UNIVERSIDAD NACIONAL
"SANTIAGO ANTÚNEZ DE MAYOLO"

FACULTAD DE INGENIERIA CIVIL

TESIS

"DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA CARHUAZ - CHACAS - SAN LUIS, TRAMO CARHUAZ - SHILLA - TÚNEL PUNTA OLÍMPICA KM 0+000 AL KM 49+000, PARA REDUCIR LOS ÍNDICES DE ACCIDENTES VIALES, EN LA REGIÓN ANCASH - 2018"

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

PRESENTADO POR:

BACH. JAISON ALEXANDER MÁRQUEZ MEJÍA

ASESOR: ING. JOAQUÍN SAMUEL TÁMARA RODRIGUEZ

Huaraz - Ancash - Perú
2018

DEDICATORIA

A Dios, por iluminar cada paso que doy en mi vida.

A mis padres Violeta Mejía Silva y Diego Márquez Soriano, por la confianza, motivación, paciencia y apoyo en cada etapa de mi vida.

A mis hermanos, tíos, primos y demás familiares que siempre me han ofrecido su apoyo y aprecio.

AGRADECIMIENTO

Agradecimiento sincero al Dr. Ing. Joaquín Samuel Támara Rodríguez, por el asesoramiento, paciencia, comprensión y motivación en el desarrollo de la presente Tesis

A mis profesores de la Facultad de Ingeniería Civil, quienes contribuyeron en mi formación profesional.

INDICE GENERAL

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA 1

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA 5

1.2.1. PROBLEMA GENERAL 5
1.2.2. PROBLEMAS ESPECÍFICOS 5

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN 6

1.3.1. OBJETIVO GENERAL 6
1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS 6

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN 7

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN 8

1.5.1. HIPÓTESIS GENERAL 8
1.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 8

1.6. VARIABLES 9

1.7. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN 9

1.8. VIABILIDAD DEL ESTUDIO 10

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTEDECENTES DE LA INVESTIGACIÓN 11

2.2. VISIÓN GENERAL DE LA SEGURIDAD 17

2.3. ACCIDENTES VIALES DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y TIPOS 17

2.4. FACTORES INVOLUCRADOS EN LOS ACCIDENTES VIALES 20

2.5. LOS TRAUMATISMOS CAUSADOS POR LOS ACCIDENTES VIALES SON UN PROBLEMA IMPORTANTE DE SALUD 22

2.6. LA SEGURIDAD VIAL EN EL MUNDO 23

2.7. LA SEGURIDAD VIAL EN EL PERÚ 24

2.8. AUDITORIAS E INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL 27

2.8.1. EL PORQUÉ DE LAS AUDITORÍAS DE SEGURIDAD VIAL 29
2.8.2. OBJETIVO DE LAS INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL 30
2.8.3. SITUACIONES PARA LA REALIZACIÓN DE INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL EN CARRETERAS EN SERVICIO 30
2.8.4. ETAPA DE UN PROYECTO EN LA QUE SE PUEDE REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL 31
2.8.5. COSTOS PARA REALIZAR UNA AUDITORÍA DE SEGURIDAD VIAL 32

2.9. PROCEDIMIENTO DE UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL (ISV) EN UNA CARRETERA EN SERVICIO 33

2.9.1. SELECCIÓN DE LA CARRETERA SOBRE LA QUE SE VA A REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL (ISV) 33
2.9.2. SELECCIÓN DEL EQUIPO INSPECTOR 33
2.9.3. TRABAJO PRELIMINAR DE OFICINA 34
2.9.4. TRABAJO DE CAMPO 34

2.9.5. DISCUSIÓN 35
2.9.6. EVALUACIÓN DE RIESGO 36
2.9.7. ELABORACIÓN DEL INFORME DE INSPECCIÓN 36
2.9.8. ELABORACIÓN DEL INFORME DE RESPUESTA 37
2.9.9. CONTROL DEL FUNCIONAMIENTO DE LAS MEDIDAS IMPLANTADAS 37

2.10. LISTAS DE CHEQUEO PARA REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL A VIAS DEPARTAMENTALES 38

2.11. INTERACCIÓN ENTRE LA INFRAESTRUCTURA Y LA SEGURIDAD VIAL 39

2.11.1. LOS ACCIDENTES Y EL ALINEAMIENTO 40
2.11.2. LOS ACCIDENTES Y LA SECCIÓN TRANSVERSAL 41
2.11.3. LOS ACCIDENTES Y LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD 43
2.11.4. LOS ACCIDENTES Y LAS CONDICIONES DE LOS MÁRGENES DE LA VÍA 45
2.11.5. LOS ACCIDENTES Y LA ILUMINACIÓN 47
2.11.6. LOS ACCIDENTES Y LA SEÑALIZACIÓN – ELEMENTOS DE APOYO 47
2.11.7. LOS ACCIDENTES Y LA SUPERFICIE DE RODADURA 50

2.12. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS 52

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA 58

3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN 58

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN 58

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN 59

3.5. UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA 59

3.5.1. POBLACIÓN 59
3.5.2. MUESTRA 59

3.6. RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN 60

3.6.1. RECOLECCIÓN DE LA INFORMACIÓN 60
3.6.2. PROCESAMIENTO DE LA INFORMACIÓN 66

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS 67

4.1.1. TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 67
4.1.2. LISTAS DE CHEQUEO EN LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 75
4.1.3. INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 84
4.1.4. MEJORAS DE SOLUCIÓN EN LA SEGURIDAD VIAL DE LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 97

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS 111

4.2.1. DE LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 111
4.2.2. DE LAS LISTAS DE CHEQUEO EN LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 116
4.2.3. DE LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL EN LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 119
4.2.4. DE LAS PROPUESTAS DE MEJORAS DE SOLUCIÓN EN LA SEGURIDAD VIAL DE LOS TRAMOS POTENCIALMENTE PELIGROSOS 121

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS 125

4.3.1. HIPÓTESIS GENERAL 125
4.3.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS 126

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS 127

CONCLUSIONES **130**

RECOMENDACIONES **133**

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS **134**

ANEXOS **137**

ANEXO 01: DATOS DE LOS ACCIDENTES VIALES OBTENIDOS POR LA DIRECCIÓN REGIONAL DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES - ANCASH (DRTC).

ANEXO 02: DATOS DE LOS ACCIDENTES VIALES OBTENIDOS POR EL DEPARTAMENTO DE TRÁNSITO PNP - HUARAZ.

ANEXO 03: DATOS DE LOS ACCIDENTES VIALES OBTENIDOS POR EL PUESTO DE AUXILIO RÁPIDO PNP - SHILLA.

ANEXO 04: PLANO CLAVE DE LA CARRETERA CARHUAZ-CHACAS-SAN LUIS, TRAMO CARHUAZ-SHILLA-TÚNEL PUNTA OLÍMPICA.

ANEXO 05: MATRIZ DE CONSISTENCIA.

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 2.1: Distancia de visibilidad y los índices de accidentes.

Tabla 2.2: Pendiente y los accidentes.

Tabla 4.1: Tramos potencialmente peligrosos derivados de los datos de los accidentes viales ocurridos durante el periodo 2014-2017.

Tabla 4.2: Lista de chequeo aplicada en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla – Túnel Punta Olímpica.

Tabla 4.3: Cuadro fotográfico de las inspecciones de seguridad vial.

Tabla 4.4: Fichas con las propuestas de mejoras de solución en la seguridad vial de la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis.

Tabla 4.5: Accidentes de tránsito en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica según tipología, 2014-2017.

Tabla 4.6: Número de víctimas en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica según tipología, 2014-2017.

Tabla 4.7: Zona de la vía, de ocurrencia de accidentes y víctimas.

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1.1: Población, muertes por accidentes de tránsito y vehículos de motor matriculados, por nivel de ingresos de los países

Figura 1.2: Accidentes de tránsito 2005-2016

Figura 1.3: Parque automotor nacional 1995-2015

Figura 1.4: Ubicación del tramo carretero

Figura 2.1: Factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes viales

Figura 2.2: Las 10 causas principales de muerte en personas de 15 a 29 años, 2012.

Figura 2.3: 10 Causas Principales de Mortalidad en el Mundo.

Figura 2.4: Evolución de los accidentes en Perú 2005-2014

Figura 2.5: Tasa de muertos por cada 100,000 habitantes (2005-2015).

Figura 2.6: Costos de las medidas de mitigación según la etapa del proyecto

Figura 2.7: Índice de accidentes para carreteras de 2 y 3 carriles con relación al volumen de tránsito

Figura 4.1: Ubicación del caso de estudio Carretera Carhuaz – Chacas - San Luis.

Figura 4.2: Gráfico de porcentajes de accidentes de tránsito por tipología, 2014-2017.

Figura 4.3: Gráfico del porcentaje de accidentes y víctimas por tipología, 2014-2017.

Figura 4.4: Porcentaje de accidentes y víctimas ocurridos en zona de la vía.

RESUMEN

En la presente investigación se determinó la seguridad vial en la carretera Carhuaz – Chacas – San Luis, tramo Carhuaz – Shilla – Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los índices de accidentes viales, con la finalidad de proponer mejoras de solución en la seguridad vial de la carretera, garantizando un mejor nivel de seguridad y confianza en los usuarios.

El proyecto estuvo enmarcado en el tipo de investigación descriptivo, con orientación aplicada, enfoque cuantitativo, nivel descriptivo; con un diseño no experimental, transversal y retroprospectivo. 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.

***Palabras Claves*:** Seguridad Vial, Accidentes viales, Inspecciones de Seguridad vial, Listas de chequeo, Mejoras de solución en la seguridad vial.

ABSTRACT

In the present investigation, road safety was determined on the road Carhuaz - Chacas - San Luis, tier Carhuaz - Shilla - Punta Olímpica Tunnel Km 0 + 000 to Km 49 + 000, to reduce road accident rates, with the purpose of proposing Improvements in the road safety solution, guaranteeing a better level of security and confidence in the users.

The project was framed in the descriptive type of research, with applied orientation, quantitative approach, descriptive level; with a non-experimental, transversal and retroprospective design. Documents and field inspections were used as sources for data collection; In addition, documentary analysis and field observation were used as techniques for collecting information, with bibliographic records and systematic or structured observation *(checklists)* as data collection instruments, respectively.

For the determination of road safety and compliance with the objectives, the Road Safety Inspections (ISV) were used as a main tool since a rural road was evaluated in operation; and the checklists as support tools to diagnose in advance about the possible risk factors in road safety on the road, which suggests using the Road Safety Manual (2017) prepared by the Ministry of Transport and Communications.

In this way it was possible to conclude that road safety on the Carhuaz - Chacas - San Luis highway, the Carhuaz - Shilla - Punta Olímpica tunnel is not adequate, for which solution improvements and corrective actions are proposed to be adopted by the authority in charge of the road, in order to provide users with greater security, and thus reduce road accident rates.

***Key* words:** Road safety, Road accidents, Road safety inspections, Checklists, Road safety solution improvements.

INTRODUCCIÓN

Los accidentes de tránsito provocan cada año 1.25 millones de muertes aproximadamente y entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales, además la gran parte de estos provocan una discapacidad. Según la Organización Mundial de la Salud (OMS), se prevé que de no emprenderse acciones pertinentes, para el año 2020 las lesiones causadas por los accidentes de tránsito ocuparán el tercer lugar en la lista de ***"Las 10 causas principales de mortalidad en el mundo***".

Las razones que motivaron a la elección del tema se debe al crecimiento considerable del parque automotor nacional, lo cual ha conllevado a que se incrementen paralelamente los accidentes de tránsito con víctimas mortales en las carreteras nacionales del Perú debido a múltiples factores, siendo el factor infraestructura vial el objetivo primordial a estudiar para nosotros los ingenieros civiles, siendo necesario desde una política de Seguridad Vial, mejorar la seguridad en las vías tanto rurales como urbanas para así reducir futuros accidentes, además siendo una herramienta principal y novedosa en el Perú las Inspecciones de Seguridad Vial que nos sugiere utilizar el Manual de Seguridad Vial elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones y publicado en el año 2017.

La presente investigación fue realizada con el propósito de determinar la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los índices de accidentes viales en la Región Ancash - 2018, debiéndose identificar los tramos potencialmente peligrosos, los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura y las carencias potenciales de la infraestructura vial, en la vía en operación, siendo el caso de estudio la carretera en mención, para luego proponer mejoras de solución y así proteger a los usuarios del sistema de tránsito.

La hipótesis planteada es: La seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, no es la adecuada, por lo cual se plantean mejoras de solución, para reducir los índices de accidentes viales en la Región Ancash – 2018.

La presente investigación está estructurada de la siguiente manera:

En el Capítulo I se plantea el problema de investigación del presente trabajo, se describe la realidad problemática, se identifican los problemas específicos a

investigar, los objetivos que persigue la investigación, la justificación de la misma, así como las hipótesis tanto general como específica, los límites de la investigación y la viabilidad del estudio.

En el Capítulo II se plantea la fundamentación teórica, estableciendo los antecedentes tanto en el ámbito nacional como internacional, las bases teóricas necesarias para poder determinar la estructura del documento y el glosario de términos técnicos que permiten la aclaración de las palabras.

En el Capítulo III se desarrolla la metodología, presentando el diseño de la investigación, la población que se tomó en cuenta para la investigación, el procedimiento muestral que se llevó a cabo, los instrumentos utilizados, los procedimientos que se siguieron y las técnicas para el procesamiento y análisis de datos obtenidos del proceso.

Por otro lado en el Capítulo IV se presentan, analizan e interpretan los resultados de la investigación, en función a los objetivos establecidos previamente, buscando dar respuesta así a cada planteamiento. Se desarrolla la contrastación de la hipótesis y la discusión de los resultados.

Finalmente, se presentan las conclusiones y recomendaciones del caso, las cuales responden a los objetivos y el análisis de resultados plasmados en ésta investigación. Así mismo las referencias bibliográficas presentadas, permiten revisar las fuentes que validan la información encontrada en este documento.

Esta investigación incluye anexos que soportan, complementan y dan fiabilidad a la información obtenida por las diferentes entidades a las cuales se recurrió.

CAPITULO I

PLANTEAMIENTO DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA

Las estadísticas muestran que cada año, los accidentes de tránsito causan la muerte de aproximadamente 1.25 millones de personas en todo el mundo, además que entre 20 y 50 millones de personas sufren traumatismos no mortales y la gran parte de estos, provocan una discapacidad.

Las lesiones causadas por los accidentes de tránsito, son la principal causa de defunción en el grupo etario de 15 a 29 años, además ocasionan pérdidas económicas considerables para las personas, sus familias y los países en su conjunto. Esas pérdidas son consecuencia de los costos del tratamiento y de la pérdida de productividad de las personas que mueren o quedan discapacitadas por sus lesiones, y del tiempo de trabajo o estudio que los familiares de los lesionados deben distraer para atenderlos.

Las pérdidas socioeconómicas por país, generadas por accidentes de tránsito, se estiman entre 1% y 3% del Producto Bruto Interno (PBI), porcentaje considerable y que afecta la economía del Estado y por tanto, su desarrollo (Organización Mundial de la Salud, 2017).

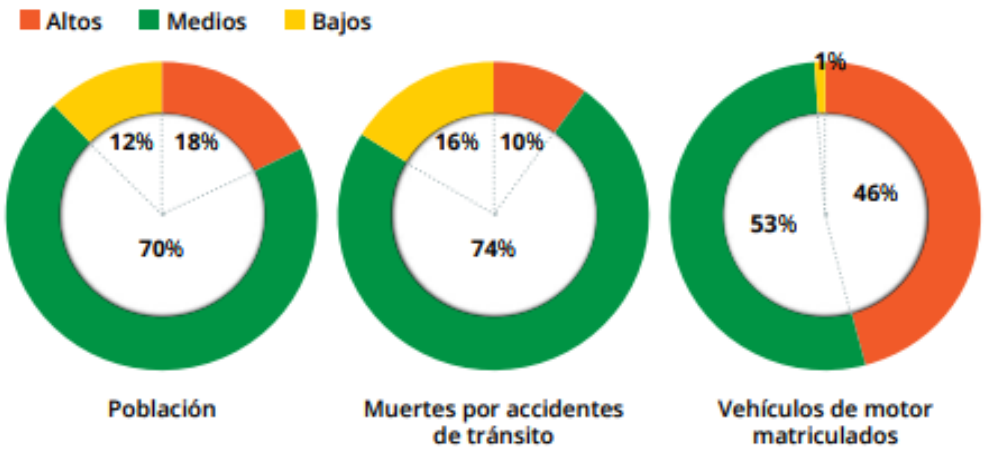
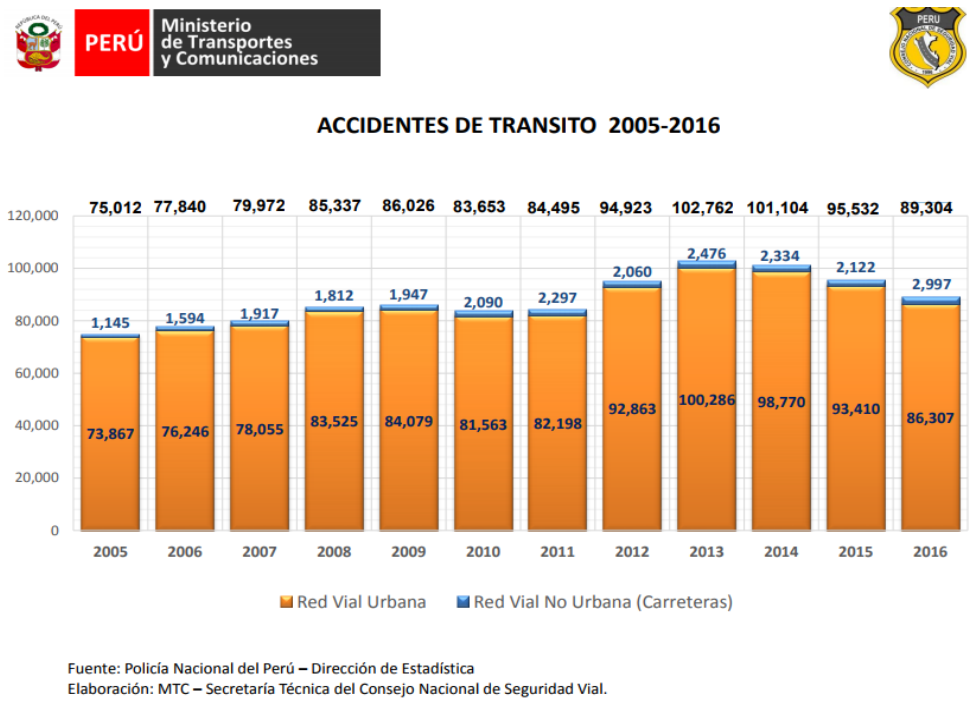


Figura 1.1: Población, muertes por accidentes de tránsito y vehículos de motor matriculados, por nivel de ingresos de los países
Fuente: Organización Mundial de la Salud, 2015

En la "Figura 1.1" la Organización Mundial de la Salud (2015) ilustra la relación que existe entre la población y la cantidad de muertes por accidentes de tránsito con la cantidad de vehículos motorizados en países de ingresos bajos, medios y altos. Los países de ingresos bajos y medios no sólo constituyen el grupo con mayor población (82%), sino también con mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito (90%), considerando que éstos poseen más de la mitad (54%) de vehículos en el mundo.

Además se tiene que en el Perú, entre los años 2005-2016 se han registrado 24,791 accidentes de tránsito entre fatales y no fatales *(ver la figura 1.2)*, debido a choques, despistes y volcaduras en la red vial no urbana (carreteras), los cuales han ido incrementando año tras año.
Lo que es peor, una de las regiones con mayor número de víctimas fatales por accidentes de tránsito a nivel nacional es la región Ancash, según el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, la Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial y los datos del Instituto Nacional de Estadística e Informática – INEI.
Estas cifras son alarmantes, por lo que en el Perú, los accidentes de tránsito han conllevado a que representen una de las causas de mayor carga de enfermedad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016).



Fuente: Policía Nacional del Perú – Dirección de Estadística
Elaboración: MTC – Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial.

Figura 1.2: Accidentes de tránsito 2005-2016

Fuente: MTC – Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial

En el Perú, la seguridad vial es un tema muy complejo y delicado a la vez, ya que representa un problema desde el punto de vista social y de salud pública. Dextre (2001) afirma que: En el Perú mueren al año más de 3,000 personas por cada millón de vehículos, esta cifra es 20 veces más alta que en los países europeos y triplica la registrada en Argentina que consideran a su problema una emergencia nacional (p.1).

En los últimos años, se ha tenido un crecimiento considerable del parque automotor nacional, lo que ha conllevado a que aumenten paralelamente los accidentes de tránsito, cabe recalcar que la mayoría de las víctimas ocurren en los países en desarrollo, como el Perú, y las cifras aumentan en la medida en que su parque automotor crece, debido a muchos motivos como: la imprudencia del peatón, imprudencia del conductor, tipos de vehículos, fallas mecánicas de vehículos y además el factor de la infraestructura vial que está poco atendido por nuestras autoridades, siendo este un factor desencadenante en la ocurrencia de accidentes de tránsito (Consejo Nacional de Seguridad Vial, 2017).

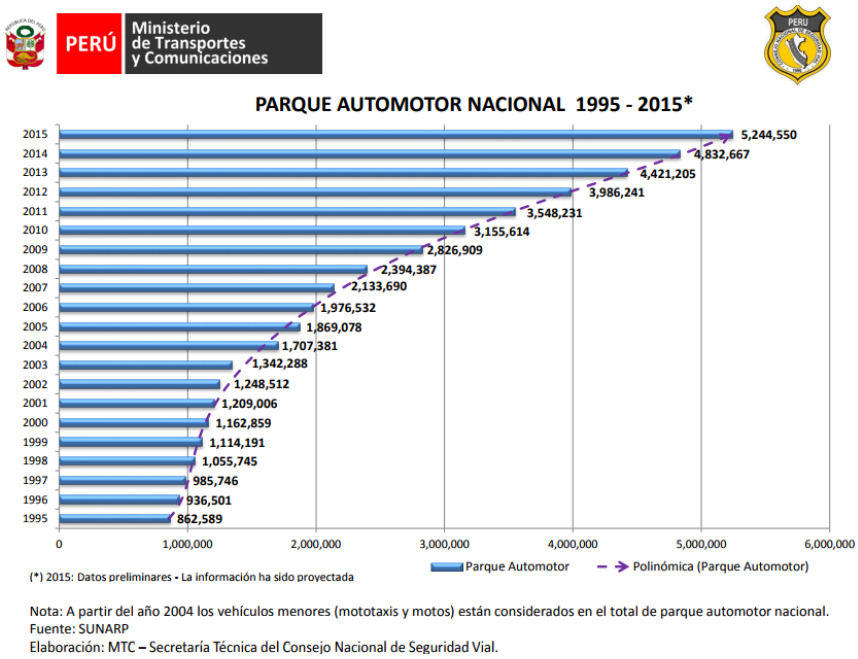


Figura 1.3: Parque automotor nacional 1995-2015

Fuente: MTC – Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial

En el presente trabajo de tesis, se ha evidenciado que, en la región Ancash, específicamente en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, los accidentes de tránsito ocurren en el tramo Carhuaz – Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, y éstos se dan frecuentemente en los tramos denominados tramos potencialmente peligrosos (TPP), donde el factor humano, el factor vehículo y el factor infraestructura vial son los principales causantes de los accidentes viales; además, según información obtenida en el medio local, todos éstos accidentes ocurren debido a la excesiva velocidad por parte de los conductores, al pésimo estado de la señalización horizontal y vertical, a la combinación de curvas sinuosas, al ganado vacuno cerca a la vía y a la calzada húmeda y/o con nieve que se tiene en distintos tramos de la carretera en mención.

Es por ello que la presente investigación busca determinar la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica km 0+000 al km 49+000, Región Ancash - 2018, para así proponer mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, y en consecuencia reducir los índices de accidentes viales en la Región.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. Problema General

¿Cómo es la **seguridad vial** en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los índices de **accidentes viales**, en la Región Ancash - 2018?

1.2.2. Problemas Específicos

1) ¿Cuáles son los tramos potencialmente peligrosos, a fin de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis?

2) ¿Cómo son las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis?

3) ¿Cómo son las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis?

4) ¿Cómo son las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis?

1.3. OBJETIVOS DE LA INVESTIGACIÓN

1.3.1. Objetivo General

Determinar la **seguridad vial** en la carretera Carhuaz - Chacas – San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los índices de **accidentes viales**, en la Región Ancash - 2018.

1.3.2. Objetivos Específicos

1) Determinar los tramos potencialmente peligrosos, a fin de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

2) Aplicar las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

3) Realizar las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

4) Proponer mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

1.4. JUSTIFICACIÓN DE LA INVESTIGACIÓN

Desde siempre las vías han sido el escenario de accidentes de tránsito, con resultados fatales. Los datos antes mencionados, dan a conocer que las pérdidas socioeconómicas por país generadas por accidentes de tránsito se estiman entre 1% y 3% del Producto Bruto Interno (PBI) nacional, por lo que además de afectar la economía del estado, se traduce en la pérdida de vidas humanas y un aumento de la inseguridad en las carreteras.

Por ende, se evidencia que los accidentes de tránsito se han convertido en un problema de salud pública, con una alta tasa de accidentes de tránsito, que va aumentando cada año en todas las partes del mundo, en especial en los países en vías de desarrollo como el Perú, por lo que representa un problema de interés nacional, que de no investigarse y plantear soluciones efectivas, podrían acarrear un mayor número de víctimas y heridos en las carreteras. (Organización Mundial de la Salud, 2015).

El presente trabajo, es de gran relevancia ya que la carretera CARHUAZ – CHACAS - SAN LUIS es una carretera de tercera clase, perteneciente a la Red Vial Regional, en donde se ha evidenciado un aumento notorio de accidentes de tránsito con resultados fatales. Debido a esta situación, es necesario realizar Inspecciones de Seguridad Vial (ISV), en los tramos potencialmente peligrosos, utilizando como instrumento de control las ya conocidas listas de chequeo adaptándolas al entorno peruano, para así proveer un mayor nivel de seguridad para todos los usuarios de la mencionada carretera.

Por tal motivo se realiza la presente Tesis del tema “Seguridad Vial” en la carretera CARHUAZ - CHACAS - SAN LUIS, TRAMO CARHUAZ - SHILLA - TÚNEL PUNTA OLÍMPICA KM 0+000 AL KM 49+000 - REGIÓN ANCASH 2018, en donde se determinará la seguridad vial en la carretera mencionada, por medio de una Inspección de Seguridad Vial (ISV), a partir de diversos manuales, normas, utilizados en países con mucha experiencia en el desarrollo de Auditorias de Seguridad Vial (ASV). De esta manera, se buscará proponer mejoras de solución en la seguridad vial de los

tramos potencialmente peligrosos, para así reducir los índices de accidentes viales en la carretera en mención.

Tal cual, esta investigación constituye una contribución para las entidades públicas y privadas involucradas en el tema, ya que permite aplicar nuevas acciones en el amplio campo de la Seguridad Vial en carreteras.

1.5. HIPÓTESIS DE LA INVESTIGACIÓN

1.5.1. Hipótesis General

La **seguridad vial** en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, no es la adecuada, por lo cual se plantean mejoras de solución, para reducir los índices de **accidentes viales**, en la Región Ancash - 2018.

1.5.2. Hipótesis Específicas

1) Los tramos potencialmente peligrosos son desde el Km 32+000 al Km 49+000, en donde se deben de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

2) Las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, son efectivas, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

3) Las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, son efectivas, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

4) Las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, son las adecuadas, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

1.6. VARIABLES

Variable 1: Accidentes viales

Variable 2: Seguridad vial

1.7. LÍMITES DE LA INVESTIGACIÓN

La presente tesis consiste netamente en determinar la seguridad vial en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000 en la Región Ancash 2018, a través de inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, los cuales se obtuvieron de los datos de accidentes viales registrados durante el periodo 2014-2017 por parte de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash, el Departamento de tránsito PNP-Huaraz y el Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla, utilizando como herramienta de apoyo las listas de chequeo; aplicando los manuales vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones: Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2014, Manual de Seguridad Vial; cabe recalcar que la seguridad vial sólo se ha determinado a nivel del factor infraestructura vial, que es lo que nos compete como ingenieros civiles.

Así mismo, la carretera objeto de estudio, comprende los distritos de Carhuaz, Chacas y San Luis, pertenecientes a las provincias de Carhuaz, Asunción y Carlos F. Fitzcarrald respectivamente, ubicados en el departamento de

Ancash, bajo la administración del Gobierno Local y Regional de Ancash, en el Nor-Centro del Perú.

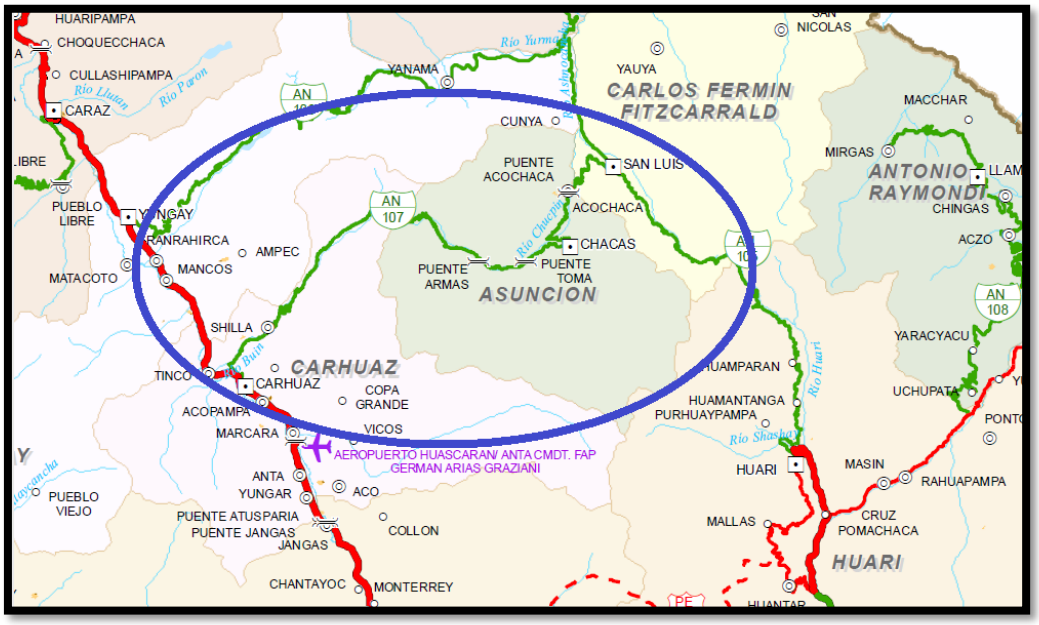


Figura 1.4: Ubicación del tramo carretero

Fuente: PROVIAS NACIONAL – Mapa Vial Ancash

1.8. VIABILIDAD DEL ESTUDIO

La presente investigación contó con una adecuada viabilidad, ya que se pudo obtener los datos técnicos necesarios, como los planos en formato PDF de la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km. 0+000 al Km. 49+000 los cuales fueron proporcionados por el Gobierno Regional de Ancash, además de obtener los datos de los accidentes viales ocurridos en la carretera en mención durante el periodo 2014-2017, los cuales fueron proporcionados por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash, el Departamento de tránsito PNP-Huaraz y el Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla, además de contar con los recursos tecnológicos (laptop, cámara fotográfica, filmadora); tiempo y los recursos económicos para el cumplimiento de los objetivos.

CAPITULO II

MARCO TEÓRICO

2.1. ANTEDECENTES DE LA INVESTIGACIÓN

Antecedentes Nacionales:

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

Huamanchao, P. (2015), manifestó en su tesis de maestría titulada "Implementación de políticas y técnicas innovadoras de seguridad vial mediante la aplicación de auditorías de seguridad vial en carreteras

nacionales", que la investigación se realizó con el fin de proponer una metodología integral innovadora de aplicación de auditorías, que sistematizan la data de accidentalidad, identifican los tramos de concentración de accidentes mediante combinación de métodos, emplean tecnologías de georreferenciación dinámica, comprueban la efectividad de mejoras de seguridad vial mediante fórmulas predictivas con la estrategia de Prevención y reducción de muertes y heridos por accidentes de tránsito. El investigador aplicó las Auditorías para dos casos, el caso 1: Ciclo de operación de la vía Los Libertadores y el caso 2: Ciclo de Inversión (Proyecto) de la vía nacional PE-28B, determinando tramos de concentración de accidentes (TCA) para el caso 1, e identificando los elementos de inseguridad vial (EISV) para ambos casos agrupándolos en 20 aspectos o consideraciones de Seguridad Vial. Para los elementos de inseguridad vial se formularon mejoras para las condiciones de Seguridad Vial detalladas en Fichas de identificación-Análisis y Mitigación integradas a las listas de chequeo. Como resultado de investigación se obtuvo un indicador del porcentaje de reducción de víctimas por accidente de tránsito, para finalmente implementar las medidas propuestas de manera efectiva y eficiente sobre 02 factores: Infraestructura e Institucional.

Quispe, P. (2015), manifestó en su tesis de maestría titulada "Auditoria de seguridad vial en la red vial departamental de la región Ayacucho", que el objetivo fue evaluar la seguridad vial a través de la auditoría de seguridad vial, en las vías interurbanas departamentales de la región Ayacucho.

Para este fin, el investigador realizó una revisión sobre la aplicación, las fases y los objetivos que plantean las auditorias de seguridad vial en el mundo, también la metodología para llevar a cabo una Auditoria de seguridad vial y aplicarlo al entorno peruano, para ser más específico a la vía departamental de la región Ayacucho.

La investigación dio como resultados la falta de información a la que está sometido el conductor, la falta de adecuación de la señalización en el proyecto trazado, entre otros aspectos más.

Torres, C. & Aranda, J. (2015), manifestaron en su tesis de licenciatura titulada "Inspecciones de seguridad vial", que el objetivo fue profundizar en el tema de las Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial (ASV/ISV) realizadas con gran éxito en varios países del mundo como medidas preventivas para mejorar el desempeño y uso de las vías.

Las investigadoras realizaron una revisión de la metodología para llevar a cabo una ASV/ISV y aplicarlo a cuatro casos de estudio – dos vías rurales y dos vías urbanas en la provincia de Lima, la aplicación de ISV a estas vías, buscó identificar y analizar los problemas de seguridad en éstas .Las investigadoras utilizaron como herramienta principal, listas de chequeo, ya que éstas permitieron identificar de manera fácil los problemas de seguridad presentados en las vías para finalmente, elaborar el reporte definitivo.

Como resultado de la investigación se plantearon soluciones que permitan mejorar el desempeño de la vía y así, proveer un mayor nivel de seguridad para todos los usuarios.

Antecedentes Internacionales:

Chacón, G. y Sáenz, U. (2016), manifestaron en su tesis de grado titulada "Importancia de la auditoria de seguridad vial (ASV) en las concesiones viales de Colombia", que para el desarrollo del documento se tuvo en cuenta las Concesiones que se encuentran bajo la supervisión de la Agencia Nacional de Infraestructura – ANI, dado que es la entidad estatal que tiene a su cargo la mayoría de estas; se plantearon una serie de actividades para alcanzar los objetivos plasmados en el documento, tales como: búsqueda de teoría sobre el tema, antecedentes en países pioneros de las ASV, lectura de los contratos de las Concesiones e Interventorías que tienen a su cargo los proyectos viales, se realizó una encuesta la cual fue enviada a los 49 concesionarios que se encuentran actualmente bajo la supervisión de la ANI, se realizó la búsqueda de información mediante oficios dirigidos a las entidades del país que tienen a su cargo responsabilidades con el área de transito como: Ministerio de Transporte, Agencia Nacional de Seguridad Vial – ANSV, Instituto Nacional de Vías – INVIAS, Superintendencia de Puertos y Transporte, Agencia

Nacional de Infraestructura – ANI, Dirección de Tránsito y Transporte – Policía Nacional – DITRA. Se realizó un estudio de caso en un tramo de vía en el cual se aplicó una lista de chequeo para la realización de una Inspección de Seguridad Vial - ISV con el fin de identificar aspectos peligrosos, deficiencias o carencias en el tramo de vía objeto de la inspección susceptibles de desencadenar un siniestro. Como resultado de esta investigación se plantearon medidas adecuadas, para que sean adoptadas, con el fin de eliminar o mitigar estos problemas.

Rodríguez, J., et al. (2014), realizaron una investigación titulada "Auditorías viales e intervenciones para prevenir atropellamientos, Cuernavaca, México", en donde detallan que los atropellos son un problema de Salud Pública en México, representan más del 40% de las muertes reportadas como lesiones causadas por el tránsito (LCT). En zonas urbanas representan hasta el 60% de las LCT. La presente investigación, tuvo como objetivo caracterizar y analizar algunas zonas donde se concentraban tanto las muertes como los lesionados por atropello en Cuernavaca, México. La metodología a emplearse fue desde un estudio descriptivo-retrospectivo, se planearon y ejecutaron auditorías viales sobre las intersecciones que habían representado mayor riesgo de lesiones y muertes en peatones. En cada lugar se evaluó el aforo peatonal, vehicular, los ciclos semafóricos, las condiciones del medio ambiente físico y se tomaron archivos fotográficos. La investigación dio como resultado, que se percibió la deficiencia de elementos del medio ambiente físico, entre estos tenemos a la señalización desgastada sobre y al costado de la vía, mala visibilidad por ramas de árboles, vehículos estacionados indebidamente, señales de parada no autorizadas de transporte público, el no uso de puentes peatonales y ciclos semafóricos deficientes. Como resultado de esta investigación, se concluyó que las auditorías viales son herramientas procedentes y empleadas en la ingeniería del tránsito, poco usadas por los salubristas como técnicas para prevenir las lesiones causadas por el tránsito (LCT), en especial atropellos. Además que permiten diseñar e implementar medidas de prevención primaria para disminuir los riesgos de lesión en los usuarios más vulnerables de la vía pública, los peatones.

Arroyo, M. & Triviño, C. (2017), manifestaron en su investigación de pregrado titulada "Auditoría de seguridad vial para el sistema de transporte masivo: tramo: calle 5 con cdra. 34 hasta la cdra. 15 con calle 9", sobre una auditoria de seguridad vial que se realizó en la ciudad de Cali en la calle quinta, donde se identificó el comportamiento de los usuarios, el diseño de la vía y los controles de tráfico que hay en esta. Para ello se realizó un inventario del tramo que se pretendía reconocer el estado actual de la infraestructura vial, se tomaron velocidades del flujo vehicular, se realizó un registro fotográfico y se filmó paralelamente, se elaboraron listas de chequeo, se construyeron matrices de riesgo, etc. Con estas herramientas, se evaluó una sección del tramo identificado como la zona más crítica. Como resultado de esta investigación, en la sección crítica analizada, se presentó un diseño que va a solucionar los problemas encontrados, con la finalidad que la autoridad competente tome en cuenta dicho diseño, y pueda mejorar el servicio de la vía y la seguridad de los usuarios.

Duarte, A. & Melo, H. (2014), manifestaron en su investigación titulada "Estudio de accidentalidad en la vía que comunica el intercambiador el palenque, con el café Madrid, empleando la metodología de la auditoría de seguridad vial", que tuvo como objetivo realizar un estudio de accidentalidad en el tramo que comunica el intercambiador el Palenque, con el Café Madrid, mediante la metodología de Auditoria de Seguridad Vial, basados en información del historial de accidentalidad que se presentaron en los años 2008, 2009 y 2010 en el sector. Por medio de los datos recopilados se identificaron los tramos críticos y puntos negros, es decir los tramos y puntos donde se presentaron el mayor número de accidentes. Se realizaron inspecciones a campo donde se evaluaron las causas de accidentalidad producidas por diferentes factores y se determinaron nuevas deficiencias de la infraestructura vial, análisis que fue realizado utilizando como herramienta principal la lista de chequeo. Como resultado de esta investigación, se plantearon recomendaciones y sugerencias para la problemática existente en la vía, con el fin de brindarles a los usuarios mayor seguridad, minimizando

efectos producidos por los accidentes y evitar el crecimiento de estos, ya que esta cifra se viene incrementando notoriamente con el paso de los años.

Garzón, M., et al. (2017), manifestaron en su artículo titulado "Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica", una metodología general de aplicación en Auditorías de Seguridad Vial – ASV, usada en la ciudad de Manizales (Colombia), en el cual se tomaron como puntos de análisis, los sitios en los que se registraron accidentes mortales durante el año 2015. Dicha metodología pretende ver más a fondo cada uno de los problemas manifestados en los proyectos viales, desde el punto de vista geométrico, señalización y demarcación, funcional y de transporte. Adicionalmente se desea intervenir en cada uno de los problemas, dando prioridad a cada uno de los conflictos que más afectan dicha seguridad. Para esto posteriormente también se ejemplificó, aplicando una auditoría de seguridad vial en Manizales, Caldas, Colombia. Inicialmente se hizo la visita a campo para definir los sectores en los cuales se dividirá el análisis, ya que cada tipo de vía o tipo de usuario en ésta, pueden dar diferentes connotaciones de seguridad vial, que deben ser debidamente analizadas; posteriormente a través de la llamada lista de chequeo se identificaron todos los hallazgos. Luego de haber construido la matriz de hallazgos, éstos son calificados de acuerdo al grado de vulnerabilidad y al grado de amenaza. Como resultado de este artículo, se obtuvo la calificación del riesgo en cada uno de los sectores del punto de análisis.

2.2. VISIÓN GENERAL DE LA SEGURIDAD

Las causas de los accidentes pueden ser múltiples como se sabe, tanto y tan impredecible y difícil de controlar, que podríamos considerar la consecución de accidentes en una carretera como un proceso aleatorio. Dall'Orto, A., et al. (1992) refiere que:

> La mayoría de los accidentes de tránsito son el resultado de la falta de preocupación o del comportamiento peligroso de los conductores y/o peatones. Sin embargo, los estudios y la experiencia de otros países nos demuestran que la gravedad de los accidentes y la probabilidad de que ocurran pueden ser disminuidas si se diseña adecuadamente la geometría de las vías, y, si se efectúa un adecuado control de tránsito.
> La naturaleza del problema en los países en vías de desarrollo es diferente que en los países desarrollados, el costo que involucra un accidente de tránsito es mucho mayor, lo mismo que el número de accidentes. Al crecer el número de vehículos que pasan por una determinada vía, aumentan también los problemas de congestión y el número de accidentes que suceden en ella. Esto se debe a que la vía no fue diseñada para este tipo y volumen de tráfico. Además, el diseño de las vías en los países en desarrollo es muchas veces antiguo y no han sido aplicadas las necesarias modificaciones de acuerdo a las condiciones particulares de cada país. (p.129)

2.3. ACCIDENTES VIALES DEFINICIÓN, CLASIFICACIÓN Y TIPOS

Se llaman accidentes viales a los sucesos eventuales o acciones en que involuntariamente resulta daño para las personas o cosas. Redelat (1964) refiere que: “Cuando uno de los factores que contribuyen a producir un accidente es la circulación de al menos un vehículo por una vía, entonces se dice que es un accidente vial” (p.103).

En líneas generales, los accidentes viales se pueden clasificar, de acuerdo a los daños que causan. Dall'Orto et al. (1992) refiere que:

> De acuerdo a los daños que producen y de una manera general los accidentes viales se pueden clasificar en:
>
> - Fatales, si causan la muerte de alguna persona
> - Serios, si no hay muertos pero las personas involucradas en el accidente tienen que ser hospitalizadas
> - Leves, si las personas involucradas en el accidente no presentan lesiones graves que ameriten hospitalización, generalmente solo hay daños materiales.
>
> Hay que destacar que esta clasificación puede variar de acuerdo al país, de sus necesidades y su legislación. El grado de severidad que se le da a un accidente también puede variar con el País. Además, los procedimientos para reportar los accidentes pueden ser bastantes diferentes, por ejemplo, en Gran Bretaña, un accidente es fatal si ocurre una muerte dentro de los 30 días de la ocurrencia del accidente; en Francia es 6 días; en Australia es 3 días, en Japón 1 día; mientras que en Portugal, un accidente es considerado fatal cuando una muerte ocurre instantáneamente o un poco después; situación similar a la nuestra. (p.131)

Por otro lado, los accidentes viales suelen ser de varios tipos. Dextre (2001) refiere que:

> Se pueden distinguir los siguientes tipos de accidentes viales:
>
> a) 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.

b) Atropellos: Necesariamente un vehículo en movimiento contra un peatón o varios que pudieran estar parados o en movimiento.

c) Caídas: Cuando una persona que viaja en un vehículo se cae del mismo

d) Volcaduras: Cuando un vehículo sin control se desliza sobre cualquier parte de su carrocería.

e) Fallas mecánicas, frenos, dirección: Principalmente se dan en frenos y dirección.

f) Pérdidas de control: Sin choque ni atropello, salida de la cinta asfáltica, invasión de áreas no destinadas para el uso de los vehículos.

g) Choque con atropello: Primero ocurre un choque y luego se produce un atropello como consecuencia del primero.

h) Atropello con choque: Primero ocurre el atropello y la acción evasiva produce un choque.

i) Accidentes por carga: Personas que viajan con la carga y se accidentan en los puentes, cargas que se ladean en una vuelta y ocasionan lesiones.

j) Vehículos estacionados en pendientes: Dejan su posición estática adquiriendo movimientos en dirección de la pendiente descendente y causan algún tipo de accidente. (p.2)

2.4. FACTORES INVOLUCRADOS EN LOS ACCIDENTES VIALES

Los principales factores que contribuyen la accidentalidad son, la infraestructura vial y el medio ambiente (diseño geométrico, equipamiento, señalización, el entorno de la vía, etc.); el vehículo (antigüedad, equipamiento con elementos de seguridad, etc.) y el individuo (en su faceta de conductor del vehículo y como actuante en el entorno de la vía), de la interacción de los anteriores se pueden deducir más factores potenciales de accidentalidad. AUSTROADS (2002) refiere que:

> Estudios demuestran que existen tres principales factores que usualmente combinados en una cadena de eventos contribuyen a la ocurrencia de accidentes de tránsito:
>
> *i) Usuarios de las vías: conductor o peatón (Factor humano)*
>
> 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.
>
> *ii) Vías y medio ambiente (Factor del entorno de la vía)*
>
> 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.

iii)Vehículo (Factor Vehículo)

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. Todo factor por menos influyente que sea, no es despreciable. (p.4)

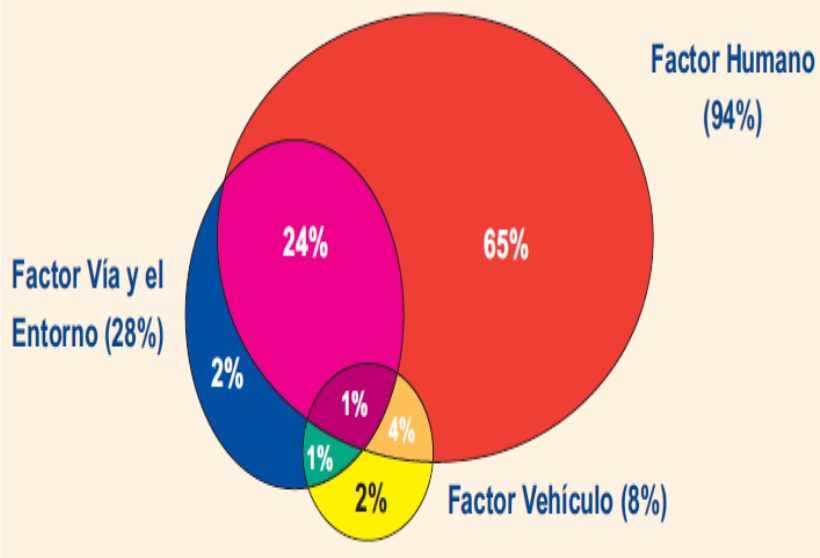


Figura 2.1: Factores que contribuyen a la ocurrencia de accidentes viales

Fuente: Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito - CONASET, 2003

Por lo que podemos apreciar en la "figura 2.1", el 94% de los accidentes viales, se dan debido al factor humano. Institute of Transportation Engineers (1999) refiere que:

A pesar que es cierto que del 70% al 90% de los accidentes viales, son debidos a errores humanos, no cabe duda que el mejoramiento del

sistema vial y de los vehículos mismos reduzca la ocurrencia de tales errores. (Citado en Cal y Mayor, 2007, p.510)

Así mismo. Redelat (1964) menciona que:

> Uno de los fines primordiales de la ingeniería de tránsito es crear las condiciones para que pueda efectuarse el transporte de personas y cosas con seguridad; por lo tanto, interesa mucho al ingeniero especializado en esa rama, estudiar todo lo referente a los accidentes de tránsito para tratar de evitarlos. Sin embargo, como ya se ha visto, la mayoría de los factores que causan esos accidentes se deben a fallas humanas cuyo remedio se encuentra muchas veces fuera del alcance del ingeniero de tránsito; pero los perjuicios que causan los accidentes son tan grandes que cualquier acción que tienda a reducirlos tiene una importancia capital. (p.103)

2.5. LOS TRAUMATISMOS CAUSADOS POR LOS ACCIDENTES VIALES SON UN PROBLEMA IMPORTANTE DE SALUD

Es alarmante ver como las estadísticas sobre las causas de mortalidad a nivel mundial juegan un papel poco esperanzador al predecir un futuro al 2030, no solo vemos enfermedades sino “accidentes” viales, subiendo de posición, queriendo apoderarse de los primeros lugares. Huang et al. (2010) refiere que:

> El Perú no es ajeno a este problema y recientemente los traumatismos causados por el tránsito han sido identificados como una causa importante de carga de enfermedad total en este país. Los traumatismos causados por el tránsito son una amenaza para la salud mundial y para el desarrollo de las sociedades, por lo que el papel de los organismos de seguridad vial merece una atención especial. En la mayoría de los países existe la necesidad de contar con un organismo nacional que tenga suficiente financiamiento, personal adecuadamente entrenado y autoridad legal para recolectar información para evaluar y

aplicar políticas de seguridad vial. Para ser efectivos, las políticas de seguridad vial en los países en desarrollo deben tener en cuenta las necesidades de todos los usuarios de las carreteras, sobre todo si se toman decisiones sobre la infraestructura, la planificación del uso de los terrenos y los servicios de transporte. (p.245)

2.6. LA SEGURIDAD VIAL EN EL MUNDO

A nivel mundial, los accidentes de tránsito constituyen la principal causa de mortalidad no patológica en general. OMS (2015) afirma que: "Los accidentes de tránsito son una de las causas de muerte más importantes en el mundo, y la principal causa de muerte entre personas de edades comprendidas entre los 15 y 29 años *(ver figura 2.2)"* (p.1). Además de constituir una pesada carga a la economía nacional y a las familias, por tal motivo, la OMS tiene como una de sus metas reducir a la mitad el número mundial de muertes y traumatismos por accidentes de tránsito de aquí al 2020.

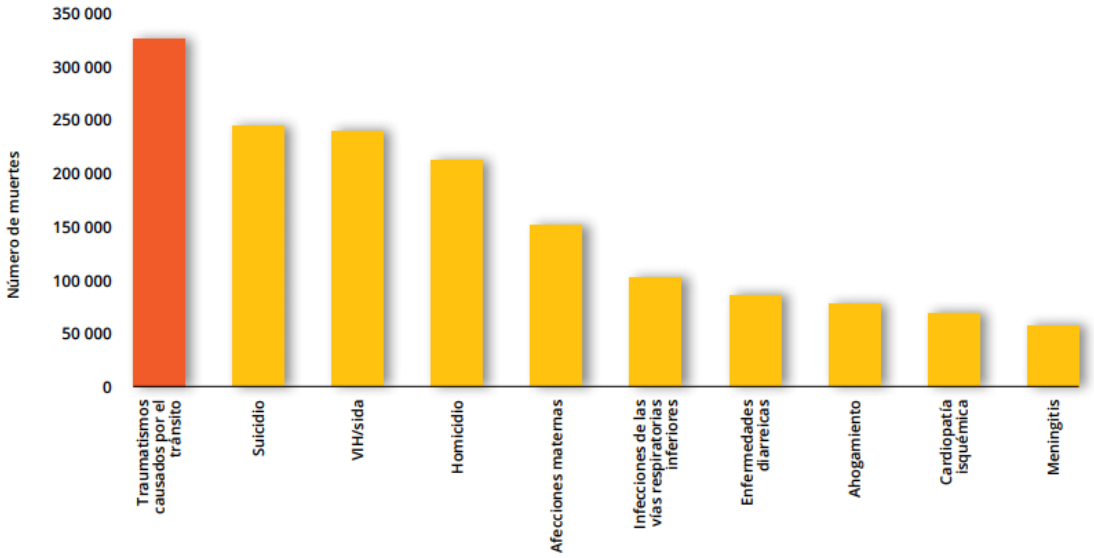


Figura 2.2: Las 10 causas principales de muerte en personas de 15 a 29 años, 2012.

Fuente: Organización Mundial de la Salud

Según un estudio de la Organización Mundial de la Salud llevado a cabo en 1990, 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 *(ver figura 2.3)"* (ONU, 2010).

1988 AFECCIÓN O TRAUMATISMO	2020 AFECCIÓN O TRAUMATISMO
1. Infecciones de las vías respiratorias inferiores	1. Cardiopatía isquémica
2. VIH/SIDA 3. Trastornos perinatales	2. Depresión unipolar grave 3. Lesiones por accidente de tráfico
4. Enfermedades diarreicas 5. Depresión unipolar grave 6. Cardiopatía isquémica	4. Enfermedad cerebro vascular 5. Enfermedad pulmonar obstructiva 6. Infecciones de las vías respiratorias inferiores
7. Enfermedad cerebro vascular	7. Tuberculosis
8. Paludismo 9. Lesiones por accidente de tráfico	8. Guerra 9. Enfermedades diarreicas
10. Enfermedad pulmonar obstructiva	10. VIH/SIDA

Figura 2.3: 10 Causas Principales de Mortalidad en el Mundo.

Fuente: OMS, pruebas, información y políticas, 2000

2.7. LA SEGURIDAD VIAL EN EL PERÚ

En los últimos años nuestro país vive un desarrollo económico y tecnológico, elevando enormemente el número de vehículos en tránsito por nuestras carreteras, es decir la tendencia ascendente del proceso de motorización es bastante fuerte y de igual manera las infraestructuras viales han ido evolucionando consiguiendo mayor calidad en ellas en sus procesos de diseño y construcción, lo mismo ocurre con los vehículos que van mejorándose tecnológicamente y que tienen prestaciones mayores, en ocasiones peligrosas desde el punto de vista de seguridad vial. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) afirma que:

A pesar de la evolución favorable de los índices de accidentalidad del año 2014, los accidentes viales han experimentado un constante crecimiento en Perú a lo largo del tiempo, aumentando en los últimos 10 años la cifra en más de un 30%, y acumulando en este periodo más de 850,000 accidentes. Estas cifras continúan representando un problema de gran impacto social y económico, convirtiéndose en un problema de salud pública para la sociedad peruana. (p.30)

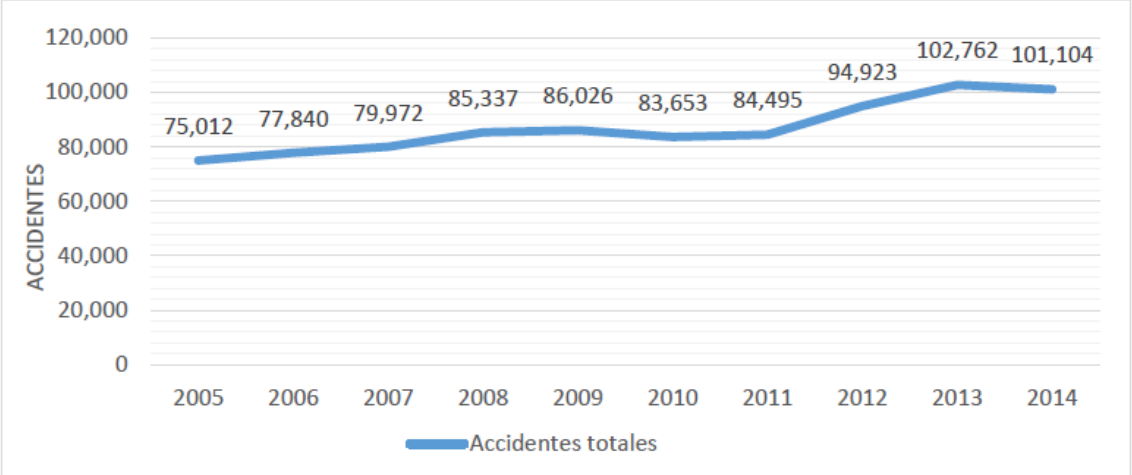


Figura 2.4: Evolución de los accidentes en Perú 2005-2014

Fuente: MTC - Manual de Seguridad Vial, 2017

A pesar de la existencia desde el año 1997 del Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV), ente a través del cual se promueven y coordinan las acciones de entidades públicas y privadas vinculadas a la seguridad vial, no se observa mejora considerable en la reducción de accidentes de tránsito hasta la fecha.

Este organismo menciona que, en el país contamos con el Consejo Nacional de Seguridad Vial (CNSV), que se encarga de la defensa de la vida humana y la consolidación de una cultura de respeto por las normas de convivencia social, específicamente por aquellas disposiciones que permiten garantizar la seguridad de los usuarios de las redes viales: peatones, conductores y pasajeros. También afirma

que la tasa de muertos por cada 100,000 habitantes ha venido reduciéndose, siendo esto bastante favorable para el desarrollo del país. (Consejo Nacional de Seguridad Vial-MTC, 2015)

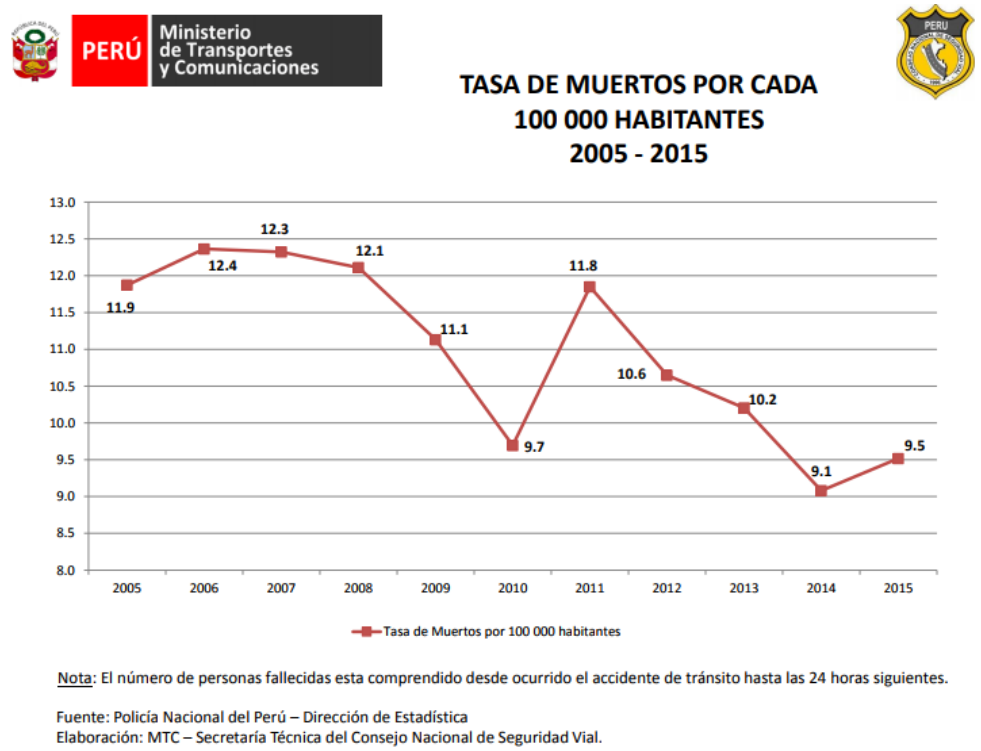


Figura 2.5: Tasa de muertos por cada 100,000 habitantes (2005-2015)
Fuente: MTC - Secretaría Técnica del Consejo Nacional de Seguridad Vial

Pero aun así estamos muy lejos de los estándares que manejan los países europeos y la Organización Mundial de la Salud, que nos menciona que el 90% de las muertes por accidentes de tránsito se producen en países de ingresos bajos y medianos.

2.8. AUDITORIAS E INSPECCIONES DE SEGURIDAD VIAL

Una de las principales entidades en materia de auditorías, define una Auditoria de Seguridad vial (ASV), como:

> Una Auditoria de Seguridad vial es un proceso formal de evaluación de un proyecto vial, o de tránsito, existente o futuro, o de cualquier proyecto que tenga influencia sobre una vía, en donde un equipo de profesionales calificados e independientes informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y del comportamiento del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial. (AUSTROADS, 2002, p.3)

Complementando el concepto. Dextre (2008) refiere que:

> Se le denomina proceso formal debido a que es solicitado por la autoridad competente. En algunos casos, puede ser el Ministerio de Transportes, si la vía es parte de la red nacional; en otros, puede ser el gobierno regional o el gobierno local según corresponda.
> Si el proceso no es solicitado por la autoridad competente, podría ser denominada inspección de seguridad vial; sin embargo, por no ser un proceso formal, no debe ser considerada como una auditoria de seguridad vial. (p.16)

Por otro lado la auditoría de seguridad vial no pretende verificar que los diseñadores hayan cumplido con las normas de diseño. Sin embargo, se espera que estos hayan realizado este proceso de manera independiente. Es importante tener en cuenta lo anterior, dado que el cumplimiento de las normas de diseño no garantiza la seguridad.

A manera de ejemplo se ilustra cómo es que la seguridad no se garantiza con el cumplimiento de los reglamentos. Dextre (2008) menciona que:

Las normas obligan a considerar a un radio mínimo para las curvas horizontales de una carretera, cuyo valor está en función de la velocidad de diseño de la vía y relacionado por la siguiente fórmula:

$$R = \frac{V^2}{127(p+f)}$$

Dónde: R es el radio mínimo de la curva para circular con seguridad a la velocidad de diseño (V).
V es la velocidad de diseño de la vía.
p es el peralte de la vía.
f es la fricción entre los neumáticos y el pavimento.

Por lo tanto, si la norma indica que el radio debe tener como mínimo 250 metros, los diseñadores pueden utilizar 300, 500 ó 700 metros (en la práctica, cualquier radio mayor de 250 metros). Si a lo largo de la vía se han diseñado tres curvas horizontales consecutivas con radios de 700 metros y la cuarta curva (por problemas del relieve del terreno) solo tiene 250 metros, se estaría cumpliendo con la norma, pero, abriendo la posibilidad de que ocurran lamentables accidentes.

Un conductor no habitual de esta ruta podría circular con exceso de velocidad en las tres primeras curvas y, al entrar confiado a la cuarta curva, podría terminar saliéndose de la vía; es decir, se produciría un siniestro. En este ejemplo, también se puede observar que la señalización no indicará curva peligrosa, dado que este mensaje se coloca cuando el radio de la curva impide circular a la velocidad de diseño y por lo tanto, es necesario disminuir la velocidad, lo que no ocurre en este caso, pues el radio es el adecuado para circular a la velocidad de diseño de la vía. (pp.16, 19)

En resumen, podemos concluir que una Auditoría permite que un proyecto (que ya ha sido seleccionado) funcione de la manera más segura y que todos los usuarios sean considerados en el diseño.

Las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV) se definen como una evaluación de la seguridad de una vía en funcionamiento, es decir, similar a las Auditorias de Seguridad Vial (ASV) pero con la diferencia de ser sólo

realizables en la etapa de servicio y operación del proyecto. Por ello la presente tesis toma como base de investigación las ASV para la aplicación de las ISV.

2.8.1. El porqué de las Auditorías de Seguridad Vial

La realización de las Auditorías de Seguridad Vial (ASV), presentan varios beneficios. AUSTROADS (2002) afirma que:

> Las ventajas de realizar Auditorías de Seguridad Vial son las siguientes:
>
> - La probabilidad de accidentes en la red de carreteras puede reducirse.
> - La gravedad de los accidentes puede reducirse.
> - Se da mayor importancia a la seguridad vial en la mente de los diseñadores e ingenieros.
> - Se reduce la necesidad de un trabajo de reparación costoso. (pp. 9, 10)

Así mismo, Dextre (2008) afirma que:

> Las ventajas de realizar una Auditoría de Seguridad Vial son múltiples, como se verá a continuación:
>
> - Reduce la probabilidad de siniestros en las vías auditadas; es decir, se reduce la frecuencia con que estos ocurren.
> - Reduce la severidad de los siniestros. Teniendo en cuenta que es posible reducir la frecuencia de los siniestros, pero no eliminarla del todo, se busca que, cuando estos ocurran, no causen la muerte o la invalidez permanente.
> - Se tiene en cuenta la seguridad de cada tipo de usuario: automovilistas, peatones, ciclistas, niños, ancianos y personas con discapacidad.

- Se reduce el costo total durante la vida útil del proyecto para la comunidad, incluyendo el costo de los siniestros, las interrupciones del tráfico, los daños materiales, y lo más importante, se reduce la pérdida de vidas humanas o la gravedad de sus lesiones.
- Se reduce la necesidad de realizar trabajos correctivos, lo cual es más importante en el caso de infraestructura que, por su naturaleza, es casi imposible de corregir o resulta muy costoso para la comunidad.
- Desarrolla entre los ingenieros involucrados en la planificación, diseño, construcción y operación del proyecto, el principio de prevención, antes que el de corrección. (pp.20, 21)

2.8.2. Objetivo de las Inspecciones de Seguridad Vial

El objetivo de las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV) es el de identificar las carencias potenciales de la carretera, con el fin de reducir la probabilidad de que se produzca un accidente en ese tramo, mediante la aplicación de las medidas correctoras oportunas. Así mismo las inspecciones pueden contribuir a reducir la probabilidad de que ocurra un accidente, así como a disminuir la gravedad del mismo en caso de que éste se produzca, reduciendo por tanto, los costos de reparación de estos problemas, costos que son mucho mayores a los costos revisión y modificación en el proyecto derivadas de dicha revisión.

2.8.3. Situaciones para la realización de Inspecciones de Seguridad Vial en carreteras en servicio

La realización de Inspecciones de Seguridad Vial (ISV) en carreteras en servicio no es una alternativa a la identificación y tratamiento de Tramos de Concentración de Accidentes (TCA); generalmente en estos tramos ya se analizan con detalle las

condiciones de seguridad. La realización de Inspecciones de Seguridad Vial en carreteras en servicio sería recomendable en los siguientes casos:

- En tramos en los que se han producido accidentes durante los últimos años, aunque no hayan sido catalogados como TCA.
- En carreteras en las que se estén realizando operaciones de renovación y refuerzo o acondicionamiento.
- En carreteras en las que en algunos tramos se hayan detectado TCA, para la prevención de accidentes, de componentes con características similares.
- En carreteras aparentemente sin problemas de seguridad, aunque es evidente que las limitaciones temporales y presupuestarias dificultan la realización de ISV en estos casos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.181)

"Esto significa que, cualquier carretera puede ser inspeccionada, pero las autoridades pueden querer priorizar las actuaciones por diversas razones, como por ejemplo por razones presupuestarias. La clasificación de las distintas actuaciones puede basarse en criterios de funcionalidad de la carretera, localización, volumen de tráfico o bien la accidentalidad de la misma" (PIARC, 2007, p.6).

2.8.4. Etapa de un proyecto en la que se puede realizar una Inspección de Seguridad Vial

Las Auditorias de Seguridad Vial se pueden realizar en cualquiera de las etapas de un proyecto: Factibilidad, Diseño preliminar, Diseño de detalle, Construcción, Pre-apertura y Post-apertura. Sin embargo, las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV) se pueden realizar únicamente en la etapa de Post-apertura, es decir solo se realizan en carreteras en servicio. Dextre (2008) afirma que: "En la etapa de post-apertura, una vez que el proyecto está funcionando, se

debe realizar una evaluación de su operación con la finalidad de identificar posibles problemas de seguridad vial para, de ser necesario, tomar las medidas correctivas" (p.25).

2.8.5. Costos para realizar una Auditoría de Seguridad Vial

El costo total para realizar una Auditoría de Seguridad Vial (ASV) en un proyecto depende principalmente, de la respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿En qué etapa o etapas del ciclo de vida del proyecto se realizará la Auditoría de Seguridad Vial?
- ¿Cuál es la magnitud y el costo del proyecto?

Dextre (2008) afirma que: "El costo necesario para ejecutar las medidas de mitigación, aumenta rápidamente en la medida en que más tarde se realice la Auditoría de Seguridad Vial, tal como se muestra esquemáticamente en la Figura 2.6" (p.26).

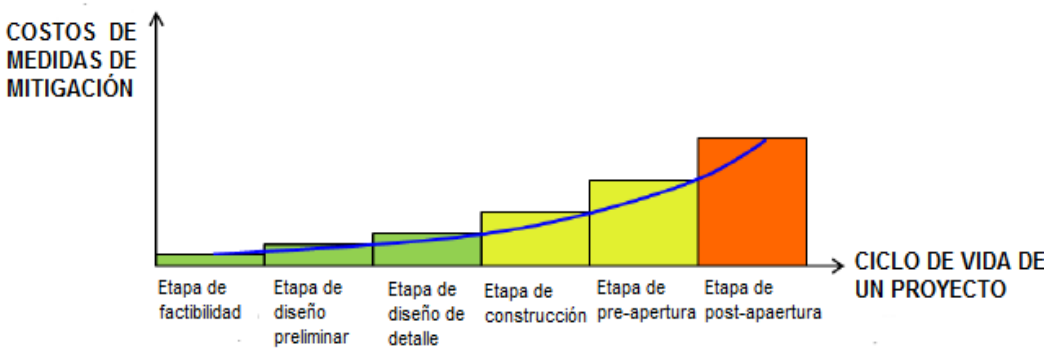


Figura 2.6: Costos de las medidas de mitigación según la etapa del proyecto

Fuente: DEXTRE, Vías humanas 2008.

2.9. PROCEDIMIENTO DE UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL (ISV) EN UNA CARRETERA EN SERVICIO

Dextre (2008). Refiere que: Dependiendo del tipo de proyecto que será auditado, los involucrados en el proceso pueden ser distintos: El cliente o mandante, el proyectista o diseñador, el constructor, el responsable del mantenimiento y el equipo auditor. El cliente, organismo o entidad es el responsable de fijar los alcances de la Auditoría de Seguridad Vial (ASV), así como la determinación de roles y responsabilidades de todas las partes involucradas. (p.30)

El procedimiento para realizar una Auditoría es el siguiente:

2.9.1. Selección de la carretera sobre la que se va a realizar una Inspección de Seguridad Vial (ISV)

Idealmente, las carreteras deberían ser revisadas regularmente para así poder disponer de una red de carreteras donde la seguridad gozara de una muy buena categoría. Pero por las existentes limitaciones presupuestarias y temporales, es imposible alcanzar ese objetivo. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere: "Dado que económicamente es prácticamente inviable llevar a cabo una inspección continua de toda la red, es fundamental establecer una categorización de la red vial, a fin de realizar una correcta selección de tramos para cada tipo de vía" (p.184).

2.9.2. Selección del equipo inspector

El equipo Inspector debe garantizar su capacidad para la realización de las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV) y su independencia respecto al equipo responsable del diseño y el mantenimiento de la vía.

> Esto significa que, el cliente, organismo y/o Entidad quien ordena la Inspección de Seguridad Vial selecciona al Equipo Auditor, que deberá ser independiente; además, debe estar, de preferencia acreditado y debe tener las habilidades necesarias para percibir los problemas de seguridad desde el punto de vista de los diferentes usuarios. (Mayoral, 2001, pp. 47, 49)

2.9.3. Trabajo preliminar de oficina

La disponibilidad a priori de documentación que facilite información sobre el tramo en donde se realizará la Inspección de Seguridad Vial (ISV), es un punto a favor en lo que a localización de puntos conflictivos se refiere.

El análisis preliminar de los datos del tráfico, accidentes y características de la vía, si están disponibles, resulta muy recomendable como punto de partida. "Es fundamental llevar a cabo un análisis previo de la documentación y datos disponibles que puedan afectar a la movilidad y por tanto a la accidentalidad asociada" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.186).

El análisis de accidentes puede proporcionar ideas acerca de relación entre éstos y posibles problemas en la infraestructura. Sin embargo, las estadísticas de accidentes no deben ser considerados como la única referencia para identificar deficiencias en la infraestructura. Se deben identificar todos los aspectos que puedan motivar un accidente o agravar sus consecuencias.

2.9.4. Trabajo de campo

La inspección de la vía constituye uno de los puntos clave, debe ser realizado durante el día y durante la noche. Así mismo, se debe recorrer la vía a diferentes velocidades e incluso a pie, para evitar pasar por alto algún aspecto importante.

> Esta actividad, responsabilidad del inspector, tiene como objetivo visualizar la manera en que el proyecto interactúa con el entorno que le rodea y los otros caminos en el área; además, con ella se pretende identificar impedimentos potenciales y conflictos para los diferentes grupos de usuarios que probablemente hagan uso del camino.
>
> También se toma en cuenta los posibles efectos por las diferentes condiciones climatológicas presentes en el área, principalmente aquellas que pudiesen conducir a situaciones adversas (lluvia, neblina, nieve, etc.) o inesperadas y de alta peligrosidad (derrumbes, deslizamientos de tierras, inundaciones, etc.). (Mayoral, 2001, pp. 53, 54)

Durante la inspección, debe tenerse en cuenta que la toma de fotografías y/o videos, adicionalmente a las notas tomadas, permite tener referencias visuales para acciones futuras y contar con material importante para revisiones en gabinete.

2.9.5. Discusión

En esta fase se ponen en común los aspectos analizados en el trabajo de campo, utilizando los videos y fotografías disponibles. Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que:

> Para ello deben seguir los siguientes procesos:
>
> - Determinación del tramo con alta peligrosidad, que describa características que puedan ser causa de accidentes.
> - Cada miembro del equipo auditor elabora su propia lista de problemas de seguridad vial identificados a fin de profundizar mediante el trabajo en equipo, el diagnóstico en la discriminación de efectos y posibles soluciones.
> - Análisis en equipo de las posibles soluciones, jerarquización y desarrollo de las recomendaciones para la solución de los problemas identificados. Es fundamental que en esta fase, la

jerarquización de soluciones incluya un análisis costo-beneficio.

- Una vez identificados los puntos de conflicto, se deberán desarrollar las recomendaciones. (pp.191,192)

2.9.6. Evaluación de riesgo

Una vez determinadas las medidas que se podrían llevar a cabo, se debe pensar cuál de ellas va a poder realizarse ya que seguramente existan unos límites presupuestarios que recorten las actuaciones de seguridad. Normalmente, se realiza una valoración de riesgos y se determina cuáles son las zonas que sin lugar a dudas deben tratarse (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017).

2.9.7. Elaboración del informe de inspección

El informe de inspección se suele elaborar en formato problema-recomendación, donde el problema se describe en términos de riesgo de accidente para un tipo de usuario y la recomendación es una medida a aplicar para solucionarlo.

El informe debe incluir como mínimo lo siguiente:

- Nombre de la vía y localización.
- Fecha de trabajo de campo y realización de las auditorias o inspección en el resto de fases.
- Miembros del equipo de auditoria y su especialidad.
- Acta de reuniones celebradas.
- Tipo de carretera.
- Tipología del tráfico.
- Estado o condición de la infraestructura.
- Márgenes y entorno del proyecto.
- Datos aportados por la entidad contratante.

- Descripción del proceso seguido para el desarrollo de la inspección.
- Declaración de responsabilidades del equipo inspector.
- Descripción de los problemas de seguridad y potenciales accidentes que pueda ocurrir.

  Y por último propuestas y medidas correctoras a corto plazo (p.e. refuerzo de la señalización), medio plazo (p.e. reducción de la velocidad mediante dispositivos para moderar la velocidad) y largo plazo (actuaciones de mejora de la seguridad vial que requieran la aprobación del correspondiente presupuesto). (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, pp.192, 193)

2.9.8. Elaboración del informe de respuesta

El informe de respuesta a la inspección debe esbozar las medidas que se van a tomar para solucionar los problemas de seguridad identificados. El cliente puede no aceptar que el problema existe (en cuyo caso se debe justificar), aceptar la existencia del problema pero no estar de acuerdo en la recomendación (en cuyo caso se debe justificar la implantación de otra medida o la implantación en el futuro debido a problemas presupuestarios) o aceptar la recomendación del equipo inspector e implantarla. “Por lo que, en esta actividad se tiene por objetivo determinar si las recomendaciones de la inspección deben ser implementadas y en qué grado debe hacerse, y si se decide no implementarlas, exponer las razones por escrito que motivaron tal decisión” (MAYORAL, 2001, pp. 57, 59).

2.9.9. Control del funcionamiento de las medidas implantadas

“Es preciso realizar un seguimiento del funcionamiento de las medidas implantadas, preferiblemente tras un año, tres años después

de la implantación y cinco años después. La situación ideal sería realizar una nueva inspección pasados cinco años" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, pp.193, 194).

2.10. LISTAS DE CHEQUEO PARA REALIZAR UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL A VIAS DEPARTAMENTALES

Su propósito es ayudar al inspector a identificar cualquier deficiencia de seguridad, de una forma ordenada y sistemática. Dextre (2008) refiere que:

> En los países o ciudades en los que recién se implementan las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV), las listas de chequeo pueden ser utilizadas para que los inspectores con experiencia (normalmente de otro país, donde las Inspecciones de Seguridad Vial ya tienen varios años de haberse implementado) puedan formar a los nuevos inspectores del país que inician el proceso de Inspecciones de Seguridad Vial. (p.32)

Es importante entender que las listas de chequeo son un medio y no el fin de las Inspecciones de Seguridad Vial. El inspector debe decidir qué y cómo utilizar las listas de chequeo. Dextre (2008) refiere que:

> Considerando que el proyecto puede estar en cualquiera de sus etapas (factibilidad, diseño preliminar, diseño de detalle, construcción, pre-apertura o post-apertura) y que adicionalmente, se puede tratar de un proyecto en zona urbana o en zona rural, es necesario adecuar las listas de chequeo a estas dos condiciones. En este caso, es fundamental la experiencia del auditor para preparar las listas de chequeo que correspondan a la etapa y tipo de proyecto que será auditado.
>
> Cuando un país o una ciudad implementa las ISV, la forma de realizar este trabajo es normada por una guía o manual de Auditorias de Seguridad Vial, que contiene listas de chequeo; luego, para un trabajo

> específico, los auditores pueden utilizarlas como punto de partida y adaptarlas según las necesidades del proyecto.
>
> Por lo general, hay dos tipos de listas de chequeo según el detalle de las mismas: listas de chequeo maestras o generales y listas de chequeo detalladas. Mientras que las primeras sirven para tener una visión general de los temas que se deben tener en cuenta en la ISV, las segundas detallan cada uno de los ítems considerados en la lista maestra. (p.32)

Todas las listas de chequeo no son iguales, varían dependiendo de la fase en que se realice la auditoria, pues no todas las etapas contemplan los mismos requerimientos. Mientras que una Auditoría en la etapa de anteproyecto requiera más aspectos de diseño a evaluar, una inspección en etapa de operación deberá prestar más atención a temas como mobiliario vial que puede interrumpir con la visibilidad, mal uso de las señales de tránsito, señalización horizontal desgastada o confusa, iluminación de la vía y demás.

En la presente investigación se toma como referencia a las listas de chequeo presentadas en el MTC - Manual de Seguridad Vial (2017), que están basados en la "Guía de Auditoría de Seguridad Vial" de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile (CONASET) y el Manual de Auditorias de Seguridad Vial de Colombia, donde se están tomando en cuenta los ítems más relevantes que se adaptan al entorno de la carretera en estudio.

2.11. INTERACCIÓN ENTRE LA INFRAESTRUCTURA Y LA SEGURIDAD VIAL

En este acápite se describe y relaciona los efectos de los elementos de diseño geométrico con la seguridad vial, basadas en la experiencia recogida en estudios de ingeniería a nivel mundial para disminuir los riesgos de accidentes y/o sus consecuencias. Por ende es importante detallar cada uno de los siguientes aspectos:

2.11.1. Los accidentes y el alineamiento

En el diseño geométrico de las carreteras, normalmente se consideran tres elementos: Alineamiento vertical, Alineamiento horizontal y Sección transversal. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) afirma que: "La velocidad de diseño es un factor determinante para la selección del alineamiento necesario, buscando que el conductor pueda tener suficiente distancia de visibilidad para detenerse con seguridad o reducir la velocidad, de acuerdo a las condiciones de tránsito y los factores climáticos" (p.89).

2.11.1.1. Alineamiento horizontal

Los radios mínimos de las curvas horizontales, los peraltes máximos y fricción transversal designadas en las normas de diseño de carreteras, garantizan en lo posible, la circulación segura de los vehículos que utilizan las vías. La topografía de la zona o motivos económicos muchas veces obligan a no cumplir con estas normas básicas de diseño y en estos casos es aconsejable no olvidar de implementar medidas adicionales que reduzcan el riesgo de accidentes. En vías rurales, el número de accidentes es, por lo general, inversamente proporcional al radio de curvatura en la curvas horizontales. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "Al entrar en una curva, la fuerza centrífuga es equilibrada por la resultante del peso del vehículo y la fuerza del rozamiento lateral entre llantas y el pavimento. La salida de un vehículo obedece a uno o a la combinación de los siguientes conceptos: velocidad excesiva para las condiciones imperantes, sobreelevación inadecuada o pavimento resbaladizo" (p.91).

2.11.1.2. Alineamiento vertical

El alineamiento vertical incluye las curvas verticales y las pendientes, los accidentes viales se presentan en las partes más altas o más bajas de las curvas. El diseño de las curvas verticales debe por lo menos permitir la distancia de visibilidad mínima de parada de acuerdo a las normas de diseño actuales. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "Las investigaciones indican que la frecuencia y la severidad de los accidentes aumentan con la pendiente, tanto en el sentido ascendente como descendente. Así mismo se ha demostrado que la pendiente en sentido descendente es mucho más problemático, principalmente para vehículos pesados" (pp.91, 92). Las pendientes negativas generan el uso excesivo de los frenos del vehículo, problema que puede traer como consecuencia una falla mecánica y tras ello producirse un accidente.

2.11.2. Los accidentes y la sección transversal

Las bermas, el ancho de calzada, el peralte, los cortes y terraplenes, las cunetas y el bombeo de la vía son algunos de los elementos que afectan directamente la seguridad que ofrece la vía. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "Los mayores beneficios en términos de reducción en la incidencia de los accidentes por salida de la calzada, están relacionados con acondicionar unas bermas con superficie pavimentada, que funcione como zona de recuperación inmediata para los vehículos fuera de control" (p.93). Para lograr la menor influencia negativa de cualquiera de estos elementos, se debe tener en cuenta lo siguiente:

2.11.2.1. Número de carriles

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "Según investigaciones realizadas en Massachusetts, E.U.A, las carreteras de 2 carriles tienen un índice mayor de accidentes que los de 3 carriles (*ver figura 2.7)*" (p.94).

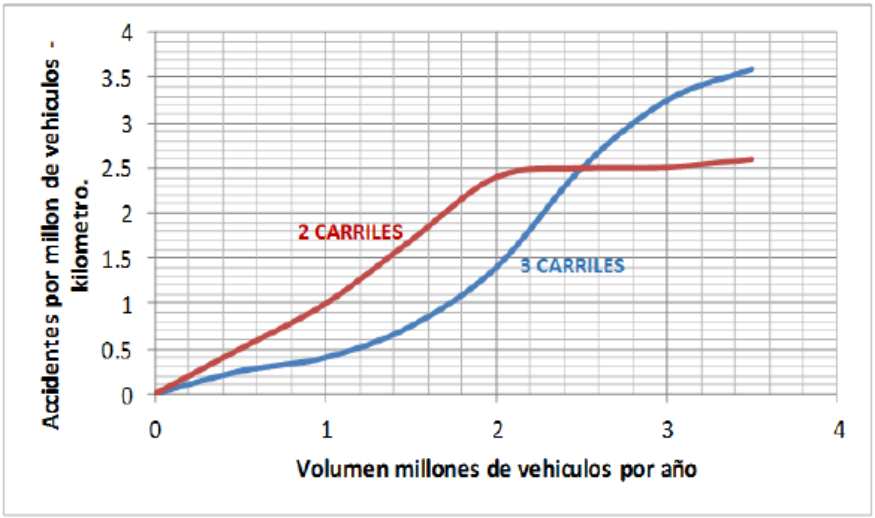


Figura 2.7: Índice de accidentes para carreteras de 2 y 3 carriles con relación al volumen de tránsito

Fuente: MTC, Manual de Seguridad Vial 2017.

2.11.2.2. Ancho de carril

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "La experiencia ha demostrado que el grado de seguridad depende más del ancho de carriles, que el número de carriles" (p.94). Así mismo cuánto más amplio es el carril, menor es el registro de accidentes. Sin embargo no se recomienda diseñar carriles muy amplios, porque esto invita a los conductores a desarrollar maniobras peligrosas, que incrementan el número de accidentes y la severidad del mismo.

2.11.2.3. Ancho de acotamiento o berma

Cualquier teoría general sobre frecuencia de accidentes, sostendría que los acotamientos o bermas más anchos, deberían de presentar mayor seguridad, porque significa un espacio mayor para hacer sus maniobras, mejor visibilidad, además de tener una mayor área para estacionar sus vehículos descompuestos fuera de la superficie del pavimento. Esta afirmación, sería válida, siempre y cuando todas las obstrucciones estuvieran fuera de la berma (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017).

2.11.2.4. Pendiente transversal

El drenaje es parte esencial de una carretera. Cabe recalcar que el bombeo, es la inclinación transversal hacia ambos lados de la calzada, que permite que el pavimento no acumule agua en su superficie evitando así su deterioro y además que el riesgo de accidente no aumente debido a las lluvias. Lay (1986) refiere que: "Es necesario contar con un buen drenaje superficial, ya que en capa de agua de 6mm, se puede generar hidroplaneo al reducir el coeficiente de fricción cercano al cero, haciendo imposible la operación del frenado" (Citado en Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.97).

2.11.3. Los accidentes y la distancia de visibilidad

Hedman (1990) refiere que: "El número de accidentes disminuye a medida que la distancia de visibilidad aumenta, especialmente para los accidentes nocturnos. Así mismo indica, que la distancia de visibilidad menor a 200 m es frecuente en curvas

horizontales en las que se tienen elevados accidentes" (Citado en Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.97).

2.11.3.1. Distancia de visibilidad en curvas verticales

Transportation Research Board (1987) indica que: "La frecuencia de accidentes es un 52% mayor, en vías restringidas de visibilidad debido a curvas verticales, en relación a los tramos de control" (Citado en Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.97).

Así mismo el Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "En el Estado de California, en carreteras de 2 carriles, en una longitud de 800km, se encontró que el índice de accidentes decrece con el aumento de la distancia de visibilidad, de la siguiente forma *(ver tabla 2.1)*" (p.98).

Tabla 2.1: Distancia de visibilidad y los índices de accidentes.

Distancia de visibilidad (metros)	Índice de accidentes (por millón de vehículos – km)
Menos de 240	1.5
240 a 450	1.2
450 a 750	0.9
Mas a 750	0.7

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017)

"Otro de los aspectos importantes del alineamiento vertical con relación a los accidentes es la pendiente. De acuerdo a los estudios se observa un importante incremento de los accidentes cuando aumenta la pendiente *(ver tabla 2.2)*" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.98).

Tabla 2.2: Pendiente y los accidentes.

Pendiente en (%)	Accidentes (por 100 millón de vehículos – kilómetro)
0 – 1.99	46.5
2 – 3.99	67.2
4 – 5.99	190.0
6 – 8.00	210.5

Fuente: Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017)

2.11.3.2. Distancia de visibilidad en curvas horizontales

Glennon (1987) menciona que: "Cuando se mejora la distancia de visibilidad en curvas horizontales es altamente rentable. Además sugiere algunos tratamientos de bajo costo, tal es el caso de eliminar vegetales y obstáculos menores en los interiores de curvas horizontales, para así aumentar los niveles de seguridad vial" (Citado en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.99).

2.11.4. Los accidentes y las condiciones de los márgenes de la vía

La incidencia de los accidentes por salida de la calzada, se relaciona de forma importante con las condiciones y tipología de los obstáculos rígidos presentes en los márgenes de las carreteras. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "La configuración más segura del margen de una carretera es aquella que se encuentra libre de cualquier tipo de obstáculo que pueda ser colisionado a través de la trayectoria errante de un vehículo, entendiéndose como obstáculos los taludes de corte, los taludes de terraplén, las cunetas, los soportes de señalización, los postes de servicio, las luminarias, los árboles y las construcciones cercanas a la plataforma" (p.99). Cuando se analiza la seguridad, se debe garantizar que dichos elementos no se tornen peligrosos para ningún usuario,

cabe recalcar que en el diseño de la sección transversal de una carretera, rara vez se atiende la importancia de los márgenes en la seguridad de ésta misma.

2.11.4.1. Obstáculos en los márgenes

> "Los obstáculos localizados a una menor distancia respecto al borde de la calzada, tienen una mayor probabilidad de ser alcanzados por un vehículo fuera de control" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.101).

2.11.4.2. Dispositivos de contención de vehículos

> Cuando en el margen de una carretera se presente un obstáculo a escasa distancia de los carriles de circulación, y éste no pueda ser eliminado, modificado o reubicado en una zona en donde presente menor riesgo por parte del vehículo errante, la mejor alternativa a evaluar en términos de seguridad, es la instalación de un sistema de contención. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017), refiere que: "Un sistema de contención de vehículos debe considerarse en sí mismo un obstáculo presente en los márgenes de la carretera y solamente debería instalarse en aquellos casos en los cuales su ausencia pudiese provocar la ocurrencia de un accidente mucho más grave que la colisión contra el sistema de contención" (p.102).

2.11.4.3. Soportes de la señalización vertical

> "Los elementos que sustentan la señalización deberían estar suficientemente alejados de la plataforma, de manera que se mantuviera la zona de seguridad. Sin embargo, las señales y los carteles sustentados no pueden

estar muy alejados transversalmente sin comprometer su visibilidad ni su legibilidad" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.108).

2.11.4.4. Soportes de iluminación

"Los soportes de iluminación se suelen diseñar contiguos a la berma para mejorar el alcance de la luminaria. Esto obliga a disponer de una barrera de seguridad delante de ellos. Alejarlos de la plataforma aumenta la seguridad vial; pero supone colocar una luminaria de mayor alcance, o diseñarlos con un vuelo mayor, lo que es más costoso. Eliminar la barrera, en cambio, reduce el costo" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, p.108).

2.11.5. Los accidentes y la iluminación

La visibilidad reducida ha sido desde siempre, uno de los factores desencadenantes para que ocurran accidentes viales. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017), afirma que: "Aproximadamente el 60% de todos los accidentes fatales de tránsito ocurren por la noche, cuando los volúmenes de vehículos y peatones son más bajos. Al tomar como base el kilometraje, los índices de accidentes nocturnos son el doble de los diurnos en las ciudades y cerca del triple en las zonas rurales" (p.114).

2.11.6. Los accidentes y la señalización – elementos de apoyo

"El uso adecuado de la señalización es fundamental para el funcionamiento eficiente y seguro del sistema vial. Una buena señalización permite percibir a los conductores, de forma oportuna,

cambios en el trazo de la vía y su aproximación a zonas de riesgo tales como curvas de radio reducido y tramos de visibilidad limitada" (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017, pp. 114,115).

2.11.6.1. Señalización horizontal

La señalización horizontal es utilizada principalmente para demarcar las vías a un bajo costo contribuyendo a evitar accidentes viales. Este tipo de señalización cumple las siguientes funciones: Indica prioridades, prohibiciones o maniobras que pueden ser realizadas, canalizar el flujo vehicular, proveer una orientación lateral e influenciar velocidades y flujos vehiculares. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Refiere que:

> Las marcas en el pavimento o demarcaciones constituyen la señalización horizontal y se clasifican en: Marcas planas en el pavimento y Marcas elevadas en el pavimento

- **Marcas planas en el pavimento**
  Son líneas, que tienen por función demarcar el pavimento.

- **Marcas elevadas en el pavimento**
  Son delineadores que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal guiar y alertar al conductor, además de complementar las marcas planas en el pavimento. (pp.253, 257)

2.11.6.2. Señalización vertical

La señalización vertical cumple funciones reglamentarias (señales reguladoras), informativas (señales informativas) y de prevención (señales preventivas). Cumplen un papel fundamental puesto que anuncian de forma clara y fácil a los usuarios sobre situaciones o zonas peligrosas, son instaladas al costado o sobre el camino, el mantenimiento de éstas debe ser realizado con regularidad. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) refiere que: "Las señales deben estar diseñadas, localizadas y a su vez deberá contar con un adecuado plan de mantenimiento, de tal modo que permitan alertar sobre situaciones de peligro y que puedan ser leídas y entendidas fácilmente, para guiar a los conductores con un máximo de seguridad" (p.117).

2.11.6.2.1. Señales reguladoras

Cal y Mayor (2007) refiere que: "Las señales reguladoras o reglamentarias, tienen como función expresar en la calle o carretera alguna fase del reglamento de Tránsito, para su cumplimiento por parte del usuario. En general, tienden a restringir algún movimiento del mismo, recordándole la existencia de alguna prohibición o limitación reglamentada. Infringir las indicaciones de una señal restrictiva acarreará las sanciones previstas por las autoridades de tránsito" (pp.129).

2.11.6.2.2. Señales preventivas

Cal y Mayor (2007) refiere que: Las señales de prevención, tienen como función dar

al usuario un aviso anticipado para prevenirlo de la existencia, sobre o a un lado de la calle o carretera, de un peligro potencial y su naturaleza. Así se cumple con la Regla de Oro del Tránsito que dice: "que no deben existir cambios bruscos". La señal por si misma debe provocar que el conductor adopte medidas de precaución, y llamar su atención hacia una reducción de su velocidad o a efectuar una maniobra con el interés de su propia seguridad o la de otro vehículo o peatón. Las señales preventivas deberán instalarse siempre que una investigación o estudio de tránsito indique que existe una condición de peligro potencial. (pp.127, 128)

2.11.6.2.3. Señales informativas

Cal y Mayor (2007) refiere que: "Las señales informativas, tienen como función guiar al usuario a lo largo de su itinerario por calles, carreteras y autopistas, e informarles sobre los nombres y ubicación de poblaciones, lugares de interés, servicios, kilometrajes y ciertas recomendaciones que conviene observar" (p.134).

2.11.7. Los accidentes y la superficie de rodadura

El estado y características de la superficie de rodadura afectan de manera importante la posibilidad de accidentes viales. La adherencia es aquella que gobierna la dinámica del vehículo, por lo tanto, el grado de ésta debe permitir que la interacción entre el neumático y la superficie de rodadura sea buena.

Las fallas más comunes en el pavimento son: agrietamiento superficial, agrietamiento profundo conocida como "piel de cocodrilo", hundimiento, descascaramiento y baches (JOSÉ V. HEREDIA T. & ASOCIADOS C.A., s/a).

Las grietas profundas permiten la filtración de agua al interior de la carpeta asfáltica generando que el daño a éste aumente aún más y por ende, el mantenimiento sea más costoso y tome más tiempo. Las vías con baches son peligrosas pues el conductor al darse cuenta de éstas realiza inesperadamente, maniobras erróneas (invasión de otros carriles para evitarlos). El buen estado del pavimento debe mantenerse por lo que es esencial que la vía disponga de sistemas de drenaje. El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017) afirma que: "Las condiciones estructurales del pavimento y la textura de su superficie, tienen un efecto significativo en la seguridad vial. Por ello el pavimento debe ser diseñado y construido de forma adecuada para los diferentes vehículos que usan la vía, para las diferentes condiciones climáticas, así mismo se debe garantizar las condiciones técnicas durante su vida útil" (p.118).

2.12. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS

Accidente con víctimas:

Aquel en que una o varias personas resultan muertas o heridas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.13, 2017).

Bermas:

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

Bombeo:

En tramos en tangente o en curvas en contraperalte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.214, 2014).

Borde alertador:

Permite advertir a los conductores del peligro y lograr una recuperación del control de los vehículos que hayan comenzado a abandonar la calzada por algún descuido o maniobra imprevista (Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito - CONASET, p.23, 2003).

Carreteras de Tercera Clase:

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.13, 2014).

Cunetas:

Son canales construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y subsuperficiales,

procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.228, 2014).

Derecho de vía o faja de dominio:

Dentro del derecho de vía se encontrará la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas para futuras obras de ensanche o mejoramiento y zona de seguridad, para las acciones de saneamiento físico legal correspondiente (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.26, 2014).

Despiste:

Situación en la que un vehículo se sale de la vía de rodadura (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Dispositivos de Control de tránsito:

Están conformados por las señales verticales y horizontales, semáforos y dispositivos auxiliares que tienen la función de facilitar al conductor la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación vehicular, tanto en carreteras como en las calles de la ciudad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.16, 2013).

Distancia de visibilidad:

Es la longitud hacia delante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.108, 2014).

Distancia de visibilidad de parada:

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.108, 2014).

Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento:

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

Factores de la seguridad vial:

Los factores que intervienen en los accidentes viales son múltiples, sin embargo se puede agrupar en las siguientes categorías: acciones del conductor, condiciones mecánicas del vehículo, características geométricas de la vía y el medio ambiente físico o climático en el que opera el vehículo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Factor humano:

Comportamientos relacionados exclusivamente a psicología, fisiología, o quinesiología humana (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Factor infraestructura:

Las condiciones y la calidad de la vía, el pavimento, las cunetas, las intersecciones y el sistema de control de tránsito, pueden ser factores condicionantes para que ocurran los accidentes. El medio ambiente físico y climático que circunda a un vehículo de transporte, también puede ser un factor en la ocurrencia de los accidentes (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Factor vehículo:

Las condiciones mecánicas de un vehículo puede ser también la causa de los accidentes tales como: los frenos defectuosos en camiones pesados, etc. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Herido:

Toda persona que no ha resultado muerta en un accidente vial, pero ha sufrido una o varias heridas graves o leves (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Herido grave:

Toda persona herida en un accidente vial y cuyo estado precisa una hospitalización superior a veinticuatro horas (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2017).

Índice de accidentalidad:

Indicador que determina el número de accidentes comparado con alguna estadística poblacional tal como número de personas, número de viajes diarios, etc. Sirve para evaluar la siniestralidad en un lugar concreto, y compararlo con otros países o territorios (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.15, 2017).

Peralte:

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.215, 2014).

Punto de concentración de accidentes:

Lugar de una calzada de una red de carreteras, en el que durante un año se haya producido tres o más accidentes con víctimas, con una separación máxima entre uno y otro de 200 metros (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.15, 2017).

Radios mínimos:

Los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.138, 2014).

Reductor de velocidad:

Tipo de dispositivo para el control de velocidad diseñado con la finalidad de obligar al conductor a disminuir la velocidad de operación (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.15, 2017).

Seguridad vial:

Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.15, 2017).

Sobreancho:

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.174, 2014).

Taludes:

El talud es la inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano de la superficie del terreno y la línea teórica horizontal (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.222, 2014).

Terreno accidentado:

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 tierra, razón por la cual presenta dificultades en el trazado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2014).

Terreno escarpado:

Tienen 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 el trazado (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.14, 2014).

Tramo de concentración de accidentes (TCA):

Es aquel tramo de la red que presenta una frecuencia de accidentes significativamente superior a la media de tramos características semejantes, y en los que, posiblemente, una actuación de mejora de la infraestructura puede conducir a una reducción efectiva de la accidentalidad (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.15, 2017).

Tramos homogéneos:

Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.10, 2014).

Tramo potencialmente peligroso:

Tramos de una vía que, no llegando a ser un Tramo de Concentración de Accidentes, pero son puntos conflictivos detectados que requieren de una actuación de mejora de su Seguridad Vial (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.15, 2017).

Velocidad de diseño de tramo homogéneo:

Es la base para la definición de las características de los elementos geométricos incluidos para un tramo homogéneo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.10, 2014).

Velocidad de Operación:

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, p.10, 2014).

CAPITULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. PERSPECTIVA METODOLÓGICA

De acuerdo a los objetivos planteados y teniendo en cuenta el amplio problema a abordar, se indica lo siguiente:

La presente investigación tienen una orientación APLICADA, porque su propósito fundamental es dar solución a problemas prácticos.

Así mismo el enfoque del estudio se desarrolla dentro de una investigación CUANTITATIVA.

3.2. TIPO DE LA INVESTIGACIÓN

La investigación es de carácter DESCRIPTIVO, porque ha caracterizado el fenómeno, evidenciando sus rasgos particulares.

3.3. NIVEL DE LA INVESTIGACIÓN

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

3.4. DISEÑO DE LA INVESTIGACIÓN

- NO EXPERIMENTAL, por la no manipulación de variables, se observó el fenómeno tal y como se da en su contexto natural, las variables no fueron afectadas debido a que la acción de éstas ya se dio en la realidad y no se tuvo participación en ella.

- TRANSVERSAL, debido a que la recopilación de la información se obtuvo en un único instante del tiempo, en un momento dado.

- RETROPROSPECTIVO, porque los datos que se tomaron para la investigación fueron de años anteriores, datos de accidentes viales durante el periodo 2014-2017; y además se realizó una investigación en el presente.

3.5. UNIDAD DE ANÁLISIS: POBLACIÓN Y MUESTRA

3.5.1. Población

El universo o población considerado para el desarrollo de la investigación, constituye la carretera CARHUAZ - CHACAS - SAN LUIS, REGIÓN ANCASH 2018, perteneciente a la ruta AN-107 de la Red Vial Departamental que conecta el Callejón de Huaylas con la zona de Conchucos, y además representa una amplia zona en donde últimamente han ocurrido accidentes viales fatales.

3.5.2. Muestra

La muestra seleccionada es no paramétrica, debido a que no se ha realizado un análisis estadístico, se están eligiendo los tramos debido a las investigaciones en los medios de comunicación, vía web y datos proporcionados por la Policía Nacional del Perú. Se han evaluado todos los tramos en donde han ocurrido accidentes viales durante el periodo 2014-2017, seleccionando como muestra representativa al tramo CARHUAZ - SHILLA - TÚNEL PUNTA OLÍMPICA KM 0+000 AL KM 49+000 de la carretera CARHUAZ - CHACAS - SAN

LUIS, REGIÓN ANCASH - 2018, que presenta a lo largo de la misma una continuidad de curvas sinuosas, calzada permanentemente húmeda por las constantes lluvias y nevadas en los tramos cerca al Túnel Punta Olímpica, y muchos aspectos más, que sumados a la excesiva velocidad se convierten en potenciales focos de incidencia de accidentes viales.

3.6. RECOLECCIÓN, PROCESAMIENTO, ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LA INFORMACIÓN

3.6.1. Recolección de la información

3.6.1.1. Fuentes de recolección de la información

Las fuentes empleadas para la recolección de datos, fueron los siguientes:

- ***Fuentes Primarias***

  La cual brindó información directa, tal cual es la observación de los tramos en donde se realizó la inspección de seguridad vial.

- ***Fuentes Secundarias***

  Se utilizaron libros, normas, manuales, documentos escritos, el expediente técnico de la carretera en mención, investigaciones anteriores referidas al tema, aun no existiendo una investigación similar de la carretera en mención; registros de accidentes de tránsito ocurridos en la carretera CARHUAZ - CHACAS - SAN LUIS proporcionados por el Departamento de tránsito PNP-Huaraz, el Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla y los registros que maneja la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones Ancash (Dirección de Circulación Terrestre), los cuales se contrastaron para obtener datos más fiables.

3.6.1.2. Técnicas de recolección de la información

Las técnicas empleadas para el recojo de la información fueron:

- *Análisis Documental*

  Técnica muy objetiva, en donde se recurrió como fuente a los libros especializados, documentos oficiales y publicaciones especializadas en internet para obtener los datos de las variables.

- *Observación de campo*

  Técnica en la que se tuvo contacto directo con la realidad, en donde el informante es el propio investigador.

3.6.1.3. Instrumentos de recolección de la información

Del Análisis Documental

Ficha bibliográfica

Se utilizaron para registrar los datos documentales de los registros de accidentes de tránsito que posee la Policía Nacional del Perú, tales como: Nombre del autor, año de publicación, título del documento, número de edición, país, número total de páginas, fecha de consulta o acceso.

De la Observación de campo

Observación sistemática o estructurada

Se utilizaron las ya mencionadas listas de chequeo que permitió almacenar y sistematizar las observaciones. De manera complementaria se tomaron fotografías y se filmaron los tramos en donde se realizó la Inspección de Seguridad Vial.

3.6.1.3.1. Validez del instrumento

Los datos recolectados se obtuvieron de las siguientes instituciones: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash (DRTC), Departamento de Tránsito PNP-Huaraz y del Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla, quienes son los encargados de recopilar la información sobre los accidentes viales ocurridos dentro de la carretera objeto de estudio.

3.6.1.3.2. Fiabilidad y consistencia del instrumento

Los datos de los accidentes viales recopilados durante el periodo 2014-2017 fueron aprobados por la Policía Nacional del Perú.

3.6.1.4. Descripción del procedimiento para la recolección de la información

a) Recopilación de datos de accidentes de tránsito en la zona de estudio

Se solicitó registros de accidentes de tránsito ocurridos durante el periodo 2014-2017 en la carretera CARHUAZ - CHACAS - SAN LUIS, TRAMO CARHUAZ - SHILLA - TUNEL PUNTA OLÍMPICA KM 0+000 AL KM 49+000 a las siguientes instituciones: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash (DRTC), Departamento de Tránsito PNP-Huaraz y al Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla, para contrastarlos y obtener datos más fiables. En un inicio se presentaron las solicitudes correspondientes a las mencionadas instituciones, obteniendo respuesta por parte de la Policía Nacional del

Perú; por otra parte se obtuvo una respuesta lamentable de la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones aduciendo que ellos deberían de contar con un registro de accidentes de tránsito detallado pero que lamentablemente no lo tienen por un sinfín de motivos, en consecuencia se siguió en pie con la investigación, contando y trabajando únicamente con los datos proporcionados por la Policía Nacional del Perú.

b) Ubicación y Descripción de la situación actual de la zona de estudio

Figura 4.1: Ubicación del caso de estudio Carretera Carhuaz - Chacas - San Luis.

Fuente: GOOGLE MAPS.

Se precisó características importantes de la carretera en mención con ayuda del Expediente Técnico de Ingeniería para la Rehabilitación, Mejoramiento y Construcción de la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis; de donde se precisó la siguiente información: Es una carretera de tercera clase, perteneciente a la Red Vial Departamental, la calzada cuenta con dos carriles, uno en cada sentido; desde el tramo Carhuaz (Km 0+000) - Shilla (Km 18+000) tiene un ancho

de calzada de 6.00 m. con berma de 0.5 m. a cada lado, y a partir del tramo Shilla (Km 18+000) - Túnel Punta Olímpica (Km 49+430.34) tiene un ancho de calzada de 5.00 m. con berma de 0.5 m. a un solo lado de la carretera.

La orografía oscila entre el tipo 3 y tipo 4, ya que la pendiente transversal del terreno por lo general es accidentado entre 51% al 100%, y en algunos sectores localizados escarpado es mucho mayor de 100%.

La construcción de la carretera superó importantes retos a nivel de ingeniería, debido a sus características topográficas, la variación de temperaturas extremas y su ubicación geográfica, ya que la vía alcanza los 4736 m.s.n.m.

Cabe recalcar que a partir del Km 24+500 hasta el Túnel Punta Olímpica, es una zona intangible, denominada "Reserva del Huascarán", donde el eje del trazo se ha situado lo más estrictamente posible dentro de la plataforma que existió anteriormente, en donde se planteó no exista mayor movimiento de tierras, para evitar inconvenientes "ecológicos"; además es importante mencionar que la superficie de rodadura de la carretera en mención, está conformada por carpeta asfáltica en caliente modificada con polímeros, ya que tiene un mejor comportamiento frente a las condiciones climáticas adversas de la zona en estudio, ya que en las mañanas llega a los 20°C y en las noches a los -15°C.

c) Modificación de las Listas de Chequeo adaptándolas al entorno de la carretera

Se utilizó las listas de chequeo para las Inspecciones de Seguridad Vial (ISV), que se encuentran en los Anexos del Manual de Seguridad Vial (2017) - MTC, las cuales se adaptaron al entorno de la carretera Carhuaz – Chacas - San

Luis, éstas listas de chequeo están basadas en la "Guía de Auditoría de Seguridad Vial" de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile (CONASET) y el Manual de Auditorías de Seguridad Vial de Colombia.

En los Resultados, se muestran las listas de chequeo utilizadas en la evaluación de los tramos en mención, así como las imágenes que muestran el estado actual de la vía.

d) Inspección y Evaluación de la zona

Finalmente se visitó la zona de estudio y se realizó la Inspección, tomando en cuenta las características del área de estudio que puedan afectar la seguridad vial. A pesar de ello, no se garantiza que se haya identificado todas las deficiencias de la zona, ni que las recomendaciones brindadas la conviertan en una zona segura, sin embargo garantiza un mejor nivel de seguridad y confianza en los usuarios.

Se realizó la visita a campo durante el día 10 de Febrero (todo el día) del presente año 2018. La inspección consistió en una evaluación detallada de los tramos potencialmente peligrosos de la carretera en mención.

Para la evaluación de la zona, se recorrieron todos los tramos mencionados, utilizando cámaras fotográficas y de video, GPS, elementos de medición como winchas de diferentes longitudes, y así también como las ya mencionadas listas de chequeo adaptadas al entorno, que conjuntamente se llenaron en campo, para posteriormente complementarlas en gabinete.

Para la inspección de seguridad vial se tuvieron en cuenta los siguientes aspectos:

- Alineamiento
- Sección transversal

- Distancia de visibilidad
- Condiciones de los márgenes de la vía
- Iluminación
- Señalización - elementos de apoyo
- Superficie de rodadura

3.6.2. Procesamiento de la información

Una vez recopilada la información en fotografías, filmaciones y listas de chequeo previamente establecidas, se desarrolló el procesamiento de la información

3.6.2.1. Técnicas de procesamiento y análisis de la información

Para el análisis de los datos brindados por la Policía Nacional del Perú se hizo uso de la ESTADÍSTICA DESCRIPTIVA al emplear porcentajes, medias aritméticas, mediana, moda, desviación estándar, varianza y coeficientes de variación.

Para el análisis de los datos obtenidos en la Inspección de Seguridad Vial, se hizo con la ayuda de las listas de chequeo adaptadas al entorno de la carretera en estudio (donde se tomaron en cuenta los ítems más relevantes que se adaptan al entorno de la carretera), las cuales se plasmaron en un panel fotográfico y también en cuadros descriptivos derivados de las listas de chequeo, todas éstas elaboradas en el programa Microsoft Excel 2010.

3.6.2.2. Herramientas para el procesamiento de la información

Se hizo uso de las hojas de cálculo del programa Microsoft Excel 2010.

CAPITULO IV

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. PRESENTACIÓN DE RESULTADOS

4.1.1. Tramos potencialmente peligrosos

Los tramos potencialmente peligrosos se organizaron en base a los accidentes viales ocurridos en el periodo 2014 - 2017, ésta información se solicitó a las siguientes instituciones: Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash (DRTC), Departamento de Tránsito PNP-Huaraz, Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla; teniendo una respuesta diferente por parte de cada una de ellas, las cuales se detallan a continuación:

4.1.1.1. Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones-Ancash (DRTC)

Los datos obtenidos por parte de ésta institución fueron prácticamente inservibles, ya que ellos solo llevan un conteo de accidentes viales en general a nivel de la Región

Ancash y no a nivel de las diferentes provincias y distritos *(Ver Anexo 01)*; según el Ministerio de transportes y Comunicaciones, es responsabilidad de las Direcciones Regionales contar con registros sistemáticos de los accidentes viales que le competen a su Región.

4.1.1.2. Departamento de Tránsito PNP-Huaraz

Los datos obtenidos por parte de ésta institución, ayudaron muy poco, debido a que ellos sólo investigan los accidentes viales con consecuencias fatales y hechos de gran trascendencia que se producen en el ámbito de la Región policial Ancash - Huaraz, los accidentes viales con daños materiales y lesiones, lo investiga la comisaría de la jurisdicción, en este caso la comisaría de Shilla, además ellos solo cuentan con una data de accidentalidad a partir del segundo semestre del año 2016 y el año 2017 *(Ver Anexo 02).*

4.1.1.3. Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla

Los datos obtenidos por parte de ésta institución, ayudaron mucho en la investigación, debido a que ellos remitieron el cuadro estadístico de accidentes viales suscitados en la carretera rural, Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo comprendido entre el Distrito de Shilla y el Túnel Punta Olímpica, correspondientes a los años 2014-2017, todos estos reportados en la jurisdicción policial del Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla *(Ver Anexo 03).*

Una vez ordenados los datos obtenidos, se presenta el siguiente cuadro descriptivo con los tramos potencialmente peligrosos derivados de los datos de los accidentes viales ocurridos durante el periodo 2014 -2017 *(Ver Tabla 4.1).*

Tabla 4.1: Tramos potencialmente peligrosos derivados de los datos de los accidentes viales ocurridos durante el periodo 2014-2017.

N°	FECHA Y HORA	TIPO DE ACCIDENTE	LUGAR DEL ACCIDENTE	CONSECUENCIAS	COORDENDAS UTM		ALTITUD (m.s.n.m.)	COMENTARIO
					NORTE	ESTE		
1	14 ABR 2016 18:30 Hrs.	Despiste	Km. 07+560	Un (01) lesionado , Daños materiales	8977318	210315	2950	Presencia de plantas que obstruyen el alineamiento de la calzada, demarcación borrosa de la línea central-calzada, presencia de grietas en la superficie de rodadura, derrumbes por las constantes precipitaciones pluviales, falta de mantenimiento en la cuneta.
2	30 DIC 2016 18:00 Hrs.	Atropello	Km. 08+500	Un (01) lesionado	8977942	211319	3010	Grietas en la superficie de rodadura del pavimento, señalización preventiva delineador de curva horizontal (Chevron) en pésimo estado.
3	03 ENE 2016 07:30 Hrs.	Atropello	Km. 10+000	Un (01) lesionado	8978674	211809	3072	Tramo de la carretera no pavimentado, presencia de animales en la vía.
4	24 JUN 2016 09:30 Hrs.	Despiste y Choque	Km. 10+000	Daños materiales	8978674	211809	3072	

5	13 OCT 2015 11:00 Hrs.	Despiste y Choque	Km. 11+000	Daños materiales	8978678	212142	3104	Tramo de la carretera no pavimentado, presencia de animales en la vía.
6	29 MAY 2016 04:00 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 12+000	Ocho (08) lesionados, Daños materiales	8979191	212290	3138	Tramo de la carretera no pavimentado, presencia de animales en la vía.
7	24 MAY 2014 13:00 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 13+200	Daños materiales	8979806	212467	3178	Berma obstruida con leña, demarcación de la línea de borde-calzada borrosa y obstruida, presencia de animales en la vía, presencia de plantas que obstruyen la visibilidad de la vía.
8	15 JUN 2014 19:40 Hrs.	Choque	Km. 13+200	Daños materiales	8979806	212467	3178	
9	07 SET 2015 06:50 Hrs.	Choque	Km. 13+200	Daños materiales	8979806	212467	3178	
10	16 MAR 2016 19:47 Hrs.	Atropello	Km. 13+200	Un (01) lesionado	8979806	212467	3178	Berma obstruida con leña, demarcación de la línea de borde-calzada borrosa y obstruida, presencia de animales en la vía, presencia de plantas que obstruyen la visibilidad de la vía.

11	28 MAY 2016 02:30 Hrs.	Despiste	Km. 16+800	Dos (02) lesionados	8980130	213247	3328	Señalización vertical en pésimo estado, demarcación de la línea borde-calzada borrosa, pérdida de contraste entre el pavimento y la demarcación, deslizamientos debido a las constantes precipitaciones pluviales.
12	13 SET 2015 15:00 Hrs.	Despiste y Choque	Km. 18+000	Daños materiales	8980846	213595	3373	Taludes propensos a deslizamientos por constantes lluvias, presencia de grietas y baches en la superficie de rodadura, tachas en pésimo estado.
13	10 JUL 2016 17:50 Hrs.	Despiste	Km. 19+000	Tres (03) lesionados	8981398	213924	3417	Tachas en pésimo estado.
14	03 JUN 2015 03:40 Hrs.	Choque, Despiste y Volcadura	Km. 20+500	Dos (02) lesionados	8982058	214339	3505	Señalización vertical en pésimo estado, demarcación de la línea central-calzada borrosa, presencia de animales en la vía.
15	11 JUN 2014 01:10 Hrs.	Despiste	Km. 24+000	Daños materiales	8984642	216076	3524	Delineadores con separación inadecuada, desgaste de la parte retrorreflectiva de los delineadores.

16	09 MAY 2014 20:00 Hrs.	Choque	Km. 25+000	Daños materiales	8985249	216637	3548	Tranquera que marca el inicio del Parque Nacional Huascarán.
18	05 JUN 2015 04:00 Hrs.	Choque, Despiste y Volcadura	Km. 31+000	Dos (02) lesionados	8988664	220207	3898	Pendiente de talud a media ladera con pendiente pronunciada, propensas a derrumbes, presencia de ganado vacuno cerca a la vía.
19	24 ABR 2017 17:30 Hrs.	Despiste	Km. 31+100	Daños materiales	8988724	220278	3900	Pendiente de talud a media ladera con pendiente pronunciada, propensas a derrumbes, presencia de ganado vacuno cerca a la vía.
20	09 ENE 2016 14:00 Hrs.	Choque	Km. 32+000	Daños materiales	8989260	220916	3915	Visibilidad de los delineadores obstruida por los arbustos, presencia de ganado vacuno cerca a la vía.
21	09 MAY 2016 15:30 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 32+000	Dos (02) lesionados , Daños materiales	8989260	220916	3915	Visibilidad de los delineadores obstruida por los arbustos, presencia de ganado vacuno cerca a la vía.
22	14 ABR 2017 13:30 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 32+000	Tres (03) lesionados	8989260	220916	3915	

23	07 DIC 2016 05:30 Hrs.	Despiste y Volcadura con subsecuente muerte	Km. 37+000	Un (01) fallecido, Un (01) lesionado	8989898	221784	3980	Combinación de curvas sinuosas, presencia de ganado vacuno cerca a la vía.
24	22 SET 2017 04:00 Hrs.	Despiste y Volcadura con subsecuente muerte	Km. 42+400	Diez (10) fallecidos, Cuatro (04) lesionados	8990118	222208	4397	Curvas horizontal con fuerte pendiente, demarcación antigua notoria, combinación de curvas sinuosas, ancho de berma angosto, calzada permanentemente húmeda por las lluvias y/o nevadas, neblina sobre la calzada, presencia de baches en la calzada.
25	28 JUL 2016 14:00 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 43+500	Tres (03) fallecidos, Tres (03) lesionados, Daños materiales	8990048	222353	4481	Tramos con contracurvas en tramos de longitud menor a 60m. en la horizontal, combinación de curvas sinuosas, arbustos obstruyendo el alineamiento de la calzada, presencia de ganado vacuno cerca a la vía, calzada permanentemente húmeda por las lluvias y/o nevadas.
26	28 JUL 2017 14:00 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 43+500	Tres (03) fallecidos, Cuatro (04) lesionados	8990048	222353	4481	
27	02 JUN 2016 15:30 Hrs.	Despiste y Volcadura	Km. 45+500	Cuatro (04) lesionados	8990538	223307	4562	Presencia de grietas en la superficie de rodadura del pavimento, berma no pavimentada.

28	27 SET 2014 10:30 Hrs.	Despiste	Km. 46+000	Daños materiales	8990434	223032	4602	Presencia de grietas en la superficie de rodadura del pavimento, berma no pavimentada.
29	27 JUN 2016 11:15 Hrs.	Despiste	Km. 47+000	Un (01) lesionado , Daños materiales	8990210	222871	4650	Ancho de berma angosto, berma no pavimentada, acumulación de agua en la cuneta por obstrucciones debido a los constantes derrumbes.
30	06 ENE 2017 06:00 Hrs.	Despiste y Volcadura con subsecuente muerte	Km. 48+800	Ocho (08) fallecidos	8990032	223509	4730	Señalización vertical camuflada debido a la densa neblina, calzada permanentemente húmeda por las lluvias y/o nevadas.
31	05 FEB 2015 19:30 Hrs.	Despiste	Km. 48+900	Daños materiales	8990136	223151	4736	Señalización vertical camuflada debido a la densa neblina, calzada permanentemente húmeda por las lluvias y/o nevadas.

Fuente: Elaboración propia con datos PNP- Huaraz, PNP- Shilla.

Leyenda - De acuerdo a la Clasificación de Accidentes Viales:

Accidentes Leves
Accidentes Serios
Accidentes Fatales

4.1.2. Listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos

Se realizaron las Inspecciones de Seguridad Vial aplicando las listas de chequeo que se encuentran en los Anexos del Manual de Seguridad Vial (2017) - MTC, las cuales se adaptaron al entorno de la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, éstas listas de chequeo están basadas en la "Guía de Auditoría de Seguridad Vial" de la Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito de Chile (CONASET) y el Manual de Auditorías de Seguridad Vial de Colombia.

Tabla 4.2: Lista de chequeo aplicada en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla – Túnel Punta Olímpica.

LISTA DE CHEQUEO				
CARRETERA	CARHUAZ-CHACAS-SAN LUIS			
TRAMO	CARHUAZ-SHILLA-TÚNEL PUNTA OLÍMPICA			
KILOMETRO	0+000 al 49+000			
TRAMO RURAL			**COMENTARIOS U OBSERVACIONES**	**FOTO**
Características	**N°**	**Pregunta**		
ALINEAMIENTO Y SECCIÓN TRANSVERSAL				
Visibilidad, distancia de visibilidad	1	¿La distancia de visibilidad es adecuada para la velocidad de tránsito que está usando la ruta?	En algunos tramos de la vía no, debido a la existencia de tramos cortos con fuertes pendientes.	1,2
Diseño de velocidad	2	¿El alineamiento vertical y horizontal es coherente con la velocidad de operación de la vía? Si no:	No es coherente debido a que en varios tramos existen varias zonas y/o tramos con contracurvas en tramos de longitudes menores a 60 m. en la horizontal.	3,4
		-¿Está instalada la señalización de advertencia?	Sí.	
		-¿Está instalada la señalización que informa la velocidad?	En gran parte de la vía sí.	
	3	¿Las velocidades señalizadas en curvas son adecuadas?	Sí son las adecuadas de acuerdo al Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.	
Adelantamientos	4	¿Los adelantamientos propuestos son oportunos y seguros?	Se cuenta con esta infraestructura sólo en algunos tramos de la vía.	

Legibilidad para conductores	5	¿La vía está libre de elementos que puedan causar alguna confusión? Por ejemplo: -¿Está claramente definido el alineamiento de la calzada?	No está definido el alineamiento de la calzada en algunas zonas, la presencia de arbustos inducen a confusiones.	5,6
		-¿Si existen pavimentos deteriorados, se han quitado o se han tratado?	Existen pavimentos deteriorados en algunas zonas, que se han tratado, pero siguen en pésimas condiciones.	7
		-¿Las demarcaciones antiguas se han borrado correctamente?	En algunas zonas las demarcaciones no se han borrado por completo y pueden inducir a confusiones.	8
		-¿Las líneas de los árboles siguen la alineación de la vía?	En varios tramos sí se tiene dicho alineamiento de los árboles, sobre todo en el tramo que no está pavimentado.	
		-¿Las líneas de las luces de la vía, o los postes, sigue la alineación de la vía?	Los postes sólo se encuentran alineados hasta el Km. 12+000, de ahí en adelante, no se cuenta con postes de alumbrado público.	
	6	¿La vía está libre de curvas engañosas o combinaciones de curvas?	No está libre, existen muchas combinaciones de curvas.	9,10,11,12,13,14,15,16
Anchos	7	¿Los anchos de las pistas y de las calzadas son adecuadas para el volumen y composición del tránsito?	Gran parte de la vía cumple con este requerimiento, existiendo sólo algunas zonas con fuertes pendientes del terreno en las cuales no tiene el ancho suficiente.	
Bermas	8	¿El ancho de las bermas es adecuado para permitir a los conductores recuperar el control al salirse de la calzada?	Por la orografía del terreno, en gran parte de la vía especialmente en los tramos cerca al túnel Punta Olímpica, no se cuenta con el suficiente ancho de berma para que el vehículo pueda recuperar el control.	17,18
	9	¿El ancho de las bermas es adecuado para que los vehículos descompuestos o de emergencia puedan detenerse en forma segura?	En los tramos cerca al túnel Punta Olímpica, el ancho de berma es el mínimo, debido a la orografía del terreno.	

	10	¿Las bermas se encuentran pavimentadas?	En gran parte de la vía, especialmente en los tramos cerca al Túnel Punta Olímpica no se encuentran pavimentadas.	19
	11	¿Las bermas son transitables para todos los vehículos y usuarios de la vía? (es decir las bermas están en buen estado)	No, en algunos tramos están obstruidas con plantas, leña,etc.	20
	12	¿Es segura la transición desde la calzada hacia la berma segura?	No es segura en el tramo cerca al Túnel Punta Olímpica, debido al ancho mínimo de las bermas.	
Pendiente transversal	13	¿Es adecuado el peralte existente en las curvas?	Sí es el adecuado.	
	14	¿Algún contraperalte es manejado en forma segura? (para automóviles, camiones, etc.)	No existen contraperaltes.	
	15	¿La pendiente transversal (calzada y berma) permite adecuado drenaje?	Sí existe un adecuado drenaje.	
Pendiente del talud	16	¿La pendiente del talud permite que los automóviles y camiones que se salen de la vía puedan recuperarse?	Sólo en algunos tramos, gran parte de la vía cuenta con pendiente del talud a media ladera, además de tener pendientes pronunciadas.	21
Drenaje	17	¿Las cunetas de drenaje al borde de la vía y las paredes de las alcantarillas pueden ser atravesadas en forma segura por los vehículos?	Sí pueden ser atravesadas de manera segura.	
SEÑALIZACIÓN VERTICAL E ILUMINACIÓN				
Iluminación	18	¿Se requiere iluminación y, si es así, está instalada correctamente?	Sólo se cuenta con iluminación hasta el km. 12+000 y está instalada correctamente, por otro lado sí se requiere iluminación hasta el Túnel Punta Olímpica.	
	19	¿Algunas características de vía interrumpen total o parcialmente la iluminación (por ejemplo árboles)?	No.	
	20	¿Los postes del alumbrado son un riesgo al borde de la vía?	No.	
	21	¿Se ha considerado la posibilidad de instalar postes de material frágil o colapsable?	No.	

	22	¿Se ha considerado la necesidad de iluminación especial?	No es necesaria iluminación especial.	
	23	¿El proyecto de iluminación crea confusiones o efectos engañosos en la señalización vertical?	En los tramos de la vía en donde existe iluminación no hay ese problema.	
	24	¿El proyecto de iluminación presenta zonas oscuras?	Sí, debido a que solo se cuenta con iluminación hasta el km. 12+000.	
Aspectos generales de las Señales Verticales	25	¿Todas las señales verticales de regulación, preventivas o informativas son necesarias? ¿Son ellas claras y visibles?	Sí son necesarias, pero en algunos tramos de la vía no se encuentran en buenas condiciones.	22,23, 24,25, 26
	26	¿La señalización utilizada es correcta para cada situación, y es necesaria cada señal?	Sí es correcta, pero en algunos tramos de la vía faltan algunas señales como superficie deslizante, animales en la vía y sí es necesaria cada señal.	
	27	¿Todas las señales son efectivas para todas las condiciones probables (por ejemplo día, noche, lluvia, niebla, etc.)?	En general hay buena y clara señalización vertical, pero es necesario el mantenimiento en algunos puntos de la vía.	
	28	¿Si se aplican restricciones para alguna clase de vehículos, son todos los conductores advertidos adecuadamente?	No se aplican restricciones.	
	29	¿Si se aplican restricciones para algún tipo de vehículo, se les indica a los conductores rutas alternativas?	No se aplican restricciones.	
Legibilidad de las Señales Verticales	30	Con luz de día y oscuridad, son las señales verticales visibles en cuanto a: -¿Claridad del mensaje? -¿Comprensible/ legible a una distancia requerida?	Sí son comprensibles y legibles todas las señales oficiales instaladas de acuerdo al Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.	
	31	¿Las señales verticales son retroreflectantes o están iluminadas satisfactoriamente?	Todas las señales verticales existentes son retrorreflectantes.	
	32	¿Las señales verticales son visibles sin camuflarse con distracciones del fondo o adyacentes?	En algunos tramos de la vía no, especialmente en las zonas de neblina.	27
	33	¿Existe señalización redundante que pueda confundir al conductor?	No.	

Soporte de la Señalización Vertical	34	¿Están los soportes de la señalización vertical fuera de la zona de despeje lateral? Si no, son ellos:	Sí, pero se torna muy peligroso debido a que el ancho de berma y la zona de despeje son muy angostas.	
	35	-¿Frágiles?	Son frágiles.	
	36	-¿Protegidos por barreras? (por ejemplo, barreras de contención o amortiguadores de impacto)	No están protegidos por barreras ni por amortiguadores de impacto.	
DEMARCACIÓN Y DELINEACIÓN				
Alcances generales	37	La demarcación y delineación es: -¿Apropiada para la función de la vía?	Sí es apropiado para la función de la vía.	
	38	-¿Constante a lo largo de la vía?	No, existe un tramo de la vía no pavimentado.	28,29
	39	-¿Eficaz bajo las condiciones esperadas? (día, noche, superficie seca o mojada, con salida o entrada de sol, con la luz de los vehículos que se aproximan)	Sí en gran parte de la vía.	
	40	¿El pavimento presenta demarcación excesiva? (por ejemplo, flechas innecesarias)	No, la demarcación durante todos los tramos de la vía que se encuentra pavimentado es clara.	
Línea central, línea de borde y línea de pistas	41	¿Está demarcado el eje central, el borde y las pistas de la vía?	Sí están demarcados los ejes de la vía.	
	42	Si no, ¿los conductores pueden guiarse correctamente?		
	43	¿Se requieren tachas?	Sí.	
	44	¿Si se han instalado tachas, están ellas correctamente ubicadas, con el color correcto y en buenas condiciones?	En algunos tramos de la vía, las tachas no están en buenas condiciones, además muchas de ellas ya han perdido su característica de retrorreflectancia.	30,31
	45	¿Se han instalado bordes alertadores donde se requieren?	No.	
	46	¿La demarcación se encuentra en buenas condiciones?	En algunos tramos de la vía no, se encuentra borroso u obstruido por leña,plantas,etc.	32,33, 34,35, 36

	47	¿Es suficiente el contraste entre la demarcación lineal y el color del pavimento?	En algunos tramos de la vía, debido a la decoloración del pavimento y la demarcación borrosa, ya no tiene un adecuado contraste.	37
Delineadores y retroreflectantes	48	¿Los delineadores son instalados en forma correcta?	En algunos tramos de la vía no, es necesaria la revisión de la separación entre delineadores, según el Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras.	38
	49	¿Los delineadores son claramente visibles?	En algunos tramos de la vía no, porque son obstruidos por arbustos además de necesitar mantenimiento.	39,40
	50	¿Los colores usados para los delineadores son correctos?	Sí, los colores son los apropiados.	
Advertencia y delineación de curvas	51	¿La señalización de advertencia y velocidad está instalada donde se requiere?	Sí, ellas cumplen con las distancias de aproximación.	
	52	¿La señalización de velocidad es constante a lo largo de la ruta?	Sí, a lo largo de la vía hay señalización de velocidad.	
	53	¿La señalización se ubica correctamente en relación con la curva?	En algunos tramos de la vía no.	
	54	¿La señalización tiene el tamaño adecuado?	Sí, según la norma vigente.	
	55	¿Los chevrones están instalados donde se requieren?	En algunos tramos de la vía no.	
	56	¿La colocación de los chevrones es adecuada para indicar la alineación de la curva?	En algunos tramos de la vía no.	41
	57	¿Los chevrones son del tamaño correcto?	Sí.	
BARRERAS DE CONTENCIÓN Y ZONAS DE DESPEJE LATERAL				
Despeje Lateral	58	¿El ancho de la zona despejada es superable por los vehículos?	Sólo en algunos tramos de la vía.	
	59	¿El ancho de la zona despejada está libre de puntos duros? (si no, pueden estos puntos duros ser quitados o protegidos)	En algunos tramos de la vía no.	42
	60	¿Están todos los postes de energía eléctrica, árboles, etc., a una distancia segura del tránsito vehicular?	Sí.	

	61	¿Es adecuado el tratamiento para proteger a los usuarios de los puntos duros dentro de la zona de despeje?	No, no tienen protección alguna los puntos duros dentro de la zona de despeje.	
Barreras de Contención	62	¿Las barreras de contención están instaladas donde son necesarias?	En algunos tramos de la vía no.	
	63	¿La longitud de cada barrera de contención instalada es adecuada?	Sí es la adecuada, pero necesita mantenimiento en algunos tramos de la vía.	43,44, 45
	64	¿La barrera de contención está correctamente unida con el pasamano o barrera de un puente?	En algunos tramos de la vía no.	
	65	¿El ancho entre la barrera y la línea de borde es suficiente para albergar a un vehículo descompuesto?	En algunos tramos de la vía no.	
Terminaciones	66	¿Las terminaciones de las barreras de contención son construidas correctamente?	No.	
	67	¿Es segura el área detrás de las terminaciones de las barreras de contención?	No.	
PAVIMENTOS				
Defectos en el pavimento	68	¿El pavimento está libre de defectos (por ejemplo, excesiva aspereza o baches, hoyos, material suelto, etc.) esto podría resultar en problemas de seguridad?	En algunos tramos de la vía no.	46,47, 48,49, 50,51, 52,53, 54
	69	¿El borde del pavimento presenta un estado satisfactorio?	En algunos tramos de la vía no.	55
	70	¿La transición desde la calzada a la berma está libre de peligros?	Sí se encuentra libre de peligros.	
Resistencia al deslizamiento	71	¿El pavimento tiene una resistencia adecuada al deslizamiento particularmente en curvas y pendientes pronunciadas?	En algunos tramos no, especialmente en aquellos tramos de la vía cerca al Túnel Punta Olímpica.	
	72	¿Se han realizado pruebas a la resistencia al deslizamiento donde es necesario?	No.	

Drenaje de la superficie	73	¿El pavimento está libre de zonas de estancamiento o capas de agua, que puedan generar problemas de seguridad?	En algunos tramos de la vía no.	56
Irregularidades de la superficie	74	¿Está el pavimento libre de piedras u otro material suelto?	En algunos tramos de la vía no.	57
CAUCES DE AGUA E INUNDACIONES				
Acumulación de agua, inundaciones	75	¿Bajo condiciones de mal tiempo, están todas las secciones de la vía libres de acumulación o flujos de agua?	En gran parte de la vía no.	58,59, 60
	76	¿Si existen secciones de la vía con la acumulación o flujos de agua, en condiciones de mal tiempo, es la señalización en estos puntos apropiada?	No, falta de señalización cerca al Túnel Punta Olímpica que permanece húmedo, con nieve o con neblina en la calzada.	61,62
Seguridad al borde de la vía	77	¿Las alcantarillas o estructuras de drenaje están localizadas fuera del área de recuperación, al borde de la vía?	En gran parte de la vía no, debido a que el área de recuperación es mínimo por la orografía del terreno.	
	78	Si no, ¿son ellas protegidas ante la posibilidad de que sean impactadas por algún vehículo, a modo de proteger a sus ocupantes?	No, debido a que no existen bermas en algunos tramos, que permitan poner los elementos de seguridad correspondientes.	63,64
VARIOS				
Entorno de la vía	79	¿El entorno de la vía se encuentra en concordancia con las pautas generales de diseño (por ejemplo, despeje lateral, distancia de visibilidad)?	Se construyó con requerimientos de normas anteriores (Manual de carreteras DG-2001), por lo que algunos aspectos no guardan relación con la normativa actual.	
	80	¿El despeje lateral y la distancia de visibilidad se mantendrán una vez que la vegetación crezca en el futuro?	No.	
Trabajos temporales	81	¿Existen equipos de construcción o mantención en la vía que ya no se requieran o no se estén utilizando?	No.	
	82	¿Existe en la vía señalización y dispositivos de control temporal de tránsito que ya no se requieran o no se estén utilizando?	No.	

Actividades al borde de la vía	83	¿Existen al borde de la vía actividades que puedan distraer a los conductores?	No.	
	84	¿Están ellas debidamente señalizadas de modo que no puedan constituir algún riesgo?	No.	
Otros asuntos de seguridad	85	¿El terraplén es estable y seguro?	En gran parte de la vía no.	65,66
	86	¿La vía está libre de ramas y arbustos que sobresalgan hacia la calzada?	No, existen problemas con los arbustos que sobresalen hacia la calzada en algunos tramos.	67,68
	87	¿Existen obstrucciones de visibilidad en la vía producidas por arbustos o ramas?	Sí, en algunos tramos.	69
	88	¿Se han revisado áreas afectadas por fuertes vientos?	No.	
Animales	89	¿La vía está libre de la presencia de animales (por ejemplo, bovinos, ovejas, cabras, etc.)?	No, existe el pastoreo en zonas aledañas a la vía, y los animales constantemente cruzan la vía.	70,71, 72,73, 74,75, 76
	90	Si no, ¿Se ha provisto de cercas o vallas para evitar la irrupción de animales a la calzada?	No.	

Fuente: MTC – Manual de Seguridad Vial, 2017.

4.1.3. Inspección de Seguridad Vial en los tramos potencialmente peligrosos

La inspección de seguridad vial se realizó el 10 de Febrero del 2018, ésta consistió en una evaluación detallada de los tramos potencialmente peligrosos de la carretera en mención, tomando fotografías y grabando videos, todos estos detalles se plasmaron en el siguiente cuadro fotográfico.

Tabla 4.3: Cuadro fotográfico de las inspecciones de seguridad vial.

Foto 1: Km. 42+400, curva horizontal con fuerte pendiente.	**Foto 2:** Km. 20+500, curva horizontal con fuerte pendiente.
Foto 3: Km. 43+500, tramos con contracurvas en tramos de longitud menor a 60m. en la horizontal.	**Foto 4:** Km. 43+500, tramos sinuosos en tramos de longitud menor a 60m. en la horizontal.

Foto 5: Km. 43+500, la presencia de arbustos obstruyen el alineamiento de la calzada.	**Foto 6:** Km. 07+560, la presencia de plantas obstruyen el alineamiento de la calzada.
Foto 7: Km. 39+000, calzada tratada, pero de igual modo en pésimas condiciones.	**Foto 8:** Km. 42+400, demarcación antigua notoria.
Foto 9: Km. 40+000, curva sinuosa peligrosa.	**Foto 10:** Km. 43+500, combinación de curvas sinuosas.

Foto 11: Km. 43+500, combinación de curvas sinuosas.

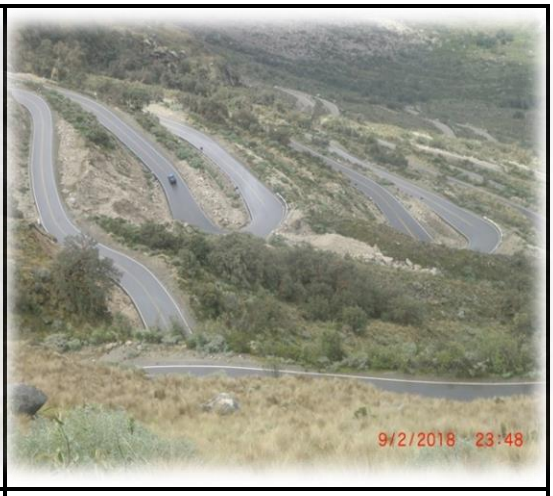


Foto 12: Km. 43+500, combinación de curvas sinuosas.

Foto 13: Km. 42+400, combinación de curvas sinuosas.

Foto 14: Km. 37+000, combinación de curvas sinuosas.

Foto 15: Km. 37+000, combinación de curvas sinuosas.

Foto 16: Km. 20+000, curva engañosa.

Foto 17: Km. 42+400, el ancho de berma es angosto debido a la orografía, y es muy difícil que un vehículo pueda recuperar el control.	**Foto 18:** Km. 47+000, el ancho de berma es angosto debido a la orografía, y es muy difícil que un vehículo pueda recuperar el control.
Foto 19: Km. 46+000, en los tramos cerca al Túnel la berma no se encuentra pavimentada.	**Foto 20:** Km. 13+200, berma obstruida con leña.
Foto 21: Km. 31+000, talud a media ladera con pendiente pronunciada.	**Foto 22:** Km. 20+500, señalización vertical preventiva en pésimo estado.

Foto 23: Km. 16+500, señalización vertical reguladora en pésimo estado.	**Foto 24:** Km. 16+500, señalización vertical preventiva en pésimo estado.
Foto 25: Km. 20+000, señalización vertical reguladora en pésimo estado.	**Foto 26:** Km. 16+800, señalización vertical en pésimo estado.
Foto 27: Km. 48+800, señalización vertical camuflada en la densa neblina.	**Foto 28:** Km. 10+000, inicio del tramo no pavimentado al salir del distrito de Shilla hacia el Túnel Punta Olímpica.

Foto 29: Km. 11+000, tramo de la vía no pavimentado, sin demarcación ni delineadores en curvas sinuosas.

Foto 30: Km. 18+000, tachas en pésimo estado.

Foto 31: Km. 19+000, tachas en pésimo estado.

Foto 32: Km. 07+560, demarcación borrosa de la línea central-calzada.

Foto 33: Km. 13+200, demarcación obstruida.

Foto 34: Km. 13+200, demarcación de la línea de borde-calzada borrosa y obstruida.

Foto 35: Km. 16+800, demarcación de la línea de borde-calzada borrosa.

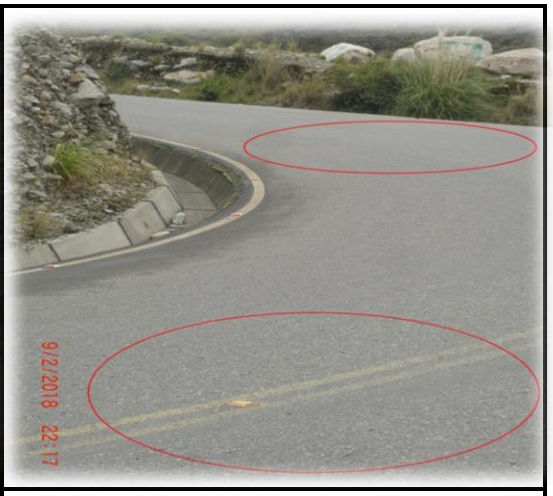


Foto 36: Km. 20+500, demarcación de la línea central-calzada borrosa al entrar a una curva horizontal con pendiente pronunciada.

Foto 37: Km. 16+800, pérdida de contraste, debido a la demarcación borrosa.

Foto 38: Km. 24+000, espaciamiento inadecuado entre delineadores.

Foto 39: Km. 24+000, desgaste de la parte retrorreflectiva del delineador.

Foto 40: Km. 32+000, visibilidad del delineador obstruido por arbustos.

Foto 41: Km. 08+500, chevrones en pésimo estado, que no indican la alineación de la curva.

Foto 42: Km. 30+000, base de concreto de la señal informativa cerca a la calzada, sin protección y visibilidad obstruida por arbustos.

Foto 43: Km. 33+000, barreras de contención sin mantenimiento.

Foto 44: Km. 39+000, barreras de contención sin mantenimiento.

Foto 45: Km. 40+000, barreras de contención sin mantenimiento.

Foto 46: Km. 07+560, presencia de grietas longitudinales en la superficie de rodadura.

Foto 47: Km. 18+000, presencia de grietas transversales en la superficie de rodadura.

Foto 48: Km. 18+000, presencia de baches en la superficie de rodadura.

Foto 49: Km. 30+000, presencia de agrietamientos superficiales tipo piel de cocodrilo en la superficie de rodadura.

Foto 50: Km. 30+000, presencia de baches en la superficie de rodadura.

Foto 51: Km. 30+000, presencia de baches en la superficie de rodadura.

Foto 52: Km. 46+000, presencia de grietas longitudinales en la superficie de rodadura.

Foto 53: Km. 39+000, presencia de baches en la superficie de rodadura.	**Foto 54:** Km. 41+500, presencia de baches en la superficie de rodadura.
Foto 55: Km. 16+800, borde de la calzada en mal estado.	**Foto 56:** Km. 42+400, calzada húmeda en el tramo curvo, debido a las excesivas precipitaciones.
Foto 57: Km. 08+000, roca enorme obstruyendo un carril de la vía.	**Foto 58:** Km. 47+000, acumulación de agua en la cuneta por obstrucciones debido a los constantes derrumbes.

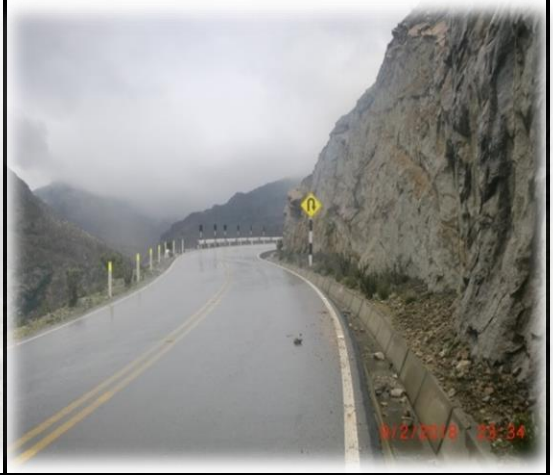
Foto 59: Km. 07+560, acumulación de agua en la cuneta por obstrucciones.	**Foto 60:** Km. 07+560, falta de mantenimiento en la cuneta.
	
Foto 61: Km. 42+400, neblina sobre la calzada.	**Foto 62:** Km. 42+400, calzada permanentemente húmeda.
Foto 63: Km. 19+000, vehículo que se despistó hacia la cuneta.	**Foto 64:** Km. 19+000, vehículo que se despistó hacia la cuneta.

Foto 65: Km. 16+800, deslizamientos debido a las constantes precipitaciones pluviales.

Foto 66: Km. 18+000, taludes propensos a deslizamientos por las constantes lluvias.

Foto 67: Km. 43+500, arbusto que sobresale hacia la calzada.

Foto 68: Km. 07+560, presencia de plantas que sobresalen hacia la calzada.

Foto 69: Km. 13+200, la presencia de plantas obstruyen la visibilidad de la vía.

Foto 70: Km. 20+000, presencia de animales en la vía.

Foto 71: Km. 12+000, presencia de animales en la vía.

Foto 72: Km. 13+200, presencia de animales en la vía.

Foto 73: Km. 11+000, presencia de animales cerca a la vía.

Foto 74: Km. 33+000, presencia de animales cerca a la vía.

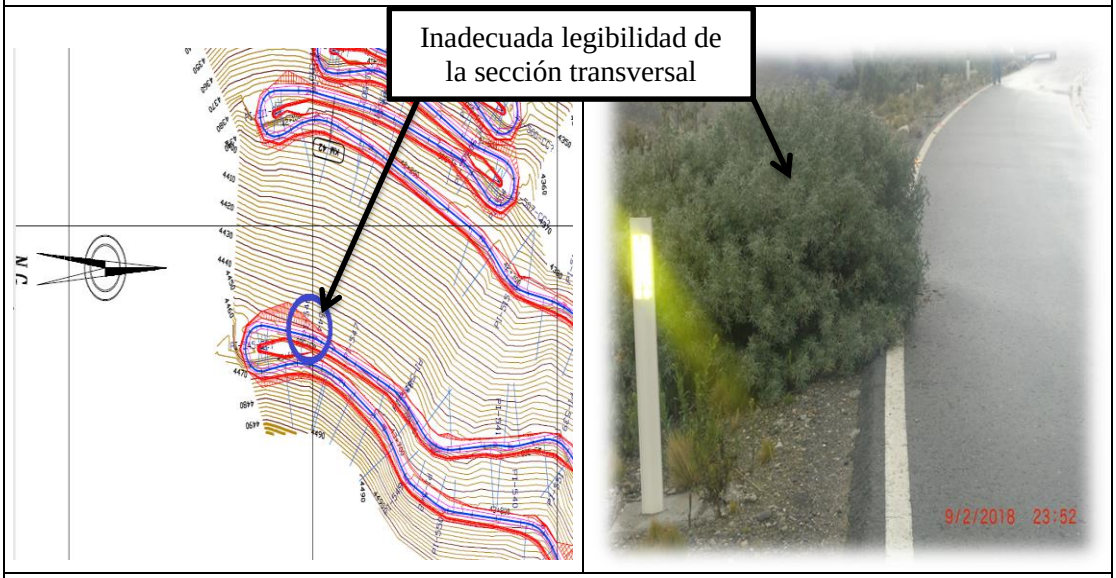
Foto 75: Km. 30+000, pastoreo cerca a la vía.

Foto 76: Km. 33+000, presencia de animales en la vía.

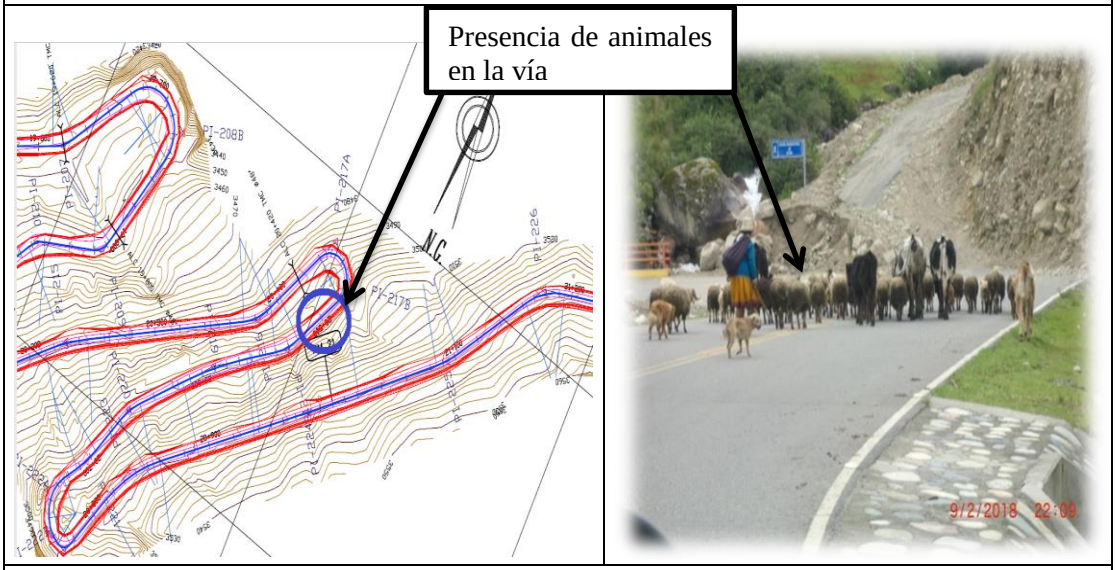
4.1.4. Mejoras de solución en la Seguridad Vial de los tramos potencialmente peligrosos

Luego de haber realizado las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos de la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, se proponen las siguientes mejoras de solución y acciones correctivas en la seguridad vial de la carretera en mención:

Tabla 4.4: Fichas con las propuestas de mejoras de solución en la seguridad vial de la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis.

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 01</td><td colspan="3">ALINEAMIENTO Y SECCIÓN TRANSVERSAL</td></tr>
<tr><td colspan="6">LEGIBILIDAD PARA CONDUCTORES</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>4481</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8990048</td></tr>
<tr><td>OROGRAFIA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>43+000</td><td>44+000</td><td>COORDENADA E</td><td>222353</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">INADECUADA LEGIBILIDAD PARA CONDUCTORES EN LA SECCIÓN TRANSVERSAL</td></tr>
<tr><td colspan="6">En el Km 43+500, la visibilidad se encuentra distorsionada por la presencia de arbustos sobre la calzada.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Al derecho de vía, se debe efectuar el roce y eliminación de todo tipo de árboles, arbustos y plantas.</td></tr>
</table>

FICHA N° 02		VARIOS			
ANIMALES					
UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO					
CARRETERA	AN-107	**IMDA <**	400 veh/día	**ALTITUD (msnm)**	3505
CATEGORIA	DEPARTAMENTAL	**PROGRESIVAS INVOLUCRADAS**		**COORDENADA N**	8982058
OROGRAFÍA	TIPO 3, 4	20+500	49+000	**COORDENADA E**	214339
DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA					

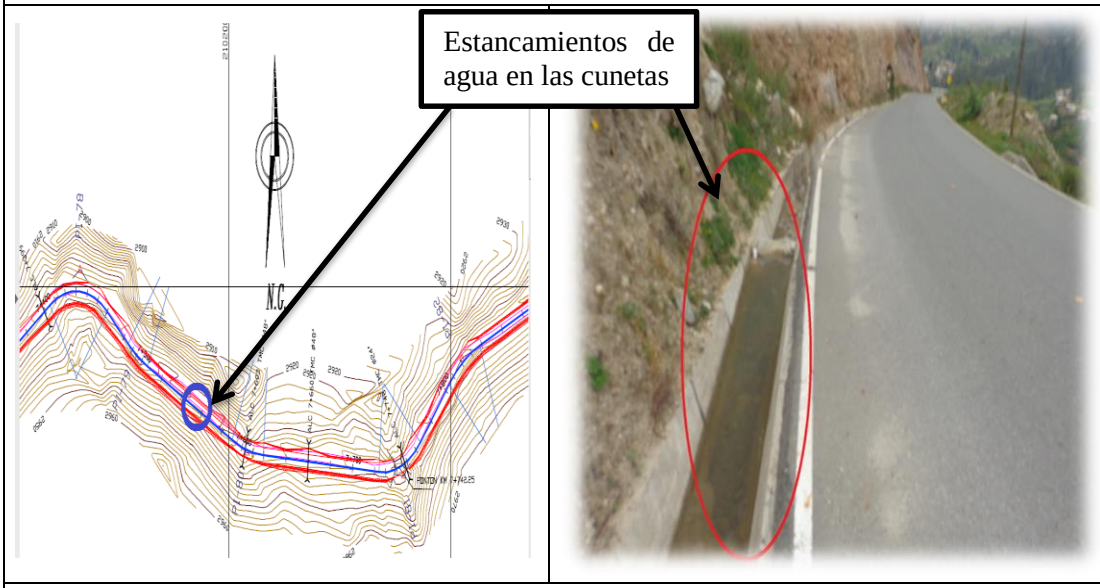


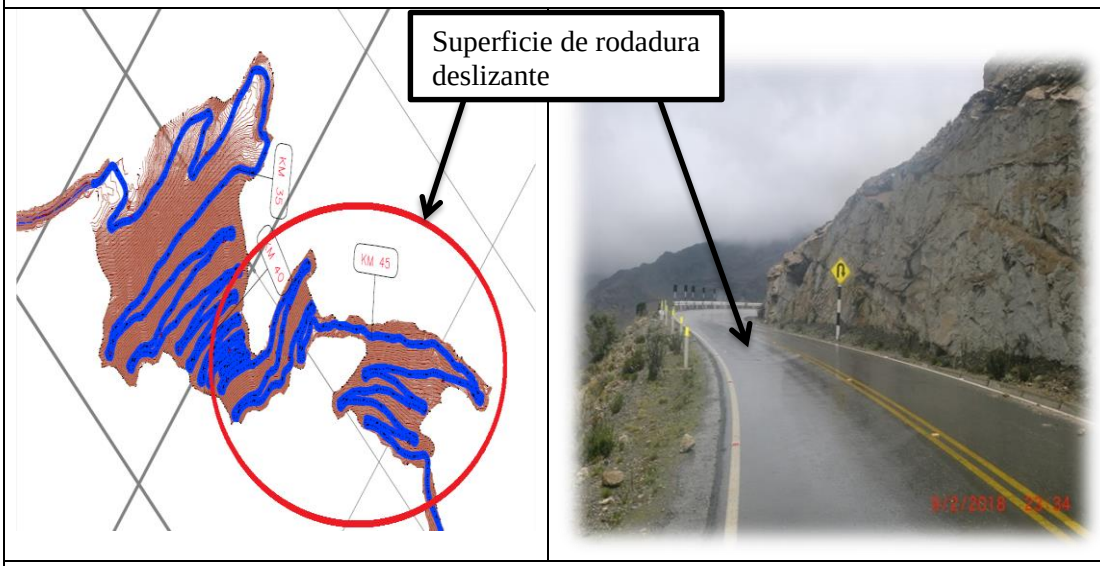
FALTA DE LUGARES DE PASE PARA ANIMALES

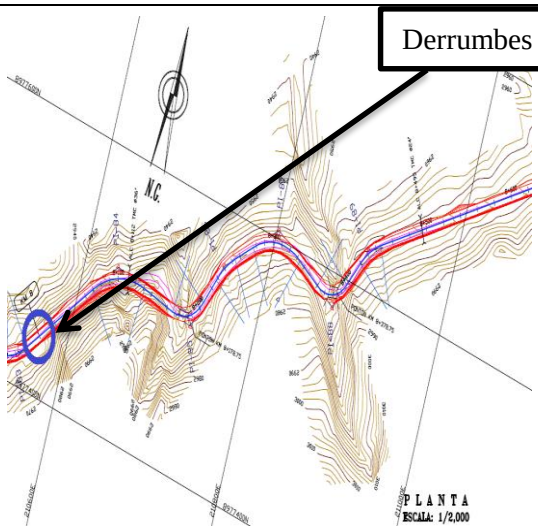
A partir del Km 20+500 en adelante, en la vía existe la presencia de animales, existe el pastoreo en zonas aledañas a la vía, y los animales constantemente cruzan la vía.

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN

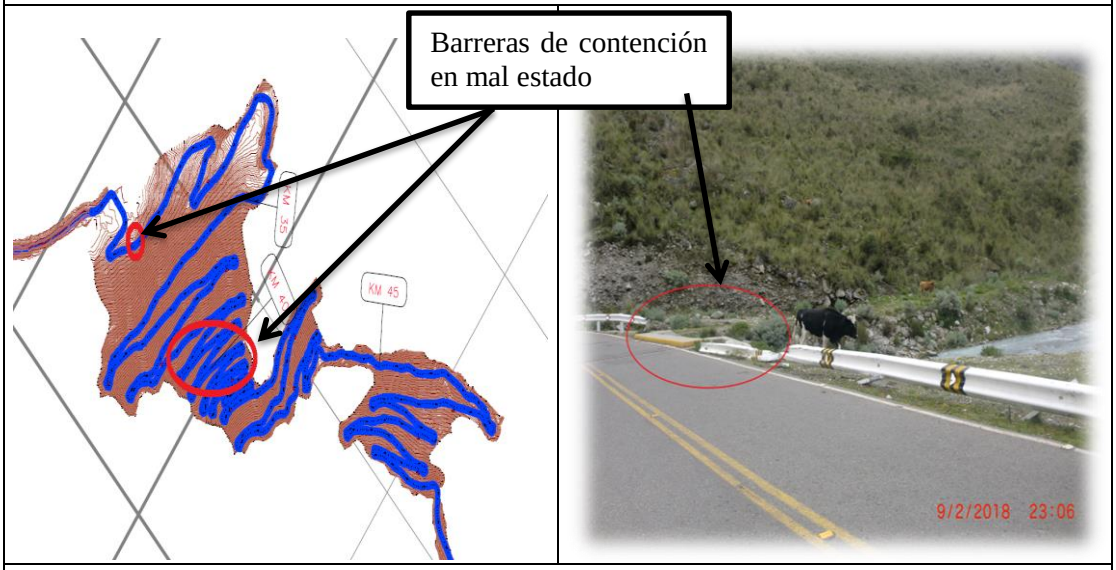
Implementar señalización vertical preventiva adecuada, y establecer lugar de pase de animales como alcantarillas debajo de la calzada; asimismo acciones de sensibilización a los campesinos que pastorean animales.

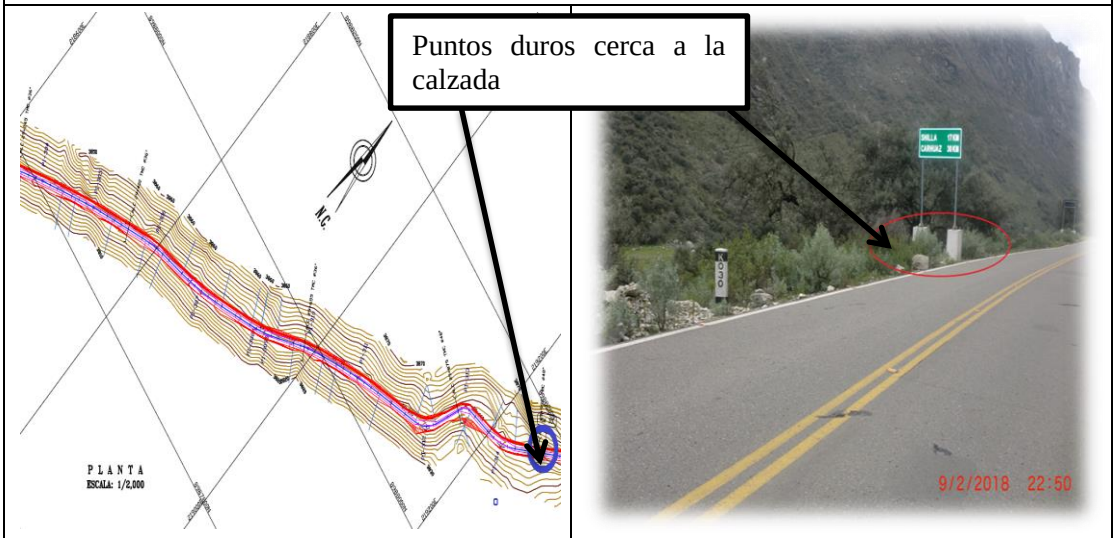
<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 03</td><td colspan="3">CAUCES DE AGUA E INUNDACIONES</td></tr>
<tr><td colspan="6">ACUMULACIÓN DE AGUA, INUNDACIONES</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>2950</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8977318</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>07+000</td><td>47+000</td><td>COORDENADA E</td><td>210315</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">FALTA DE MANTENIMIENTO DE LAS CUNETAS A LO LARGO DE LA CARRETERA</td></tr>
<tr><td colspan="6">En el Km 07+560, Km 08+000, Km 16+800, Km 47+000, bajo condiciones de mal tiempo, las cunetas se encuentran con acumulación de agua.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Implementar un sistema de limpieza de cunetas en forma continua, para evitar que éstos fluidos lleguen a la calzada, asimismo conservar en la sección transversal el bombeo correspondiente al tramo en forma regular.</td></tr>
</table>

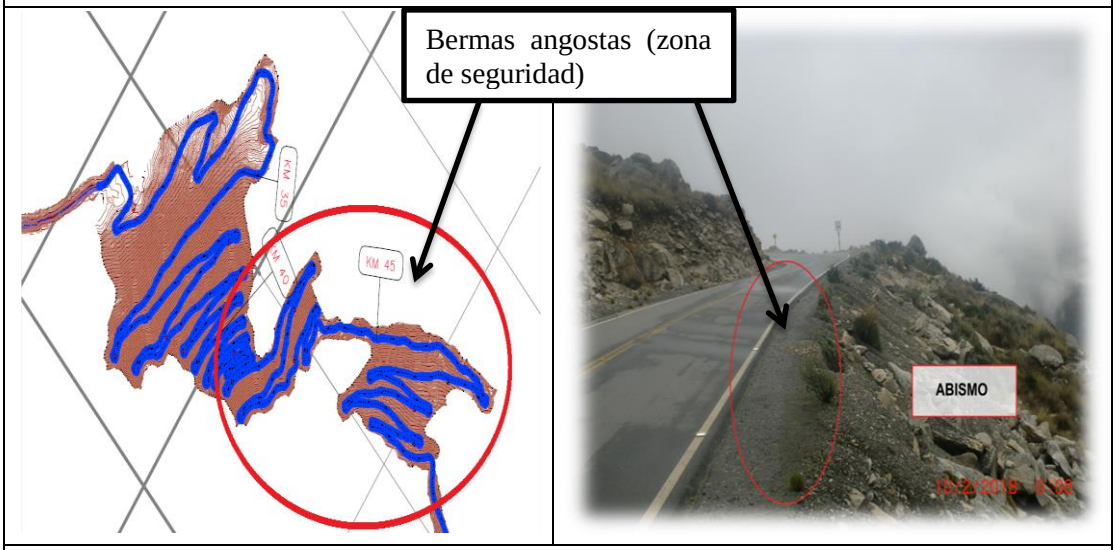
<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 04</td><td colspan="3">SEÑALIZACIÓN VERTICAL E ILUMINACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">ASPECTOS GENERALES DE LAS SEÑALES VERTICALES</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>4397</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8990118</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>42+000</td><td>49+000</td><td>COORDENADA E</td><td>222208</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">FALTA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL PREVENTIVA P-36 (SUPERFICIE DESLIZANTE)</td></tr>
<tr><td colspan="6">A partir del Km 42+000 al Km 49+000, bajo condiciones de mal tiempo, varias secciones de la vía se encuentran con acumulación de agua.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Implementar señalización vertical preventiva P-36 (superficie deslizante), sensibilizar a los conductores mediante charlas de seguridad vial, realizar tratamientos para aumentar el coeficiente de fricción de la calzada, instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la vía, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento, mejorar el diseño geométrico de la vía para poder aumentar el ancho de berma a un 0.60 m como mínimo según el Manual de Seguridad Vial – MTC; además si es que es posible cambiar el eje de la vía, entrar al talud del tramo requerido y así colocar las barreras de seguridad en los tramos en curva que lo requieren.</td></tr>
</table>

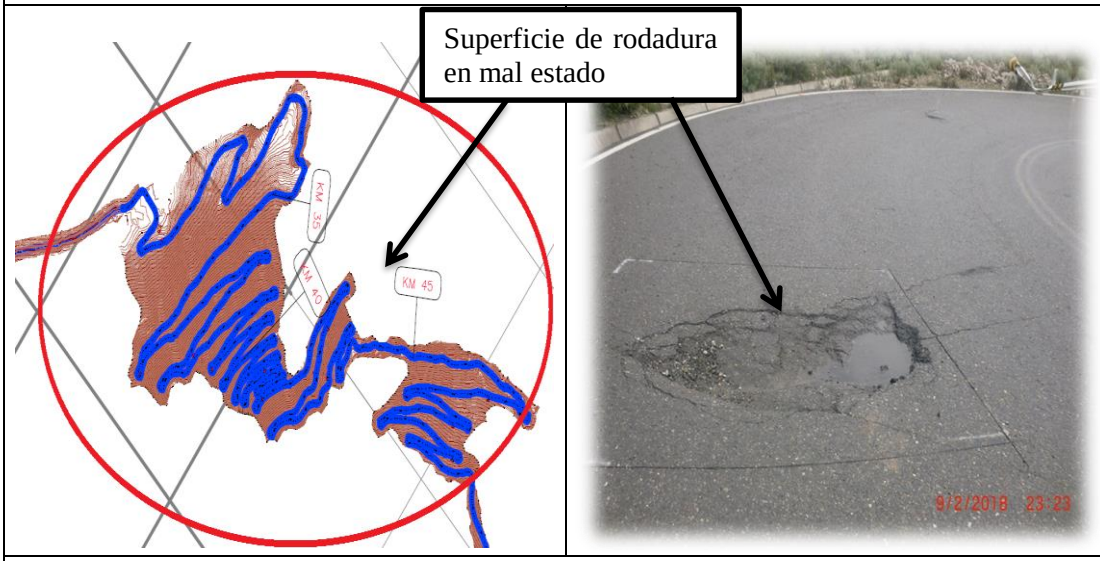
<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 05</td><td colspan="3">PAVIMENTOS</td></tr>
<tr><td colspan="6">IRREGULARIDADES DE LA SUPERFICIE</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3010</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8977942</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>07+000</td><td>08+000</td><td>COORDENADA E</td><td>211319</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 

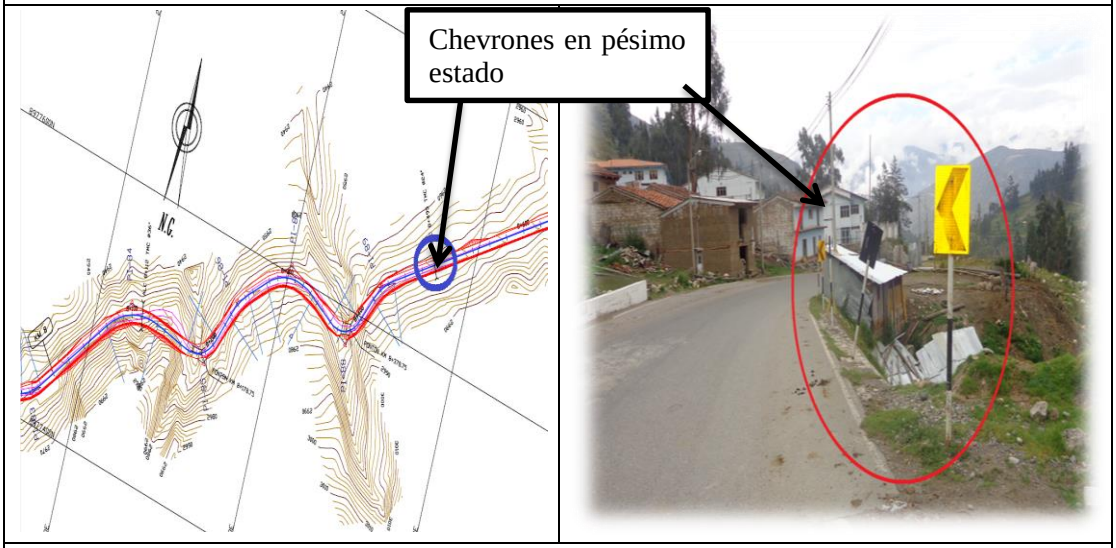
</td></tr>
<tr><td colspan="6">FALTA DE SEÑALIZACIÓN VERTICAL PREVENTIVA (DERRUMBES EN LA VÍA)</td></tr>
<tr><td colspan="6">En el Km 08+000, bajo condiciones de mal tiempo, constantemente ocurren derrumbes obstaculizando el tránsito, y peor aun siendo un peligro para todas las personas que transitan la vía.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Implementar señalización vertical preventiva adecuada, y establecer planes de contingencia en cuanto a derrumbes de los taludes.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 06</td><td colspan="3">BARRERAS DE CONTENCIÓN Y ZONA DE DESPEJE LATERAL</td></tr>
<tr><td colspan="6">BARRERAS DE CONTENCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3915</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8989260</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>33+000</td><td>40+000</td><td>COORDENADA E</td><td>220916</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">FALTA DE MANTENIMIENTO A LAS BARRERAS DE CONTENCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">En los Km 33+000, Km 39+000 y Km 40+000, las barreras de contención se encuentran dañadas, en algunos casos con daños severos.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Realizar un mantenimiento adecuado a las barreras de contención dañadas, ya sea reparándolas o implementando nuevas barreras de contención, instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la vía, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento.</td></tr>
</table>

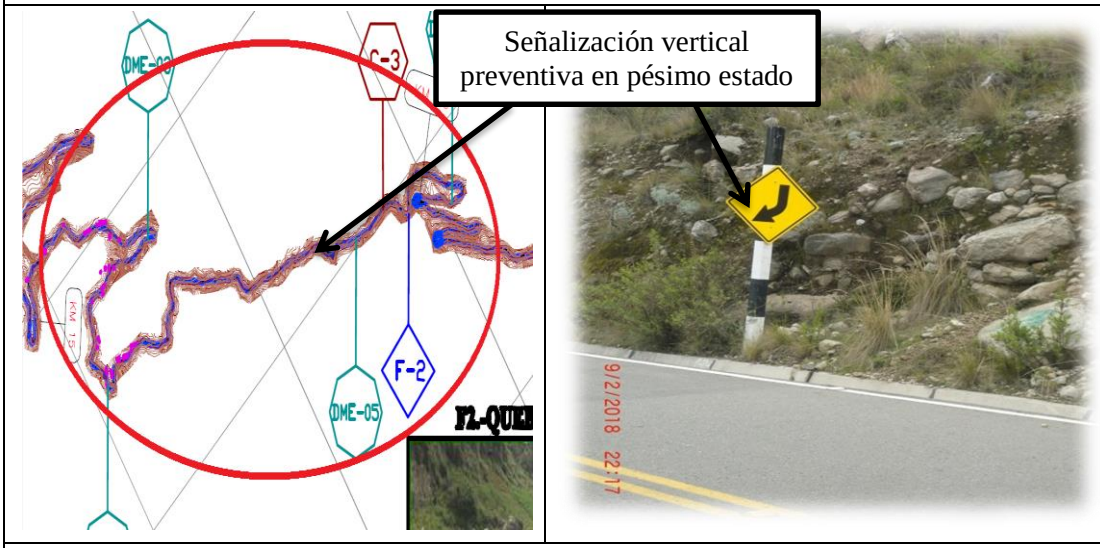
<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 07</td><td colspan="3">BARRERAS DE CONTENCIÓN Y ZONA DE DESPEJE LATERAL</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESPEJE LATERAL</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3665</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8988282</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>30+000</td><td>30+500</td><td>COORDENADA E</td><td>219440</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">PUNTOS DUROS CERCA A LA CALZADA</td></tr>
<tr><td colspan="6">En el Km 30+000, existe la presencia de puntos duros cerca a la calzada, sin protección y su visibilidad se encuentra obstruida por arbustos.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Reemplazar las bases rígidas por articuladas para reducir la magnitud de los accidentes que puedan ocurrir, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 08</td><td colspan="3">ALINEAMIENTO Y SECCIÓN TRANSVERSAL</td></tr>
<tr><td colspan="6">BERMAS</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>4650</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8990210</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>42+000</td><td>49+000</td><td>COORDENADA E</td><td>222871</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">BERMA ANGOSTA EN LAS PARTES ALTAS DE LA CARRETERA</td></tr>
<tr><td colspan="6">A partir del Km 42+000 en adelante, las bermas son muy angostas, menores a 0.50m debido a la orografía del terreno, además toda ésta zona pertenece a la zona intangible de la Reserva del Huascarán.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Implementar campañas de sensibilización hacia los conductores que transitan la vía, para que moderen la velocidad de operación a la que van, mejorar el diseño geométrico de la carretera para disponer de un ancho de berma mínimo de 0.60 m , según lo indicado en el Manual de Seguridad Vial – MTC, realizar tratamientos para aumentar el coeficiente de fricción de la calzada y así mismo incorporarle un color como señalización preventiva en las zonas en donde constantemente llueve y/o nieva, instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la vía, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento, instalar bandas alertadoras sonoras en los márgenes de la vía que dan al abismo, las bermas y la calzada deben de tener diferente textura, para que la diferencia de sonido producido por los neumáticos puedan despertar a un conductor dormido.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 09</td><td colspan="3">PAVIMENTOS</td></tr>
<tr><td colspan="6">DEFECTOS EN EL PAVIMENTO</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>4397</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8990118</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>07+000</td><td>49+000</td><td>COORDENADA E</td><td>222208</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">PRESENCIA DE AGRIETAMIENTO SUPERFICIAL, GRIETAS Y BACHES EN LA SUPERFICIE DE RODADURA</td></tr>
<tr><td colspan="6">A partir del Km 07+000 en adelante, se puede apreciar el agrietamiento superficial, grietas y baches en la superficie de rodadura del pavimento, además en las partes elevadas que están sobre los 4500 m.s.n.m., las fisuras se generan debido a la combinación del factor climático, cargas de tránsito y una probable deficiencia en el proceso constructivo.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Realizar el mantenimiento apropiado al pavimento, para que la superficie de rodadura no pierda adherencia con el neumático, y más aún no siga siendo un tramo potencialmente peligroso.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 10</td><td colspan="3">DEMARCACIÓN Y DELINEACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">ADVERTENCIA Y DELINEACIÓN DE CURVAS</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3010</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8977942</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>08+000</td><td>09+000</td><td>COORDENADA E</td><td>211319</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">SEÑALIZACIÓN PREVENTIVA DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL (CHEVRON) EN PÉSIMO ESTADO</td></tr>
<tr><td colspan="6">En el Km 08+500, la señalización preventiva delineador de curva horizontal (chevron) se encuentra en pésimo estado.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Realizar el mantenimiento rutinario de las señalizaciones, en este caso de la señalización chevron.</td></tr>
</table>

FICHA N° 11		SEÑALIZACIÓN VERTICAL E ILUMINACIÓN			
ASPECTOS GENERALES DE LAS SEÑALES VERTICALES					
UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO					
CARRETERA	AN-107	**IMDA <**	400 veh/día	**ALTITUD (msnm)**	3505
CATEGORIA	DEPARTAMENTAL	**PROGRESIVAS INVOLUCRADAS**		**COORDENADA N**	8982058
OROGRAFÍA	TIPO 3, 4	16+000	21+000	**COORDENADA E**	214339
DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA					

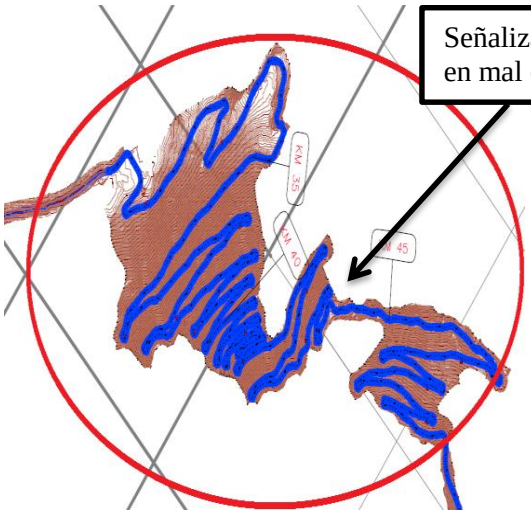


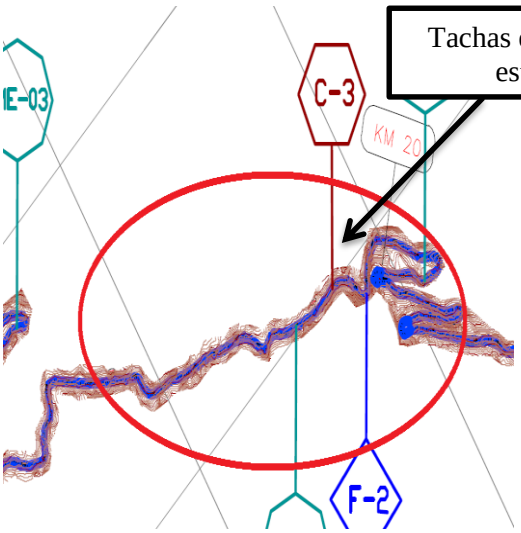
SEÑALIZACIÓN VERTICAL PREVENTIVA EN PÉSIMO ESTADO

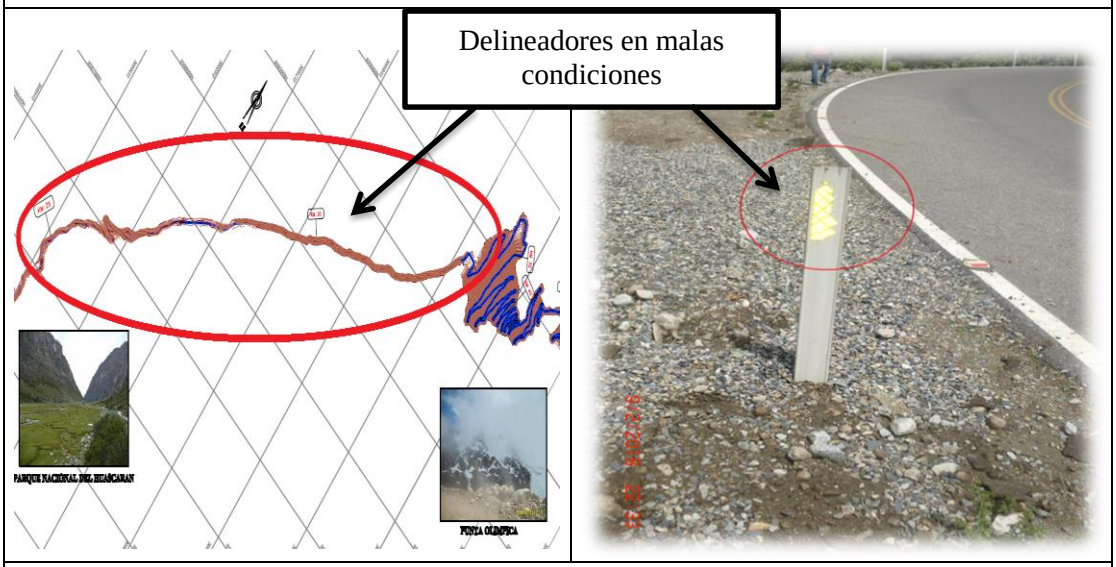
A partir del Km 16+000 al Km 21+000, la señalización vertical preventiva se encuentra en pésimo estado.

DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN

Realizar el mantenimiento rutinario de la señalización vertical en todo el tramo objeto de estudio.

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 12</td><td colspan="3">DEMARCACIÓN Y DELINEACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">LÍNEA CENTRAL, LÍNEA DE BORDE Y LÍNEA DE PISTAS</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3328</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8980130</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>07+000</td><td>49+000</td><td>COORDENADA E</td><td>213247</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="3">  </td><td colspan="3">
</td></tr>
<tr><td colspan="6">SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (DEMARCACIONES) EN MAL ESTADO</td></tr>
<tr><td colspan="6">A partir del Km 07+000 en adelante, la demarcación y los delineadores no se encuentran en óptimas condiciones, debido a que ya están perdiendo su legibilidad y su característica de retrorreflectancia.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Realizar el mantenimiento rutinario de la señalización horizontal en todo el tramo objeto de estudio.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 13</td><td colspan="3">DEMARCACIÓN Y DELINEACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">LÍNEA CENTRAL, LÍNEA DE BORDE Y LÍNEA DE PISTAS</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3417</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8981398</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>18+000</td><td>20+000</td><td>COORDENADA E</td><td>213924</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="3"> 
</td><td colspan="3"> </td></tr>
<tr><td colspan="6">SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (TACHAS) EN PÉSIMO ESTADO</td></tr>
<tr><td colspan="6">A partir del Km 18+000 hasta el Km 20+000, la señalización horizontal (tachas) no se encuentran en óptimas condiciones.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Realizar una revisión de las tachas ubicadas en la calzada y reemplazar aquellos elementos que se encuentran totalmente desgastados.</td></tr>
</table>

<table>
<tr><td colspan="3">FICHA N° 14</td><td colspan="3">DEMARCACIÓN Y DELINEACIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">DELINEADORES Y RETROREFLECTANTES</td></tr>
<tr><td colspan="6">UBICACIÓN DEL TRAMO ANALIZADO</td></tr>
<tr><td>CARRETERA</td><td>AN-107</td><td>IMDA <</td><td>400 veh/día</td><td>ALTITUD (msnm)</td><td>3524</td></tr>
<tr><td>CATEGORIA</td><td>DEPARTAMENTAL</td><td colspan="2">PROGRESIVAS INVOLUCRADAS</td><td>COORDENADA N</td><td>8984642</td></tr>
<tr><td>OROGRAFÍA</td><td>TIPO 3, 4</td><td>24+000</td><td>33+000</td><td>COORDENADA E</td><td>216076</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DEL ESTADO DE LA INFRAESTRUCTURA INVOLUCRADA</td></tr>
<tr><td colspan="6"> 
</td></tr>
<tr><td colspan="6">SEÑALIZACIÓN HORIZONTAL (DELINEADORES) EN MAL ESTADO</td></tr>
<tr><td colspan="6">A partir del Km 24+000 hasta el Km 33+000, la señalización horizontal (delineadores) no se encuentran en óptimas condiciones y en algunos tramos su visibilidad se encuentra obstruida por arbustos.</td></tr>
<tr><td colspan="6">DESCRIPCIÓN DE LAS MEDIDAS CORRECTIVAS Y MEJORAS DE SOLUCIÓN</td></tr>
<tr><td colspan="6">Reemplazar por nuevos delineadores, aquellos que estén en malas condiciones; además efectuar el roce y eliminación de todo tipo de árboles, arbustos y plantas que obstruyan su visibilidad.</td></tr>
</table>

Fuente: Elaboración propia con datos de las inspecciones de seguridad vial.

4.2. ANÁLISIS E INTERPRETACIÓN DE LOS RESULTADOS

4.2.1. De los tramos potencialmente peligrosos

Durante el periodo 2014-2017 se registraron *31 accidentes de tránsito, 25 fallecidos, 43 lesionados y gran cantidad de daños materiales* en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica, estos datos fueron recopilados mediante el Departamento de tránsito PNP-Huaraz y el Puesto de Auxilio Rápido PNP-Shilla, ya que en la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones – Ancash no cuentan con una data de accidentalidad *(Ver Tabla 4.1)*, éstos datos se detallan a continuación en cuanto a la clasificación del accidente:

Se tiene que, en los *Km. 10+000, 11+000, 13+200, 18+000, 24+000, 25+000, 30+000, 31+100, 32+000, 46+000 y 48+900*, en total ocurrieron *13 Accidentes Leves con consecuencia daños materiales*, los cuales se encuentran resaltados de color verde; en los *Km. 07+560, 08+500, 10+000, 12+000, 13+200, 16+800, 19+000, 20+500, 31+000, 32+000, 45+500 y 47+000*, en total ocurrieron *13 Accidentes Serios con consecuencia personas lesionadas*, los cuales se encuentran resaltados de color amarillo; por último y más preocupante en los *Km. 37+000, 42+400, 43+500(2) y 48+800*, en total ocurrieron *5 Accidentes Fatales con consecuencias personas fallecidas*, los cuales se encuentran resaltados de color rojo; en consecuencia se puede constatar que: Los tramos potencialmente peligrosos ***son desde el Km. 07+000 hasta el Km 49+000*** debido a que en éstos tramos ocurrieron accidentes de tránsito con consecuencia daños materiales, personas lesionadas y personas fallecidas y éstos ameritan una inspección para así poder identificar aquellos elementos que afecten la seguridad vial de la carretera objeto de estudio. De manera complementaria se analizaron los datos recopilados de acuerdo a su tipología, zona de ocurrencia y su severidad, los cuales se detallan a continuación:

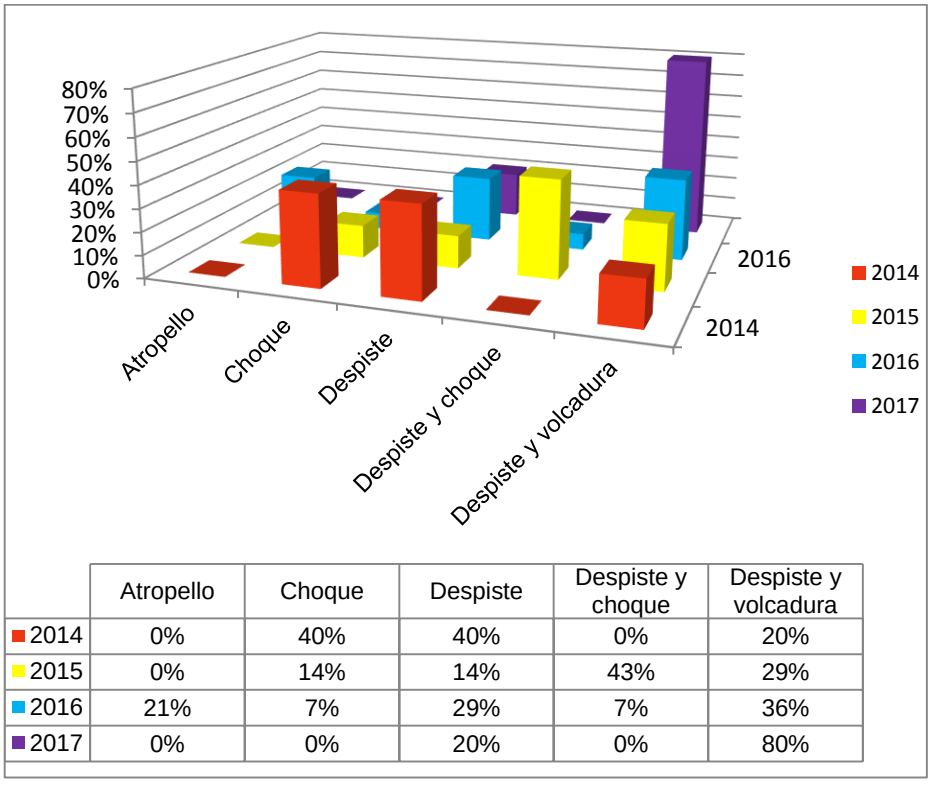
Accidentes de tránsito según tipología:

Durante el periodo 2014-2017 se han registrado 31 accidentes, 25 fallecidos, 43 lesionados y gran cantidad de daños materiales, los cuales se pueden agrupar según la tipología del accidente.

Tabla 4.5: Accidentes de tránsito en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica según tipología, 2014-2017

TIPOLOGÍA	2014		2015		2016		2017		Total	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
Atropello	0	0%	0	0%	3	21%	0	0%	**3**	10%
Choque	2	40%	1	14%	1	7%	0	0%	**4**	13%
Despiste	2	40%	1	14%	4	29%	1	20%	**8**	26%
Despiste y choque	0	0%	3	43%	1	7%	0	0%	**4**	13%
Despiste y volcadura	1	20%	2	29%	5	36%	4	80%	**12**	38%
Total	**5**	100%	**7**	100%	**14**	100%	**5**	100%	**31**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con datos PNP- Huaraz, PNP- Shilla.



	Atropello	Choque	Despiste	Despiste y choque	Despiste y volcadura
2014	0%	40%	40%	0%	20%
2015	0%	14%	14%	43%	29%
2016	21%	7%	29%	7%	36%
2017	0%	0%	20%	0%	80%

Figura 4.2: Gráfico de porcentajes de accidentes de tránsito por tipología, 2014-2017.

Fuente: Elaboración propia.

La Tabla 4.5 y la Figura 4.2 ilustran el porcentaje de accidentes de tránsito según tipología, el 10% por atropello, 13% por choque y un 77% por despiste (incluye despiste, despiste-choque, despiste-volcadura), concluyendo que en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Punta Olímpica la mayoría de accidentes se dan por el tipo *despiste-volcadura* (al abismo), ello amerita plantear medidas para mitigar los accidentes por despiste.

Número de víctimas por accidentes de tránsito:

Se reportaron 25 víctimas fatales y 43 heridos producto de los accidentes de tránsito en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica en el periodo 2014-2017.

Tabla 4.6: Número de víctimas en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica según tipología, 2014-2017

TIPOLOGÍA	2014		2015		2016		2017		Total		%	
	Fallec.	Herid.	Fallec.	Herid.	Fallec.	Herid.	Fallec.	Herid.	Fallec.	Herid.	Fallec.	Herid.
Atropello	0	0	0	0	0	3	0	0	0	3	0%	7%
Choque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%
Despiste	0	0	0	0	0	7	0	0	0	7	0%	16%
Despiste y choque	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%	0%
Despiste y volcadura	0	0	0	4	4	18	21	11	25	33	100%	77%
Total	**0**	**0**	**0**	**4**	**4**	**28**	**21**	**11**	**25**	**43**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con datos PNP- Huaraz, PNP- Shilla.

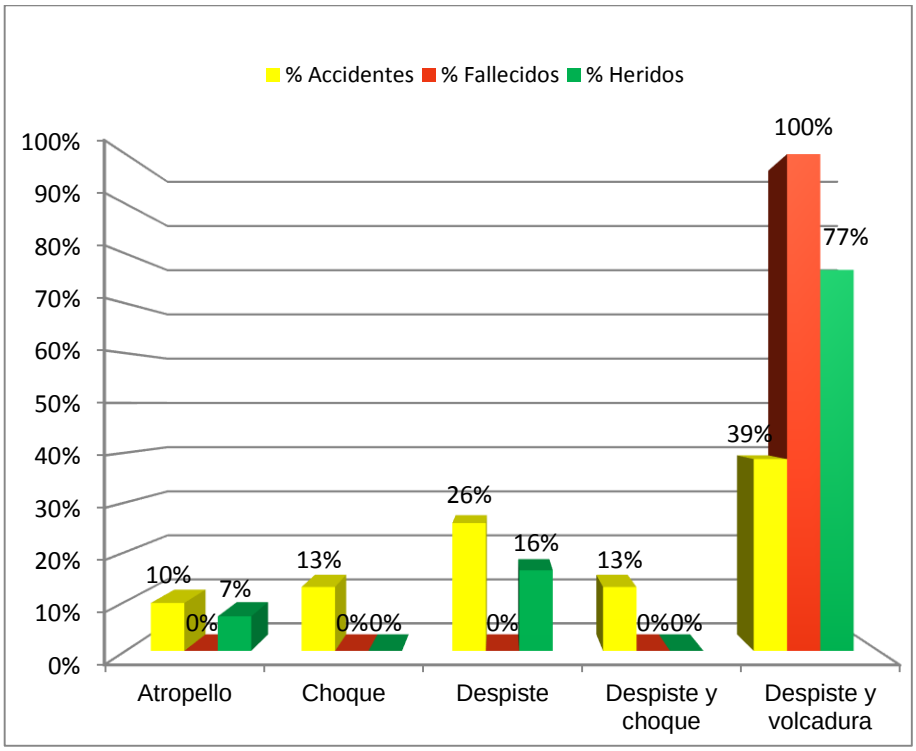


Figura 4.3: Gráfico del porcentaje de accidentes y víctimas por tipología, 2014-2017.

Fuente: Elaboración propia.

La tabla 4.6 y la Figura 4.3 ilustran la cantidad y porcentaje de víctimas fatales y heridos según la tipología de accidente, resultando el tipo *despiste y volcadura* con mayor fatalidad, 100% de víctimas fatales y 77 % de heridos, seguido del 16% de heridos por despiste.

Del análisis hecho se concluye que el tipo de accidente *despiste y volcadura*, es la que produce mayor número de **víctimas fatales** en este caso el 100%, para el caso de **heridos** el *despiste y volcadura* produce mayor cifra, seguido de despiste y atropello. Por lo que, se deben plantear medidas más eficientes para mitigar los accidentes por *despiste y volcadura.*

Análisis de zona de ocurrencia del accidente y su severidad:

En la Tabla 4.6 y Figura 4.3 se observa que el mayor porcentaje de víctimas fatales es producto del *despiste y volcadura* a razón que son el tipo con mayor número de accidentes, ello implica hacer un análisis

en que zona de la sección transversal de la vía ocurre mayor severidad producto de un accidente, considerando la vía en 02 zonas definidas, 1° la **calzada de la vía** y 2° la **zona lateral de la vía.**

Tabla 4.7: Zona de la vía, de ocurrencia de accidentes y víctimas.

TIPOLOGÍA	Accidentes		Fallecidos		Heridos		Análisis de la zona de la vía de ocurrencia - Porcentaje			
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%	**Zona/sección**	Accidentes	Fallecidos	Heridos
Atropello	3	10%	0	0%	3	7%	Calzada	23%	0%	7%
Choque(entre vehículos)	4	13%	0	0%	0	0%	Calzada			
Despiste	8	26%	0	0%	7	16%	Zona lateral	77%	100%	93%
Despiste y choque	4	13%	0	0%	0	0%	Zona lateral			
Despiste y volcadura	12	39%	25	100%	33	77%	Zona lateral			
Total	**31**	**100%**	**25**	**100%**	**43**	**100%**		**100%**	**100%**	**100%**

Fuente: Elaboración propia con datos PNP- Huaraz, PNP- Shilla.

En la Tabla 4.7 y la Figura 4.4 se observa que el % de accidentes, víctimas fatales y heridos ocurridos por despistes son iguales y mayores al 75% y la severidad ocurren en la zona lateral de la vía, por otro lado un % igual y menor al 25% ocurre en la calzada de la vía producto de atropellos y choque entre vehículos.

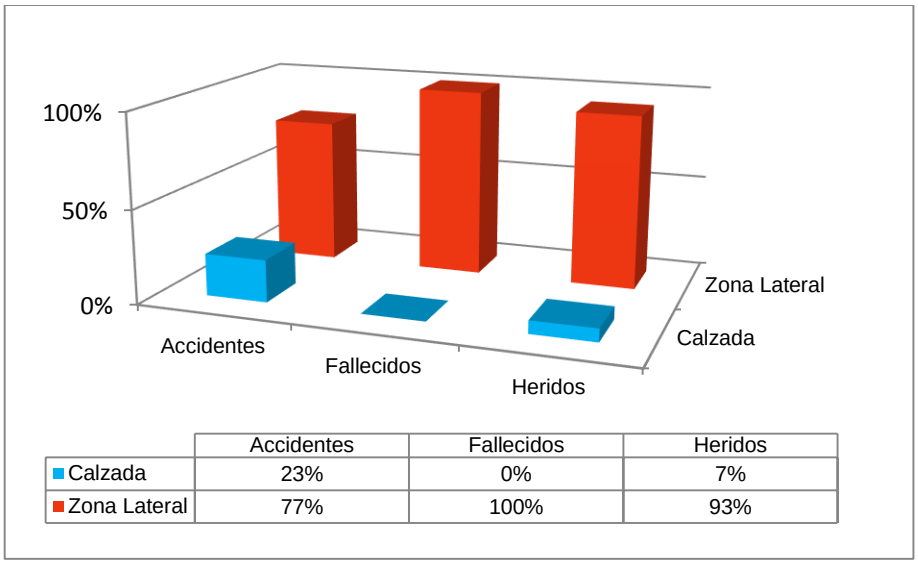


Figura 4.4: Porcentaje de accidentes y víctimas ocurridos en zona de la vía.
Fuente: Elaboración propia.

Del análisis realizado se concluye que en la **zona lateral de la vía** ocurre la mayor severidad del accidente (mayor porcentaje de víctimas) que en la propia **calzada de la vía,** por lo que, para plantear medidas eficientes para mitigar los accidentes por *despistes*, debe tenerse en cuenta estos indicadores.

4.2.2. De las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos

Las listas de chequeo presentadas, son las que te sugiere usar el Manual de Seguridad Vial, 2017 – MTC para inspecciones de seguridad vial en vías rurales, éstas listas se adaptaron al entorno de la carretera, formulándose 90 preguntas que se agruparon en 7 ítems; con ésta herramienta de apoyo, se identificaron diferentes factores de riesgo que pueden afectar a la seguridad vial de la carretera *(Ver Tabla 4.2)*, las cuales se detallan a continuación:

En cuanto a ALINEAMIENTO Y SECCIÓN TRANSVERSAL, se pudo apreciar que: En los *Km 20+500 y 42+400* la distancia de la visibilidad no es la adecuada debido a la existencia de tramos cortos con fuertes pendientes; en gran parte de la vía la señalización reguladora que informa la velocidad sí está instalada y éstas son las adecuadas en los tramos en curva de acuerdo al Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, el alineamiento vertical y horizontal no es coherente con la velocidad de operación ya que normalmente los conductores manejan de 70 a 80 km/h y la velocidad de diseño es 30 km/h; en los *Km 07+560 y 43+500* el alineamiento no está claramente definido por la presencia de arbustos y plantas que inducen a confusiones; en algunas zonas de la carretera el alineamiento de la calzada ya se encuentra borroso además que en el *Km 42+400* se puede apreciar demarcaciones antiguas que no se han borrado por completo, los pavimentos deteriorados en el *Km 39+000* por ejemplo se han tratado pero siguen en pésimas condiciones; en la vía existen muchas tramo con curvas sinuosas tal como se aprecia en los *Km 20+000, 37+000, 40+000,*

43+500, 42+400, 37+000; en todo el recorrido las bermas no se encuentran pavimentadas, tienen un ancho menor a 0.60 m que es muy peligroso en los tramos que van a partir del *Km 42+000 en adelante* ya que después de la berma sólo está el abismo, y en algunos casos como en el *Km 13+200* están obstruidas con plantas, leña, etc.; por otro lado la pendiente transversal de la calzada y la berma sí permiten el adecuado drenaje.

En cuanto a SEÑALIZACIÓN VERTICAL E ILUMINACIÓN, se pudo apreciar que: Solo se cuenta con alumbrado público desde el *Km 0+000 hasta el Km 12+000*; la señalización vertical en los *Km 16+500, 16+800, 20+000 y 20+500* se encuentran en pésimo estado, faltan señales verticales preventivas como superficie deslizante a partir del *Km 42+000 en adelante* y animales en la vía con más frecuencia a partir del *Km 24+500 en adelante*; las señales son claras y legibles para los conductores excepto en los tramos sobre los 4500 m.s.n.m. en donde se percibe neblina, además los soportes de las mencionadas señalizaciones se tornan peligrosas pese a estar fuera de la zona de despeje debido a que el ancho de berma es menor a 0.60 m.

En cuanto a DEMARCACIÓN Y DELINEACIÓN, se pudo apreciar que: Desde el *Km 10+000 hasta el Km 12+000* el tramo no se encuentra pavimentado y por ende no existe ningún tipo de demarcación o delineación; en la vía los ejes central y de borde se encuentran demarcados pero en los *Km 07+560, 13+200, 16+800, 20+500* éstas demarcaciones se encuentran borrosas u obstruidas por leña, plantas, etc.; en los *Km 18+000 y 19+000* las tachas instaladas se encuentran en pésimas condiciones; en el *Km 16+800* se está perdiendo el contraste de las demarcaciones con el color del pavimento; los delineadores instalados en el *Km 24+000* no cuentan con la separación adecuada y constante según el Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, en el *Km 24+000* se encontraron delineadores en pésimo estado perdiéndose la parte retrorreflectiva por falta de mantenimiento y en el *Km 32+000* su visibilidad se encuentra obstruida por arbustos; los

chevrones encontrados en la curva del *Km 08+500* están en pésimo estado, sin la parte retrorreflectiva, doblados y a punto de colapsar.

En cuanto a BARRERAS DE CONTENCIÓN Y ZONA DE DESPEJE LATERAL, se pudo apreciar que: En el *Km 30+000* se encontraron puntos duros (bases de concreto de la señalización informativa) en la zona de despeje lateral incluso su visibilidad estaba obstruida por arbustos y peor aún no se tiene un adecuado tratamiento de éstos; no se cuenta con barreras de contención en algunos tramos en curva que dan al abismo y esto se debe a la orografía del terreno, que no permite poner elementos de protección en muchos tramos de la carretera, y en los tramos que se cuenta con éstas barreras *Km 33+000, 39+000 y 40+000* se necesitan mantenimiento periódico, ya que fueron impactadas por vehículos que probablemente perdieron el control por excesiva velocidad.

En cuanto a PAVIMENTOS, se pudo apreciar que: En el *Km 30+000* el pavimento presenta agrietamiento superficial tipo piel de cocodrilo, en los *Km 07+560, 18+000, 46+000* el pavimento presenta grietas longitudinales y transversales, y en los *Km 18+000, 30+000, 39+000, 41+500* el pavimento presenta baches en la superficie de rodadura los cuales ocurren por factores climáticos, cargas de tránsito y proceso constructivo deficiente, también se pudo apreciar que a partir del *Km 42+000* en adelante la vía se encuentra húmeda por las constantes precipitaciones pluviales y/o nevadas, siendo ésta una causa muy frecuente de los accidentes por el tipo despiste; también se observó que constantemente ocurren derrumbes en la vía, como se pudo constatar en el *Km 08+000* que una roca enorme obstruye un carril entero.

En cuanto a CAUCES DE AGUA E INUNDACIONES, se pudo apreciar que: En los *Km 07+560 y 47+000* las cunetas están obstruidas por los constantes derrumbes que ocurren, por ende se acumulan las aguas y éstas pueden llegar a la calzada, dañando el pavimento a la larga; del *Km 42+000 en adelante* no existe señalización vertical preventiva de superficie deslizante pese a que la

calzada en éste tramo permanentemente se encuentra húmeda por estar sobre los 4500 m.s.n.m. más aún por ser una carretera de la sierra, las lluvias y/o nevadas se dan constantemente en estos tramos; del *Km 18+000 en adelante*, la berma solo se encuentra a un lado de la carretera y ésta es menor a 0.50 m, en consecuencia las cunetas se encuentran prácticamente al costado de la calzada pese a esto no hay ningún tipo de elemento de seguridad al borde de la vía que mitigue el daño al momento que un vehículo por excesiva velocidad pierda el control y se meta a la cuneta (cunetee).

En cuanto al último ítem VARIOS, se pudo apreciar que: En los *Km 07+560 y 43+500* los arbustos sobresalen hacia la calzada obstruyendo la visibilidad de los márgenes de la vía; en el *Km 13+200* las presencia de plantas obstruyen la visibilidad del conductor; en los *Km 11+000, 12+000, 13+200, 20+000, 30+000, 33+000 y hasta el Km 49+000* se pudo observar la presencia de animales cerca y en la vía, debido a que en ésta zona se practica el pastoreo, y a partir del *Km 24+500 en adelante* se encuentra la Reserva del Parque Nacional Huascarán, en donde se observa gran cantidad de ganado vacuno.

4.2.3. De la Inspección de Seguridad Vial en los tramos potencialmente peligrosos

Éste acápite de la investigación se complementa con las listas de chequeo mencionadas anteriormente, ya que lo anotado en ellas se constató con fotografías derivadas de las inspecciones. Éstas detallan sobre todos los hallazgos y observaciones que se encontraron durante la visita a campo, la cual fue el 10 de Febrero del 2018, en donde se realizaron auscultaciones de la vía, las cuales se registraron y describieron en un panel fotográfico *(Ver Tabla 4.3)* que se detalla a continuación:

En las *fotografías 1 y 2*, se puede apreciar curvas horizontales con distancia de visibilidad inadecuada, debido a la existencia de tramos cortos con fuerte pendiente; en las *fotografías 3, 4 y del 9 al 16,* se puede apreciar la combinación de curvas sinuosas en muchos tramos

de la carretera, esto se debe al trazo ajustado del eje de la carretera debido a la orografía del terreno y que gran parte de la carretera en mención pertenece a la zona intangible del Parque Nacional Huascarán; en la *fotografía 8,* se puede apreciar la demarcación antigua notoria que puede causar confusión al conductor; en las *fotografías 17 y 18,* se puede apreciar el ancho de berma angosto, debido a la orografía del terreno y a que gran parte de la vía, específicamente *del Km 24+500 en adelante* pertenece a la zona intangible del Parque Nacional Huascarán y por ende el movimiento de tierras fue mínimo, por tal motivo, el ancho de calzada es de 5 m y el de berma menor a 0.50 m, además que la mencionada berma se ubica a sólo un lado de la carretera; en las *fotografías 22 al 27 y del 30 al 37,* se puede apreciar la falta de señalización vertical adecuada en algunos tramos, además del pésimo estado en que se encuentra la señalización vertical y horizontal en varios tramos de la carretera; en las *fotografías 38 al 40,* se puede apreciar el mal estado en que se encuentran los delineadores, el espaciamiento inadecuado entre ellos y su visibilidad obstruida por arbustos; en las *fotografías 41 al 45,* se puede apreciar la señalización chevron en pésimo estado, los puntos duros cerca a la calzada y las barreras de contención sin mantenimiento; en las *fotografías 7 y del 46 al 54,* en cuanto a la calzada de la vía se observa agrietamiento superficial, grietas y baches en gran parte de ella debido a los factores climáticos, cargas de tránsito y probable proceso constructivo deficiente; en la *fotografía 56,* se puede apreciar la calzada resbaladiza debido a las constantes precipitaciones pluviales y/o nevadas que ocurren en ese tramo de la carretera; en las *fotografías 57 y 58,* se puede apreciar los constantes derrumbes a lo largo del tramo de la carretera objeto de estudio, debido a la inestabilidad de los taludes y a las constantes precipitaciones pluviales; en las *fotografías 58 al 60,* se puede apreciar la falta de mantenimiento en las cunetas, que produce la acumulación de aguas pluviales que a la larga afecta a la vía; en la *fotografía 61,* se puede apreciar la presencia de neblina sobre la

calzada que puede causar confusión al conductor; en las *fotografías 63 y 64,* se aprecia la huella de los neumáticos de un vehículo que se metió a la cuneta por la excesiva velocidad y la inexistencia de elementos de seguridad al borde de la vía; en las *fotografías 67 al 69,* se aprecia la inadecuada legibilidad de la vía para los conductores, debido a arbustos y plantas; y por último en las *fotografías 70 al 76,* en los aspectos del ganado vacuno cerca a la vía, se tiene que existe de forma repetida la invasión de éstos a lo largo de varios tramos de la carretera ocasionando accidentes viales al momento de esquivarlos o chocar contra ellos.

4.2.4. De las propuestas de mejoras de solución en la Seguridad Vial de los tramos potencialmente peligrosos

Las propuestas de mejoras de solución se plasmaron en 14 fichas *(Ver Tabla 4.4),* que detallan los problemas encontrados en las inspecciones de seguridad vial, indicando las progresivas en que se han encontrado, las coordenadas UTM, la altitud, la clasificación de la carretera tanto por demanda y orografía; y por último la descripción de las medidas correctivas para cada caso. Además se redactaron propuestas adicionales que no se encuentran en las fichas y no se pudieron plasmar con fotografías, pero se detallan líneas abajo.

En la *Ficha N° 01* se aprecia la inadecuada legibilidad de la sección transversal de la carretera por la presencia de arbustos sobre la vía en el *Km 43+000,* planteándose como medidas correctivas el roce y eliminación de todo tipo de árboles, arbustos y plantas que se encuentren sobre la vía.

En la *Ficha N° 02* se aprecia la presencia de animales en la vía debido al pastoreo en zonas aledañas a partir del *Km 20+500 en adelante,* planteándose como medidas correctivas implementar señalización vertical preventiva adecuada, establecer lugar de pase de animales como alcantarillas por debajo de la calzada y además acciones de sensibilización a los campesinos que pastorean animales.

En la *Ficha N° 03* se aprecia el estancamiento de agua en las cunetas en los *Km 07+560, Km 08+000, Km 16+800, Km 47+000*; planteándose como medidas correctivas implementar un sistema de limpieza continua de cunetas y conservar en la sección transversal el bombeo correspondiente al tramo en forma regular.

En la *Ficha N° 04* se aprecia la superficie de rodadura deslizante bajo condiciones de mal tiempo a partir *del Km 42+000 al Km 49+000*, planteándose como medidas correctivas implementar señalización vertical preventiva P-36 (superficie deslizante), sensibilizar a los conductores mediante charlas de capacitación de seguridad vial, realizar tratamientos para aumentar el coeficiente de fricción de la calzada, instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la vía, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento, mejorar el diseño geométrico de la vía para poder aumentar el ancho de berma a 0.60 m como mínimo según lo establece el Manual de Seguridad Vial – MTC; además si es que es posible cambiar el eje de la vía, entrar al talud del tramo requerido y así colocar las barreras de seguridad en los tramos en curva que lo requieren.

En la *Ficha N° 05* se aprecia derrumbes en la vía en el *Km 08+000*, planteándose como medidas correctivas implementar señalización adecuada y establecer planes de contingencia en cuanto a derrumbes de los taludes.

En la *Ficha N° 06* se aprecia barreras de contención en mal estado en los *Km 33+000, Km 39+000, Km 40+000*; planteándose como medidas correctivas realizar el mantenimiento adecuado a las barreras de contención dañadas, ya sea reparándolas o implementando nuevas barreras de contención, instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la vía, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento.

En la *Ficha N° 07* se aprecian puntos duros cerca a la cazada en el *Km 30+000*, además tienen obstruida su visibilidad por arbustos, planteándose como medidas correctivas reemplazar las bases rígidas

por articuladas para reducir la magnitud de los accidentes que puedan ocurrir, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento.

En la *Ficha N° 08* se aprecia bermas angostas menores a 0.60 m como zona de seguridad en las partes altas de la carretera desde el *Km 42+000 en adelante* debido a la orografía del terreno; planteándose como medidas correctivas implementar campañas de sensibilización hacia los conductores que transitan la vía, para que moderen la velocidad de operación a la que van, mejorar el diseño geométrico de la carretera para disponer de un ancho de berma mínimo de 0.60 m según lo indicado en el Manual de Seguridad Vial – MTC; realizar tratamientos para aumentar el coeficiente de fricción de la calzada y así mismo incorporarle un color como señalización preventiva en las zonas en donde constantemente llueve y/o nieva, instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la vía, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento, instalar bandas alertadoras sonoras en los márgenes de la vía que dan al abismo, las bermas y la calzada deben de tener diferente textura, para que la diferencia de sonido producido por los neumáticos puedan despertar a un conductor dormido.

En la *Ficha N° 09* se aprecia la superficie de rodadura en mal estado a partir del *Km 07+000 en adelante* debido al factor climático, cargas de tránsito y un probable proceso constructivo deficiente; planteándose como medidas correctivas realizar el mantenimiento apropiado del pavimento, para que la superficie de rodadura no pierda adherencia con el neumático, y más aún no siga siendo un tramo potencialmente peligroso.

En la *Ficha N° 10* se aprecia a la señalización delineador de curva horizontal (chevron) en pésimo estado en el *Km 08+500*, planteándose como medidas correctivas realizar el mantenimiento periódico de las señalizaciones, en éste caso de la señal en mención (chevron).

En la *Ficha N° 11* se aprecia la señalización vertical preventiva en pésimo estado a partir del *Km 16+000 al Km 21+000*, planteándose

como medidas correctivas realizar el mantenimiento adecuado de la señalización vertical en todo el tramo objeto de estudio.

En la *Ficha N° 12* se aprecia la señalización horizontal en mal estado a partir del *Km 07+000 en adelante*, planteándose como medidas correctivas realizar el mantenimiento adecuado de la señalización horizontal en todo el tramo objeto de estudio.

En la *Ficha N° 13* se aprecia la señalización horizontal (tachas) en pésimo estado a partir del *Km 18+000 hasta el Km 20+000*, planteándose como medidas correctivas realizar una revisión de las tachas ubicadas en la calzada y reemplazar aquellos elementos que se encuentran totalmente desgastados.

En la *Ficha N° 14* se aprecia la señalización horizontal (delineadores) en malas condiciones a partir del *Km 24+000 hasta el Km 33+000*, además en algunos tramos su visibilidad se encuentra obstruida por arbustos, planteándose como medidas correctivas reemplazar por nuevos delineadores aquellos que estén en malas condiciones, además efectuar el roce y eliminación de todo tipo de árboles, arbustos y plantas que obstruyan su visibilidad.

En conclusión todas las medidas correctivas y mejoras de solución descritas en las *Fichas*, producto de las observaciones en las inspecciones de seguridad vial, se pueden sintetizar como: Realizar el mantenimiento rutinario y periódico de la vía, Dar charlas de capacitaciones de seguridad vial a los conductores de los servicios de transporte público y privado; Entregar obligatoriamente cartillas informativas de seguridad vial a todos los usuarios en la tranquera del Parque Nacional Huascarán que se encuentra en el Km 24+500, indicando los accidentes y los motivos del por qué han ocurrido éstos, además de dar a conocer que en los tramos de la carretera superior a los 4500 m.s.n.m. las precipitaciones pluviales y las nevadas son constantes y eso hace que se pierda la fricción entre la calzada y el neumático de los vehículos; Mejorar el diseño geométrico de la carretera para así disponer de un ancho de berma mínimo de 0.60 m según lo indicado en el Manual de Seguridad Vial – MTC, además de

poder cambiar el eje de la vía, así entrar al talud y poder colocar las barreras de seguridad en los tramos en curva que lo requieran, sobre todo en las partes elevadas de la carretera en donde un despiste da directo al abismo; Las bermas y la calzada deben de tener diferente textura, para que la diferencia de sonido producido por los neumáticos puedan despertar a un conductor dormido; Realizar tratamientos para aumentar el coeficiente de fricción de la calzada en las zonas en donde constantemente llueva y/o nieve y si al tratamiento se le incorpora un color, el mismo pavimento se convierte en una señal de prevención lo cual será en cada caso muy visible para los conductores; en el caso de no poder aumentar el ancho de berma, Instalar bandas alertadoras sonoras que ocupen menos espacio en las bermas para así alertar al conductor que ha entrado en la berma y que se encuentra fuera de la superficie de rodadura; Instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la carretera; En los tramos en curva de la parte superior de la carretera que dan al abismo, instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento frente a un choque frontal contra un punto duro, también instalarlos en las barreras de contención para evitar que algún elemento de la barrera penetre el interior del automóvil.

4.3. CONTRASTACIÓN DE HIPÓTESIS

4.3.1. Hipótesis General

De acuerdo a los resultados obtenidos, se acepta la hipótesis general planteada, donde se establece que, la seguridad vial en la carretera Carhuaz – Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, **no es la adecuada,** por lo cual se plantean mejoras de solución para reducir los índices de accidentes viales en la Región Ancash – 2018.

4.3.2. Hipótesis Específicas

1) Los tramos potencialmente peligrosos identificados en ésta investigación **son desde el Km 07+000 hasta el término del tramo evaluado Km 49+000**, en donde se deben de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para así reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, por lo cual se rechaza la hipótesis específica planteada.

2) Las listas de chequeo aplicadas en los tramos potencialmente peligrosos identificados en ésta investigación, **son efectivas**, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, para así reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz – Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, por lo cual se acepta la hipótesis específica planteada.

3) Las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos identificados en ésta investigación, **son efectivas**, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para así reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz – Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, por lo cual se acepta la hipótesis específica planteada.

4) Las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos identificados en ésta investigación, **son las adecuadas**, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para así reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz – Chacas - San Luis, tramo Carhuaz – Shilla - Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, por lo cual se acepta la hipótesis específica planteada.

4.4. DISCUSIÓN DE RESULTADOS

- Este estudio muestra resultados que subrayan las conclusiones obtenidas en gran parte de los trabajos previos en este campo, que guardan relación con lo que sostienen los autores Torres (2017), Huamanchao (2015), Quispe (2015), Torres & Aranda (2015), Chacón y Sáenz (2016), Rodríguez (2014), Arroyo & Triviño (2017), Duarte & Melo (2014) y Garzón (2017), ellos concuerdan que para poder plantear medidas correctivas en la seguridad vial y así disminuir los accidentes de tránsito en una vía, se debe determinar la seguridad vial de una carretera mediante Auditorias e Inspecciones de seguridad vial como principal herramienta para la mejora de su seguridad vial, éstas herramientas se pueden aplicar tanto para nuevos proyectos, vías en construcción (Auditorías de seguridad vial) o en vías en servicio (Inspecciones de seguridad vial).

- En lo que respecta a identificar los tramos potencialmente peligrosos, éstos deben ser determinados antes de realizar una inspección de seguridad vial para así priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial de la carretera objeto de estudio, los autores Huamanchao (2015), Torres (2017), Quispe (2015), Arroyo & Triviño (2017), Rodríguez (2014), Duarte & Melo (2014) y Garzón (2017) concuerdan que, para dar una solución más efectiva en cuanto a la mejora de la seguridad vial, es necesario enfocarse en los tramos potencialmente peligrosos y/o en los tramos de concentración de accidentes. El Manual de Seguridad Vial - 2017 elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones menciona que: Una inspección de seguridad vial se puede realizar en cualquier tramo de la carretera, con el objetivo de mejorar su seguridad vial, pero si se desea priorizar actuaciones, éstos se deben de aplicar a los tramos potencialmente peligrosos y/o a los tramos de concentración de accidentes. Por ello es necesario identificar cualquier aspecto de la carretera que pudiese influir en un futuro accidente, de forma que las medidas correctoras se apliquen antes de que el accidente ocurra.

- En lo que respecta a las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, éstas se usan como herramienta de apoyo durante una inspección de seguridad vial, para así diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, al momento de inspeccionar la carretera objeto de estudio, los autores Huamanchao (2015), Torres & Aranda (2015), Quispe (2015), Chacón & Sáenz (2016), Torres (2017), Arroyo & Triviño (2017), Duarte & Melo (2014) y Garzón (2017) concuerdan que, para realizar una inspección de seguridad vial y ésta sea efectiva, se debe aplicar listas de chequeo que se adapten al entorno de la carretera, para que así resulte ser una herramienta de apoyo efectiva al momento de las inspecciones, pero cabe recalcar que los autores hacen énfasis en que las listas de chequeo no son imprescindibles si es que se cuenta con la experiencia suficiente en el área, por lo que éstas listas vendrían a ser herramientas necesarias en el caso contrario. El Manual de Seguridad Vial - 2017 elaborado por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones menciona que: En una inspección de seguridad vial las listas de chequeo son herramientas de apoyo, pero no son imprescindibles al momento de realizar la inspección, ya que lo primordial es la experiencia del inspector, pero en países en donde recién se está implementando ésta metodología, las mencionadas listas de chequeo son de gran ayuda al momento de realizar una inspección para no obviar ningún detalle a evaluar que pueda afectar la seguridad vial de la carretera objeto de estudio. Por ello, es necesario tener en cuenta la aplicación de las listas de chequeo al momento de realizar una inspección de seguridad vial en nuestro país, ya que recién se está incursionando en el desarrollo de éstas herramientas de seguridad vial.

- En lo que respecta a las inspecciones de seguridad vial, éstas deben realizarse en los tramos potencialmente peligrosos y/o en los tramos de concentración de accidentes para así identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial y priorizar las acciones correctivas de la carretera objeto de estudio, los autores Torres (2017), Huamanchao (2015), Quispe (2015), Torres & Aranda (2015), Chacón y Sáenz (2016), Rodríguez (2014), Arroyo & Triviño (2017), Duarte & Melo (2014) y Garzón (2017) concuerdan que,

las inspecciones de seguridad vial son herramientas empleadas en la ingeniería de tránsito poco usadas pero muy efectivas, que permiten identificar las deficiencias en la infraestructura vial y así proponer medidas de prevención para disminuir los riesgo de lesión en los usuarios más vulnerables. Por ello es necesario realizar las inspecciones de seguridad vial en los tramos que presenten deficiencias en la infraestructura vial, es decir en los tramos potencialmente peligrosos y/o en los tramos de concentración de accidentes.

- En lo que respecta a las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, éste proceso continua después de haber realizado una inspección de seguridad vial, analizado e interpretado los datos obtenidos de la inspección, para así proteger a los usuarios del sistema de tránsito de la carretera objeto de estudio, los autores Torres (2017), Huamanchao (2015), Quispe (2015), Torres & Aranda (2015), Chacón y Sáenz (2016), Arroyo & Triviño (2017), Rodríguez (2014), Duarte & Melo (2014) concuerdan que, una vez realizada la inspección de seguridad vial, se debe analizar e interpretar los datos obtenidos, para así proponer mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos y/o tramos de concentración de accidentes en la carretera objeto de estudio, y poder disminuir riesgos por lesiones en los usuarios más vulnerables de la vía, además de reducir los accidentes viales, mejorar el desempeño de la vía, eliminar o mitigar los problemas presentes en la vía; para que la autoridad competente tome en cuenta dichas propuestas y puedan mejorar el servicio de la vía y así brindarles a los usuarios mayor seguridad. Por ello es necesario proponer mejoras de solución en la seguridad vial de las carreteras estudiadas, para así poder salvaguardar la vida de las personas.

CONCLUSIONES

1. Se determinó que la seguridad vial en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km. 0+000 al Km. 49+000 no es la adecuada. Conociendo éste análisis se plantean mejoras de solución, para reducir los índices de accidentes viales, mejorar la seguridad vial y brindar mayor confianza a los usuarios que transitan la vía.

2. 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+000 hasta el km 49+000*, tal como se indica en el análisis e interpretación de resultados que hacen referencia a la *Tabla 4.1*, 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)* tal como se indica en la *Tabla 4.5*; y el 100% de víctimas fatales se dieron en los tramos que van desde el *km 37+000 al km 49+000* por el tipo de accidente *despiste-volcadura (al abismo)* tal como se indica en la *Tabla 4.6.*

3. Según las listas de chequeo aplicadas en los tramos potencialmente peligrosos de la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica, los factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura son los siguientes, tal como se indica en el análisis e interpretación de resultados que hacen referencia a la *Tabla 4.2*: Alineamiento vertical y horizontal no coherente con la velocidad de operación, presencia de curvas sinuosas recurrentes en muchos tramos de la carretera, bermas angostas con un ancho menor a 0.60 m, pésimo estado de la señalización horizontal y vertical con obstrucción de su visibilidad; falta de señalización vertical preventiva *por presencia de animales en la vía y superficie deslizante*; por la presencia de neblina es ilegible la señalización; inadecuado tratamiento de los puntos duros cerca a la calzada *(bases de concreto en la señalización vertical informativa)*; barreras de contención sin

mantenimiento y ausencia de éstas en tramos curvos; superficie de rodadura sin mantenimiento; falta de limpieza de la cuneta y calzada por derrumbes; falta de elementos de seguridad en los bordes de la vía; inadecuada legibilidad de los bordes de la vía para los conductores; presencia de animales en la vía y en la zona adyacente de la vía.

4. Según las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos de la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica, las carencias potenciales de la infraestructura que se identificaron son las siguientes, tal como se indica en el análisis e interpretación de resultados que hacen referencia a la *Tabla 4.3*: Alineamiento horizontal y vertical no coherente con la velocidad de operación, Sección transversal de la vía mal diseñada *(bermas, ancho de calzada)*; Señalización horizontal y vertical sin mantenimiento, Falta de señalización vertical preventiva *(presencia de animales, superficie deslizante)*; Barreras de contención, Zona de despeje lateral y Superficie de rodadura sin mantenimiento, Falta de mantenimiento en las cunetas y limpieza de los derrumbes, Inadecuada legibilidad de la vía para los conductores *(presencia de neblina, obstrucción de visibilidad de los márgenes de la vía por presencia de arbustos, plantas, etc.);* Falta de elementos de seguridad al borde de la vía, y por último Riesgo de choque y/o despiste por el constante cruce de animales.

5. Las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos para proteger a los usuarios del sistema de tránsito y reducir los índices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica, son las siguientes, tal como se indica en el análisis e interpretación de resultados que hacen referencia a la *Tabla 4.4*: Realizar el mantenimiento rutinario y periódico de la vía, dar charlas de capacitaciones de seguridad vial a los conductores de los servicios de transporte público y privado, Entregar obligatoriamente cartillas informativas de seguridad vial a todos los usuarios en la tranquera del Parque Nacional Huascarán que se encuentra en el *Km 24+500*, indicando los accidentes y los motivos del por qué han ocurrido éstos, además de dar a conocer que en los tramos de la carretera superior a los 4500 m.s.n.m. las precipitaciones pluviales y las nevadas son constantes y eso hace que

se pierda la fricción entre la calzada y el neumático de los vehículos; Las bermas y la calzada deben de tener diferente textura, para que la diferencia de sonido producido por los neumáticos puedan despertar a un conductor dormido, Realizar tratamientos para aumentar el coeficiente de fricción de la calzada y así mismo incorporarle un color como señalización preventiva en las zonas en donde constantemente llueve y/o nieva, Instalar bandas alertadoras sonoras en los costados de la calzada para alertar al conductor que ha entrado en la berma y así se dé cuenta que se encuentra fuera de la superficie de rodadura; Instalar barreras de seguridad semirrígidas con rodillos en los márgenes de la carretera, Instalar amortiguadores de impacto con capacidad de redireccionamiento, Mejorar el diseño geométrico de la vía para poder aumentar el ancho de berma a 0.60 m como mínimo según lo establece el Manual de Seguridad Vial – MTC; además si es que es posible cambiar el eje de la vía, entrar al talud del tramo requerido y así colocar las barreras de seguridad en los tramos en curva que lo requieren.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda a la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash y al Departamento de Tránsito PNP – Huaraz tener una data de accidentalidad actualizada de la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis y de las carreteras de la Región.

2. Se recomienda a la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones, Circulación Terrestre – Ancash implementar áreas especializadas en inspecciones de seguridad vial, lo cual implica que se debe contar con los recursos humanos, logística y tecnología adecuada para este fin.

3. Se recomienda al Ministerio de Transportes y Comunicaciones tener en cuenta las propuestas de mejoras de solución planteadas en la presente tesis, referente a la seguridad vial de la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz - Shilla - Túnel Punta Olímpica; y así puedan realizar los estudios respectivos que incluyan el análisis costo-beneficio, para encontrar la solución técnica más apropiada en beneficio de todos los usuarios de la vía.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Arroyo Mayorga, J. E., & Triviño, C. (2017). Auditoria de seguridad vial para el sistema de transporte masivo: tramo: calle 5 con cdra. 34 hasta la cdra. 15 con calle 9.

Austroads (2002). Road Safety Audit, second edition. Sydney. Australia

Cal,. M. R. S. R., & Cárdenas, G. J. (2007). Ingeniería de tránsito: Fundamentos y aplicaciones (p.510, 516). México: Alfaomega.

Chacón Gómez, M. A. y Sáenz Umaña, L. J. (2016). Importancia de la auditoria de seguridad vial (ASV) en las concesiones viales de Colombia (Tesis de Grado). Universidad Católica de Colombia. Facultad de Ingeniería. Programa Ingeniería Civil. Bogotá, Colombia.

CNSV. (2017). Creación del Consejo Nacional de Seguridad Vial. 2017, Noviembre, de Consejo Nacional de Seguridad Vial Sitio web: https://www.mtc.gob.pe/cnsv/nosotros.html

CONASET- Comisión Nacional de Seguridad de Tránsito (2003). Guía para realizar una Auditoría de Seguridad Vial. CONASET. Santiago, CHILE.

Dall'Orto, A., Zegarra, P. J., & Vásquez, B. E. (January 01, 1992). Ingeniería de tránsito.

Dextre, Q. J. C. (2001). Curso de ingeniería de tráfico: Seguridad vial, junio del 2001. S.l.: Colegio de Ingenieros del Perú.

Dextre, J. C. et al (2008). Vías Humanas. Fondo Editorial de la Pontificia Universidad Católica del Perú. Lima, PERÚ.

Duarte Arias, M. F., & Melo Herrera, Y. N. (2014). Estudio de accidentalidad en la vía que comunica el intercambiador el palenque con el café Madrid empleando la metodología de la auditoría de seguridad vial.

Garzón, M., Escobar, D., & Galindo, J. (2017). Auditorias de seguridad vial. Ejemplo de aplicación metodológica.

Huamanchao Paquiyauri, U. (2015). Implementación de políticas y técnicas innovadoras de seguridad vial mediante la aplicación de auditorías de seguridad vial en carreteras nacionales (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería.

Huang, C. M., Lunnen, J. C., Miranda, J. J., & Hyder, A. A. (2010). Traumatismos causados por el tránsito en países en desarrollo: agenda de investigación y de acción. Revista Peruana de Medicina Experimental y Salud Pública, 27(2).

Institute of Transportation Engineers (1999). Traffic Engineering Handbook. Fifth edition, James L. Pline Editor, Washington, D.C.

JOSÉ V. HEREDIA T. & ASOCIADOS C.A. - Oficina Técnica (s/a). Clasificación de las fallas de pavimentos flexibles y rígidos. Maracay - Aragua, VENEZUELA.

Mayoral Grajeda, E., Contreras Zazueta, a., Chavarria Vega, J., & Mendoza Díaz, a. (2001). Auditorias en Seguridad Carretera, Procedimientos y Prácticas. Publicación Técnica, (183).

Ministerio del interior-MININTER-Dirección de Gestión en Tecnología de la Información y Comunicaciones. (2015). Víctimas de accidentes de tránsito fatales, según departamento, 2011-2015. 2017, Noviembre, de INEI Sitio web: http://www.inei.gob.pe/estadisticas/indice-tematico/traffic-accidents/

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2013). Manual de Carreteras "Especificaciones Generales para Construcción EG-2013", Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2014). Manual de Carreteras "Diseño Geométrico DG-2014", Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2017). Manual de Seguridad Vial, Lima, Perú.

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Accidentes de tránsito 2005 - 2016. 2017, de Consejo Nacional de Seguridad Vial Sitio web: http://www.mtc.gob.pe/cnsv/estadistica.html

Ministerio de Transportes y Comunicaciones (2016). Manual de dispositivos de control de tránsito automotor en las calles y carreteras, Lima, Perú.

OMS - Organización Mundial de la Salud (2017). Lesiones causadas por el tránsito. Mayo, 2017, de OMS Sitio web: http://www.who.int/mediacentre/factsheets/fs358/es/

OMS - Organización Mundial de la Salud (2015). Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial. OMS. Ginebra, SUIZA.

ONU (2010). Informe Sobre la Ejecución del Proyecto "Mejora de la Seguridad Vial en el Mundo: Establecimiento de Objetivos Regionales y Nacionales para la Reducción de Víctimas por Accidentes de Tráfico". Nueva York.

PIARC (2007). Manual de inspecciones de Seguridad vial.

Quispe Poma, J. A. (2015). Auditoria de seguridad vial en la red vial departamental de la región Ayacucho (Tesis de Maestría). Universidad Nacional de Ingeniería.

Redelat, E. G. (January 01, 1964). Manual de ingeniería de tránsito.

Rodríguez, J. M., Híjar-Medina, M., & Villaveces-Izquierdo, A. (2014). Auditorías viales e intervenciones para prevenir atropellamientos, Cuernavaca, México, 2010. Facultad Nacional de Salud Pública, 32(3).

Salomon, J. A. (2010). Boletín de la Organización Mundial de la Salud. Boletín de la Organización Mundial de la Salud, 88, 879-879. Recuperado de http://cdrwww.who.int/bulletin/volumes/88/12/10-084301/es/

Torres Calderón, D. A., & Aranda Jiménez, F. N. (2015). Inspecciones de seguridad vial (Tesis de Grado). Pontificia Universidad Católica del Perú.

Torres Márquez, R. R. (2017). Análisis de la aplicación de una Auditoría de Seguridad Vial en carreteras concesionadas (Tesis de Maestría). Universidad de Piura.

ANEXOS

Anexo 01: Datos de los accidentes viales obtenidos por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash (DRTC).

Anexo 02: Datos de los accidentes viales obtenidos por el Departamento de Tránsito PNP - Huaraz.

Anexo 03: Datos de los accidentes viales obtenidos por el Puesto de Auxilio Rápido PNP - Shilla.

Anexo 04: Plano clave de la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica.

Anexo 05: Matriz de Consistencia.

Anexo 01: Datos de los accidentes viales obtenidos por la Dirección Regional de Transportes y Comunicaciones - Ancash (DRTC).

ACCIDENTES DE TRÁNSITO REGISTRADOS EN LA REGPOL ANCASH DURANTE LOS AÑOS 2011 HASTA EL AÑO 2017

AÑOS	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
ACCIDENTES DE TRÁNSITO FATALES	231	152	101	130	125	162	114
ACCIDENTES DE TRÁNSITO NO FATALES	1475	1884	1866	2337	1477	1372	2142

Fuente: UNIEST-REGPOL - ANCASH

Huaraz, 07 de Enero del 2018

V°B°

POLICIA NACIONAL DEL PERU
REGION POLICIAL ANCASH

CIP-240694
MARIO SANTOME RETES
COMANDANTE PNP
JEFE (E) COAR-REGPOL-A

EL INSTRUCTOR

POLICIA NACIONAL DEL PERU
COAR REGPOL - ANCASH

SOA. 31495882
RUSBEL C. GRAZA CABALLERO
S2. PNP.
ESTADISTICO - COAR

0000

Anexo 02: Datos de los accidentes viales obtenidos por el Departamento de Tránsito PNP - Huaraz.

ACCIDENTES DE TRÁNSITO CARRETERA RURAL CARHUAZ – CHACAS, TRAMO CARHUAZ – TÚNEL PUNTA OLIMPICA 2016 – 2017

FECHA Y HORA	CLASE DE ACCIDENTE	VEHÍCULO	LUGAR DEL ACCIDENTE	CONSECUENCIAS
28JUL16 14:00hrs	Accidente de Tránsito-despiste y volcadura.	M1- Automóvil paca de rodaje B3O-483	Carretera Carhuaz-Chacas Km. 43+500	Daños materiales, tres (03) fallecidos y tres (03) lesionados.
29MAY16 04:00hrs.	Accidente de Tránsito-despiste y volcadura.	Camioneta Rural placa de rodaje H10-734	Carretera Carhuaz-Chacas Km. 12, Av. Chacas Distr. Shilla.	Daños materiales y ocho (08) lesionados.
10JUL16 17:50hrs.	Accidente de Tránsito-despiste y volcadura.	Ómnibus de placa de rodaje A8P-954.	Carretera Carhuaz-Chacas Km. 19.	Daños materiales y cinco (05) lesionados.
28JUL17 14:00hrs.	Accidente de Tránsito-despiste y volcadura.	M1- Camioneta Rural de placa de rodaje B6O-483	Carretera Carhuaz-Chacas Km. 43+500	Daños materiales, tres (03) fallecidos y tres (03) lesionados.
22SET17 06:00hrs.	Accidente de Tránsito-despiste y volcadura.	M2-microbus de placa de rodaje B5B-291	Carretera Carhuaz-Chacas Km. 42+400 Mirador – Ulta – Chacas.	Daños materiales, diez (10) fallecidos y cuatro (04) lesionados.

Huaraz, 02 de Febrero del 2018

POLICIA NACIONAL DEL PERÚ - DEPARTAMENTO DE TRANSITO -

SA - 31495290
Yonny Rubén MAMANI PAYE
S1 PNP
PERITO EN INVESTIGACIÓN DE ACCIDENTES DE TRÁNSITO

Anexo 03: Datos de los accidentes viales obtenidos por el Puesto de Auxilio Rápido PNP - Shilla.

ACCIDENTES DE TRÁNSITO REGISTRADOS EN LA CARRETERA CARHUAZ – CHACAS (TRAMO SHILLA – TÚNEL PUNTA OLÍMPICA) JURISDICCIÓN POLICIAL DEL PAR PNP SHILLA CORRESPONDIENTES A LOS AÑOS 2014 AL 2017.

N°	FECHA Y HORA	CLASE DE ACCIDNETE	CLASE DE VEHICULO	LUGAR DEL ACCDENTE	CONSECUENCIAS
01	09MAY2014 / 20:00 Hrs.	Accidente de Tránsito Especial - Choque.	G7O-385.	Shilla – Carhuaz KM- 25+000	Daños Materiales.
02	24MAY2014 / 13:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura.	Camión	Shilla – Carhuaz KM- 13+200.	Daños Materiales.
03	11JUN2014 / 01:10 hrs.	Accidente de Tránsito - Despiste.	Camión. H1A-907	Shilla - Chacas KM-24+000	Daños Materiales
04	15JUN2014 / 19:40 hrs.	Accidente de Tránsito – Choque.	Volquete y CMTA Rural.	Shilla – Chacas KM-13+200	Daños Materiales
05	27SET2014 / 10:30 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste.	CMTA Pick Up.	Shilla – Chacas KM- 46+000.	Daños Materiales
06	05FEB2015 / 19:30 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste.	Automóvil	Shilla – Chacas KM- 48+900	Daños Materiales
07	11ABR2015 / 04:15 Hrs.	Accidente de Tránsito – Choque y Despiste.	CMTA Pick Up.	Shilla – Chacas KM- 30+000.	Daños Materiales
08	03JUN2015 / 03:40 Hrs.	Accidente de Tránsito – Choque Despiste y volcadura.	N3.	Shilla – Chacas KM- 20+500.	Dos (02) Lesionados.
09	05JUN2015 / 04:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Choque Despiste y Volcadura.	Bus y Camión	Shilla – Chacas KM- 31+000.	Dos (02) Lesionados.
10	07SET2017 / 06:50 Hrs.	Accidente de Tránsito - Choque	M1	Shilla – Chacas KM-13+200.	Daños Materiales
11	13SET2015 / 15:00 Hrs.	Accidente de Tránsito - Despiste Choque.	CMTA Rural.	Shilla – Chacas KM- 18+000	Daños Materiales.
12	13OCT2015 / 11:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste Choque	CMTA Pick Up.	Shilla – Chacas KM-11+000.	Daños Materiales.

13	03ENE2016 / 07:30 Hrs.	Accidente de Tránsito - Atropello	M1	Shilla – Chacas KM-10+000	Un (01) Lesionado.
14	09ENE2016 / 14:00 Hrs.	Accidente de Tránsito - Choque	M1 y N1	Shilla – Chacas KM-32+000	Daños Materiales.
15	16MAR2016 / 19:47 Hrs.	Accidente de Tránsito – Atropello.	Camión.	Shilla – Chacas KM-13+200	Un (01) Lesionado.
16	14ABR2016 / 18:30 Hrs.	Accidente de Tránsito - Despiste	Moto Lineal.	Shilla – Chacas KM- 07+560.	Un (01) Lesionado. Daños Materiales
17	09MAY2016 / 15:30 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura.	M1	Shilla – Chacas KM- 32+000.	Dos (02) Lesionados. Daños Materiales
18	28MAY2016 / 02:30 Hrs.	Accidente de Tránsito - Despiste	Automóvil	Shilla – Chacas km-16+800.	Dos (02) Lesionados.
19	02JUN2016 / 15:30 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura	CMTA Rural	Shilla – Chacas KM- 45+500.	Cuatro (04) Lesionados.
20	24JUN2016 / 09:30 Hrs.	Accidente de Tránsito - Despiste y Choque.	CMTA Pick Up.	Shilla – Chacas KM- 10+000	Daños Materiales.
21	27JUN2016 / 11:15 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste.	Automóvil	Shilla – Chacas KM- 47+000.	Un (01) Lesionado. Daños Materiales.
22	10JUL2016 / 17:50 Hrs.	Accidente de Tránsito - Despiste	Ómnibus	Shilla – Chacas KM- 19+000	Tres (03) Lesionados.
23	07DIC2016 / 05:30 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura con Subsecuente Muerte.	Minivan.	Shilla – Chacas KM- 37+000	Un (01) Fallecidos. Un (01) Lesionado.
24	30DIC2016 / 18:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Atropello.	Ómnibus M3	Shilla – Chacas KM- 08+500.	Un (01) Lesionado.
25	06ENE2017 / 06:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura con Subsecuente Muerte.	CMAT Rural.	Shilla – Chacas KM- 48+800	Ocho (08) Fallecidos.
26	14ABR2017 / 13:30 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura	M1 ALR-330	Shilla – Chacas KM- 32+000	Tres (03) Lesionados.
27	24ABR2017 / 17:30 Hrs	Accidente de Tránsito - Despiste.	AGH-454	Shilla – Chacas KM- 31+100.	Daños Materiales.

28	28JUL2017 / 14:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura.	M1	Shilla – Chacas KM- 43+500.	Tres (03) Fallecidos. Cuatro (04) Lesionados
29	22SET2017 / 04:00 Hrs.	Accidente de Tránsito – Despiste y Volcadura con Subsecuente Muerte.	M2	Shilla – Chacas KM- 42+400.	Diez (10) Fallecidos Cuatro (04) lesionados

Shilla, 06 de Febrero del 2018

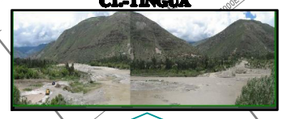
POLICIA NACIONAL DEL PERU
PUESTO DE AUXILIO RAPIDO PNP SHILLA

SA – 30180810.
José Felipe CORAL FIGUEROA
SS PNP
COMISARIO PUESTO DE AUXILIO
RAPIDO PNP SHILLA

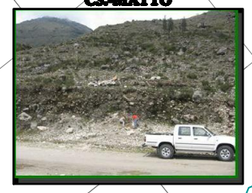
Anexo 04: Plano clave de la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica.

A CARAZ

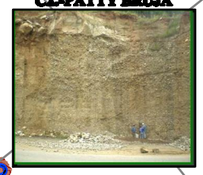
C1.-TINGUA



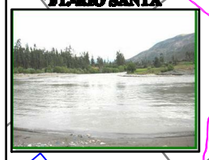
C3.-MATTO



C2.-PATTY BRUJA



F1.-RIO SANTA



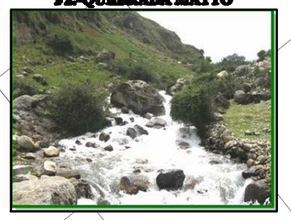
CARHUAZ

CARHUAZ
Km. 0+000

SHILLA
Km. 9+500

SHILLA

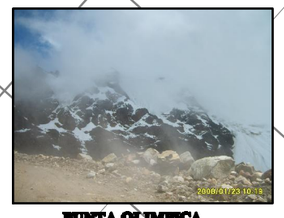
F2.-QUEBRADA MATTO



PARQUE NACIONAL DEL HUASCARAN

PARQUE NACIONAL
DEL HUASCARAN
Km. 24+300

PARQUE NACIONAL DEL HUASCARAN



PUNTA OLIMPICA

PUNTA OLIMPICA
Km. 49+430.34

CANTERAS

C1.-Tingua	A 11.35 Km. del Km. 0+000
C2.-Patty Bruja 1	A 1.20 km del km 0+000
C3.-Matto	Km.19+100

FUENTES DE AGUA

F1.-Rio Santa	A 2.10 Km. del Km. 0+000
F2.-Quebrada Matto	Km. 19+150

DEPOSITO DE MATERIAL EXCEDENTE

DME1.-	Km. 3+100 al Km. 3+140
DME2.-	Km. 5+590 al Km. 5+670
DME3.-	Km. 16+260 al Km. 16+400
DME4.-	Km. 17+040 al Km. 17+100
DME5.-	Km. 18+900 al Km. 19+220
DME6.-	Km. 19+800 al Km. 19+980
DME7.-	Km. 22+040 al Km. 22+200

CONVENCIONES

- Cauce de quebrada o río
- Eje Carretera
- Canteras del Proyecto
- Fuente de Agua del Proyecto
- Deposito de Material Excedente

N=Número de Cantera,Fuente de Agua y/o Deposito de Material Excedente.

GOBIERNO REGIONAL DE ANCASH
GERENCIA REGIONAL DE INFRAESTRUCTURA

ESTUDIO DEFINITIVO DEL PROYECTO "REHABILITACION Y MEJORAMIENTO DE LA CARRETERA CALLEJON DE HUAYLAS - CHACAS - SAN LUIS TRAMO : CARHUAZ - SHILLA - TUNEL "

CONSULTOR : CONSORCIO VIAL carhuaz

PLANO: CLAVE
Km. 0+000 - Km. 49+430.34

DISEÑO: ING. GERMAN YERMAYLAS	JEFE DE ESTUDIO: ING. HECTOR ROBLES	ESCALA: 1 : 30,000	PLANO: PC-01
PROCESO Y DIBUJO: ADH	APROBADO:	FECHA: NOVIEMBRE - 2008	

Anexo 05: Matriz de Consistencia.

MATRIZ DE CONSISTENCIA

VARIABLE 1: **Accidentes viales** (consecuencias)
VARIABLE 2: **Seguridad vial** (causas)

TITULO	PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	METODOLOGÍA
DETERMINACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA CARRETERA CARHUAZ-CHACAS-SAN LUIS, TRAMO CARHUAZ-SHILLA- TÚNEL PUNTA OLÍMPICA KM 0+000 AL KM 49+000, PARA REDUCIR LOS INDICES DE ACCIDENTES VIALES, EN LA REGIÓN ANCASH -2018	**GENERAL** ¿Cómo es la **seguridad vial** en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los indices de **accidentes viales**, en la Región Ancash -2018? **ESPECÍFICOS** 1.¿Cuáles son los tramos potencialmente peligrosos, a fin de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000? 2.¿Cómo son las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000? 3.¿Cómo son las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000? 4.¿Cómo son las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000?	**GENERAL** Determinar la **seguridad vial** en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz-Shilla- Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, para reducir los indices de **accidentes viales**, en la Región Ancash -2018. **ESPECÍFICOS** 1.Determinar los tramos potencialmente peligrosos, a fin de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. 2.Aplicar las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. 3.Realizar las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. 4.Proponer mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000.	**GENERAL** La **seguridad vial** en la carretera Carhuaz - Chacas - San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000, no es la adecuada, por lo cual se plantean mejoras de solución, para reducir los indices de **accidentes viales**, en la Región Ancash -2018. **ESPECÍFICOS** 1.Los tramos potencialmente peligrosos son desde el Km 32+000 al Km 49+000, en donde se deben de priorizar los trabajos correctivos en la seguridad vial, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. 2.Las listas de chequeo en los tramos potencialmente peligrosos, son efectivas, a fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo en la seguridad vial de la infraestructura ,para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. 3.Las inspecciones de seguridad vial en los tramos potencialmente peligrosos, son efectivas, a fin de identificar las carencias potenciales de la infraestructura vial, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000. 4.Las mejoras de solución en la seguridad vial de los tramos potencialmente peligrosos, son las adecuadas, a fin de proteger a los usuarios del sistema de tránsito, para reducir los indices de accidentes viales en la carretera Carhuaz-Chacas-San Luis, tramo Carhuaz-Shilla-Túnel Punta Olímpica Km 0+000 al Km 49+000.	**Tipo de investigación** **-Orientación:** Aplicada **-Enfoque:** Cuantitativo **-Tipo**: Descriptivo **Nivel de la investigación** -Descriptivo **Diseño de la investigación** -No Experimental -Transversal -Retroprospectivo