se puede decir sobre la señalización de la zona que.



- Presente ausencia de la señal Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Señal faltante de Cuidado animales en la vía (P-53)
- La falta de mantenimiento de tachas retrorreflectivas en el tramo de estudio.

4.7.5.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas y mantenimiento de tachas retrorreflectivas según el manual de dispositivos de control de tránsito automotor.

4.7.5.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018 siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.6. PUNTO NEGRO N° 06 (T.C.A. N° 06)

4.7.6.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico de rectas tangentes y curvas (C-08, C-09 y C-10) realizado, se pudo apreciar que los valores de calzada, carril, berma y sobreecho incumplen lo especificado en el manual DG-2018 a excepción del peralte.



Por otro lado, el análisis de diseño geométrico en planta nos muestra los valores medidos en campo como son el radio y la longitud de curva no están bajo los estándares mínimos de la DG-2018 (C-08, C-09 y C-10).

4.7.6.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

- Ausencia de señal Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Ausencia de señal Cuidado animales en la vía (P-53)
- Falta de mantenimiento de tachas retrorreflectivas
- Reemplazo de los despertadores existentes en la zona por los reductores de velocidad tipo resalto establecidos bajo norma de REDUCTORES DE VELOCIDAD.

4.7.6.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas y el mantenimiento de Tachas retrorreflectivas según el manual de dispositivos de control de tránsito automotor.

4.7.6.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%..

4.7.7. PUNTO NEGRO N° 07 (T.C.A. N° 07 y T.C.A. N° 08)

4.7.7.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico en planta de los tramos comprendidos como T.C.A. N° 07 y T.C.A. N° 08, estos se encuentra en una recta tangente de gran longitud sin presencia de curvas, siendo la longitud mínima 1336 m estipulado en el DG-2018 para una velocidad de diseño de 80 km/h en carreteras de primera y segunda clase con orografía plana – ondulado, este exceso ocasiona fatiga y cansancio en el conductor generando un estado de relajó y despreocupación por parte de este, poniendo en peligro su vida propia y de los pasajeros

Por otra parte, según el análisis de diseño geométrico en sección transversal podemos resaltar que los valores de calzada, carril y berma incumplen la norma DG-2018 siendo menores que los valores estipulados.

4.7.7.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

- Ausencia de señal Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Ausencia de señal Cuidado animales en la vía (P-53)
- Mantenimiento de tachas retrorreflectivas en el tramo

- Uso de Bandas transversales de alerta según la norma vigente de REDUCTORES DE VELOCIDAD.
- Falta la señal Baje las luces al cruzar (R-40)

4.7.7.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación de señales faltantes, la modificación de los delineadores de piso según corresponda, el mantenimiento de Tachas retrorreflectivas según el manual de dispositivos de control de tránsito automotor.

El uso de Bandas transversales de alerta según norma vigente de REDUCTORES DE VELOCIDAD en tramos de alta siniestralidad.

Mantenimiento de pavimento y bermas en el tramo de estudio.

4.7.7.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

4.7.8. PUNTO NEGRO N° 09 (T.C.A. N° 09)

4.7.8.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico en planta de este tramo se puede apreciar que la longitud de recta tangente excede la longitud máxima que se establece en el manual DG-2018 siendo el valor máximo de 1336 m. para una velocidad de diseño de 80 km/hr en carreteras de primera y segunda clase con orografía plana – ondulada, esta realidad en el diseño geométrico genera un estado de relajo en el conductor poniendo en peligro la vida de este y los pasajeros.



Por otro lado, analizando el diseño geométrico en sección transversal se puede ver que los valores de calzada, carril, berma y bombeo incumplen lo establecido en el manual DG -2018.

4.7.8.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

- Carece de la señal de tránsito: Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Falta la señal Cuidado animales en la vía (P-53)
- Falta de mantenimiento de tachas retrorreflectivas en la zona.
- Falta la señal Baje las luces al cruzar (R-40)

4.7.8.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

- Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas y modificación de los delineadores de piso según corresponda, mantenimiento de Tachas retrorreflectivas según el manual de dispositivos de control de tránsito automotor.
- Implementación de señal prohibido adelantar (R-16) en el tramo de estudio.
- Por tratarse de una zona de alta siniestralidad se plantea la implementación de bandas transversales de alerta según norma vigente de REDUCTORES DE VELOCIDAD.



4.7.8.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018 el cual establece las siguientes medidas en la sección transversal de la vía:

- Calzada = 7.20 m.
- Carril = 3.60 m.
- Berma = 2.00 m.
- Bombeo = 2.50 %

4.7.9. PUNTO NEGRO N° 010 (T.C.A. N° 010)

4.7.9.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico en planta de este tramo se puede apreciar que la longitud de recta tangente excede la longitud máxima que se establece en el manual DG-2018 siendo el valor máximo de 1336 m. para una velocidad de diseño de 80 km/hr en carreteras de primera y segunda clase con orografía plana – ondulada generando un estado de relajo en el conductor poniendo en peligro la vida de este y los pasajeros.

Por otro lado, analizando el diseño geométrico en sección transversal se puede ver que los valores de calzada, carril y berma incumplen lo establecido en el manual DG -2018.

4.7.9.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

- Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Cuidado animales en la vía (P-53)



- La falta de mantenimiento de tachas retrorreflectivas en la zona.
- Falta la señal Baje las luces al cruzar (R-40)

4.7.9.3. SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas y modificación de los delineadores de piso, mantenimiento de las Tachas retrorreflectivas según el manual de dispositivos de control de tránsito automotor.

Implementación de señal prohibido adelantar (R-16) en el tramo de estudio.

Por tratarse de una zona de alta siniestralidad se plantea la implementación de bandas transversales de alerta según norma vigente de REDUCTORES DE VELOCIDAD.

4.7.9.4. SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, el cual, en base a norma, se debería tener un ancho de calzada de 7.20 m.; una berma mínima de 2.00 m. y un bombeo de 2.50%.

4.7.10. PUNTO NEGRO N° 011 (T.C.A. N° 011)

4.7.10.1. DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico en planta de este tramo se puede apreciar que la longitud de recta tangente excede la longitud máxima que se establece en el manual DG-2018 siendo el valor máximo de 1336 m. para una velocidad de diseño de 80 km/hr en carreteras de primera y segunda clase con



orografía plana – ondulada generando un estado de relajo en el conductor poniendo en peligro la vida de este y los pasajeros.

Por otro lado, analizando el diseño geométrico en sección transversal se puede ver que los valores de calzada, carril y berma incumplen lo establecido en el manual DG -2018.

4.7.10.2. DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

La señalización en el tramo de estudio carece de las siguientes señales:

- Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Cuidado animales en la vía (P-53)
- Baje las luces al cruzar (R-40)
- Zona de presencia de peatones (P-48)

4.7.10.3.SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

- Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas como también los delineadores de piso. Por otro lado, se plantea el traslado de la señal informativa límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30) ubicada en el Km 1306 + 300 hacia una zona menos poblada alrededor del Km 1302 + 500.
- Implementación de señal prohibido adelantar (R-16) en el tramo de estudio.



- Por tratarse de una zona poblada de alta siniestralidad se plantea la implementación de bandas transversales de alerta y reductores de velocidad según norma vigente.

4.7.10.4.SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, el cual, en base a norma, se debería tener un ancho de calzada de 7.20 m.; una berma mínima de 2.00 m. y un bombeo de 2.50%.

4.7.11. PUNTO NEGRO N° 012 (T.C.A. N° 012)

4.7.11.1.DEFICIENCIAS QUE PRESENTA LA VÍA

Según el análisis de diseño geométrico en planta de este tramo se puede apreciar que la longitud de recta tangente excede la longitud máxima que se establece en el manual DG-2018 siendo el valor máximo de 1336 m. para una velocidad de diseño de 80 km/hr en carreteras de primera y segunda clase con orografía plana – ondulada generando un estado de relajo en el conductor poniendo en peligro la vida de este y los pasajeros.

Por otro lado, analizando el diseño geométrico en sección transversal se puede ver que los valores de calzada, carril y berma incumplen lo establecido en el manual DG -2018.

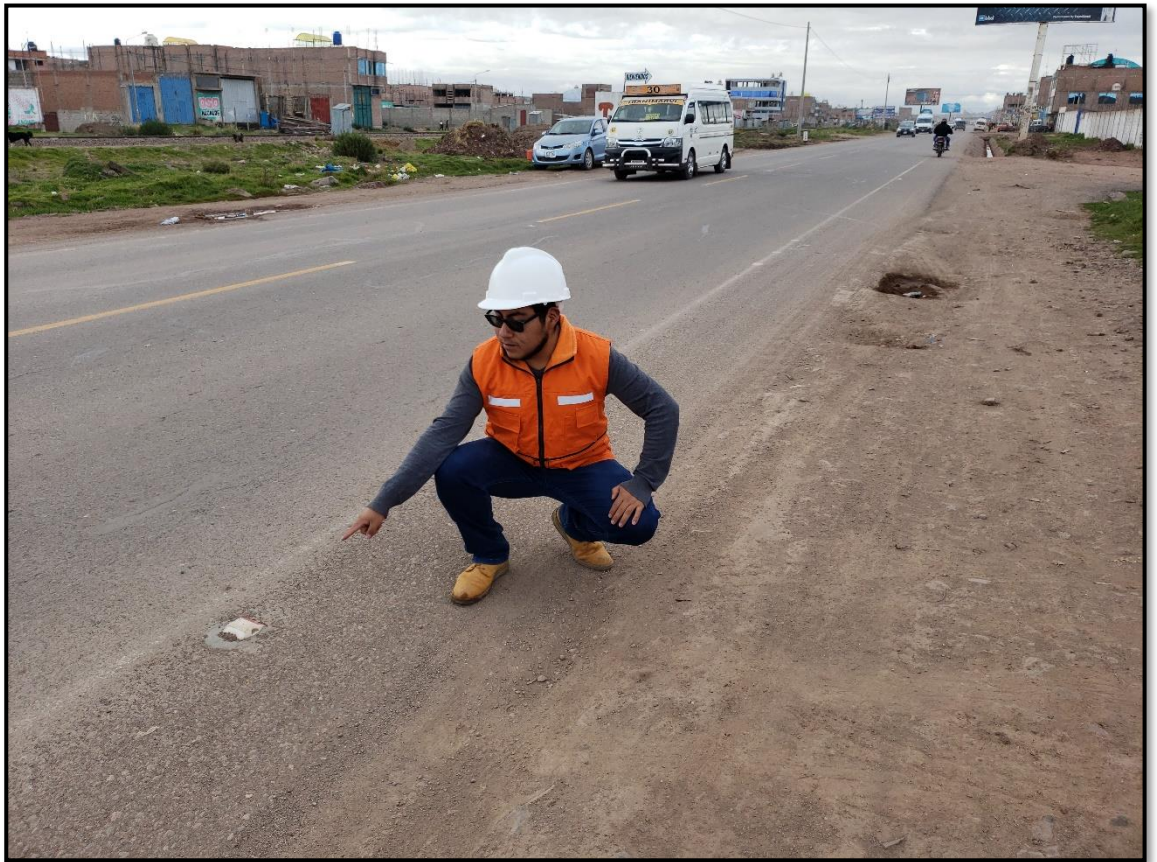
4.7.11.2.DEFICIENCIA EN LA SEÑALIZACIÓN VERTICAL Y HORIZONTAL

- Falta de señal Límite máximo de velocidad 80 km/hr (R-30).
- Inexistencia de señal Cuidado animales en la vía (P-53)

- Falta de señal Zona de presencia de peatones (P-48)
- Inexistencia de señal Ciclovía (P-46) que advierte la presencia de ciclistas en la vía.
- Las malas condiciones de los delineadores de borde y tachas retrorreflectivas, evidenciando falta de mantenimiento en estas.

Figura 24:

Falta de mantenimiento de delineadores de borde y tachas



Fuente: elaboración propia

4.7.11.3.SOLUCIÓN A CORTO PLAZO

- Se plantea la implementación de señales faltantes antes mencionadas como también los delineadores de piso.
- Implementación de señal Prohibido adelantar (R-16)

- Por tratarse de una zona de alta siniestralidad se plantea la implementación de bandas transversales de alerta según norma vigente de REDUCTORES DE VELOCIDAD.

4.7.11.4.SOLUCIÓN A LARGO PLAZO

Se plantea como solución a largo plazo la modificación del diseño geométrico de la vía según la norma vigente DG – 2018, siendo estos valores de 7.20 m. para el ancho de calzada; 3.60 m. para el ancho de carril; contar con una berma de 2.0 m. de ancho y un bombeo mínimo de 2.50%.

Tal como se muestra en la imagen, la aplicación de la norma DG-2018 no resulta imposible, el uso de bermas más anchas, son necesarias para asegurar la seguridad vial de los pobladores que transitan, ya sea a pie o en bicicletas. Esto se puede observar en el nuevo carril del tramo Paucarcolla – Juliaca en donde se aprecia una berma de 3.00 m. de ancho.

Figura 25:

Ancho de berma de 3.00 m en la vía Paucarcolla - Juliaca.



Fuente: elaboración Propia

4.8. DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.8.1. DETERMINACIÓN DE LA CORRELACIÓN ENTRE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO Y EL FLUJO VEHICULAR

Según los resultados de la Tabla N° 07 en donde se analiza la correlación existente entre la cantidad de accidentes de tránsito y el flujo vehicular, en base al método r de Pearson, se obtiene un coeficiente de correlación de:

$$r= 0.864039308$$

Resultado que nos indica la existencia de una correlación lineal estadísticamente significativa entre el flujo vehicular y los accidentes de tránsito en la vía Juliaca - Marangani.

En la investigación de (Huamancayo, 2012), también se determinó la correlación existente entre el flujo vehicular y los accidentes de tránsito, teniendo como resultado una correlación de 0.853, indicativo de que también en la vía Libertadores – Ayacucho existe una relación significativa entre estas dos variables, además de esta, se tiene que en la investigación de (Chambi & Suaña, 2017) se obtuvo un valor de correlación de 0.873, estudio que se realizó en la vía Puno – Juliaca, dando a concluir que a medida que el flujo vehicular aumenta a través del tiempo, también lo hacen los accidentes de tránsito en las carreteras del Perú.

4.8.2. IDENTIFICACIÓN DE LOS PUNTOS NEGROS EN BASE A LOS MÉTODOS DE ÍNDICE DE PELIGROSIDAD (IP) Y DE LA TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB)..

Según los resultados de (Chambi & Suaña, 2017) se identificó 10 Tramos de Concentración de Accidentes de tránsito, según los métodos de Índice de



peligrosidad y de la Transportation Research Board en donde se utilizaron todos los métodos antes mencionados.

Por otra parte, según resultados de (Huamancayo, 2012), se identificó 18 Tramos de Concentración mediante la metodología de Control de calidad de la tasa, siendo este método el más viable, ya que el cálculo se basa en el control de calidad de los análisis estadísticos para determinar si la tasa de accidentes de un lugar en particular es inusual.

En la presente investigación, se identificó 12 Puntos Negros o también llamados T.C.A., ratificando que el método de Control de calidad de la tasa es el método más viable para la identificación de Puntos negros, por otro lado, descartamos el uso del método de índice de peligrosidad, ya que considera a todos los tramos estudiados como Puntos negros basándose únicamente en la cantidad de accidentes en el tramo de estudio y no otros factores de la vía.

4.8.3. ANÁLISIS Y EVALUACIÓN DEL DISEÑO GEOMÉTRICO.

Según (Chambi & Suaña, 2017) y (Turpo, 2017) nos indican que los tramos de estudio no cumplen con lo especificado en las normas DG - 2014 y DG – 2018 respectivamente, en la presente investigación se corrobora las deficiencias que presenta la vía de estudio con respecto al actual manual de diseño geométrico, esto se detalla desde la Tabla 44 a la Tabla 68 en donde los valores analizados de longitud de calzada, carril, berma y bombeo presentan incumplimiento, mientras que en curvas, los valores de radio mínimo y longitud de curva mínima no cumplen con los requerimientos mínimos de la norma DG – 2018.



4.8.4. PLAN DE MITIGACIÓN PARA LA REDUCCIÓN DE LOS ACCIDENTES DE TRÁNSITO EN LA VÍA.

Según (Chambi & Suaña, 2017) y (Huamancayo, 2012) en su propuesta de acciones de mejora en los tramos de concentración de accidentes, plantean la implementación de despertadores en la vía de estudio, mientras que en la presente investigación y en concordancia con (Matirnez & Luque, 2013) consideramos que los dispositivos que mejor generan la reducción de velocidad vehicular, son las bandas transversales de alerta.

Según (Chambi & Suaña, 2017) indica que se debería replantear el diseño geométrico de la vía de estudio, en la presente investigación se apoya esta idea, ya que las dimensiones de calzada, ancho de berma y radios de curvatura no son los adecuados para la vía.



V. CONCLUSIONES

- De acuerdo al método de TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB), se identificaron 12 Puntos negros, verificando que existe un incumplimiento de la normatividad vigente respecto al diseño geométrico y los dispositivos de control de tránsito, los cuales influyen en la aparición de puntos negros en esta vía.
- Al realizar la inspección in situ de los puntos negros encontrados, según levantamiento topográfico y posterior evaluación de los elementos geométricos de carretera, se llega a la conclusión de que, en estos tramos existe un incumplimiento de la normatividad vigente respecto al diseño geométrico de carreteras, razón por la cual se tiene una incidencia resaltante de accidentes de tránsito.
- Se concluye que existe un incumplimiento de la normatividad vigente respecto al manual de dispositivos de control de tránsito en los puntos negros encontrados, esto según a la evaluación de señalización realizada in situ.
- Se concluye que, de acuerdo a los diferentes métodos estadísticos usados, existe un nivel de relación directa entre el volumen de flujo vehicular y el número de accidentes suscitados en la vía Juliaca – Marangani en base al cálculo del coeficiente r de Pearson de $r = 0.864$.



VI. RECOMENDACIONES

- Teniendo en cuenta el aumento de los accidentes de tránsito en nuestra región, se recomienda continuar con la investigación de nuestras vías para la detección de Puntos Negros o Tramos de Concentración de accidentes de tránsito y el posterior planteamiento de un plan de mitigación que reduzcan los accidentes de tránsito para mejorar la seguridad vial.
- Se recomienda realizar un mapa de puntos críticos con el fin de informar y/o prevenir a los usuarios de posibles accidentes de tránsito suscitados en todas las vías del Perú; esta tendría que ser visible vía internet hacia el público en general.
- Se recomienda incluir el método TRANSPORTATION RESEARCH BOARD (TRB) en las normas peruanas sobre seguridad vial para identificación de Puntos Negros o TCA.
- Se recomienda la implementación de las modificaciones planteadas en la presente tesis en temas de Diseño Geométrico y Señalización, aplicadas al tramo Juliaca – Marangani Km 1116 + 000 – 1310 + 000 por parte de las entidades competentes como el Ministerio de Transportes y Comunicaciones a través del PROVIAS NACIONAL.



VII. REFERENCIAS

- Astochao, J. (2015). Evaluación Para La Implementación De Sistemas Inteligentes De Transporte En Los Puntos Críticos De Accidentes De Tránsito En Vías Nacionales. Tesis, Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad De Ingeniería Civil, Ayacucho.
- AUSTROADS (2002). Road Safety Audit. (Auditoria de Seguridad Vial). Edit. Australia.
- Berardo, M. G., baruzzi, A., Vanoli, G., Freire, R., Tartabini, M., & Dapás, O. (2008). Identificación de tramos con concentración de accidentes en rutas nacionales de la provincia de Córdoba. Córdoba.
- Chamba, J. (2013). Análisis de riesgos y seguridad vial, en el corredor exclusivo del sistema integrado de transporte urbano SITU en la ciudad de Loja. Tesis, Universidad técnica particular de Loja, Loja.
- Chambi, J. y Suaña, C. (2017). Identificación Y Evaluación De Tramos De Concentración De Accidentes De Tránsito En La Vía Puno – Juliaca Entre Los Años 2012 – 2016 Y Propuesta De Acciones De Mejora Para Su Prevención. Tesis, Universidad Nacional del Altiplano – Facultad de Ingeniería Civil, Puno.
- Dextre, C. (2001). Curso de ingeniería de tráfico: Seguridad vial, junio del 2001. S.l.: Colegio de Ingenieros del Perú.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). "Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial". Lima.
- Guillermo, D. (2018). Mejoras En La Seguridad Vial Con Medidas De Bajo Costo. Tesis, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Hernández, S., Fernández, C., y Baptista, M. (2010). Metodología de la investigación. México D.F., México: McGRAW-HILL.



- Huamancayo, C. (2012). Análisis Y Evaluación De Tramos De Concentración De Accidentes De Tránsito Y Propuesta De Mitigación En La Vía Libertadores - Ayacucho. Tesis, Universidad Nacional De Ingeniería - Facultad De Ingeniería Civil, Lima.
- Instituto de Investigación en Ingeniería de Aragón. (2007). Puntos negros y planteamientos alternativos para las carreteras de Aragón. Recuperado de http://www.eljusticiadearagon.com/gestor/ficheros/_n002844_Informe_Puntos_Negros.pdf
- Instituto Nacional de Estadística y Censo – Panamá. (2017). Conceptos y definiciones. Recuperado de: <http://www.inec.gob.pa/archivos/P8851CONCEPTOS%20Y%20EXPLICACION.pdf>
- JAKIMAVIČIUS, M. (2018). Analysis And Assessment Of Lithuanian Road Accidents By Ahp Method [Análisis Y Evaluación De Accidentes De Carretera lituanos Por El Método Ahp]. Vilnius Gediminas Technical University, Vilnius, Lithuania.
- Ley Provincial de Tránsito N° 8560. (12 de Julio de 2004). Recuperado el 2 de junio de 2019, de *Anexo C. Anexo Al Artículo 103. Método De Análisis De Accidentes De Tránsito. Argentina.
- Marquez, J. A. (2018). Determinación De La Seguridad Vial En La Carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, Tramo N° Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000m Al Km 49+000m, Para Reducir Los Índices De Accidentes Viales, En La Región Ancash – 2018. Tesis de pregrado, Universidad Nacional Santiago Antúnez de Mayolo. Ancash.
- Matirnez, A. Mantaras, D. A. y Luque, P. (2013). Reducing posted speed and perceptual countermeasures to improve safety in road stretches with a high concentration of accidents. [*Reducir la velocidad publicada y las contramedidas perceptivas para mejorar la seguridad en tramos de carretera con una alta concentración de accidentes.*]. España.



- Mendoza, L. y Muñoz, L. (2016). Propuesta De Una Metodología Estándar De Auditoria De Seguridad Vial Para Una Carretera En Etapa De Operación, Aplicada En El Tramo: Urcos – Juliaca (Km.1014+000m Al Km.1310+000m). Tesis, Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas – Carrera de Ingeniería Civil, Lima.
- Ministerio del Interior. (20 de noviembre de 2018). Accidentes de Tránsito. Recuperado de: <https://observatorio.mininter.gob.pe/proyectos/accidentes-de-tr%C3%A1nsito>
- Ministerio De Salud Del Perú (Minsa) – Dirección General De Promoción De La Salud (2013) Criterios técnicos para la identificación de puntos negros de accidentes de tránsito en la jurisdicción del distrito. Recuperado de: http://www.minsa.gob.pe/dgps/doc_2013/instructivos/Criterio%20tecnico%20Puntos%20negros.pdf
- Ministerio de Salud del Perú. (2005). “Políticas Municipales para la Promoción de la Seguridad Vial” Cuadernos de Promoción de la Salud N° 18. Lima. Recuperado de: <http://bvs.minsa.gob.pe/local/MINSA/2215-1.pdf>
- Ministerio de transportes y comunicaciones. (2015). Detección, priorización y caracterización de puntos negros en 5 ciudades principales del Perú. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones, DG-2018. (2018). Manual de Carreteras “Diseño Geométrico”. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2016). Manual de Dispositivo de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras. Lima.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2014). Reductores de velocidad tipo resalto para el sistema nacional de carreteras (SINAC). Lima. Recuperado el 16 de octubre de 2019, de https://portal.mtc.gob.pe/transportes/caminos/normas_carreteras/documentos/otras/Directiva%20Reductores%20de%20Velocidad%20para%20publicaci%C3%B3n%20PDF%2012.10.2011.pdf



Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). Reglamento Nacional de Tránsito. Lima.

Navarro, S. (2017). Ingeniería de Tránsito. Universidad Nacional de Ingeniería. Lima. Perú.

Organización Mundial de la Salud. (2010). Informe Mundial Sobre Prevención De Los Traumatismos Causados Por El Tránsito. Recuperado de: https://www.who.int/violence_injury_prevention/publications/road_traffic/world_report/summary_es.pdf

Chihuán , C. (2011). Accidentes de Tránsito II. PNP. Lima. Perú.

Organización Mundial de la Salud. (2015). Informe Sobre la Situación Mundial de la Seguridad Vial. Recuperado de: https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2015/Summary_GSRRS2015_SPA.pdf?ua=1

Pérez, I. (1997). Procedimientos para la identificación de emplazamientos peligrosos en una red de carreteras. Revista Técnica de la Asociación Española. Recupera de https://ruc.udc.es/dspace/bitstream/handle/2183/17779/PerezPerez_IgIgnac_%201996_Procedimientos_identificacion_peligros.pdf?sequence=2

Policía Nacional del Perú. (2017). Anuario Estadístico 2017. Recuperado de: <https://observatorio.mininter.gob.pe/sites/default/files/reporte/archivos/ANUARIO%20PNP%202017.pdf>

Radelat, G. (1964). Manual de ingeniería de tránsito. Diplomado, Universidad Autónoma de México – Facultad de Ingenierías, México.

Rivera, F. y Mendoza, A. (2002). Una Metodología para el Tratamiento de Sitios de Alta Incidencia de Accidentes en Carreteras: Un Ejemplo de Aplicación. Publicación Técnica No. 209, Instituto Mexicano del Transporte, San Fandila, Querétaro.



- Rodríguez, O. (1997) Investigación social en computadora. México, Ed. Limusa.
Recuperado el 14 de agosto de 2019, de
http://www.biblioteca.cij.gob.mx/Archivos/Materiales_de_consulta/Drogas_de_Abuso/Articulos/metodologia%20de%20la%20investigacion.pdf
- Sayed, T. (1996). Extraído y adaptado del documento Traffic Safety by Dr Tarek Sayed, P.Eng, Departament of Civil Engineering University of British Columbia.
- Timana, J. (2005). Técnicas Estadísticas de Predicción de Accidentes de Tránsito (I)".
Universidad de Piura.
- Timana, J. (2005). Técnica de análisis de accidentes de tránsito: Seguridad vial.
Universidad de Piura.
- Zambrana, L. (2010). Determinación de los sitios de mayor Accidentalidad vial en vehículos de motor de cuatro o más ruedas, área urbana del Municipio de León, año 2007. Tesis de Maestría en Ciencias con mención en Epidemiología Centro de Investigación en Demografía y Salud Facultad de Ciencias Médicas UNAN-León – Nicaragua.



ANEXOS