



# UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

---

“ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO CONFORMADO POR LA AV.  
ABANCAY, AV. DE LA RAZA, AV. HUMBERTO VIDAL UNDA Y AV. TOMASA TITO  
CONDE MAYTA USANDO EL MÉTODO DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL  
PERUANO MSV-2017”

---

Presentado por:

Huarhua Pumayalli, Erick Alex

Orcon Diaz, Escarlet Sholans

Para optar el Título Profesional de Ingeniero  
Civil

Asesor:

Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos

CUSCO – PERU

2020



## DEDICATORIA

La tesis se la dedico a mis a mis padres que siempre me dieron la fortaleza para poder cumplir mis metas.

A mis hermanos que siempre me dieron su confianza para poder lograr mis metas.

Erick Alex Huarhua Pumayalli



## DEDICATORIA

La presente tesis se lo dedico primordialmente a las personas más especiales que la vida me regalo, a mis padres, Cesar y Nelly. Les dedico todo el esfuerzo y dedicación que le puse a este trabajo de investigación, ellos me forjaron a lo largo de mi vida y siempre estuvieron apoyándome.

A mis hermanos. A Darcy y a Song Joo, quienes desde muy pequeños siempre han estado viéndome como un ejemplo, aun siendo los menores los dos me motivan siempre a sacar lo mejor de mí. Con esta tesis quiero retarlos y motivarlos a que superen mis logros y sea incluso mejores que yo, en lo profesional y primordialmente en lo personal.

A mis mejores amigos, que siempre me apoyaron en todos los momentos de mi vida. Tengo el agrado de conocer el significado de la verdadera amistad y de contar con personas muy especiales en mi vida.

A mis docentes, quienes siempre me brindaron un gran trato y cariño. Siempre influenciando en mi persona para poner el mejor esfuerzo. Docentes que no solo me impulsaron en lo profesional sino me motivaron en lo personal.

A mis compañeros y amigos que me apoyaron en la investigación y me regalaron distintos momentos de felicidad durante mi vida universitaria.

A todo aquel que en algún momento me brindo un apoyo a lo largo de esta investigación.

Para todas estas personas dedico mi tesis, pues les debo la confianza y el apoyo incondicional.

Escarlet Sholans Orccon Diaz



## AGRADECIMIENTOS

Agradecemos a Dios por regalarnos la vida y salud a lo largo de este tiempo. Y dejarnos poder llenar de orgullo y de felicidad a las personas que queremos.

A la Universidad Andina del Cusco, por darnos la oportunidad de estudiar y ser profesionales, brindándonos la mejor educación.

A nuestro asesor, el Mgt. Ing. Jean Fernando Pérez Montesinos, quien nos apoyó durante todo este proceso, quien nos regaló paciencia, dedicación y sus conocimientos para poder lograr que culminemos nuestros estudios con los mejores éxitos.

A todos nuestros docentes desde que iniciamos en esta carrera profesional, cada uno nos apoyó brindándonos conocimientos, en especial al Mgt. Ing. Miguel Alfredo Flores Dueñas quien nos motivó a iniciar este proyecto.

Y nuestro mejor agradecimiento hacia nuestras familias y seres queridos. Sin su amor, apoyo e inspiración no habría sido posible terminar este gran esfuerzo. A nuestros padres, quienes son el norte de nuestras vidas y a quienes se los debemos todo. Gracias por ser nuestros pilares, nos dieron el mejor ejemplo de lucha y de valores. A nuestros hermanos por sus palabras y por ser nuestra mejor motivación a seguir esforzándonos.

Agradecer a nuestros amigos por ayudarnos a realizar esta investigación.

Finalmente nos gustaría agradecer a todas las personas especiales que tenemos en nuestra vida, las cuales nos regalan tanta alegría y paz en el corazón.



## RESUMEN

La presente tesis tiene como objetivo analizar la seguridad vial de un tramo de vía urbana; el cual está conformado por una serie de avenidas e intersecciones. Así de esta manera se plantea medidas mitigadoras que mejoren la seguridad vial para todos los usuarios. En esta investigación se utilizó el MANUAL DE SEGURIDAD VIAL 2017, en el cual se establecen medidas que deben cumplir todas vías en fase de proyecto, ejecución y servicio.

La investigación está conformada por 5 capítulos más el glosario, conclusiones, recomendaciones, bibliografías y anexos.

En el primer capítulo se describe la situación actual de las avenidas: Abancay, De la Raza, Humberto Vidal Unda y Tomasa Tito Condemayta. También se detalla la situación actual de las dos intersecciones semaforizadas existente; “Arcopata” y “Tica Tica”. También se explican generalidades de la tesis y se establecen los problemas y objetivos.

En el segundo capítulo se realiza la investigación teórica, donde recolectamos textos, conceptos o descripciones de diferentes autores.

En el tercer capítulo se explica la metodología que usamos, se definen las herramientas y los procedimientos que realizamos para nuestra recolección de datos.

En el cuarto capítulo procesamos la información que obtuvimos en el tercer capítulo y realizamos la parte más importante que viene a ser la inspección de nuestra vía urbana e intersecciones semaforizadas usando las fichas de chequeo del Manual de Seguridad Vial 2017.

En el quinto capítulo se establecen medidas mitigadoras que ayuden a mejorar la seguridad vial. Se le da soluciones a cada deficiencia, en este capítulo se realiza la propuesta detallada que incluye de manera relevante a la recategorización y señalización de la vía urbana.

Al finalizar la investigación se llegó a la conclusión que todas las medidas planteadas mitigan los problemas existentes de la vía urbana estudiada de la manera más coherente y efectiva.

**Palabras Clave:** Inspección, Medidas mitigadoras, Manual de seguridad Vial.



## ABSTRACT

The present thesis objective is to analyze the road safety of a section of urban road; which is made up of a series of avenues and intersections. In this way, mitigating measures are proposed to improve road safety for all users. In this research, the ROAD SAFETY MANUAL 2017 was used, which establishes the measures that all roads must comply with in the project, execution and service phases.

The research is made up of 5 chapters plus the glossary, conclusions, recommendations, bibliographies and annexes.

The first chapter describes the current situation of the avenues: Abancay, De la Raza, Humberto Vidal Unda and Tomasa Tito Condemayta. Also describes the current situation of the two existing signalized intersections; "Arcopata" and "Tica Tica". Generalities of the thesis are also explained and the problems and objectives are established.

In the second chapter, the theoretical research is realized, where we collect texts, concepts or descriptions from different authors.

The third chapter explains the methodology we used; the tools and procedures that we realize for our data collection are defined.

In the fourth chapter, we process the information we obtained in the third chapter and we realized the most important part, which is the inspection of our urban road and traffic light intersections using the check sheets of the 2017 Road Safety Manual.

In the fifth chapter, mitigating measures are established to help improve road safety. Solutions are given to each deficiency, in this chapter the detailed proposal is made that includes in a relevant way the recategorization and signaling of the urban road.

At the end of the investigation, it was concluded that all the proposed measures mitigate the existing problems of the urban road studied in the most coherent and effective way.

**Keywords:** Inspection, Mitigating Measures, Road Safety Manual.



## INTRODUCCIÓN

El presente trabajo de investigación tiene por objetivo analizar la seguridad vial de una vía urbana arterial.

A lo largo de los años el crecimiento económico y poblacional ha influido en el crecimiento del parque automotor aceleradamente, tanto así que algunas carreteras han tenido que adaptarse a una nueva realidad, como es en el tramo de estudio que actualmente cumple la función de una vía urbana arterial.

Este tramo de estudio se ve afectado por las características geométricas actuales, insuficientes dispositivos de control, tránsito vehicular y peatonal. Además de la deficiente conducta de algunos usuarios de la vía (conductor y peatón).

Nuestro tramo de estudio es un principal acceso Noroccidental a la ciudad del Cusco, es por ello que atrae una cierta cantidad de autos dirigidos al servicio turístico y que en horarios punta se presentan en una cantidad alta. También a lo largo del tramo encontramos puntos de atracción conflictivos como el Hotel Hilton, Iglesia de Santa Ana, Mercadillo de Tica Tica y algunos colegios que generan la necesidad de circulación por esta vía y la debida implementación de señalización.

En este trabajo de investigación analizaremos todos los aspectos relacionados a la seguridad vial usando el Manual de Seguridad Vial Peruano (MSV-2017), a través de las fichas de inspección de seguridad vial, donde analizaremos la vía en sus condiciones actuales para así determinar las deficiencias e implementar soluciones para mejorar la seguridad vial en el entorno urbano.



## Índice General

DEDICATORIA.....	i
DEDICATORIA.....	ii
AGRADECIMIENTOS.....	iii
RESUMEN .....	iv
ABSTRACT.....	v
INTRODUCCIÓN.....	vi
Índice de Tablas .....	xi
Índice de Figuras .....	xvi
1. Capítulo I: Planteamiento del Problema .....	1
1.1. Identificación del Problema .....	1
1.1.1. Descripción del Problema.....	1
1.1.2. Formulación del Problema.....	23
1.2. Justificación de la Investigación .....	24
1.2.1. Justificación Técnica .....	24
1.2.2. Justificación Social.....	24
1.2.3. Justificación por Viabilidad .....	24
1.2.4. Justificación por Relevancia .....	25
1.3. Limitaciones de la Investigación.....	25
1.3.1. Limitaciones geográficas:.....	25
1.3.2. Limitaciones por Tiempo.....	26
1.3.3. Limitaciones de información .....	26
1.4. Objetivos.....	26
1.4.1. Objetivos Generales .....	26
1.4.2. Objetivos Específicos .....	27
2. Capítulo II: Marco Teórico de la Tesis .....	27





2.1.	Antecedentes de la Tesis.....	27
2.1.1.	Antecedentes a Nivel Nacional.....	27
2.1.2.	Antecedentes a Nivel Internacional.....	30
2.2.	Bases Teórico-Científicas.....	32
2.2.1.	Accidentes de Transito.....	32
2.2.2.	Seguridad Vial.....	41
2.2.3.	Usuario o factor humano.....	48
2.2.4.	Factor vehículo.....	50
2.2.5.	Factor vía.....	51
2.2.6.	Manual de seguridad vial.....	56
2.2.7.	Listas de chequeo.....	60
2.2.8.	Consideraciones generales de seguridad vial.....	60
2.3.	Hipótesis.....	81
2.3.1.	Hipótesis General.....	81
2.3.2.	Sub Hipótesis.....	81
2.4.	Definición de Variables.....	81
2.4.1.	Variables Intervinientes.....	81
2.4.2.	Cuadro de operacionalización variables.....	82
3.	Capítulo III. Metodología.....	85
3.1.	Metodología de la Investigación.....	85
3.1.1.	Enfoque de investigación.....	85
3.1.2.	Nivel de Investigación.....	85
3.1.3.	Método de Investigación.....	86
3.2.	Diseño de la Investigación.....	86
3.2.1.	Diseño de Ingeniería.....	87
3.3.	Población y Muestra.....	88
3.3.1.	Población.....	88



3.3.2.	Muestra .....	88
3.3.3.	Criterios de inclusión.....	89
3.4.	Instrumentos.....	89
3.4.1.	Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Data.....	89
3.4.2.	Instrumentos de Ingeniería .....	95
3.5.	Procedimientos de Recolección de Datos.....	97
3.5.1.	Accidentes de Tránsito .....	97
3.5.1.	Levantamiento topográfico .....	107
3.5.2.	Aforo Vehicular .....	110
3.5.3.	Aforo de Velocidad en campo .....	113
3.5.4.	Ciclo semafórico .....	118
3.5.5.	Inventario de las intersecciones .....	121
3.5.1.	Inventario de señales .....	132
4.	Capítulo VI: Resultados.....	154
4.1.	IMDA.....	154
4.2.	Flujogramas.....	160
4.3.	Peralte.....	163
4.4.	Radios .....	164
4.5.	Velocidad de Campo .....	165
4.6.	Distancia de visibilidad .....	176
4.6.1.	Velocidad de 60 Km/hr .....	176
4.7.	Ciclo semafórico con Synchro .....	182
4.7.1.	Semáforo Arcopata.....	182
4.7.2.	Semáforo Tica Tica .....	183
4.8.	Fichas de inspección.....	186
5.	Discusión.....	297
5.1.	Ficha Técnica Policial .....	297



5.2.	Tipo de Vía Urbana .....	300
5.3.	Velocidad Establecida .....	302
5.4.	Radios con la nueva recategorización de la vía .....	302
5.5.	Distancia de visibilidad .....	304
5.5.1.	Velocidad de 30 Km/hr .....	304
5.6.	Ciclo semaforizado optimizado con Synchro .....	311
5.6.1.	Semáforo Arcopata.....	311
5.6.2.	Semáforo Tica Tica .....	312
5.7.	Mitigaciones.....	315
5.7.1.	Soluciones relacionadas a la lista de inspección.....	315
5.7.2.	Con respecto a la intersección a nivel con la línea férrea.....	341
6.	Glosario.....	343
7.	Conclusiones .....	344
8.	Recomendaciones .....	347
9.	Referencias .....	349
10.	Anexos.....	354
10.1.	Anexo 1: Acrónimos .....	354
10.2.	Anexo 2: Fichas utilizadas de los equipos de topografía .....	354
10.3.	Anexo 3: Solicitud de proporción los datos estadísticos de los accidentes de tránsito 362	
10.4.	Anexo 4: Respuesta en donde nos emiten la base de datos.....	363
10.5.	Anexo 5: Aforos vehiculares .....	364
10.6.	Aforos Peatonales .....	390
10.7.	Anexo 6: Panel Fotográfico.....	391
10.8.	Anexo 7: Planos.....	396



## Índice de Tablas

Tabla 1	Coordenadas de las intersecciones de inicio y fin del tramo de estudio .....	23
Tabla 2	Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú, 2018 .....	49
Tabla 3	Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú, 2018 .....	50
Tabla 4	Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú, 2018 .....	51
Tabla 5	Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú 2018 .....	56
Tabla 6	Pendientes máximas de rampas .....	68
Tabla 7	Formato de conteo vehicular para intersección “Arcopata” .....	90
Tabla 8	Formato de conteo vehicular en la intersección “Tica Tica” .....	91
Tabla 9	Formato de inventario de Señales Reglamentarias .....	92
Tabla 10	Formato de inventario de Señales Preventivas .....	93
Tabla 11	Formato de inventario de Señales Informativas .....	94
Tabla 12	Accidentes de tránsito en la jurisdicción de la comisaria Pnp Sipaspucyo durante el año 2017.....	98
Tabla 13	Accidentes de tránsito en la jurisdicción de la comisaria Pnp Sipaspucyo durante el año 2018.....	101
Tabla 14	Accidentes de tránsito en la jurisdicción de la comisaria Pnp Sipaspucyo durante el año 2019.....	104
Tabla 15	Resumen de aforo vehicular en un punto medio de la vía estudiada .....	110
Tabla 16	Resumen de aforo vehicular en la intersección “Arcopata” .....	112
Tabla 17	Resumen de aforo vehicular en la intersección “Tica Tica” .....	113
Tabla 18	Relación de velocidades en campo .....	114
Tabla 19	Relación de velocidades en campo .....	115



Tabla 20 Relación de velocidades en campo .....	116
Tabla 21 Relación de velocidades en campo .....	117
Tabla 22 Relación de velocidades en campo .....	118
Tabla 23 Relación de intersecciones .....	122
Tabla 24 Relación de intersecciones .....	123
Tabla 25 Relación de intersecciones .....	124
Tabla 26 Relación de intersecciones .....	125
Tabla 27 Relación de intersecciones .....	126
Tabla 28 Relación de intersecciones .....	127
Tabla 29 Relación de intersecciones .....	128
Tabla 30 Relación de intersecciones .....	129
Tabla 31 Relación de intersecciones .....	130
Tabla 32 Relación de intersecciones .....	131
Tabla 33 Inventario de Señales Reglamentarias .....	133
Tabla 34 Inventario de Señales Reglamentarias .....	134
Tabla 35 Inventario de Señales Reglamentarias .....	135
Tabla 36 Inventario de Señales Reglamentarias .....	136
Tabla 37 Inventario de Señales Reglamentarias .....	137
Tabla 38 Inventario de Señales Reglamentarias .....	138
Tabla 39 Inventario de Señales Reglamentarias .....	139
Tabla 40 Inventario de señales preventivas .....	140
Tabla 41 Inventario de señales preventivas .....	141



Tabla 42 Inventario de señales preventivas .....	142
Tabla 43 Inventario de señales preventivas .....	143
Tabla 44 Inventario de señales preventivas .....	144
Tabla 45 Inventario de señales preventivas .....	145
Tabla 46 Inventario de señales informativas .....	146
Tabla 47 Inventario de señales informativas .....	147
Tabla 48 Inventario de señales informativas .....	148
Tabla 49 Inventario de señales informativas .....	149
Tabla 50 Inventario de señales informativas .....	150
Tabla 51 Inventario de señales informativas .....	151
Tabla 52 Inventario de señales informativas .....	152
Tabla 53 Inventario de señales informativas .....	153
Tabla 54 Aforo vehicular en el horario máximo del tramo estudiado.....	155
Tabla 55 Aforo vehicular en el horario máximo del tramo estudiado.....	156
Tabla 56 Aforo vehicular en el horario máximo del tramo estudiado.....	157
Tabla 57 Resumen del aforo vehicular en el horario máximo .....	158
Tabla 58 Clasificación del tipo de vía urbana según la DG-2018.....	159
Tabla 59 Clasificación del tipo de terreno según la DG-2018.....	160
Tabla 60 Radios mínimos y máximos .....	163
Tabla 61 Comparación de peraltes reales con peraltes teóricos.....	164
Tabla 62 Comparación de peraltes reales con peraltes teóricos.....	165
Tabla 63 Resumen de velocidades en campo.....	166



Tabla 64 Intervalos según la muestra de vehículos .....	166
Tabla 65 Resumen de datos obtenidos .....	168
Tabla 66 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad .....	172
Tabla 67 Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0% .....	176
Tabla 68 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr .....	176
Tabla 69 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr .....	177
Tabla 70 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr .....	178
Tabla 71 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr .....	179
Tabla 72 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr .....	180
Tabla 73 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr .....	181
Tabla 74 Comparación de las condiciones actuales de la vía urbana y de las condiciones teóricas .....	301
Tabla 75 Reclasificación de la vía urbana según sus condiciones .....	302
Tabla 76 Radios mínimos y máximos .....	303
Tabla 77 Comparación de radios reales y radios mininos según la nueva velocidad establecida .....	304
Tabla 78 Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0% .....	305
Tabla 79 Relacion de distancia de visibilidad de todas las intersecciones a una v= 30km/hr	305
Tabla 80 Relacion de distancia de visibilidad de todas las intersecciones a una v= 30km/hr	306
Tabla 81 Relacion de distancia de visibilidad de todas las intersecciones a una v= 30km/hr	307
Tabla 82 Relacion de distancia de visibilidad de todas las intersecciones a una v= 30km/hr	308
Tabla 83 Relacion de distancia de visibilidad de todas las intersecciones a una v= 30km/hr	309
Tabla 84 Relacion de distancia de visibilidad de todas las intersecciones a una v= 30km/hr	310



Tabla 85 Aforo peatonal intersección semaforizada Arcopata .....	390
Tabla 86 Aforo peatonal intersección semaforizada Tica Tica.....	390
Tabla 87 Relación de planos .....	396





## Índice de Figuras

Figura N° 1. Intersección “Arcopata” Km 00+000 .....	1
Figura N° 2. Paradero informal de bajada antes del ovalo Km 00+000 (Av. Abancay) .....	2
Figura N° 3 Paradero de bajada después del ovalo Km 00+000 (Av. Arcopata) .....	2
Figura N° 4 Atascamiento entre los vehículos Km 00+000 (Intersección Arcopata) .....	3
Figura N° 5. Estacionamiento en la intersección Arcopata Km 00+000 (Intersección Arcopata) .....	4
Figura N° 6 Señal reglamentaria N° 4 deteriorada Km 00+000 (Av. Arcopata) .....	5
Figura N° 7. Trayectoria del tramo estudiado .....	6
Figura N° 8. Hotel Hilton Garden Inn Cusco Km 00+420 .....	7
Figura N° 9. Estacionamientos imprudentes cerca al Hotel Hilton Garden Inn Cusco Km 00+420 .....	7
Figura N° 10. Estacionamientos imprudentes cerca de la parroquia de Santa Ana Km 00+5508	
Figura N° 11. Intersección en conflicto Km 00+930 .....	9
Figura N° 12. Intersección en San Benito Km 01+660 .....	9
Figura N° 13. Variación de anchos de la calzada en 00+620 y 00+570 Km respectivamente. 10	
Figura N° 14. Paraderos paralelos en el tramo de estudio, las progresivas respectivas son: 00+820 y 01+600 Km.....	10
Figura N° 15 Ausencia de cruceros peatonales, rampas y señales verticales en la intersección N° 19 Km 03+170 (Lado izquierdo) .....	11
Figura N° 16 Ausencia de rampas en la intersección N° 13 Km 01+660 .....	11
Figura N° 17 Poca visión en las noches de la señalización (Señal Preventiva N°10 y Señal informativa N° 20).....	12
Figura N° 18 Demarcaciones ausente y pavimento en mal estado km 01+560.....	12



Figura N° 19 Disipador de velocidad en mal estado 01+700 Km.....	13
Figura N° 20 Veredas deterioradas que no cumplen con las condiciones necesarias 03+380 Km Lado izquierdo .....	13
Figura N° 21 Discontinuidad de veredas y deslizamiento de talud.....	14
Figura N° 22 Taludes que impiden la correcta visibilidad 00+930 Km.....	14
Figura N° 23. Paso a nivel con la línea férrea en Av. Humberto Vidal Unda Km 03+040.....	15
Figura N° 24. Intersección Tica Tica Km 03+397 .....	15
Figura N° 25 Rampa ubicada por encima del nivel Km 03+397 .....	16
Figura N° 26 Ausencia de semáforos peatonales y cruceros en la intersección de “Tica Tica” Km 03+397 .....	16
Figura N° 27. Paraderos Informales antes de la intersección km 03+375.....	17
Figura N° 28. Paraderos informales ubicados después de la intersección km 03+380 .....	18
Figura N° 29. Colas causas por los paraderos informales km 03+397.....	18
Figura N° 30 Colas vehiculares en la intersección “Tica Tica” Km 03+397 .....	19
Figura N° 31 Paradero de taxis informales km 03+370 .....	19
Figura N° 32. Paraderos Informales de taxis colectivos Km 03+370 .....	20
Figura N° 33. Estacionamiento de vehículos en la intersección, progresiva.03+397 .....	20
Figura N° 34. Ubicación regional de la zona de estudio .....	21
Figura N° 35. Ubicación de la Zona de Estudio.....	22
Figura N° 36 Detalle del tramo vial y las dos intersecciones semaforizadas .....	25
Figura N° 37. Población, muertes por accidentes de tránsito y vehículos motorizados registrados, en función de los ingresos de los países.....	33
Figura N° 38. Muertes por accidentes de tránsito por 100 000 habitantes, por región de la OMS .....	34



Figura N° 39. Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario de la vía pública, por región de la OMS .....	34
Figura N° 40. Número de accidentes de tránsito 2009 al 2018 Policía Nacional del Perú .....	35
Figura N° 41. Número de muertos y heridos por accidentes de tránsito- Policía Nacional del Perú.....	36
Figura N° 42. Cantidad de lesionados por accidentes de tránsito en el Perú 2007-2019.....	36
Figura N° 43. Lesionados en Accidentes de Tránsito, por grupo de edad y sexo. Perú, 2019 .	37
<i>Figura N° 44. Accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes, 2009 .....</i>	<i>38</i>
Figura N° 45. Muertes en accidentes de tránsito por departamento, 2011 .....	39
<i>Figura N° 46. Departamentos según tasa de fallecidos en accidentes de tránsito 2011-2016 .</i>	<i>40</i>
Figura N° 47. Las dos dimensiones del concepto de seguridad .....	42
Figura N° 48. Conjunto de actores, mecanismos y acciones de SV incluyendo al peatón, pasajero y las leyes. ....	43
Figura N° 49. Pilares del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 .....	46
Figura N° 50. Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente.....	47
Figura N° 51. Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente.....	47
Figura N° 52. Elementos de una vía .....	51
Figura N° 53. Clasificación general de suelos .....	52
Figura N° 54. Jerarquización vial y nodos de articulación .....	53
Figura N° 55. Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial .....	59
<i>Figura N° 56 Vía colectora con dos carriles en un sentido para habilitaciones urbanas de uso de vivienda .....</i>	<i>62</i>
Figura N° 57 Dimensiones Básicas para Peatones .....	63



Figura N° 58 Vereda y sardinel.....	63
Figura N° 59 Sección transversal de una vía .....	64
Figura N° 60 Forma básica de encuentro de 3 ramas con volteos de poca magnitud .....	64
Figura N° 61 Variedad de tipos de intersección a nivel .....	65
Figura N° 62 Triángulos de visibilidad .....	66
Figura N° 63 Señales de prioridad .....	66
Figura N° 64 Isla elevada con sardinel.....	67
Figura N° 65 Longitudes mínimas de una rampa.....	67
Figura N° 66. Señal en Zona Urbana.....	70
Figura N° 67 Ejemplo de demarcaciones de continuidad de carriles en intersecciones .....	72
Figura N° 68 Ejemplo de líneas combinadas o mixtas.....	73
Figura N° 69 Crucero peatonal .....	73
Figura N° 70 Ejemplos de demarcación de línea de pare con dimensiones .....	74
Figura N° 71 Ejemplo de Tacha retrorreflectiva u “ojo de gato” .....	75
Figura N° 72. Cara de semáforo.....	76
Figura N° 73 Simulación de tráfico en la intersección “Arcopata” .....	76
Figura N° 74 Simulación de tráfico en la intersección “Arcopata” .....	77
Figura N° 75. Colectivo de usuarios vulnerables.....	79
Figura N° 76 Diseño de paraderos .....	80
Figura N° 77. Proceso cuantitativo.....	85
Figura N° 78 Estacionados en la intersección Arcopata Km 00+000 .....	95
Figura N° 79 Prismeando en la intersección a nivel con la línea férrea Km 03+040 .....	95



Figura N° 80 Midiendo la distancia que hay entre el reductor de velocidad y la señalización correspondiente .....	96
Figura N° 81 Utilización de GPS para el levantamiento .....	96
Figura N° 82 Cámara fotográfica para mostrar las evidencias .....	97
Figura N° 83 Resultados de los accidentes transcurridos en el 2017 .....	99
Figura N° 84 Zonas con mayor incidencia de los accidentes transcurridos en el 2017 .....	100
Figura N° 85 Resultados de los accidentes transcurridos en el 2018 .....	102
Figura N° 86 Zonas con mayor incidencia de los accidentes transcurridos en el 2018 .....	103
Figura N° 87 Resultados de los accidentes transcurridos en el 2019 .....	105
Figura N° 88 Zonas con mayor incidencia de los accidentes transcurridos en el 2019 .....	106
Figura N° 89 Puntos de cambio Progresiva: correspondientemente.02+210 y 03+390 Km ..	107
Figura N° 90 Prismeando el tramo de estudio Km 02+270 .....	108
Figura N° 91 Estacionado en la intersección Tica Tica km 03+397 .....	108
Figura N° 92 Prismeando Km 03+030 .....	109
Figura N° 93 Diagrama de volúmenes de vehículos en los horarios aforados .....	111
Figura N° 94 Diagrama de volúmenes de vehículos en el horario aforado .....	112
Figura N° 95 Diagrama de volúmenes de vehículos en el horario aforado .....	113
Figura N° 96 Semáforo “Arcopata” .....	119
Figura N° 97 Semáforo “Tica Tica” .....	120
Figura N° 98 Semáforo “Tica Tica” .....	121
Figura N° 99 Tesistas realizando el inventario de señales en la intersección “Arcopata” Km 00+000 .....	132
Figura N° 100 Flujograma de la intersección “Arcopata” .....	161



Figura N° 101 Flujograma de la intersección “Tica Tica” .....	162
Figura N° 102 Polígono de frecuencia .....	169
Figura N° 103 Distribución normal-niveles de confiabilidad.....	170
Figura N° 104 Relación de velocidad y sus frecuencias .....	171
Figura N° 105 Ojiba Porcentual para los datos de velocidad .....	175
Figura N° 106 Análisis del semáforo de Arcopata.....	182
Figura N° 107 Análisis del semáforo de Arcopata.....	183
Figura N° 108 Análisis del semáforo de Tica Tica .....	184
Figura N° 109 Análisis del semáforo de Tica Tica .....	185
Figura N° 110 Ficha técnica policial .....	298
Figura N° 111 Ficha técnica policial .....	299
Figura N° 112 Optimización del semáforo Arcopata.....	311
Figura N° 113 Optimización del semáforo Arcopata.....	312
Figura N° 114 Modificación de fases en semáforo Tica Tica .....	313
Figura N° 115 Optimización del semáforo Tica Tica .....	314
Figura N° 116 Optimización del semáforo Tica Tica .....	315
Figura N° 117 Paso a nivel con la línea férrea en Av. Humberto Vidal Unda Km 03+040...342	
Figura N° 118 Ejemplo de un sistema de control de barreras automática y provistas de semaforización y sensores .....	342
Figura N° 119 Accidente de tránsito Km 00+930.....	391
Figura N° 120 Tesista Escarlet Sholans Orcon Diaz aforando vehiculos.....	391
Figura N° 121 Aforador de vehículos Fredy Huaracha Halanocca.....	392
Figura N° 122 Aforador de vehículos Roy Condori Huallpayunca .....	392



Figura N° 123 Aforador de vehículos Joao Santoyo Chacon .....	393
Figura N° 124 Tesista Erick Alex Huarhua Pumayalli aforando vehículos .....	393
Figura N° 125 Aforador de vehículos Alexander Quillahuaman Callañaupa.....	394
Figura N° 126 Aforadora Ljubica Huarhua Pumayalli.....	394
-Figura N° 127 Aforador Jhonatan Huarhua Pumayalli .....	395

## 1. Capítulo I: Planteamiento del Problema

### 1.1. Identificación del Problema

#### 1.1.1. Descripción del Problema

##### 1.1.1.1. Descripción de la problemática

Actualmente nuestro tramo de estudio comienza en la intersección semaforizada “Arcopata” (interceptan las Avenidas: Arcopata, Abancay, Picchu y Apurímac) siguiendo desde ahí con Av. Abancay, Av. de la raza, Av. Humberto Vidal Unda, Av. Tomasa Tito Condemayta y terminando en la intersección semaforizada “Tica Tica” (intersección entre la carretera Cusco-Abancay y Av. Tomasa Tito Condemayta). Este tramo es una vía urbana, pero su propósito inicial fue para un diseño de carretera. Es por ello que tiene muchas deficiencias a lo largo del tramo estudiado. Pasando los años este tramo no ha recibido los cambios necesarios que se adecuen a su uso actual para que la vía pueda ser más segura para los usuarios y de esta manera brindar una mejor seguridad.

#### Intersección semaforizada “Arcopata” (Km 00+000)



Figura N° 1. Intersección “Arcopata” Km 00+000

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

La intersección semaforizada “Arcopata” presenta déficit en su funcionamiento debido a:

- Paraderos informales



Existen dos paraderos que no es tan permitidos, pero aun así los conductores del transporte público hacen caso omiso. El primero está en la Av. Abancay tiene un déficit (ver Fig.2), como está ubicado antes del semáforo, los buses de transporte urbano recogen y dejan pasajeros sin importar que el semáforo este en verde, generando pérdidas de tiempo.

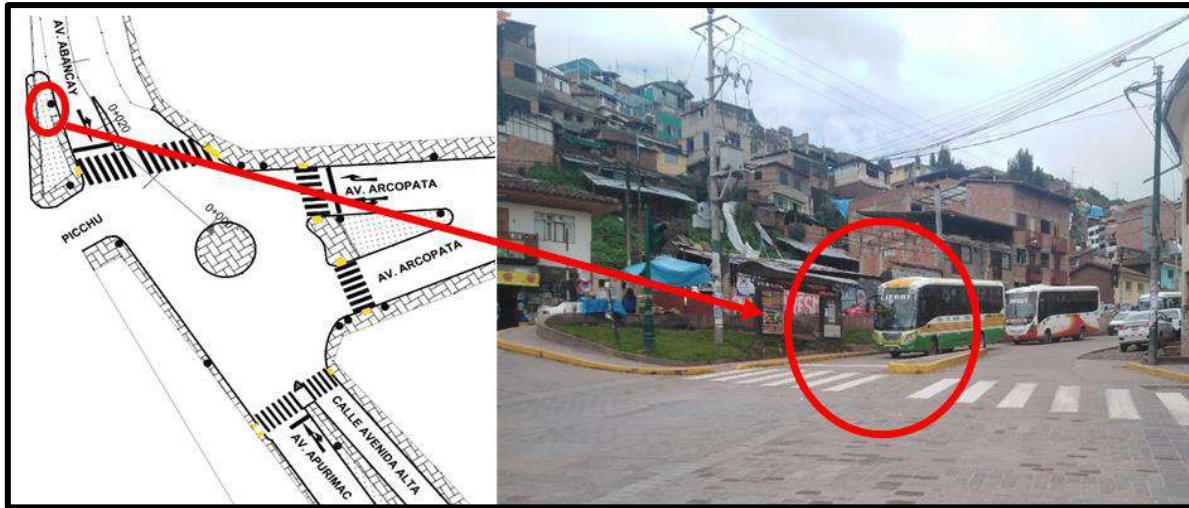


Figura N° 2. Paradero informal de bajada antes del ovalo Km 00+000 (Av. Abancay)

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

El siguiente paradero informal que está ubicado en la Av. Arcopata es ineficiente, al recoger y dejar pasajeros ocasiona colas de vehículos que en horas punta son de gran magnitud, consecuentemente a ello generan un atascamiento entre los vehículos que circulan por esta intersección provocando una fluidez vehicular baja e ineficiente (ver Fig. 3 y 4).

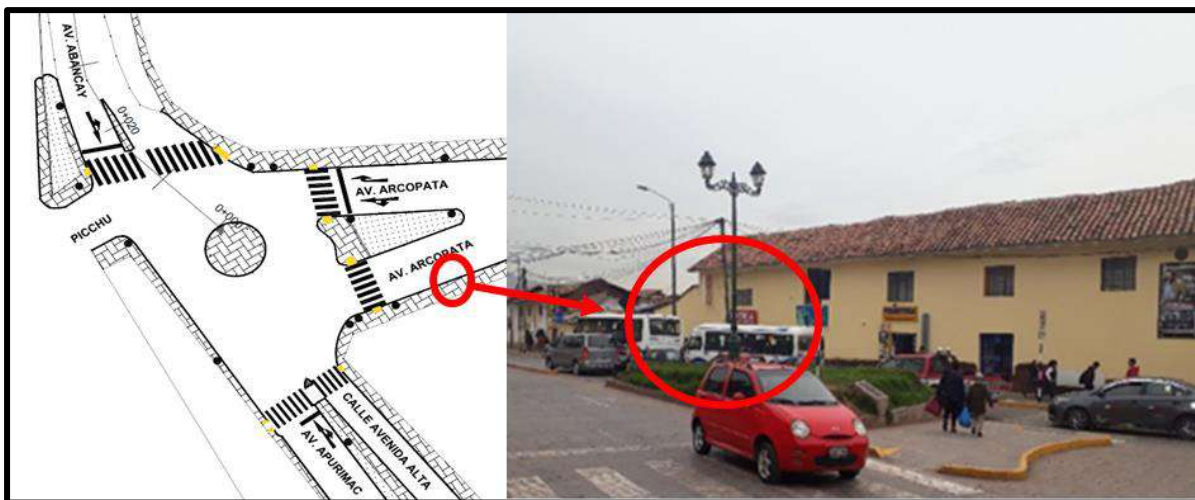


Figura N° 3 Paradero de bajada después del ovalo Km 00+000 (Av. Arcopata)

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]



*Figura N° 4* Atascamiento entre los vehículos Km 00+000 (Intersección Arcopata)

Fuente: Elaboración Propia



- Estacionamientos imprudentes

La imprudencia de los conductores al estacionarse en las vías de la intersección, provocan pérdidas de ancho de calzada y quitan el espacio para una buena maniobrabilidad de los usuarios de esta intersección (ver Fig. 5).



*Figura N° 5. Estacionamiento en la intersección Arcopata Km 00+000 (Intersección Arcopata)*

Fuente: Elaboración Propia

- Señalización en mal estado.

Existen diferentes tipos de señales que no cumplen con las características necesarias, ya sea en la ubicación o en el mantenimiento.



*Figura N° 6 Señal reglamentaria N° 4 deteriorada Km 00+000 (Av. Arcopata)*

Fuente Elaboración Propia

**Tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta (Km 00+000 a 03+397)**

Nuestro tramo de estudio es de 03+397 Km y tiene distintos problemas que mostraremos a continuación:

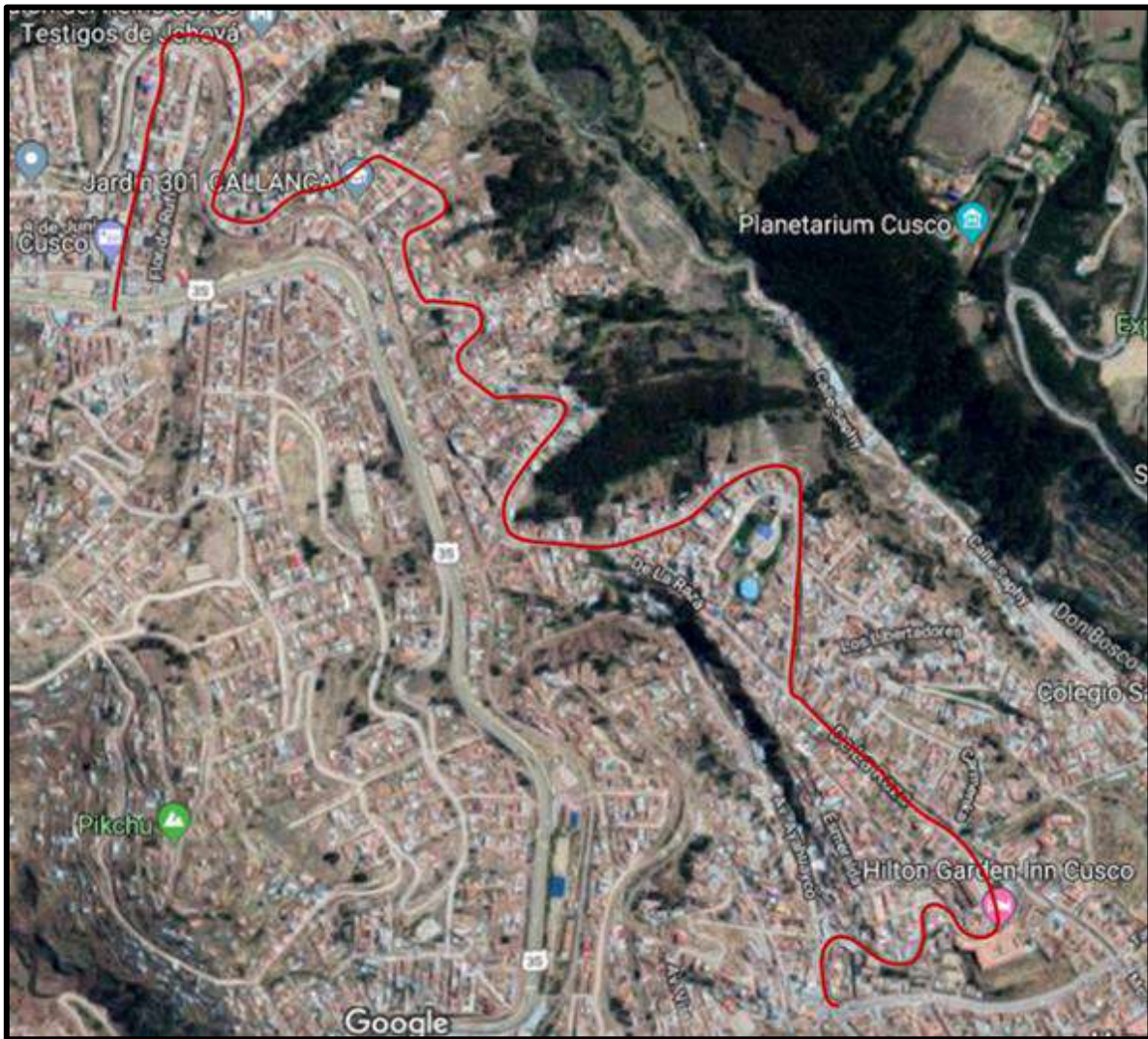


Figura N° 7. Trayectoria del tramo estudiado

Fuente: Google Maps

- Puntos de la zona conflictivos
- ⇒ Hotel Hilton Garden Inn Cusco

Este hotel cuenta con su estacionamiento de poca capacidad, ya que al momento de ingresar más de un bus dicho estacionamiento no cubre. Es así que se ven obligados a recoger sus pasajeros en la vía urbana.



*Figura N° 8.* Hotel Hilton Garden Inn Cusco Km 00+420

Fuente: Elaboración Propia

Otro problema que se presenta es el estacionamiento imprudente de taxis privados que quitan espacio a la calzada provocando maniobras bruscas por los conductores de los vehículos, este tramo de vía es más estrecho y tiene próximas dos curvas.



*Figura N° 9.* Estacionamientos imprudentes cerca al Hotel Hilton Garden Inn Cusco Km 00+420

Fuente: Elaboración Propia



⇒ Iglesia de Santa Ana

A lo largo de la vía se encuentra el mismo problema pues hay muchos vehículos particulares y turísticos estacionados informalmente esperando pasajeros, consecuentemente provocando que otros conductores no puedan maniobrar libremente. Además, se observa que la vía es estrecha tanto así que solo permite el paso de un bus por cada carril. Cuando los vehículos se estacionan perjudican la libre circulación de los peatones y conductores.



*Figura N° 10.* Estacionamientos imprudentes cerca de la parroquia de Santa Ana Km 00+550

Fuente: Elaboración Propia

⇒ Intersección de Humberto Vidal Una y De La Raza

Los carros que vienen de bajada de Humberto Vidal Unda no tienen visibilidad de los autos que bajan por De La Raza, y viceversa. Obligando a realizar maniobras imprudentes que podrían ocasionar accidentes de tránsito.



Figura N° 11. Intersección en conflicto Km 00+930

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

⇒ Intersección de Av. Humberto Vidal Unda y la subida hacia Tica Tica

Este acceso generalmente lo usan como un atajo hacia la carretera Cusco-Abancay, al momento de ingresar los vehículos impiden el paso vehicular del sentido de bajada.

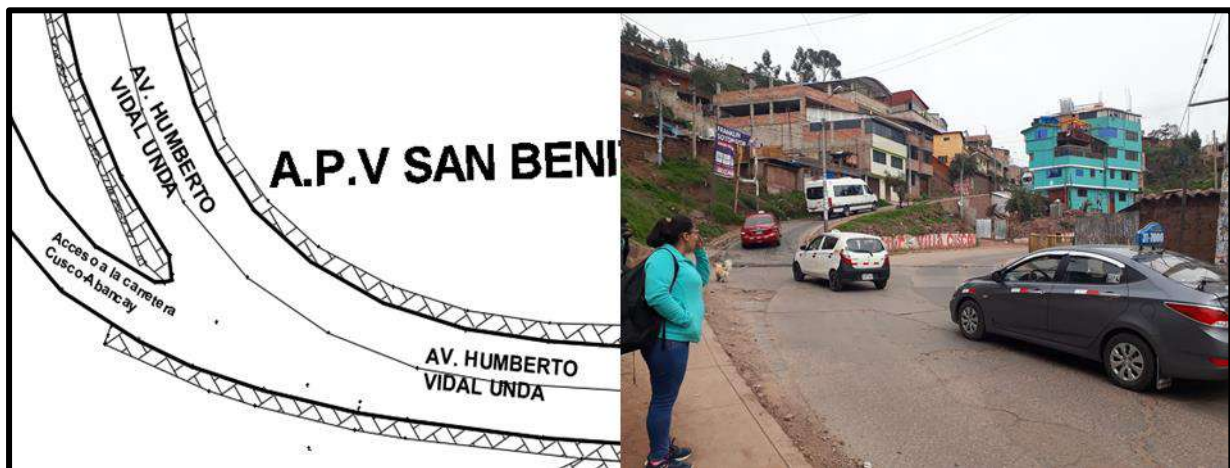


Figura N° 12. Intersección en San Benito Km 01+660

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

- Anchos de la calzada

Existe variación entre los anchos de calzadas y el tramo más notable se da desde la progresiva 00+560 a 00+940 Km.





Figura N° 13. Variación de anchos de la calzada en 00+620 y 00+570 Km respectivamente.

Fuente: Elaboración Propia

El ancho de la vía en su mayoría es estrecho debido a ello, solo permite el paso paralelo de dos buses, cada uno en sentido opuesto.

- Paraderos

En algunos tramos los paraderos se encuentran uno al frente de otro o cerca, esto provoca que al momento de recoger a sus pasajeros se estacionen uno frente a otro y no dejen espacio para que los vehículos de atrás los adelanten generando incomodidad en la circulación.



Figura N° 14. Paraderos paralelos en el tramo de estudio, las progresivas respectivas son: 00+820 y 01+600 Km

Fuente: Elaboración Propia



- Falta de señalización y rampas en las intersecciones.



*Figura N° 15 Ausencia de cruces peatonales, rampas y señales verticales en la intersección N° 19 Km 03+170 (Lado izquierdo)*

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 16 Ausencia de rampas en la intersección N° 13 Km 01+660*

Fuente: Elaboración Propia



- Señalización actual en mal estado

El deterioro de algunas señales afecta enormemente la visibilidad que deberían tener los conductores. En especial en las noches donde la visión de dichas señales es poco eficiente.



*Figura N° 17 Poca visión en las noches de la señalización (Señal Preventiva N°10 y Señal informativa N° 20)*

Fuente: Elaboración Propia

- Ausencia de demarcaciones longitudinales a lo largo de la vía y pavimento en mal estado.



*Figura N° 18 Demarcaciones ausente y pavimento en mal estado km 01+560*

Fuente: Elaboración Propia



- Disipadores de velocidad en mal estado

Existen disipadores de velocidad que no cuentan con su respectiva señal vertical preventiva, además dichos reductores de velocidad en su mayoría se encuentran en un estado muy deteriorado.



*Figura N° 19 Disipador de velocidad en mal estado 01+700 Km*

Fuente: Elaboración Propia

- Veredas

No están en las mejores condiciones y no cuentan con consideraciones hacia los usuarios discapacitados. Además, existen algunos tramos en donde se corta la continuidad de la vereda.



*Figura N° 20 Veredas deterioradas que no cumplen con las condiciones necesarias 03+380 Km Lado izquierdo*

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 21 Discontinuidad de veredas y deslizamiento de talud*

Fuente: Elaboración Propia

- Taludes que impiden la visión al conductor



*Figura N° 22 Taludes que impiden la correcta visibilidad 00+930 Km*

Fuente: Elaboración Propia



- Paso a nivel con la línea férrea

En la Av. Humberto Vidal Unda existe un paso a nivel con la línea férrea de la ruta Cusco-Machu Picchu. Este paso a nivel tiene algunas deficiencias. Una de ellas son las señales de advertencia que están en un estado deteriorado. Al estar ubicado cerca de una curva podríamos decir que la probabilidad de ocurrir un accidente aumenta.



Figura N° 23. Paso a nivel con la línea férrea en Av. Humberto Vidal Unda Km 03+040

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

### **Intersección semaforizado Tomasa Tito Condemayta y la Carretera Cusco-Abancay (Km 03+397)**

Frecuentemente en esta intersección se presenta problemas debido a:

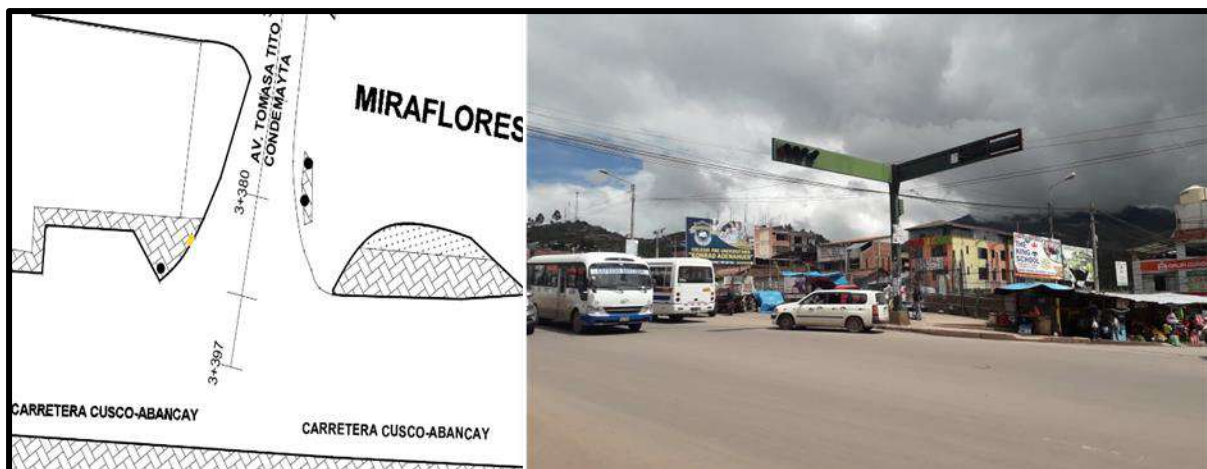


Figura N° 24. Intersección Tica Tica Km 03+397

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]



- Falta de consideraciones hacia los usuarios

Existe una ausencia de demarcaciones necesarias para los usuarios vulnerables como los cruces peatonales. Además, no se cuentan con las rampas necesarias y no existe semáforos peatonales. La única rampa existente esta sobre el nivel de la vía siendo así imposible su uso.



*Figura N° 25 Rampa ubicada por encima del nivel Km 03+397*

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 26 Ausencia de semáforos peatonales y cruces en la intersección de “Tica Tica” Km 03+397*

Fuente: Elaboración Propia

- Paraderos Informales

La imprudencia de los conductores tanto del transporte público y privado de generar paraderos no permitidos.

El paradero informal de subida en Tomasa Tito Condemayta se encuentra ubicado antes del semáforo, usando este punto para dejar y recoger pasajeros sin importar que el semáforo está en tiempo verde provocando colas y adelantamiento de vehículos imprudentes.



*Figura N° 27. Paraderos Informales antes de la intersección km 03+375*

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

El paradero informal de bajada en Tomasa Tito Condemayta presenta mayor impacto en la intersección, está ubicado después del semáforo. Al momento de dejar y recoger pasajeros se demoran mucho tiempo provocando colas, estas colas se generan dentro de la intersección provocando impedimento del paso del flujo vehicular de los otros sentidos, en algunos casos llegan hasta invadir los carriles provocando congestión y conflicto.





Figura N° 28. Paraderos informales ubicados después de la intersección km 03+380

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]



Figura N° 29. Colas causadas por los paraderos informales km 03+397

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 30 Colas vehiculares en la intersección “Tica Tica” Km 03+397*

Fuente: Elaboración Propia

La imprudencia no solo es del transporte público sino también de los vehículos particulares que usan esta zona también como un paradero de colectivos, que son autos particulares que brindan el servicio de recolectar pasajeros para transportarlos



*Figura N° 31 Paradero de taxis informales km 03+370*

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 32.* Paraderos Informales de taxis colectivos Km 03+370

Fuente: Elaboración Propia

- Estacionamientos imprudentes

Los estacionamientos imprudentes ya sea para uso comercial o particular quitan espacio a los vehículos que circulan en la vía.



*Figura N° 33.* Estacionamiento de vehículos en la intersección, progresiva.03+397

Fuente: Elaboración Propia

1.1.1.2. *Ubicación temporal*

1.1.1.3. *Ubicación Geográfica*

La ubicación de la tesis se desarrolló en el Región de Cusco, Provincia Cusco, Ciudad de Cusco.

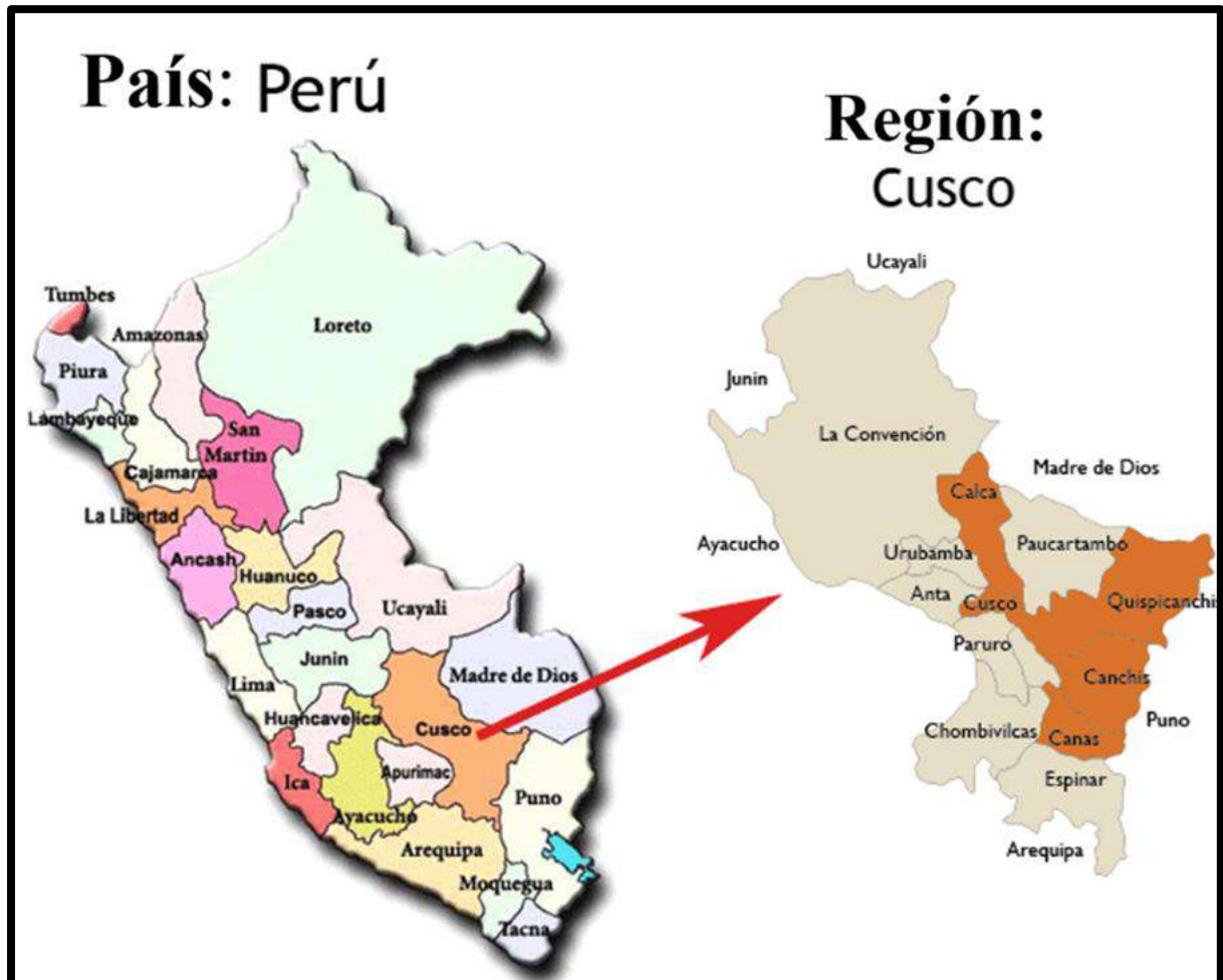


Figura N° 34. Ubicación regional de la zona de estudio

Fuente: Departamento del Cusco, Ciudad del Cusco (2020). Recuperado de [https://www.ecured.cu/Departamento\\_de\\_Cusco\\_\(Per%C3%BA\)](https://www.ecured.cu/Departamento_de_Cusco_(Per%C3%BA)).

El tramo que se estudió inicia desde la intersección semaforizada entre 4 avenidas, las cuales son: Arcopata, Abancay, Picchu y Apurímac siguiendo desde ahí con Av. Abancay, Av. de la raza, Av. Humberto Vidal Unda, Av. Tomasa Titto Condemayta y termina en la intersección entre la carretera Cusco-Abancay y Av. Tomasa Tito Condemayta.

Ver Plano de ubicación (PU) ubicado en el anexo N°6



Figura N° 35. Ubicación de la Zona de Estudio

Fuente: Google Maps Modificado



Tabla 1 *Coordenadas de las intersecciones de inicio y fin del tramo de estudio*

Intersección	Coordenadas UTM	Latitud
Av. Apurímac y Arcopata (ovalo)	8503800 m N	176580 m E
Tomasa Tito Condemayta y la carretera Cusco-Abancay.	8504752.5 m N	175575 m E

Fuente: Elaboración Propia

### 1.1.2. Formulación del Problema

#### 1.1.2.1. *Formulación Interrogativa del Problema General*

¿Cómo es la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta usando el método del manual de seguridad vial peruano MSV-2017?

#### 1.1.2.2. *Formulación Interrogativa de los Problemas Específicos*

**Problema Especifico N° 01.** ¿Cuáles son las características geométricas en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?

**Problema Especifico N° 02.** ¿Cuál es la velocidad de circulación vehicular en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?

**Problema Especifico N° 03.** ¿Cuáles son los dispositivos de control en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?

**Problema Especifico N° 04.** ¿Cuál es la demanda vehicular y peatonal en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?



## **1.2. Justificación de la Investigación**

### **1.2.1. Justificación Técnica**

El presente estudio nos sirve para determinar los principales factores que afectan al tramo de estudio considerando el diseño geométrico, tránsito y sistemas de control. De esta manera podremos conocer los problemas existentes como son los ciclos de semáforos, la ubicación de paraderos, la señalización, los polos de atracción conflictivos y de más, que provocan la sensación de ineficacia e inseguridad en los usuarios.

Además, dejaremos una base sólida para las futuras investigaciones de seguridad vial en zonas urbanas usando fichas de inspección del Manual de Seguridad Vial Peruano 2017.

### **1.2.2. Justificación Social**

Los usuarios que transitan por el tramo de estudio pueden estar en riesgo por la baja seguridad vial debido a que puede ser deficiente la infraestructura y sistemas de control.

El diseño geométrico en la vía urbana puede ser ineficaz debido a que se tiene curvas cerradas provocando así la falta de visibilidad de los conductores al manejar y aumentando el índice de accidentes de tránsito, generando así la inseguridad. Otro factor influyente en la incidencia de accidentes es la ineficiente señalización y el alto volumen de tránsito en hora punta.

Es por ello que con la presente investigación trataremos de analizar y determinar una solución técnica a la problemática social descrita en el tramo de estudio y brindar un mejor servicio para los usuarios de la ciudad.

Además de ello pretendemos promover el interés en los ingenieros civiles que ejercen la profesión, así como los estudiantes brindándoles conceptos básicos y metodologías basadas en manuales usados a nivel nacional. De esta manera poder mejorar los servicios que brindamos a la sociedad basándonos en confort y la seguridad en el tránsito diario.

### **1.2.3. Justificación por Viabilidad**

El presente estudio es viable por los siguientes motivos:

- ✓ El acceso a la zona de estudio es cercano y esto lo hace factible.
- ✓ Contamos con la información adecuada que nos brindara el Manual de Seguridad Vial 2017 del Perú.

- ✓ Los equipos que usaremos para el estudio son accesibles.
- ✓ El financiamiento requerido económicamente es viable para nosotros.

#### 1.2.4. Justificación por Relevancia

El presente estudio es de gran importancia porque se determinará los factores que ocasionan accidentes viales dentro de la zona de estudio, al ser un principal ingreso hacia la ciudad del Cusco. Con este estudio nosotros pretendemos mejorar la seguridad vial del tramo de estudio y de esta forma poder proponer respuesta a las deficiencias de la vía utilizando las fichas de inspección del Manual de Seguridad Vial (MSV-2017). Mejorando así el nivel de calidad de vida de los usuarios.

### 1.3. Limitaciones de la Investigación

#### 1.3.1. Limitaciones geográficas:

El estudio se realiza la intersección “Arcopata” (comprendida entre la intersección de la Av. Apurímac y la Av. Arcopata), siguiendo la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda, hasta la intersección “Tica Tica” (comprendida entre la intersección de la Av. Tomasa Tito Condemayta y la carretera Cusco-Abancay).



Figura N° 36 Detalle del tramo vial y las dos intersecciones semaforizadas

Fuente: Google Maps Modificado





### **1.3.2. Limitaciones por Tiempo**

El análisis de la seguridad vial en el tramo de estudio se realizó desde el primer mes del año 2020 hasta la mitad de marzo del mismo año. En donde realizamos toda nuestra toma de muestras necesarias y recaudamos la suficiente información para posteriormente evaluarlas.

Se limitó nuestro tiempo debido a la propagación virus “COVID-19” ORIGINADO EN China y expandido incontrolablemente por todo el mundo, En marzo de 2020 la Organización Mundial de la Salud (OMS) declaró que este brote es una pandemia provocando así la cuarentena en muchos países incluyendo el nuestro.

### **1.3.3. Limitaciones de información**

Para el análisis de seguridad vial hemos utilizado la metodología expuesta por el manual de seguridad vial peruano MSV-2017.

Además de usar otras fuentes nacionales e internacionales para lograr obtener el mejor entendimiento y evaluación.

La información brindada por la Policía Nacional acerca de la accidentabilidad de nuestro tramo de estudio es deficiente, como no es publica no nos brindan la suficiente información solo número de accidentes y causas superficiales. Además de que su propio sistema es ineficaz, ya que solo pudimos acceder a la información desde al año 2017 hasta el 2019; en la comisaria no tenían información de los anteriores años y también se debería contar con un formato para que se recaude la suficiente información cuando ocurren accidentes vehiculares.

En la Ciudad del Cusco hasta la fecha no existen estudios acerca de la seguridad vial en el tramo de estudio escogido.

## **1.4. Objetivos**

### **1.4.1. Objetivos Generales**

Analizar la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta usando el método del manual de seguridad vial peruano MSV-2017.



### 1.4.2. Objetivos Específicos

**Objetivo Especifico N° 01.** Determinar de qué manera influyen las características geométricas en el análisis de la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

**Objetivo Especifico N° 02.** Determinar la influencia de la velocidad de circulación vehicular en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

**Objetivo Especifico N° 03.** Determinar la influencia de los dispositivos de control en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

**Objetivo Especifico N° 04.** Determinar la incidencia de la demanda vehicular y peatonal en el análisis de la seguridad vehicular en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

## 2. Capítulo II: Marco Teórico de la Tesis

### 2.1. Antecedentes de la Tesis

#### 2.1.1. Antecedentes a Nivel Nacional

##### Antecedente N°1

**Título:** “Inspección de la seguridad vial integral en una intersección urbana (avenida Pastor Sevilla / avenida El Sol – Villa El Salvador)”.

**Autor:** Castellanos López, Aron David y García Apaico, Raúl Neyders (2018)

**Universidad:** Universidad Peruana de Ciencias Aplicadas (UPC)

**Ciudad/País:** Lima-Perú

**Tipo de investigación:** Pre - Grado.

**Resumen:** En la actualidad, la Seguridad Vial en el mundo, es un factor muy importante a considerar para la reducción del número de accidentes de tránsito. Es por ello que, una de las formas para reducir considerablemente este problema es mediante las llamadas Auditorías e



Inspecciones de Seguridad Vial que tienen como objetivo principal evaluar y definir los riesgos potenciales de los accidentes de tránsito.

- Primero observa la realidad de la seguridad vial en el mundo, Sudamérica y en Perú.
- Segundo describe un marco teórico de la auditorías e inspección de la seguridad vial.
- Tercero realiza una investigación con países similares al caso peruano, luego adapta una lista de chequeo, que es una herramienta fundamental de una inspección de seguridad vial vasado en el manual de Chile y Colombia.
- Cuarto se realiza el informe de inspección de seguridad vial y se propone mejoras.
- Quinto se presenta conclusiones.

### **Aporte a la tesis:**

El presente antecedente de esta tesis analizo la seguridad vial a través de la inspección de seguridad vial en intersecciones, empleando sus listas de chequeo basadas en el manual de Chile y Colombia. Usaremos la manera que ellos hacen la recolección de datos de las intersecciones y el llenado de fichas, debido a que el manual que ellos usaron es muy similar al manual peruano que nosotros usaremos.

### **Antecedente N°2**

**Título:** “Implementación de políticas y técnicas innovadoras de seguridad vial mediante la aplicación de auditorías de seguridad vial en carreteras nacionales”.

**Autor:** Huamanchao Paquiyauri, Ulises (2015)

**Universidad:** Universidad Nacional de Ingeniería (UNI)

**Ciudad/País:** Lima-Perú

**Tipo de investigación:** Posgrado.

**Resumen:** La presente investigación, referente a la Implementación de Políticas y Técnicas Innovadoras de Seguridad Vial mediante la Aplicación de Auditorías de Seguridad Vial en Carreteras Nacionales, se realiza con el fin de proponer una Metodología Integral Innovador de aplicación de Auditorías que sistematizar la data de accidentalidad, identificación de tramos de concentración de accidentes mediante combinación de métodos, empleo de tecnologías de georreferenciación dinámica, comprobación de 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.

La metodología empleada es la aplicación de Auditoras para dos casos, Caso 1: Ciclo de operación de la vía Los Libertadores y Caso 2: Ciclo de Inversión (Proyecto) de la vía nacional PE-28B, determinado tramos de concentración de accidentes (TCA) para el caso 1, e identificación de elementos de inseguridad vial (EISV) para ambos casos agrupados en 20 aspectos o consideraciones de Seguridad Vial. Para los elementos de inseguridad vial se ha formulado mejoras para las condiciones de Seguridad Vial detallados en Fichas de identificación-Análisis y Mitigación integradas a las listas de chequeo. Mediante fórmulas predictivas del Manual de Seguridad Vial (HSM) AASHTO 2010, analizar y verificar la efectividad de las medidas propuestas, ¿cuánto? mejora la Seguridad Vial, analizando las 02 condiciones con y sin medida, cuyo resultado es 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.

#### **Aporte a la tesis:**

De esta tesis usaremos algunos aspectos teóricos como, por ejemplo: Los factores que influyen en la seguridad vial, en esta tesis definen y referencian dichos factores según tres manuales, es por ello que nos atrae sus aspectos teóricos para poder usarlo en algunos puntos de nuestra tesis.

#### **Antecedente N°3**

**Título:** “Inspección de seguridad vial”.

**Autor:** Torres Calderón, Dunia Alina y Aranda Jiménez, Fiorella Nicole (2015)

**Universidad:** Pontificia Universidad Católica del Perú

**Ciudad/País:** Lima-Perú

**Tipo de investigación:** Pre - Grado.

**Resumen:** El presente estudio busca implementar las Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial (ASV/ISV). En muchos países se usa como una medida preventiva para optimizar el uso de las vías. Con tal fin, se realizó una revisión de la metodología para llevar a cabo una ASV/ISV.



En el primer capítulo se presenta la problemática de la seguridad vial en el país y define la ASV así como también, los objetivos que guían el desarrollo del estudio.

En el segundo capítulo se describe la importancia de la Seguridad Vial, siendo esta una herramienta de prevención de los accidentes en todo el mundo incluyendo obviamente el Perú. Para ello, se define el significado de las Auditorías de Seguridad Vial y se presentan las diferentes experiencias internacionales. Además, se explica el procedimiento para llevar a cabo ASV/ISV, así como los parámetros y conocimientos a tener en cuenta para realizarlas adecuadamente utilizando Listas de Chequeo que son la herramienta principal de la inspección.

En el tercer capítulo, se aplica la inspección a cuatro casos de estudio -dos vías rurales y dos vías urbanas- en la provincia de Lima; la aplicación de Inspección de Seguridad Vial a estas vías busca identificar y analizar los problemas de seguridad en éstas para así plantear soluciones que permitan mejorar el desempeño de la vía y así, mejorar la seguridad.

En el cuarto capítulo, se presentan las conclusiones y recomendaciones basadas en los resultados obtenidos al aplicar las metodologías a los casos estudio en el ámbito local.

#### **Aporte a la tesis:**

Esta tesis inspecciona dos vías rurales y dos vías urbanas a través de una lista de chequeo la cual cuenta con una serie de preguntas, algunas de estas preguntas son similares a las que nosotros contestaremos en la lista de chequeo basada en el Manual de Seguridad Vial. Es por ello que usaremos como una guía la manera de responder y la referencia que utilizaran.

### **2.1.2. Antecedentes a Nivel Internacional**

#### **Antecedente N°1**

**Título:** “Metodología de evaluación de la seguridad vial en intersecciones basada en el análisis cuantitativo de conflictos entre vehículos”.

**Autor:** Torres Flores, José Alejandro 2012.

**Universidad:** Universidad Politécnica de Madrid.

**Ciudad/País:** Madrid-España

**Tipo de investigación:** Posgrado.



**Resumen:** El modo tradicional de estimar el nivel de seguridad vial es el registro de accidentes de tráfico, sin embargo, son altamente variables, aleatorios y necesitan un periodo de registro de al menos 3 años. Existen metodologías preventivas en las cuales no es necesario que ocurra un accidente para determinar el nivel de seguridad de una intersección, como la técnica de los conflictos de tráfico, que introduce las mediciones alternativas de seguridad como cuantificadoras del riesgo de accidentes.

El objetivo de la tesis es establecer una metodología que permita clasificar el riesgo en intersecciones interurbanas, en función del análisis de conflictos entre vehículos, mediante las variables alternativas o indirectas de seguridad vial. La metodología estará basada en dos medidas alternativas de seguridad, el tiempo hasta la colisión y el tiempo posterior a la invasión de la trayectoria. El experimento se efectuó en 3 intersecciones interurbanas en forma de T en el cual se consiguieron las variables que caracterizan los conflictos entre vehículos.

El índice de riesgo obtenido es útil para estimar la peligrosidad de una intersección en T. Los índices riesgos obtenidos muestran que las variables originales más influyentes son las mediciones de tiempo. Se determinó que los valores más altos del índice de riesgo están relacionados a un mayor riesgo de que un conflicto termine en accidente. Dentro de este índice, la única variable cuyo aporte es proporcionalmente directo es la velocidad de aproximación.

El principal aporte de la tesis doctoral a la ingeniería de carreteras, es la posibilidad de aplicación de la metodología para vías que cuenta con recursos limitados, es una herramienta útil para resumir todo el conjunto de mediciones que son posibles de obtener con la técnica de conflictos de tráfico y que permite el diagnóstico de riesgo de accidentabilidad en una intersección.

#### **Aporte a la tesis:**

La presente tesis nos ayudará con algunos aspectos teóricos y criterios para la identificación de situaciones de conflicto en una intersección. Este criterio nos ayudara a enfocarnos en los puntos de conflictos necesarios debido a que contamos con intersecciones semaforizadas y no semaforizadas.



## 2.2. Bases Teórico-Científicas

### 2.2.1. Accidentes de Transito

#### 2.2.1.1. Definición

Según la (Ley 769 del 2002: Por la cual se expide el Código Nacional de Tránsito Terrestre y se dictan otras disposiciones, 2002) un accidente de tránsito es un evento generalmente involuntario provocado al menos por un vehículo en movimiento que causa daños a personas o bienes. También afecta la normal circulación de los vehículos en su entorno.

Los tipos de accidentes según (Piedad Vasquez, 2016) son:

- Colisión: Es el encuentro violento, accidental o imprevisto de dos o más vehículos en movimiento
- Choque: Es el impacto de un vehículo en movimiento contra un elemento fijo.
- Atropellamiento: Es el accidente donde un vehículo golpea o arrolla a un peatón, esta clase de accidente registra el mayor índice de mortalidad.
- Volcamiento: Es el accidente en el cual las llantas de un vehículo dejan de estar en contacto con la superficie del suelo. Algunos de estos volcamientos son por realizar maniobras.
- Caída de ocupante: Esta se presenta cuando alguna persona cae al subir o bajar de un vehículo en movimiento.
- Incendio: Es el accidente en donde se hace presente el fuego ya sea provocado por causas desconocidas o por fallas mecánicas, derrame de combustible, etc. Y en donde se puede provocar daños en los bienes y personas.
- Otros: Son accidentes que no están clasificados en los anteriores puntos pero que aun así son importantes y ocurren en otras situaciones no muy constantes.

#### 2.2.1.2. Accidentes de Tránsito en el Mundo

La (OMS- Organización Mundial de la Salud, 2013) considera a los accidentes de tránsito como un problema de salud pública debido a que se le considera como la octava causa a nivel mundial de la muerte. Las estadísticas indican que si seguimos así para el año 2030 se convertirá en la quinta causa de la muerte a nivel mundial.

En el año 2010 los gobiernos de todo el mundo proclamaron el Decenio de Acción para la Seguridad Vial (2011–2020), cuyo objetivo consiste en estabilizar, y después reducir, la tendencia al aumento de las muertes por accidentes de tránsito, con lo que se calcula que se salvarían 5 millones de vidas en esos 10 años

Cada año se producen en todo el mundo aproximadamente 1,24 millones de muertes por accidentes de tránsito. Además, los traumatismos consecuentes de los accidentes pueden llegar a costar entre el 1,5 al 2% de PBI de ingresos medios y bajos. Los países de ingresos medios son los que tienen mayor tasa de mortalidad.

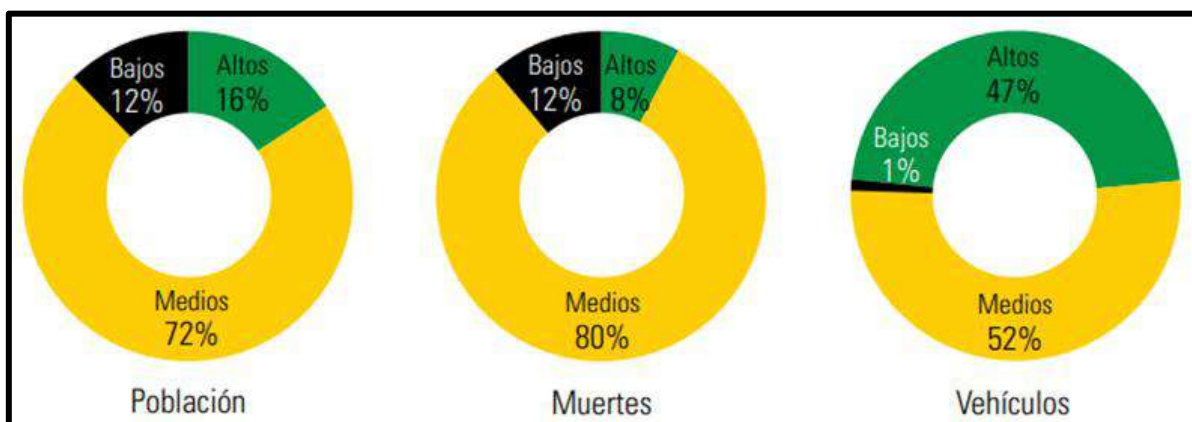


Figura N° 37. Población, muertes por accidentes de tránsito y vehículos motorizados registrados, en función de los ingresos de los países.

Fuente: Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013, Población, muertes por accidentes de tránsito y vehículos motorizados registrados, en función de los ingresos de los países (2013). Recuperado de [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/report/summary\\_es.pdf](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf)

En la figura podemos observar que los países bajos cuentan con un bajo porcentaje en vehículos y aun así tienen un porcentaje medio en accidentes de tránsito. Otro factor que podemos observar en la figura 2 es que la región de África es la que tiene la mayor tasa de mortalidad por accidentes de tránsito y la región de Américas se encuentra en el quinto lugar.



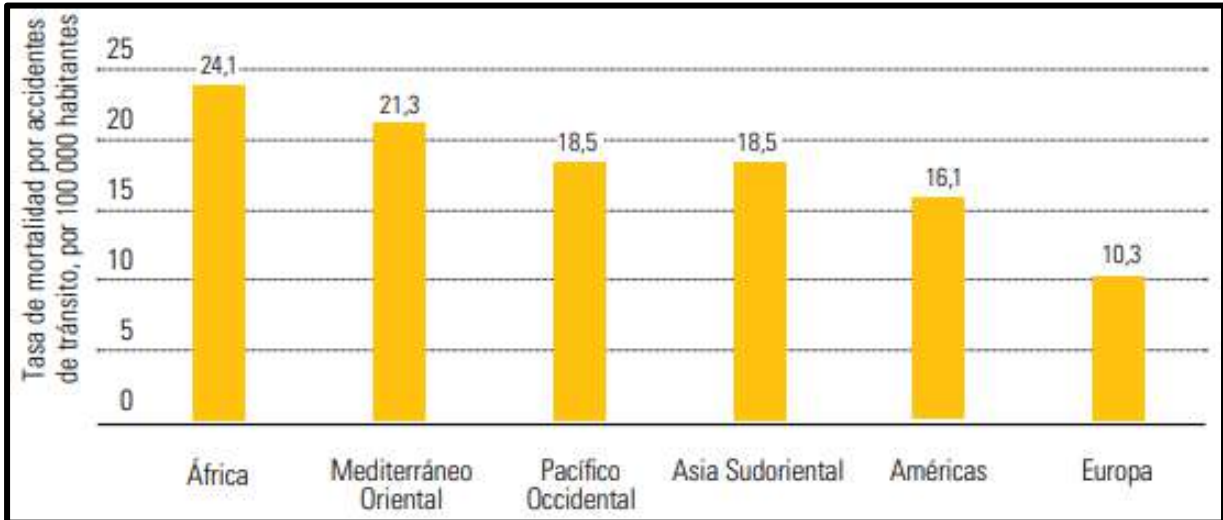


Figura N° 38. Muertes por accidentes de tránsito por 100 000 habitantes, por región de la OMS

Fuente: Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013, Muertes por accidentes de tránsito por 100 000 habitantes, por región de la OMS (2013). Recuperado de [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/report/summary\\_es.pdf](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf)

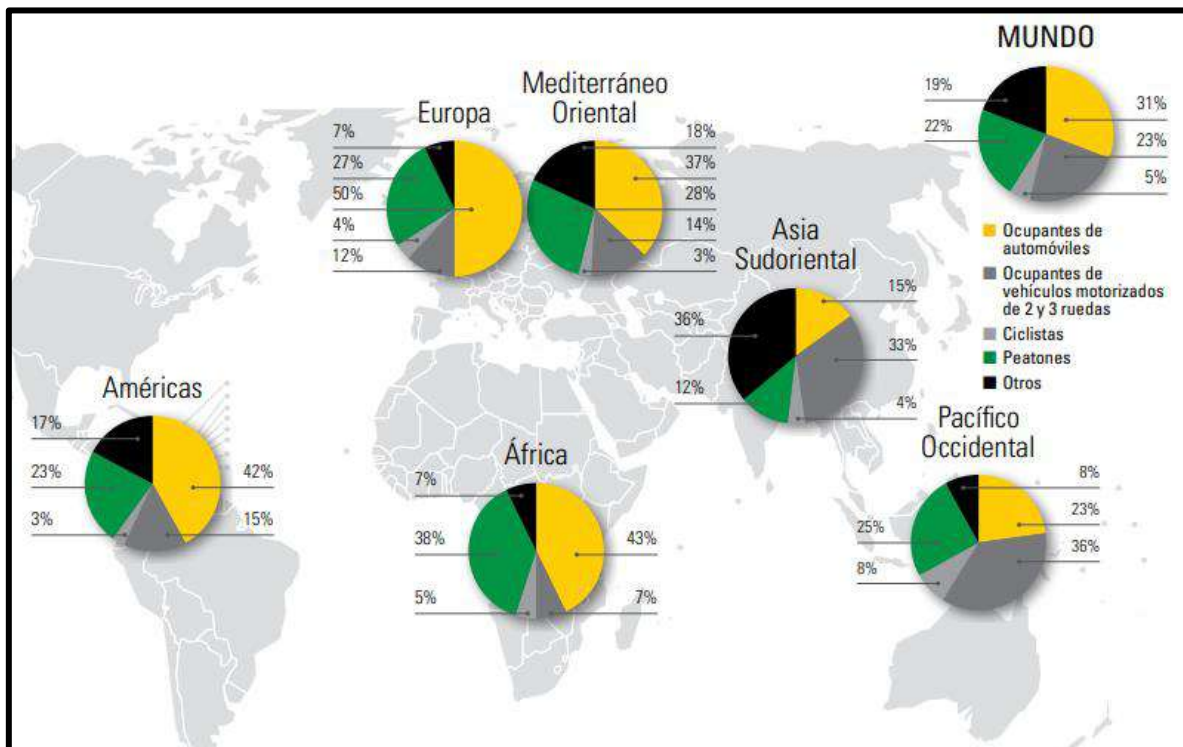


Figura N° 39. Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario de la vía pública, por región de la OMS

Fuente: Informe sobre la situación mundial de la seguridad vial 2013, Muertes por accidentes de tránsito en función del tipo de usuario de la vía pública, por región de la OMS (2013). Recuperado de [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_safety\\_status/2013/report/summary\\_es.pdf](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_safety_status/2013/report/summary_es.pdf)



En la Fig.39 se muestra que en la región de Américas el mayor porcentaje de muertes es de los ocupantes de automóviles con un 42% y el que le sigue son los peatones 23%.

### 2.2.1.3. Accidentes de Tránsito en el Perú

En la siguiente imagen se puede observar que en el año 2013 hubo el mayor número de accidentes de tránsito. En el año 2018 se ha reducido un poco respecto al 2013 pero aun así ese número no es aceptable.

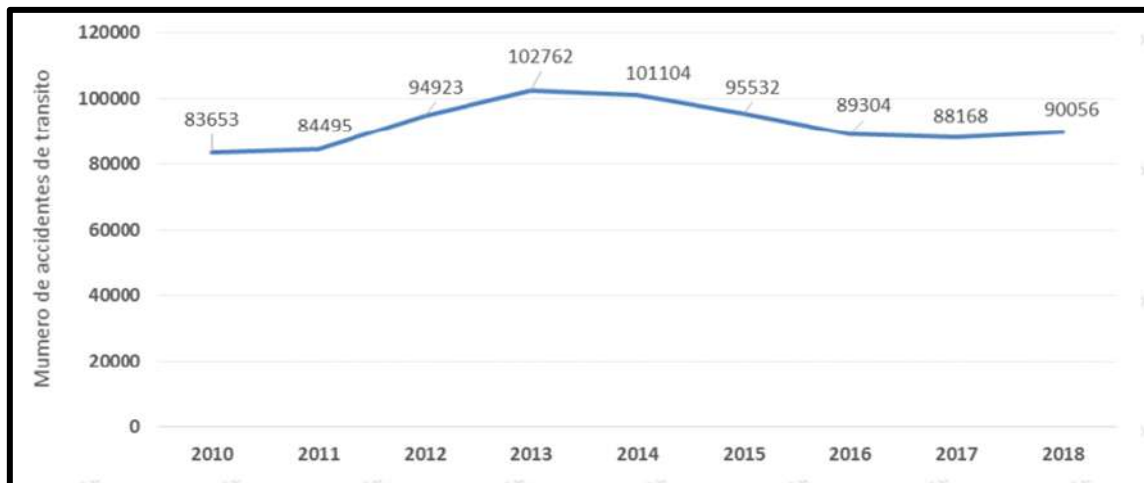


Figura N° 40. Número de accidentes de tránsito 2009 al 2018 Policía Nacional del Perú

Fuente: Situación de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en el Perú 2° Trimestre 2019, Número de accidentes de tránsito 2009 al 2018 Policía Nacional del Perú (2019). Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE24/transito.pdf>

En la siguiente imagen se puede observar que a lo largo de los años el número de muertos siempre es mayor que el número de heridos.

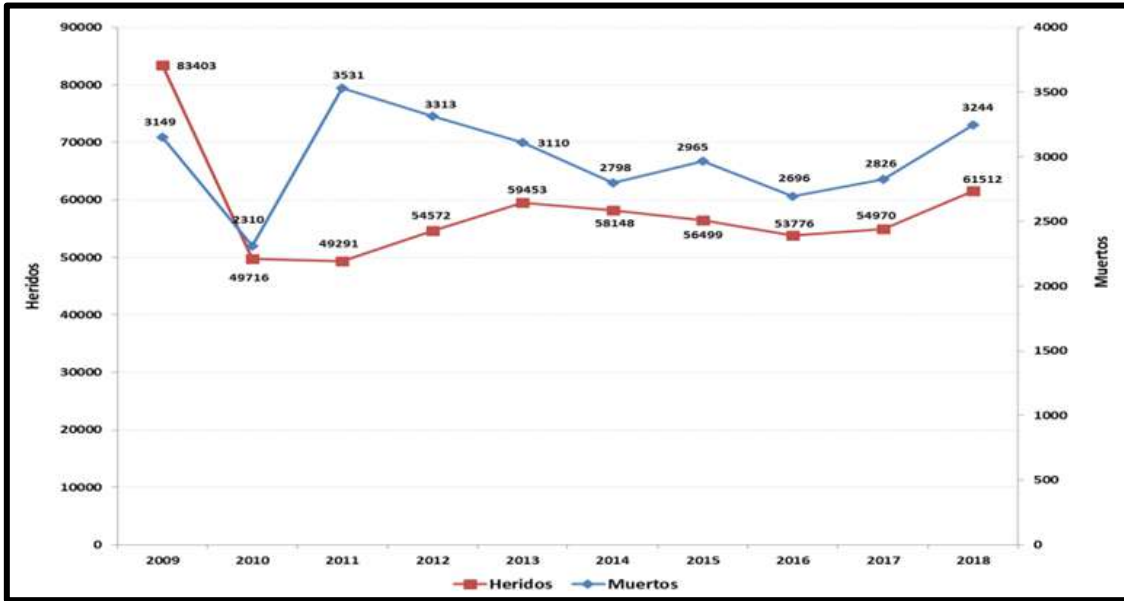


Figura N° 41. Número de muertos y heridos por accidentes de tránsito- Policía Nacional del Perú

Fuente: Situación de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en el Perú 2° Trimestre 2019, Número de muertos y heridos por accidentes de tránsito- Policía Nacional del Perú (2019). Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE24/transito.pdf>

En la figura 42 es evidente que se ha reducido en número de lesionados, pero aun así se tiene que seguir reduciendo este número para mejorar la calidad de vida.

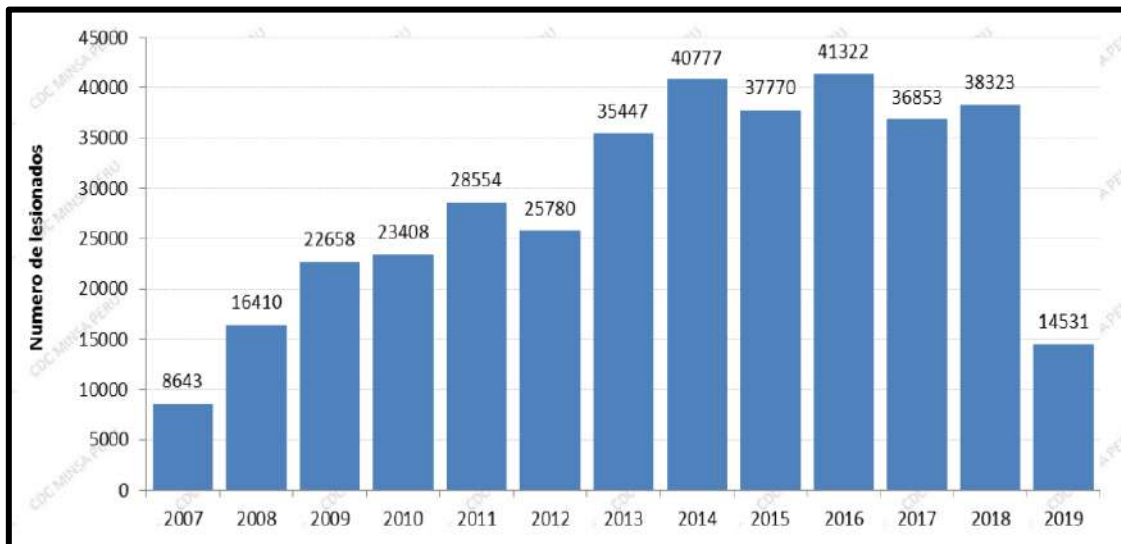


Figura N° 42. Cantidad de lesionados por accidentes de tránsito en el Perú 2007-2019

Fuente: Situación de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en el Perú 2° Trimestre 2019, Lesionados por accidentes de tránsito Perú, 2007 – 2019 (2019). Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE24/transito.pdf>



De la figura 43 se puede observar que la edad que más incide en los accidentes de tránsito es de 20 a 35 años. Además, el sexo que presenta más accidentes son los varones.

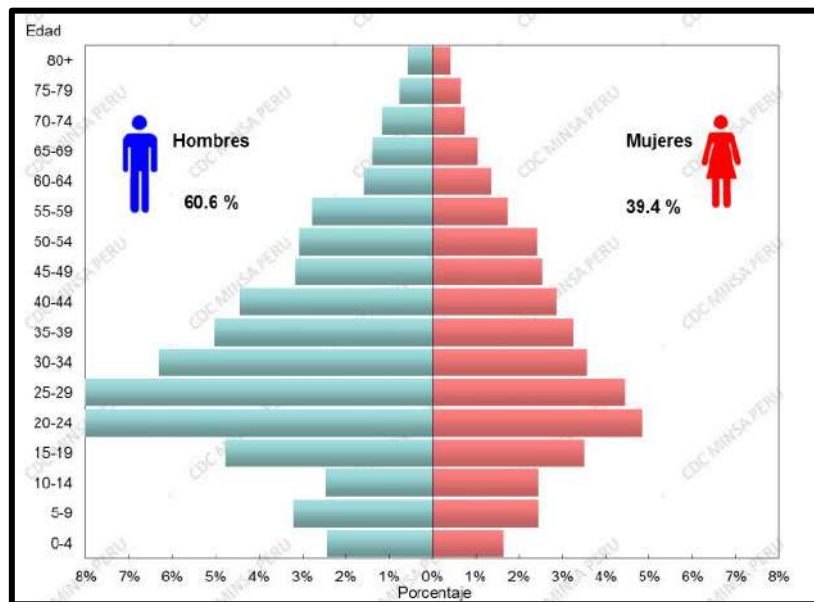


Figura N° 43. Lesionados en Accidentes de Tránsito, por grupo de edad y sexo. Perú, 2019

Fuente: Situación de las lesiones causadas por accidentes de tránsito en el Perú 2° Trimestre 2019, Número de muertos y heridos por accidentes de tránsito- Policía Nacional del Perú (2019). Recuperado de <https://www.dge.gob.pe/portal/docs/vigilancia/sala/2019/SE24/transito.pdf>

#### 2.2.1.4. Accidentes de Tránsito en Cusco

Según las estadísticas de (INEI-Instituto Nacional de Estadística e Informática, 2010) Cusco es la sexta región con mayor número de accidentes en el 2009.

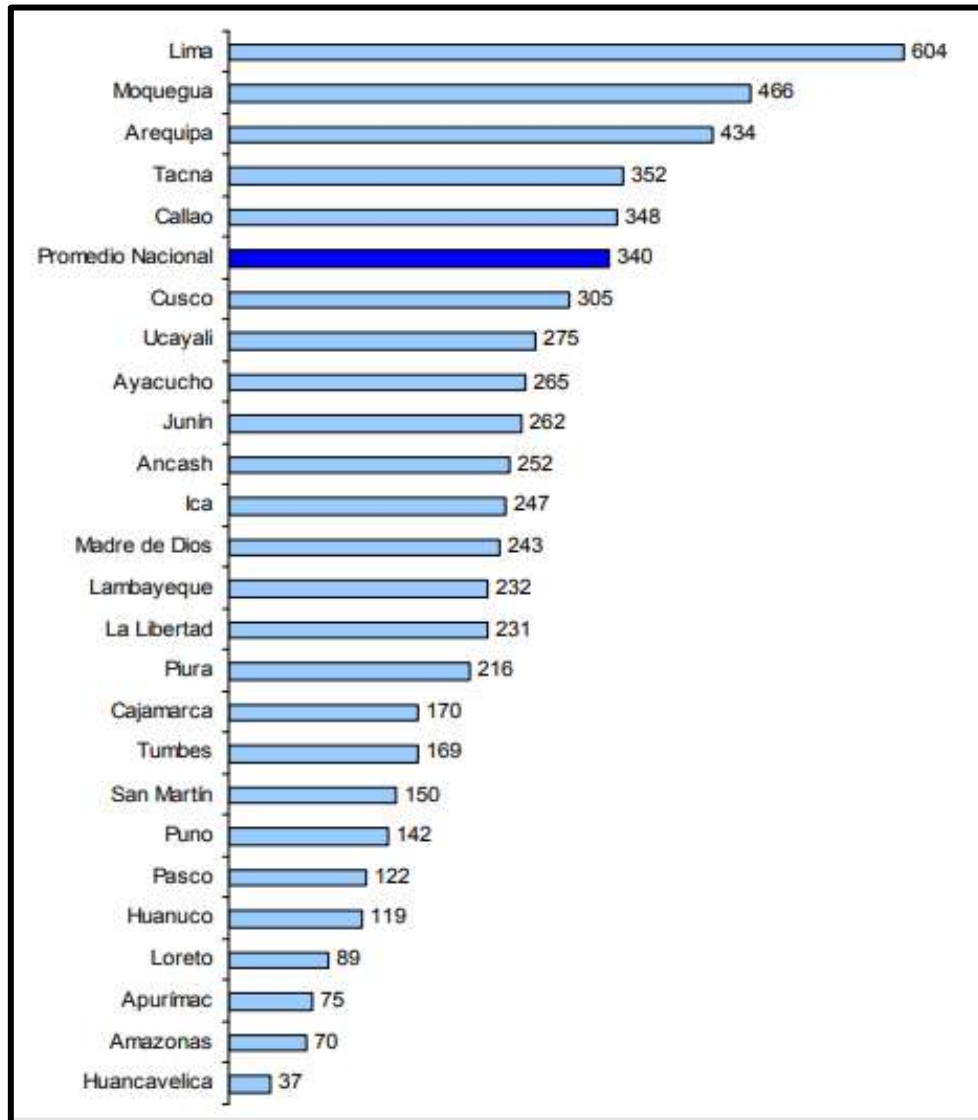


Figura N° 44. Accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes, 2009

Fuente: Accidentes de tránsito, PERÚ: Accidentes de tránsito por cada 100 mil habitantes, 2009 (2010).

Recuperado de [https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib0979/parte02.pdf](https://www.inei.gob.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib0979/parte02.pdf)

Según el (Ministerio de Transportes y Telecomunicaciones, 2012) Cusco es la sexta región con mayor número de muertos provocados por los accidentes de tránsito en las encuestas realizadas el 2011.

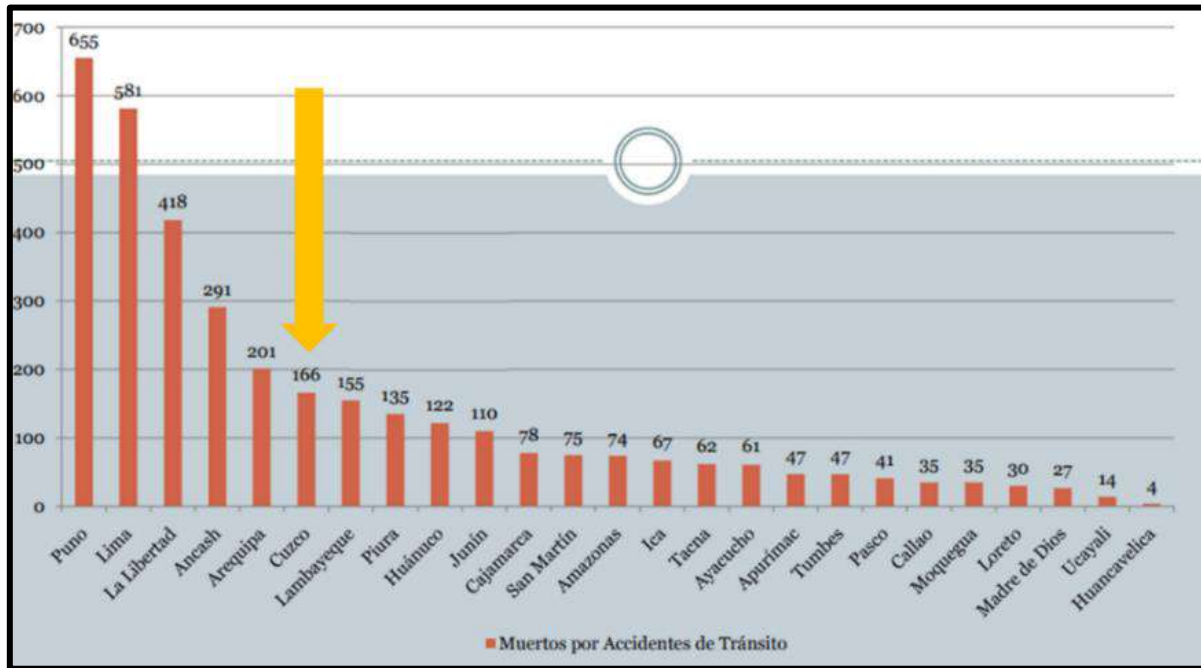


Figura N° 45. Muertes en accidentes de tránsito por departamento, 2011

Fuente: Policía Nacional del Perú (PNP), 2011

Fuente: Estadísticas accidentes de tránsito, Perú: Muertes en accidentes de tránsito por departamentos (2011).

Recuperado de

[http://www.drctcp.gob.pe/descargar\\_doc.php?file=SEGURIDAD\\_VIAL.pdf&root=./documentos/desarrollo\\_captaciones/](http://www.drctcp.gob.pe/descargar_doc.php?file=SEGURIDAD_VIAL.pdf&root=./documentos/desarrollo_captaciones/)

En la figura 46 podemos observar la evolución del Cuzco respecto al tiempo y la tasa de accidentes de tránsito, lamentablemente en todos los años en los que se ha analizado la tasa de muerte de Cuzco está por encima del promedio.

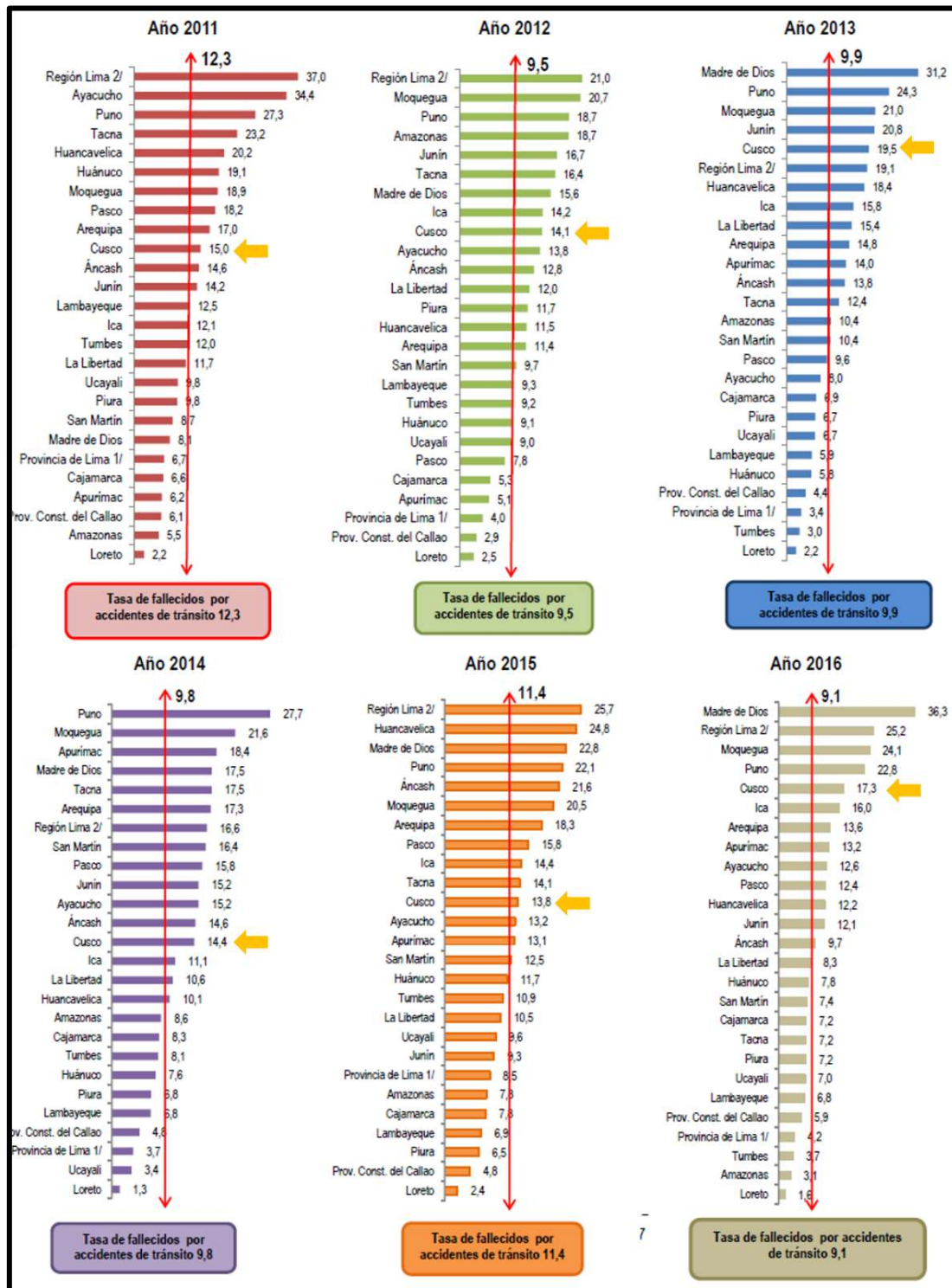


Figura N° 46. Departamentos según tasa de fallecidos en accidentes de tránsito 2011-2016

Fuente: Análisis de accidentes de tránsito ocurridos en el año 2016, Perú: Departamentos según tasa de fallecidos en accidentes de tránsito 2011-2016 (2016). Recuperado de [https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones\\_digitales/Est/Lib1528/cap03.pdf](https://www.inei.gov.pe/media/MenuRecursivo/publicaciones_digitales/Est/Lib1528/cap03.pdf)



Observando todas estas estadísticas nos damos cuenta de la realidad que tenemos e incluso como somos vistos a nivel mundial. El Cusco es un atractivo turístico, es reconocido debido a que fue la capital del Imperio Inca y es conocida por toda su arqueología y arquitectura, además de contar dentro de esta región con “Machu Picchu” una de las siete maravillas del mundo. Es por eso mismo que al ser una región con una gran cantidad de ingresos por el turismo tenemos que brindar las mejores condiciones a los turistas y a los pobladores de la zona, mejorando la calidad de vida, es por ello que debemos mejorar nuestra seguridad vial y de esa forma mejoraran las estadísticas y cambiaremos la manera de vernos.

## **2.2.2. Seguridad Vial**

### **2.2.2.1. Definición**

#### **Seguridad**

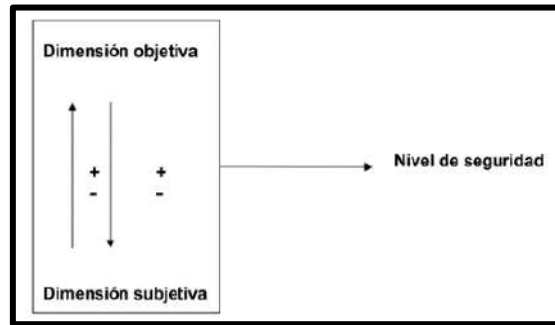
Según (OMS-Organización Mundial de la Salud, 1998) “La seguridad es un estado donde los peligros y las condiciones que puedan provocar daños de orden físico, psicológico o material, están controlados para preservar la salud y el bienestar de los individuos y la comunidad. Es un recurso indispensable para la vida cotidiana, que permite al individuo y a la comunidad realizar sus aspiraciones.”

#### **Dimensiones de la Seguridad**

- Dimensión Objetiva: Son los parámetros conductuales y medio ambientales objetivos.
- Dimensión Subjetiva: Se refiere al sentimiento de seguridad o inseguridad de la población

Estas dos dimensiones se influyen mutuamente, en ocasiones la mejora de la dimensión objetiva puede afectar a la dimensión subjetiva negativamente (por ejemplo: la presencia de policías puede crear pánico en algunas personas). Para mejorar la seguridad de la población, es esencial tener en cuenta estas dos dimensiones.





*Figura N° 47.* Las dos dimensiones del concepto de seguridad

Fuente: Seguridad y promoción de la seguridad: Aspectos conceptuales y operacionales, Las dos dimensiones del concepto de seguridad (1998). Recuperado de

[https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/801\\_MonographieEspagnol.pdf](https://www.inspq.qc.ca/pdf/publications/801_MonographieEspagnol.pdf)

### **Seguridad Vial**

Según (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2008) “La seguridad vial es un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales”.

(Huamanchao Paquiyauri, 2015) Define la Seguridad vial como el diseño e implementación de estrategias y acciones que permitan establecer un sistema vial seguro y reduzca el número de accidentes de tránsito y las lesiones que provocan estos.

Estos conjuntos de acciones y estrategias garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito, mediante leyes, reglamentos y normas de conducta de los usuarios. Con el fin de usar correctamente la infraestructura y previniendo accidentes.

Las mejores condiciones serían que un conductor esté en buen estado físico y psicológico, que conduzca un vehículo diseñado y conservado, que conduzca en una vía bien diseñada, mantenida y señalizada, y que el entorno social sea consiente de los problemas que se puedan presentar y las soluciones. Además, debe ser consciente de las leyes, normas y reglamentos. El peatón, pasajero y conductor deben tener una buena conducta con el fin de usar correctamente la vía previniendo los accidentes.

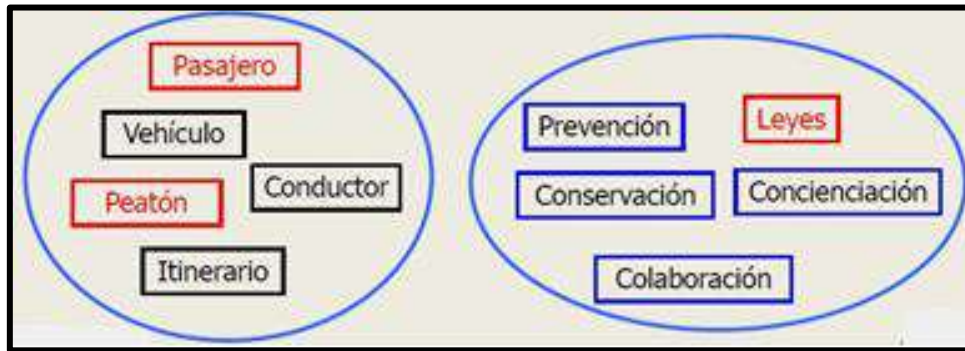


Figura N° 48. Conjunto de actores, mecanismos y acciones de SV incluyendo al peatón, pasajero y las leyes.

Fuente: (Huamanchao Paquiyaury, 2015)

Además (Huamanchao Paquiyaury, 2015) define las fases secuenciales de un accidente:

**Seguridad Vial Primaria o previa al accidente:** Son las estrategias puestas para prevenir los accidentes.

- En el factor humano implica acciones para informar acerca de las leyes, la actitud y la adaptación a las facultades psicofísicas.
- En cuanto a los vehículos se refiere a las condiciones mecánicas óptimas como luces, frenos, etc.
- En cuanto al vía o entorno se refiere al diseño y trazado, límites de velocidad, señalización, etc.

**Seguridad Vial Secundaria o en el momento del accidente:** Son las estrategias en el momento del accidente.

- En el factor humano fomenta el uso de dispositivos de protección
- En el vehículo se trata a la existencia y mantenimiento del cinturón, dispositivos de seguridad, diseño vehicular antichoque.
- En la vía o entorno se puede tomar como ejemplo la presencia de elementos protectores a los lados de la vía.

**Seguridad Vial Terciaria o posterior al accidente:** Son las estrategias después del accidente.

- En el factor humano se refiere al fomento de nociones de primeros auxilios y al rápido acceso a la atención médica.



- En el vehículo se refiere a la facilidad de accesos de salida de los ocupantes ante un accidente.
- En la vía o en el entorno se trabaja con el equipamiento de socorro o la congestión de la vía.

#### ***2.2.2.2. Tipos de Seguridad Vial***

Según (Juan Carlos & Ángel, 2014) existen tres tipos de seguridad vial: la nominal o normativa, la sustancial o real, y la percepción de seguridad.

##### ***2.2.2.2.1. Seguridad nominal***

Se relaciona con los textos normativos que indican las características de diseño de las vías, por este motivo, también se denomina seguridad legal o normativa (Huaer, 1999), puesto que se considera que una vía es segura si cumple con los requisitos indicados en la normativa. Así, si ocurre un accidente de tránsito es una vía en la que no se ha respetado la norma de diseño, esto trae como consecuencias legales, puesto que se puede denunciar al responsable de la vía por daños y perjuicios. Sin embargo, Hauer afirma que esa una vía ni es segura ni deja de serlo y que su seguridad es ampliamente impremeditada. La seguridad vial no es un elemento que ocurra al azar, sino hay que provocarlas, debe ser premeditada.

##### ***2.2.2.2.2. Seguridad sustantiva***

La seguridad sustantiva, también conocida como seguridad objetiva o estadística, está relacionada con los registros de la cantidad y la severidad de los accidentes (Sorensen y Mosslemi, 2009). La relación que existe entre el diseño de una vía y la cantidad de accidentes que ocurrirán en ella ha sido poco investigada, por lo que es una práctica común en el mundo diseñar según los principios de la seguridad nominal, a pesar de que esto no asegura un nivel apropiado de seguridad sustantiva.

Para el correcto conocimiento de la seguridad sustantiva, es preciso tener la información relacionada con los accidentes, así como contar con la metodología que permita estimar la seguridad vial de manera cuantitativa (Zegeer et al., 2010). A pesar de que la publicación del Highway Safety Manual (AASHTO, 2010) establece la metodología para contabilizar la cantidad de accidentes y su evolución para periodos largos, este documento se basa únicamente en los casos de EEUU y Canadá, por lo que es difícil su aplicación a terceros países.



#### 2.2.2.2.3. *Percepción de seguridad*

Según Elvik et al. (2008), la seguridad subjetiva tiene dos dimensiones:

- a) Qué nivel de riesgo perciben las personas acerca del tráfico.
- b) Qué nivel de disconformidad sienten las personas en referencia a ese nivel de riesgo.

La primera componente es la parte cognitiva, mientras que la segunda es la parte emocional y se relaciona con la inseguridad, el miedo o la ansiedad (Sjoberg, 1993).

La seguridad subjetiva no sólo afecta a una persona como usuaria de la vía, sino que puede tener afectaciones sobre otros colectivos. Una vez más, el caso de padres y madres, hijos e hijas sirve de ejemplo. La ausencia de más niños en las calles se debe a la percepción de inseguridad por parte de sus progenitores (Elvik et al., 1999): ven una misma calle peligrosa para sus hijos, no para ellos mismos. Por otro lado, también puede darse una sobrevaloración de la seguridad, elemento que permite entender algunas conductas imprudentes adoptadas por personas adultas (Elvik y Bjornskau, 2005). La percepción de seguridad, pues se perfila como un instrumento que puede empeorar la que es considerada sustantiva si hay una subvaloración del riesgo, pero también puede favorecer la expulsión de usuarios del espacio público si se sobreestima el riesgo (Dextre, 2010a).

#### 2.2.2.3. *Importancia*

El 25 de septiembre del 2015 la Asamblea General de la ONU estableció un nuevo acuerdo mundial llamado Agenda 2030, en donde se impone una visión transformadora. Los 193 países miembros aceptaron y la adoptaron como guía de trabajo hasta el 2030. Esta agenda incluye objetivos altamente prioritarios como la erradicación de la pobreza y más. Se ha planteado diferentes metas y objetivos, los que nos interesan son dos:

La meta 3.6 es reducir a la mitad el número de muertes y lesiones causadas por accidentes de tráfico en el mundo. Y la meta 11.2 es proporcionar acceso a sistemas de transporte seguros, asequibles, accesibles y sostenibles para todos y mejorar la seguridad vial, en particular mediante la ampliación del transporte público, prestando especial atención a las necesidades de las personas en situación de vulnerabilidad, las mujeres, los niños, las personas con discapacidad y las personas de edad.

Los gobiernos han hecho grandes avances como la aplicación de nuevas leyes sobre factores de riesgo como el exceso de velocidad, la remodelación de las vías de tránsito con infraestructuras de protección como aceras, y en la adopción de medidas para garantizar que los vehículos estén equipados con tecnologías que salvan vidas, pero es evidente que debemos maximizar el esfuerzo para cumplir con el objetivo.

La ONU ha planteado 5 pilares en los cuales mejorar.



Figura N° 49. Pilares del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020

Fuente: Paquete de medidas técnicas de seguridad vial, Pilares del Plan Mundial para el Decenio de Acción para la Seguridad Vial 2011–2020 (2017). Recuperado de <https://apps.who.int/iris/bitstream/handle/10665/255308/9789243511702-spa.pdf;jsessionid=FA851339DD34A08AD860095B5D9F8CB1?sequence=1>

#### 2.2.2.4. Factores que influyen en la seguridad vial

En un accidente se tienen muchos factores que surgen dentro de las relaciones entre el vehículo, vía, señalización, normativa, gestión de seguridad, comportamiento del conductor y peatón.

Sin embargo (Huamanchao Paquiyaury, 2015) nos muestra distintas referencias de investigaciones donde consideran como las más importantes al factor humano, factor vía-entorno y factor vehículo.

- Sabey y Straughton, Transport Research Laboratory UK 1981.  
Desde el punto de vista de estos autores existente tres elementos principales que contribuyen individualmente o colectivamente a la ocurrencia de accidentes.

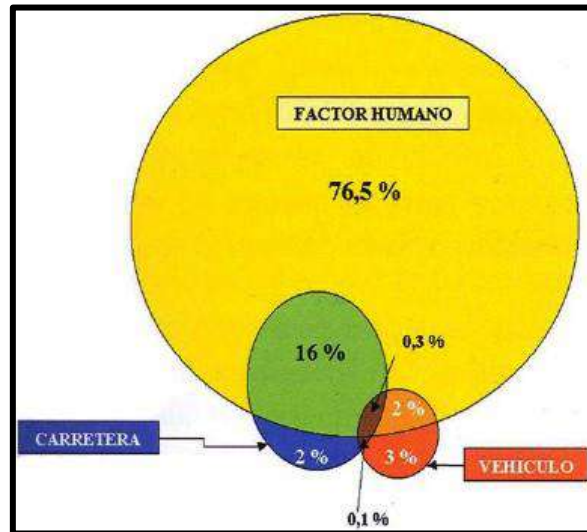


Figura N° 50. Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente.

Fuente: (Huamanchao Paquiyauri, 2015)

- Main Roads Western Australia.

Según esta investigación la relación entre el usuario y el camino es compleja, por lo tanto, determinar el principal factor es difícil así que ellos consideran de igual forma estos tres factores.

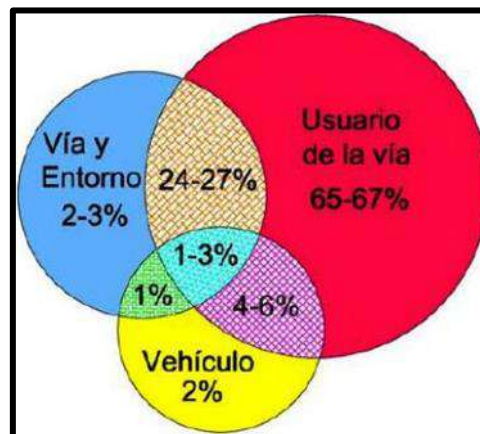


Figura N° 51. Factores que contribuyen a la ocurrencia de un accidente.

Fuente: (Huamanchao Paquiyauri, 2015)

Además, según (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael;Cárdenas Grisales, James, 1994) los tres elementos básicos son:

- Usuario (relacionado con peatones y conductores)
- Vehículo



- Vialidad (relacionado con calles y carretera)

### **2.2.3. Usuario o factor humano**

Se tiene como definición de usuario a todo aquel que use algo. Respecto a la vía se tiene el usuario de un vehículo (conductor) y el de la vía pública (peatón). Estos usuarios tienen sus derechos y obligaciones, su correcta colaboración permitirá una eficiente seguridad vial.

#### **2.2.3.1. Peatón**

Según la (OMS-Organización Mundial de la Salud, 2013) “Un peatón es toda persona que realiza a pie al menos parte de su recorrido. Además de la forma habitual de caminar, los peatones pueden utilizar diversas modificaciones y ayudas para desplazarse como sillas de ruedas, andadores, bastones, patinetes y patines”

Cada año en el mundo más de 270 000 peatones mueren a causa de los accidentes de tránsito. Cada peatón no se espera esté trágico final pues muchos de estos salen de casa y van a trabajar, al colegio, o donde los amigos, y nunca vuelven.

Mundialmente los peatones representan el 22% de las muertes por accidentes de tránsito y otros millones sufren traumatismos leves o graves provocados por éstos. Esta última situación afecta bastante a la economía de las familias y provoca mucho sufrimiento psicológico y físico no solo para el lesionado sino para todo su entorno social.

Según (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael;Cárdenas Grisales, James, 1994) se considera peatón a la población en general, desde personas de un año hasta de cien años. Puede decirse que el número de peatones en un país equivale al censo de la población. Por eso es importante el estudio del peatón ya que no solamente es la víctima del tránsito en ocasiones, sino también es una de las causas.

Muchos de los accidentes sufridos por peatones ocurren por la imprudencia de estos mismos como cruzar por zonas que no están marcadas, no respetar el semáforo, distraerse con el celular y muchos más. En la siguiente tabla realizada por el Ministerio de Salud en el 2019 nos muestra algunas causas y el porcentaje de incidencia en los accidentes, como se puede observar la causa más común es la imprudencia del peatón.



Tabla 2 Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú, 2018

<b>Factores relacionados con el peatón</b>	<b>Número</b>	<b>%</b>
<b>Imprudencia del peatón</b>	5351	84.96
<b>Ebriedad del peatón</b>	726	11.53
<b>Desacato de las señales de tránsito</b>	221	3.51
<b>Total</b>	6298	100

Fuente: (MINSAL-Ministerio de Salud, 2019)

### 2.2.3.2. Conductores

Según el (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) los conductores son las personas que manejan vehículos motorizados y no motorizados. Estas personas tienen derechos y obligaciones establecidos en el Reglamento Nacional de Tránsito-Código de Tránsito.

Según (DGT-Dirección general de tráfico, 2015) de España un conductor ha de dar una respuesta adecuada a las exigencias que le impone la vía, las condiciones meteorológicas o ambientales, la circulación, normas y señales que regulan. Pero para dar esa respuesta, necesita una buena información y una buena capacidad para actuar.

El conductor recibe la información del entorno mediante estímulos que recoge a través de los sentidos (vista y oído fundamentalmente). Una vez percibidos los analiza y después los transforma en decisiones.

Muchos de los accidentes sufridos por conductores ocurren por la imprudencia de estos mismos como conducir con excesiva velocidad, no respetar el semáforo ni las señalizaciones, conducir distraído y muchos más. En la siguiente tabla realizada por el Ministerio de Salud en el 2019 nos muestra algunas causas y el porcentaje de incidencia en los accidentes, como se puede observar las principales causas son conducir con exceso de velocidad y la imprudencia del conductor.





Tabla 3 Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú, 2018

Factores relacionados con el conductor	Número	%
Exceso de velocidad	25048	41.78
Imprudencia del conductor	25858	43.14
Conductor ebrio	6602	11.01
Imprudencia del pasajero	1054	1.76
Desacato de las señales de tránsito	997	1.66
Exceso de carga	386	0.64
<b>Total</b>	<b>59945</b>	<b>100</b>

Fuente: (MINSA-Ministerio de Salud, 2019)

#### 2.2.4. Factor vehículo

Según el (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) los vehículos de transporte terrestre son medio utilizados para personas o mercancías. Se clasifican en:

- Vehículos de transporte motorizados: Automóviles, motocicletas, mototaxis, camionetas, ómnibus, camiones y otros
- Vehículos de transporte no motorizados: Triciclos y bicicletas

El transporte terrestre a través de los vehículos es el medio de comunicación más utilizado por el ser humano para trasladarse de un lugar a otro y satisfacer sus necesidades. Está determinado por dos aspectos:

- Aumento creciente: El incremento en su número, variedad y características técnicas han excedido la capacidad de las vías y afectado la seguridad peatonal.
- Envejecimiento: La circulación de vehículos antiguos y técnicamente deficientes afectan la seguridad del tráfico y la libre circulación.

Algunos de los accidentes son provocados por los vehículos como: las fallas mecánicas, el fallo de los frenos, la falta de luces y muchos más. En la siguiente tabla realizada por el Ministerio de Salud en el 2019 nos muestra algunas causas y el porcentaje de incidencia en los accidentes que se producen por los vehículos. La causa de mayor incidencia es la falla mecánica.

Tabla 4 Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú, 2018

Factores relacionados con el Vehículo	Número	%
Falla mecánica	1929	82.65
Falla de luces	405	17.35
<b>Total</b>	<b>2334</b>	<b>100</b>

Fuente: (MINSA-Ministerio de Salud, 2019)

### 2.2.5. Factor vía

#### Vía.

Según (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2014) la vía es un espacio transitable para vehículos y personas, es toda calle, carretera o camino.

Es primordial primero definir camino o vía, según (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael;Cárdenas Grisales, James, 1994) “camino es aquella faja de terreno acondicionado para el tránsito de vehículos”. A nivel rural se define como carretera y a nivel urbano se define como vía urbana o como las calles de la ciudad.

Algunos de los elementos de la vía son la calzada, las bermas, etc.

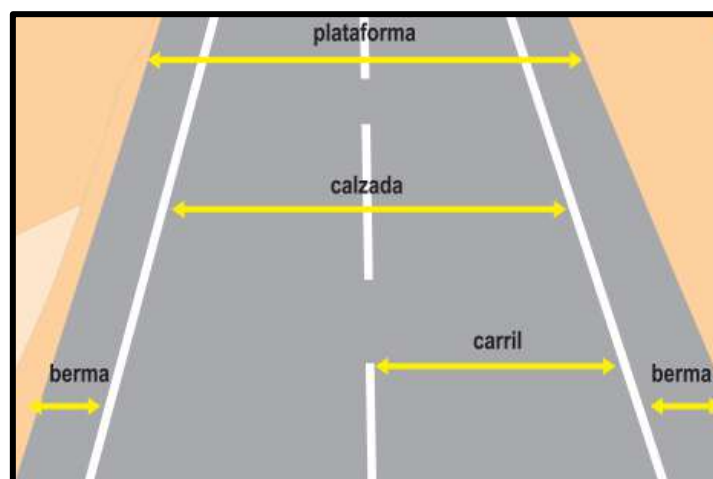


Figura N° 52. Elementos de una vía

Fuente Guía de educación en seguridad vial para profesores y tutores de primaria, La vía pública (2008).

Recuperado de <https://www.mtc.gob.pe/cnsv/documentos/Guia%20Ed.Vial%20Primaria.pdf>



Uno de los patrimonios más importantes de cada país es la infraestructura de su red vial, ya que la calidad de esta influye en el grado de desarrollo del país. Se encontrará siempre que un país desarrollado tiene un sistema vial excelente, mientras que un país atrasado tendrá un sistema vial deficiente.

Según el plan de desarrollo urbano de la provincia del Cusco 2013-2023 realizado por la Municipalidad provincial del Cusco nuestro tramo de estudio tiene un entorno urbano.

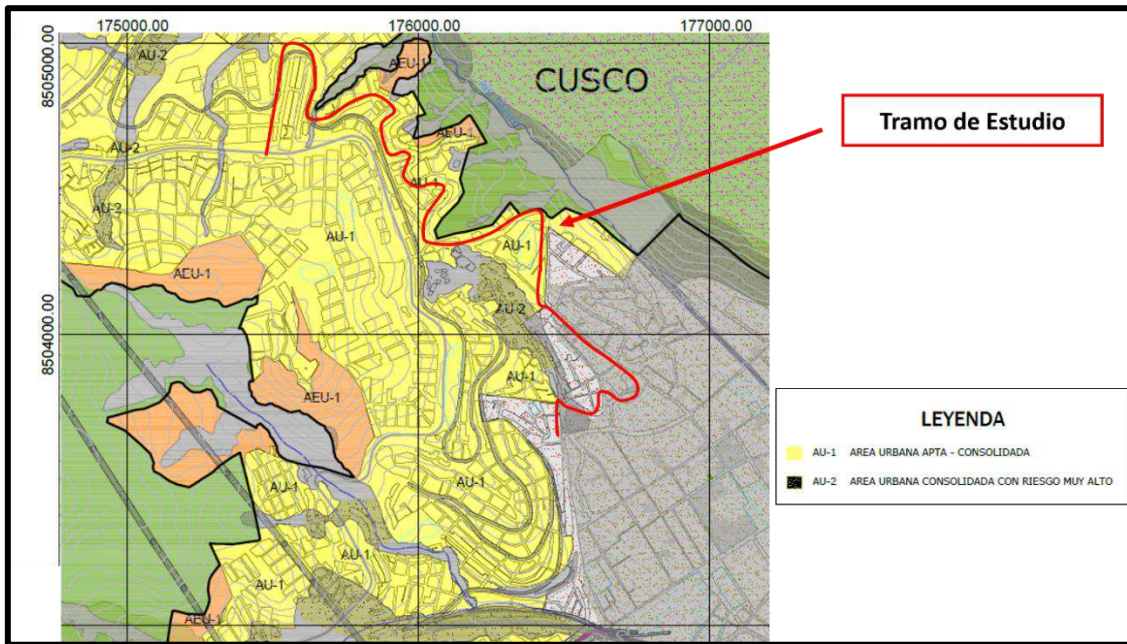


Figura N° 53. Clasificación general de suelos

Fuente: Plano del plan de desarrollo urbano de la provincia del Cusco 2013-2023 modificado

Además, por el mismo plano clasifican a nuestro tramo de estudio como una vía urbana arterial.

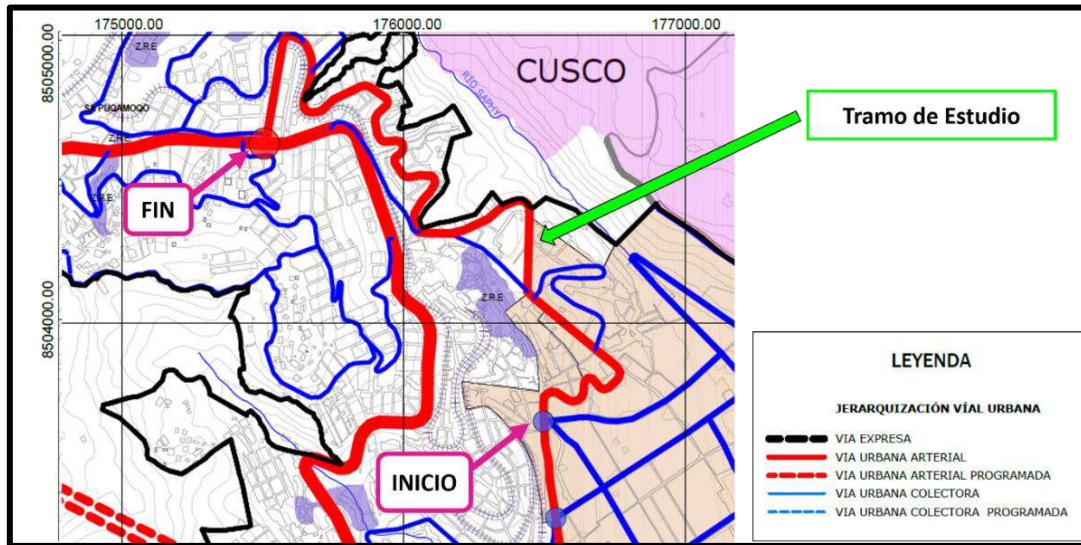


Figura N° 54. Jerarquización vial y nodos de articulación

Fuente: Plano del plan de desarrollo urbano de la provincia del Cusco 2013-2023 modificado

### Vía urbana

Según (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) una vía urbana es una arteria o calle conformantes de una red vial de una ciudad, esta vía está dentro del entorno urbano destinada a la circulación de vehículos, peatones y eventualmente animales.

Según (ICG-Instituto de construcción y gerencia, 2004) un sistema vial urbano tiene dos funciones:

- Acceso a las propiedades colindantes

De circulación para la realización de actividades dentro de una ciudad

### Tipos de vías urbanas

Él (ICG-Instituto de construcción y gerencia, 2004) clasifica las vías urbanas en:

#### Vías Expresas

- Función: Estas vías establecen la relación entre el sistema interurbano y el sistema vial urbano, sirven principalmente para el tránsito de paso (origen y destino). Unen zonas de elevada generación de tráfico transportando grandes volúmenes de vehículos, con circulación a alta velocidad y bajas condiciones de accesibilidad. Sirven para viajes largos entre grandes áreas de vivienda y concentraciones industriales, comerciales y el



área central. Este tipo de vías también han sido llamadas “autopistas”. En su recorrido no es permitido el estacionamiento, la descarga de mercaderías, ni el tránsito de peatones.

- Características del Flujo: El flujo es ininterrumpido, porque no existen cruces al mismo nivel con otras vías, sino solamente a diferentes niveles en intercambios especialmente diseñados.
- Tipos de Vehículo: Generalmente estas diseñado para el tránsito de vehículos pesados. En el caso del transporte público de pasajeros se permitirá carriles separados y el correcto diseño de paraderos.
- Conexiones: Las vías expresas están directamente conectadas entre sí con vías arteriales. En casos especiales, se puede prever algunas conexiones con vías colectoras, especialmente en el Área Central de la ciudad, a través de vías auxiliares.

#### Vías Arteriales

- Función: Estas vías permiten las conexiones interurbanas con media o alta fluidez, baja accesibilidad. Estas vías deben ser incluidas dentro del sistema de vías expresas y permitir una buena distribución y repartición del tráfico a vías colectoras y locales. A muchas de las vías arteriales se les ha impuesto el sinónimo de Avenida, sin embargo, no es equivalente al término.
- Características de flujo: Se debe evitar las interrupciones en el flujo vehicular. En las intersecciones próximas a semáforos se deberá sincronizar eficazmente para minimizar la interferencia del flujo directo. Los peatones deberán cruzar solo en las intersecciones o en cruces diseñados para el paso peatonal. Los paraderos de transporte público deberán estar diseñados para intervenir en el movimiento del tránsito directo. En las intersecciones se pueden diseñar carriles adicionales para volteos con el fin de aumentar la capacidad. Es recomendable que cuenten con pistas de servicios laterales para el acceso a las propiedades.
- Tipos de vehículo: Se permite un porcentaje mínimo de vehículos pesaos y para el transporte colectivo de pasajeros se permitirá vías exclusivas o carriles segregados y con paraderos e intercambios debidamente diseñados.
- Conexiones: Las vías arteriales se conectan a vías expresas, a otras vías arteriales y a vías colectoras. No es recomendable que se conecten a vías locales residenciales.

#### Vías Colectoras



- **Función:** Estas vías sirven para llevar el tránsito de las vías locales a las arteriales y en algunos casos a las vías expresas cuando no es posible hacerlo por intermedio de las vías arteriales. Dan servicio tanto al tránsito de paso, como hacia las propiedades adyacentes. Comúnmente se le da el nombre de Jirón, Vía Parque, e inclusive Avenida.
- **Características de Flujo:** Cuando estas vías se conectan con vías arteriales el flujo es interrumpido por intersecciones sanforizadas. Mientras que cuando se conectan con vías locales el flujo es interrumpido por controles más simples como la señalización horizontal y vertical. El estacionamiento tiene áreas especialmente destinadas a ello. Reciben soluciones especiales para los cruces peatonales, donde existían volúmenes de vehículos y/o peatones de magnitud apreciable.
- **Tipos de Vehículos:** No tienen ninguna restricción, en las áreas comerciales e industriales hay mayor número de camiones. Se puede diseñar paraderos especiales para los ómnibus y/o carriles adicionales para volteo.
- **Conexiones:** Las vías colectoras se conectan con las arterias y con las locales, en su mayoría es con las vías locales.

#### Vías locales

- **Función:** Son vías cuya función es la conexión a las propiedades o lotes, llevando solo tránsito propio, generado tanto de ingreso como de salida. Estas vías también se las ha llamado calles y pasajes.
- **Tipos de vehículos:** Transitan vehículos livianos, ocasionalmente semipesados; se permite estacionamiento vehicular y no hay restricciones en el tránsito peatonal.
- **Conexiones:** Las vías locales se conectan entre ellas y con las vías colectoras.

Algunos de los accidentes son provocados por la vía y su entorno como: el mal estado de la vía, falta de señalización, etc. En la siguiente tabla realizada por el Ministerio de Salud en el 2019 nos muestra algunas causas y el porcentaje de incidencia en los accidentes que se producen por la vía y su entorno. La causa de mayor incidencia es la pista en mal estado.



Tabla 5 Factores que originaron los accidentes de tránsito en el Perú 2018

Factores relacionados con el medio ambiente físico	Número	%
Pista en mal estado	1690	56.73
Señalización defectuosa	478	16.05
Factor ambiental	811	27.22
<b>Total</b>	<b>2979</b>	<b>100.00</b>

Fuente: (MINSA-Ministerio de Salud, 2019)

### 2.2.6. Manual de seguridad vial

El manual de seguridad vial (MSV) es un documento técnico de carácter normativo a nivel nacional, Tiene como objetivos.

- Mejorar las condiciones de seguridad en la infraestructura vial y su entorno, así como optimizar las condiciones del nivel operativo brindando una infraestructura eficiente, accesible y sostenible.
- Pretende reducir el número de accidentes mejorando las características físicas de una infraestructura

El MSV brinda las herramientas, los procedimientos, metodologías y consideraciones relativas a Seguridad Vial a tomarse en consideración en las diferentes etapas de los proyectos de infraestructura vial (estudio de factibilidad, diseño preliminar, diseño detallado, construcción, mantenimiento o conservación, operación y otros).

En la etapa de diseño: Se debe considerar

- Diseño geométrico
- Diseño de pavimentos
- Diseño de la señalización y sistemas de control
- Diseño de drenajes, puentes, túneles, intersecciones, obras complementarias y otros estudios

En la etapa de construcción: Durante el proceso constructivo se debe tener:

- Un plan de Seguridad Vial de la obra (personas, vehículos y maquinaria, instalaciones, entorno y usuarios en general)



- Gestión del tránsito vehicular, desvíos e iluminación nocturna
- Un plan de contingencia en caso de accidentes y emergencias.
- Dispositivos del control de tránsito y velocidades de circulación en zonas de trabajo.

En la etapa del mantenimiento: Se debe tomar aspectos para la conservación y mantenimiento de pavimentos, bermas, señalización, dispositivos de control del tránsito, sistema de contención vehicular, estructuras (puentes, túneles, intersecciones, obras complementarias y otros), visibilidad y otros.

En la etapa de operación: Se debe tener en cuenta una serie de acciones que aporten a la gestión, control del tráfico, planificación, dirección, coordinación de las instalaciones y tecnologías para el control, regulación, vigilancia y mejora de la seguridad vial en su entorno, así como la participación de todos los actores con responsabilidad en la gestión del tráfico entre otros.

Así mismo el MSV incorpora el concepto de Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial, las cuales nos ayudaran a evaluar y mejorar la seguridad vial.

#### ***2.2.6.1. Organización del MSV***

El Manual de Seguridad Vial está organizado en capítulos, secciones y cada uno de los cuales están subdivididos. Los capítulos son los siguientes:

#### **Capítulo 1: Generalidades**

Describe el propósito y los alcances del Manual, en la identificación de los procedimientos, metodologías y consideraciones relativas a Seguridad Vial a tomarse en consideración y cumplirse en las etapas de los proyectos de infraestructura vial (estudio de factibilidad, diseño preliminar, diseño detallado, construcción, mantenimiento o conservación, operación y otros). Así mismo, contiene la organización del Manual y Glosario de Términos.

#### **Capítulo 2: Aspectos Conceptuales**

Plantea una visión general de los principios conceptuales en materia de seguridad vial a nivel internacional y nacional, que deben tenerse en consideración en el comportamiento y actitud humana, frente a los riesgos que de por sí representa el transporte y tránsito terrestre que utiliza la infraestructura vial, a fin de contribuir a la disminución de los accidentes de tránsito que generan pérdida de vidas humanas.





### **Capítulo 3: Interacción Entre la Infraestructura y la Seguridad Vial**

Aborda la incorporación de conceptos, procedimientos y metodologías que deben tomarse en consideración durante las fases de pre inversión, inversión y post inversión de la infraestructura vial, identificando y desarrollando las consideraciones y disposiciones que deben adoptarse en materia de Seguridad Vial, con el propósito de que las mismas contribuyan de manera efectiva a la disminución de los accidentes de tránsito y consiguiente pérdida de vidas humanas.

### **Capítulo 4: Herramientas de la Seguridad Vial**

Este capítulo desarrolla las herramientas de gestión, fin de que las autoridades competentes tengan la posibilidad de contribuir en la reducción de accidentes de tráfico, estas herramientas en otros países han permitido reducir los accidentes considerablemente como es el caso de Suecia (Visión Cero), Holanda (Seguridad Sostenible). Por ello es de vital importancia que los especialistas de seguridad vial puedan identificar y desarrollar las consideraciones y disposiciones en materia de Seguridad Vial, y que deben adoptarse durante las fases de pre inversión, inversión y post inversión de la infraestructura vial, las cuales principalmente están orientadas a determinar situaciones o elementos que podrían comprometer la seguridad vial.

### **Capítulo 5: Administración de la Seguridad Vial**

Este último capítulo, identifica y desarrolla disposiciones sobre la administración de la seguridad vial con 7 pasos básicos, que van desde la recolección de datos y evaluación de la red vial, hasta cálculos de evaluación de efectividad y priorización de proyectos, con análisis y diagnóstico, para proceder a disponer de un método predictivo.

Finalmente, como ANEXO A1, A2, A3, A4, A5 y A6, del Manual de Seguridad Vial se presenta consideraciones técnicas normativas que complementan a la normatividad vigente, tales como: Datos generales para Auditoría e Inspección de Seguridad Vial, ficha para Auditoría de Seguridad Vial, ficha para Inspección de Seguridad Vial, Propuestas de mejora para diseño de vías seguras, Sistema de contención de vehículos tipo barreras de seguridad y amortiguadores de impacto, Reductores de velocidad tipo resalto para el sistema nacional de carreteras (SINAC).



### 2.2.6.2. Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial

- **Auditoría de Seguridad Vial (ASV):** Es un examen aplicado sobre nuevos proyectos viales, rediseños viales
- **Inspección de Seguridad Vial (ISV):** Es un examen que se aplica en vías en servicio.

Evaluación de la Seguridad Vial	Auditoría de Seguridad Vial	Inspección de Seguridad Vial	Gestión de la Seguridad Vial	Gestión de Tramos de concentración de accidentes
Estrategias Preventivas			Estrategias Reactivas	
Aplicado a proyectos y vías en ejecución		Aplicado a vías en servicio		

Figura N° 55. Auditorías e Inspecciones de Seguridad Vial

Fuente: MSV 2017 modificado

Ambas buscan anticiparse a la ocurrencia de los accidentes y/o siniestros. Es recomendable aplicar las ASV/ISV en todas las etapas del proyecto desde la concepción hasta la operación

Como nuestro tramo de estudio está construido y se encuentra en servicio entonces nosotros nos basaremos en una inspección de seguridad vial.

### 2.2.6.3. Inspección de Seguridad Vial

Una inspección de Seguridad Vial (ISV) es un procedimiento sistemático en el que un equipo profesional calificado comprueba las condiciones de seguridad de un tramo vial y su entorno, desde todos los aspectos que puedan intervenir en la seguridad de todos los usuarios (no sólo motorizados, sino también los ciclistas y peatones).

Objetivos:

- Identificar características a través de la red que podrían ser peligrosas (por ejemplo, un poste en el exterior de una curva). La identificación de estas características ayuda a priorizar los trabajos correctivos.



- Identificar carencias potenciales de una vía con el fin de reducir la probabilidad de que se produzca un accidente en el tramo estudiado mediante la aplicación de medidas correctoras oportunas. Esto contribuir a la reducción de costos individuales, familiares y sociales relacionados a los accidentes.
- Identificar y tratar otros peligros potenciales en un lugar donde frecuentemente se producen choques, al mismo tiempo se tratan las causas de los accidentes.

Los costos de la reparación de unos accidentes son mucho mayores a los costos por efectuar una ISV y tomar medidas preventivas tomadas por dicha inspección, Por lo tanto, es mejor prevenir que lamentar un accidente.

### **2.2.7. Listas de chequeo**

La lista de chequeo es una herramienta de apoyo para las auditorias e inspecciones, con el fin de diagnosticar de manera anticipada sobre los posibles factores de riesgo para la seguridad vial de la infraestructura y a su vez guiar los análisis siguientes.

El inspector o auditor debe primero escoger las listas que necesite y luego adaptarlas al tipo de vía o elemento de vía en cuestión Los contenidos de las listas no son exhaustivos ni fijos o cerrados, sino que el auditor o inspector deben encargarse de. Con su conocimiento y experiencia, enriquecer para mejorar el análisis. Y así de esta manera tener como resultado las recomendaciones a fin de mitigar los accidentes y la gravedad de los mismos.

Las listas que nosotros escogimos son del Anexo A3: Ficha para inspección de Seguridad Vial y los parámetros que estudiaremos son:

### **2.2.8. Consideraciones generales de seguridad vial**

Según (Dourthé Castrillón, Antonio; Salamanca Candia, Jaime;, 2003) las consideraciones de seguridad vial se pueden agrupar de la siguiente forma:

#### **2.2.8.1. Diseño geométrico**

Características para los cuales está diseñada una vía o intersección, tomando en cuenta una normativa en la cual se establezcan dimensiones respecto a un vehículo de diseño, a la jerarquización de la vía ya la topografía.

- a) Radios Mínimos



Según la DG-2018 del (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) es el mínimo radio de curva con la que un vehículo tiene permitido girar teniendo seguridad y comodidad. Dicho radio depende de la velocidad de diseño y de otros factores que se muestran en la siguiente fórmula:

$$R \text{ mín} = \frac{V^2}{127(P_{\text{máx}} + f_{\text{máx}})}$$

Donde:

R mín: Radio mínimo

V: Velocidad de diseño

P<sub>máx</sub>: Peralte máximo asociado a la velocidad. (0/00) (Ver tabla 302.02 de la DG-2018)

F<sub>máx</sub>: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a velocidad. (Ver tabla 302.02 de la DG-2018)

#### b) Distancia de visibilidad

Es la distancia continua hacia adelante del vehículo en la vía en donde el conductor tiene la suficiente visibilidad para ejecutar alguna maniobra de ser necesario, o se percate de alguna situación en riesgo. Se consideran tres tipos:

- Distancia de visibilidad de parada

Es la mínima distancia para que un vehículo se detenga. Según la DG-2018 se expresa la siguiente fórmula para pavimentos húmedos:

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 * \frac{V^2}{a}$$

Donde:

D<sub>p</sub>: Distancia de parada (m)

V: Velocidad de diseño (km/h)

t<sub>p</sub>: Tiempo de percepción + reacción (s)



a: deceleración en m/s<sup>2</sup> (será función del coeficiente de fricción y de la pendiente longitudinal del tramo).

- Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.

Es la mínima distancia que permite que un vehículo se adelante a otro con seguridad y comodidad.

c) Sección Transversal

Según la DG-2018 la sección transversal es una representación de la vía urbana. Es un corte transversal en donde se detallan y dimensionan todos los elementos que tenga dicha infraestructura.

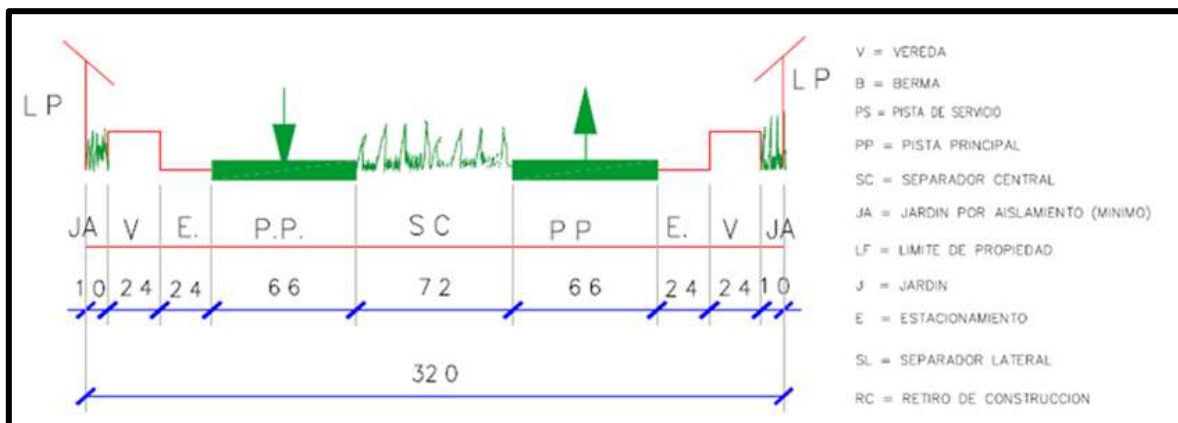


Figura N° 56 Vía colectora con dos carriles en un sentido para habilitaciones urbanas de uso de vivienda

Fuente: (ICG-Instituto de construcción y gerencia, 2004)

Según el VCHI algunos de los elementos considerados en una sección transversal son:

- Vereda: También llamada acera es un área longitudinal ubicado a los lados de la vía usada exclusivamente para los usuarios vulnerables. Esta área debe asegurar la accesibilidad para todos los transeúntes como padres con coches para bebés, personas con discapacidad, etc.

Según el MSV-2017 las dimensiones mínimas se muestran en la siguiente imagen:

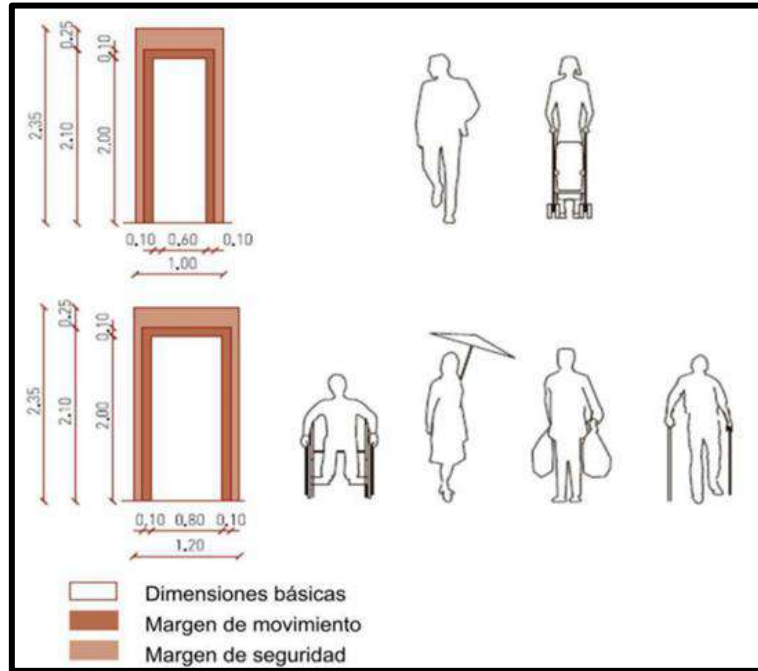


Figura N° 57 Dimensiones Básicas para Peatones

Fuente: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017)

- Sardinel: Elemento longitudinal próximo a la vereda que separa la calza de



Figura N° 58 Vereda y sardinel

Fuente: Propia

- Carril: Área de la vía de uso exclusivo para vehículos
- Cuneta: Orificio bajo el nivel de la vía ubicado a los costados de esta, usado para canalizar y evacuar el drenaje pluvial
- Bombeo: Es la inclinación transversal de la vía desde el eje en tramos rectos, con el fin de escurrir las aguas superficiales y evitar la acumulación de agua en el pavimento.
- Peralte: Es la inclinación transversal en curvas.

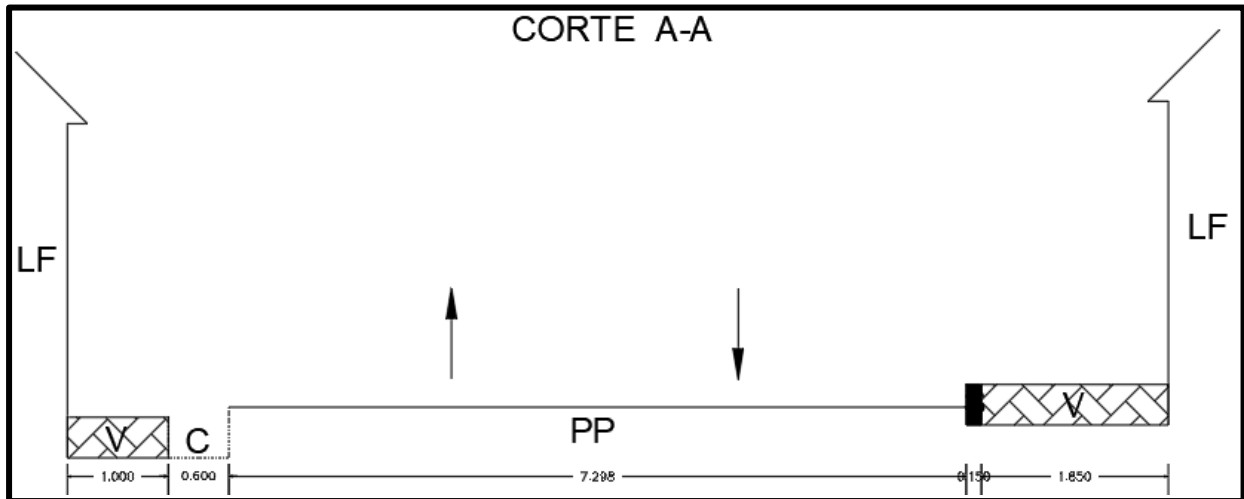


Figura N° 59 Sección transversal de una vía

Fuente: Propia

d) Diseño de intersecciones

**Definición:** Según el Manual de Diseño Geométrico de vías urbanas del (ICG-Instituto de construcción y gerencia, 2004) una intersección es el área común o compartida de dos o más vías que se cruzan en un mismo nivel. Las intersecciones también son llamadas cruces y en este se tienen la posibilidad de ingresar a una vía y/o cambiar la trayectoria.

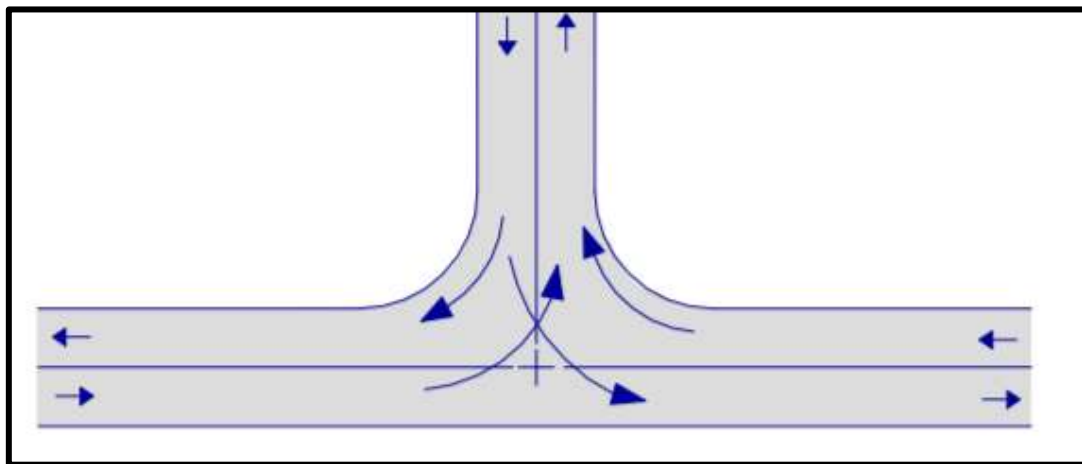


Figura N° 60 Forma básica de encuentro de 3 ramas con volteos de poca magnitud

Fuente: (ICG-Instituto de construcción y gerencia, 2004)

Las intersecciones son clasificadas principalmente de acuerdo a sus ramales.

DE TRES RAMALES	EMPALME EN T	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADAS 	
	EMPALME EN Y	SIMPLE 	CANALIZADAS 		
DE CUATRO RAMALES	INTERSECCION EN +	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
	INTERSECCION EN X	SIMPLE 	ENSANCHADA 	CANALIZADA 	
ESPECIALES		EN ESTRELLA 		ROTONDA 	

Figura N° 61 Variedad de tipos de intersección a nivel

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

### Consideraciones para el diseño:

- Triángulo de visibilidad

Según la DG-2018 del (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) el triángulo de visibilidad es el área libre de obstáculos en donde los conductores de dos o más vías se encontrarán al mismo tiempo en una intersección teniendo la suficiente distancia de observarse y lograr la maniobra necesaria.



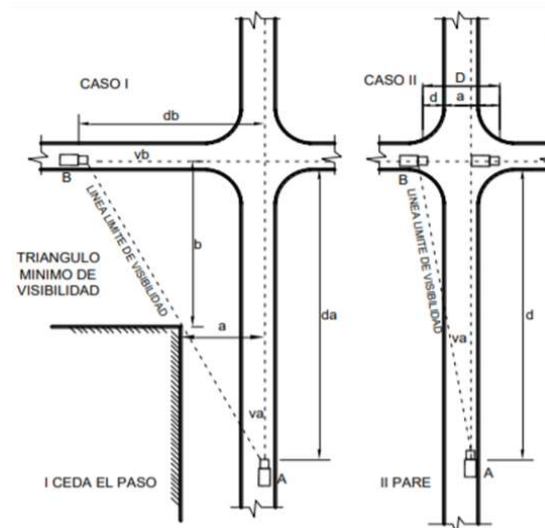


Figura N° 62 Triángulos de visibilidad

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

En el caso de nuestra investigación no existe dicho triángulo de visibilidad ya que en todas las intersecciones existen casas ya construidas que impiden dicha área libre.

- Señalización en intersecciones

Según la DG-2018 en una intersección se le dará la importación a una vía sobre la otra, por lo tanto, es necesaria la existencia de dos tipos de señales restrictivas ya sea PARE o CEDA EL PASO, dependiendo de la situación:

Se usará la señal CEDA EL PASO cuando exista un triángulo de visibilidad adecuado y las relaciones de flujo no exijan ninguna prioridad.

Cuando el triángulo de visibilidad no sea el óptimo y los flujos de tránsito varíen y prioricen a uno de ellos se usará la señal PARE



Figura N° 63 Señales de prioridad

Fuente: Manual de dispositivos de control

- Islas

Según VCHI es una zona ubicada entre los carriles de circulación cuyo objetivo es guiar el movimiento vehicular y servir de refugio a los peatones o usuarios vulnerables que no alcanzaron a cruzar con totalidad la vía. En áreas reducidas el ancho mínimo debe ser 0.60 m.

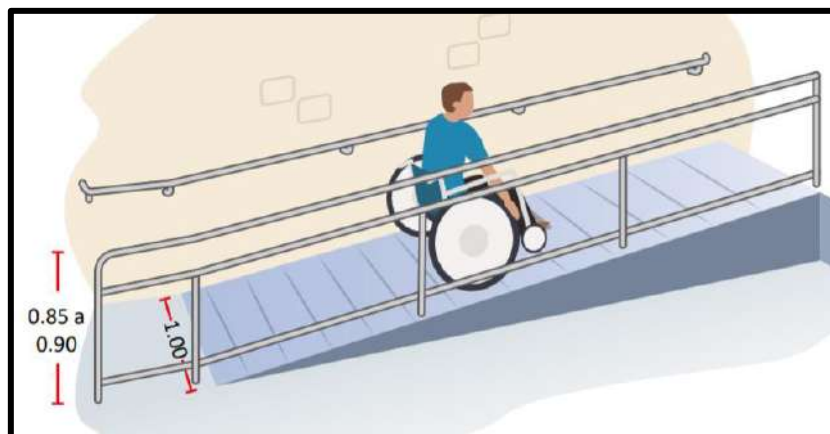


*Figura N° 64 Isla elevada con sardinel*

Fuente: Elaboración Propia (220), [Civil 3D, 2020]

- Rampas

Según la Norma Técnica A.120 "Accesibilidad Universal en Edificaciones" del (Ministerio de Vivienda, 2019) nos indican que el ancho mínimo de una rampa debe ser 1.00 m.



*Figura N° 65 Longitudes mínimas de una rampa*

Fuente: Norma A.010, Características de diseño en rampas (2019). Recuperado de [https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/418352/Norma\\_A120\\_V5\\_web.pdf](https://cdn.www.gob.pe/uploads/document/file/418352/Norma_A120_V5_web.pdf)



Las pendientes máximas que deben tener las rampas dependen de la diferencia de nivel y están de acuerdo a la siguiente tabla.

*Tabla 6 Pendientes máximas de rampas*

Diferencias de nivel	Pendiente máxima
Hasta 0.25 m.	12%
De 0.26 m. hasta 0.75 m.	10%
De 0.76 m. hasta 1.20 m.	8%
De 1.21 m. hasta 1.80 m.	6%
De 1.81 m. hasta 2.00 m.	4%
De 2.01 m. a más	2%

*Fuente: (Ministerio de Vivienda, 2019)*

### **2.2.8.2. Superficie de rodadura**

Plano superficial del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico. Las características de la superficie de rodado tienen un efecto significativo en la seguridad vial. Las probabilidades de accidentes disminuyen cuando se cuenta con una superficie con buena adherencia, especialmente bajo condiciones de pavimento húmedo.

### **2.2.8.3. Velocidad**

La velocidad es la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.

$$V = \frac{d}{t}$$

Donde:

V= Velocidad constante (km/hr)

D= Distancia recorrida (km)

T= Tiempo de recorrido (horas)

Según el VCHI la velocidad se ha convertido en un indicador con el cual se mide la calidad de la operación de un sistema de transporte. La velocidad es importante pues con ello establecido se definen otros elementos como la distancia de visibilidad, radios, etc.

Para aforar la velocidad se tiene que tener en cuenta la definición de la:

- Velocidad espacial



Según (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael;Cárdenas Grisales, James, 1994) dice que para el estudio de velocidad se mide la cantidad del movimiento del tránsito de utilizan la velocidad en un punto, en sus dos componentes media temporal y media espacial; la velocidad de recorrido y la velocidad en marcha.

Cuando se trata del registro de velocidades de punto y donde solamente puede ser medido un porcentaje de los vehículos en una determinada sección, se debe recolectar datos con base de una muestra que permita caracterizar la población, la cual en este caso consiste en el volumen total de transito que pasa por dicha sección durante el periodo de estudio

La estadística descriptiva y la inferencia estadística debe ser utilizadas en el análisis de los datos de velocidad de punto, debido a la incertidumbre que existe en la caracterización de la población a partir de variables basadas en una muestra, y debido a que no todos los vehículos en la corriente de transito viajan a la misma velocidad, sino por el contrario siguen una distribución de velocidades dentro de un amplio intervalo de comparación.

Según el MSV-2017 de (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017) se debe escoger un tramo homogéneo de la vía urbana de una distancia mínima de 40m.

#### ***2.2.8.4. Dispositivos de control***

Según (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael;Cárdenas Grisales, James, 1994) los dispositivos de control son las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo auxiliar que se coloca sobre o aledaña a las carreteras o vías urbanas. Con el fin de indicar a los usuarios las precauciones que debe tomar, informar las limitaciones (reglas) y guiar a los usuarios.

Los requisitos para un dispositivo de control son:

- Satisfacer una necesidad
- Llamar la atención
- Transmitir un mensaje simple y claro
- Imponer respeto a los usuarios de las calles y carreteras
- Estar en el lugar apropiado con el fin de dar tiempo para reaccionar

#### 2.2.8.4.1. Señales verticales

Según (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) las señales verticales son dispositivos instalados al costado o sobre el camino y tienen por finalidad, reglamentar en tránsito, prevenir e informar a los usuarios mediante palabras o símbolos.

**Ubicación.** - Para asegurar su eficacia se debe considerar:

Distancia entre la señal y la situación a la cual se refiere (ubicación longitudinal). -Esta distancia debe permitir que el usuario tenga un tiempo de percepción y reacción para efectuar las acciones para una adecuada operación. En general una señal debe:

- Indicar el inicio o fin de una restricción o autorización, la señal debe ubicarse en el lugar específico donde esto ocurre.
- Advertir o informar sobre condiciones de la vía o de acciones que se deben o pueden realizar más adelante.

Distancia entre la señal y la calzada (ubicación lateral). - Es la distancia desde el borde del borde de la calzada (sardinel) al borde próximo de la señal. En zonas urbanas mínimo es 0.60m.

Altura de la señal. - En zonas urbanas mínimo es 2.00 metros.

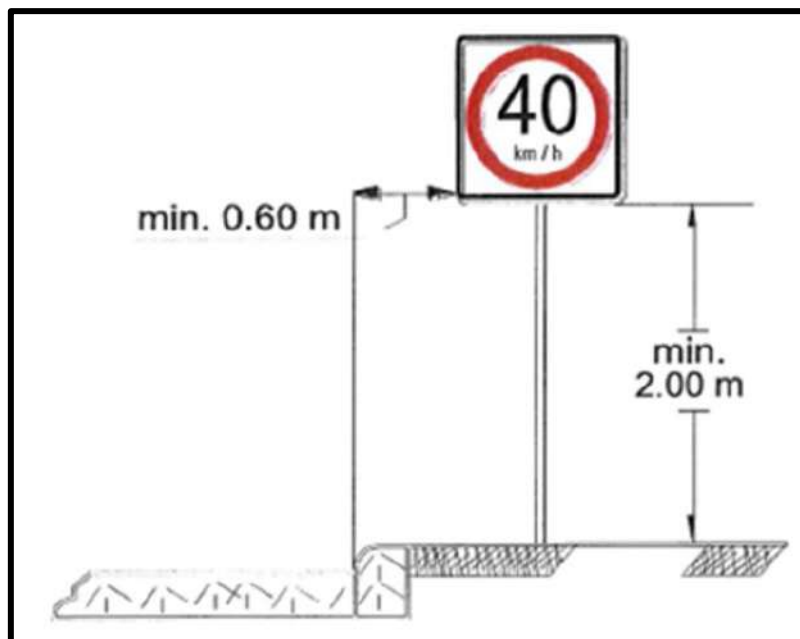


Figura N° 66. Señal en Zona Urbana

Fuente: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)



De acuerdo a la función las señales verticales se clasifican en:

- a) Señales Regulatoras o de Reglamentación: Tienen por finalidad notificar a los usuarios de las vías las prioridades, prohibiciones, restricciones, obligaciones y autorizaciones existentes. Su incumplimiento es una falta que puede llegar a ser un delito.
- b) Señales de Prevención: Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en zonas adyacentes, ya sea en forma permanente temporal.

Las características que justifiquen el uso de esta señal:

- Cambios en el alineamiento horizontal y vertical por presencia de curvas
  - Presencia de intersecciones con carreteras o calles, y pasos a nivel con vías de ferrocarril
  - Reducción o aumento del número de carriles y cambios de anchura del pavimento
  - Pendientes peligrosas
  - Proximidad de un cruce donde existe un semáforo o donde debe hacer un alto
  - Pasos peatonales y cruces escolares
  - Condiciones deficientes en la superficie de la carretera o calle como huecos y más.
  - Presencia de derrumbes, grava suelta, etc.
  - Aviso anticipado de dispositivos de control por obras de construcción.
- c) Señales de Información: Tienen como propósito guiar a los usuarios y proporcionar información para que puedan llegar a sus destinos en la forma más simple o directa. Además, proporcionan información relativa a distancias a centros poblados.  
En zonas urbanas: Identifican rutas y calles, parques y otros. Estas señales por lo general se ubican entre 10 m y 50 m antes del cruce.

#### 2.2.8.4.2. *Señales horizontales*

Las señales horizontales están conformadas por marcas en el pavimento o demarcaciones, que sirven para orientar y distribuir la circulación vehicular e indicar los movimientos a ejecutar mediante líneas, figuras y leyendas.

Esta señalización son líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes.



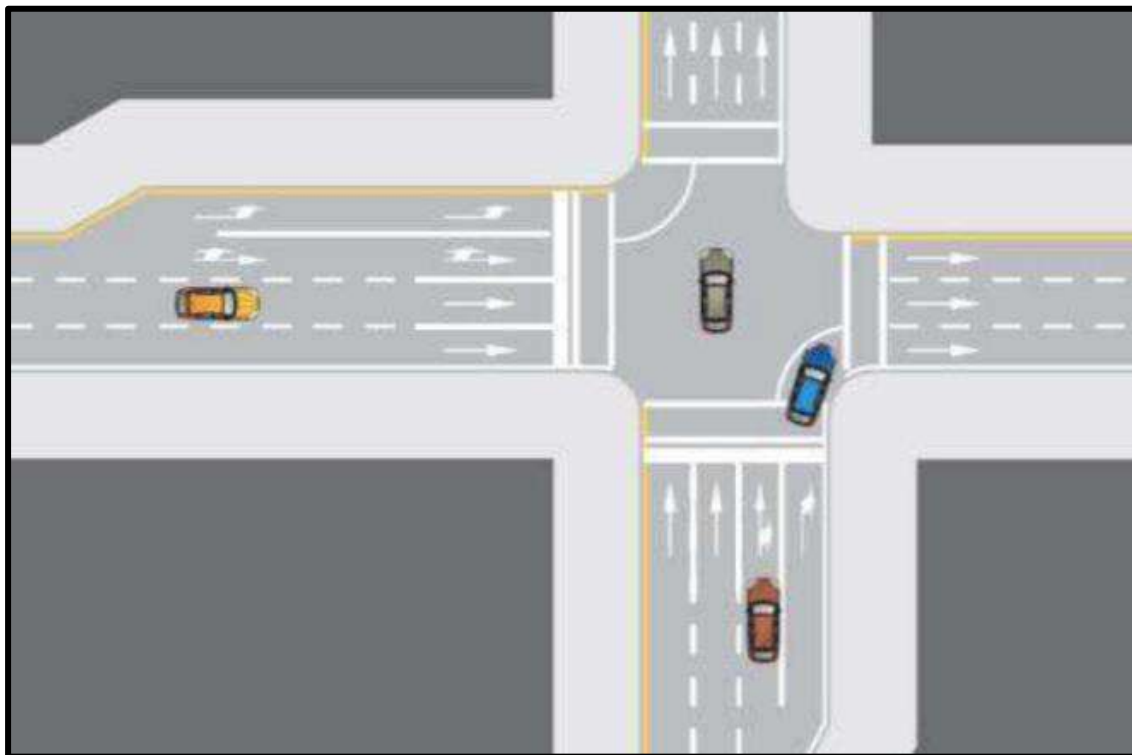
Constituyen un excelente medio de señalización que guía al usuario sin distraer su vista del camino.

Tipos de demarcaciones:

- Demarcaciones planas

Línea de borde de calzada o superficie de rodadura: Línea que delimita la calzada

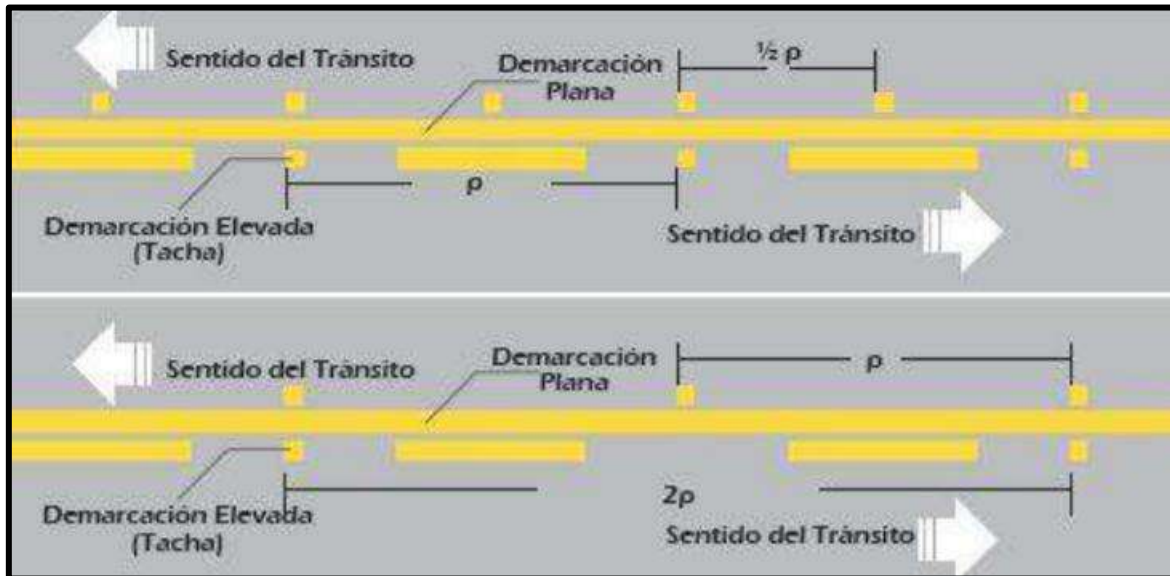
Línea de carril: Línea que tienen como función separar los carriles de circulación. Es de color blanco y puede ser discontinua o segmentada.



*Figura N° 67 Ejemplo de demarcaciones de continuidad de carriles en intersecciones*

Fuente: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

Línea central: Separa los carriles de circulación de la calzada- Es de color amarillo puede ser discontinua o segmentada (Cuando tiene permitido cruzar al otro carril por adelantamiento). Y es continua cuando no tiene permitido cruzar por limitaciones geométricas.



*Figura N° 68 Ejemplo de líneas combinadas o mixtas*

Fuente: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

- Cruceos peatonales

Según el Manual de dispositivos de control de la (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) los cruceos tienen un margen de 3 a 8 metros.



*Figura N° 69 Cruceo peatonal*

Fuente: Elaboración Propia



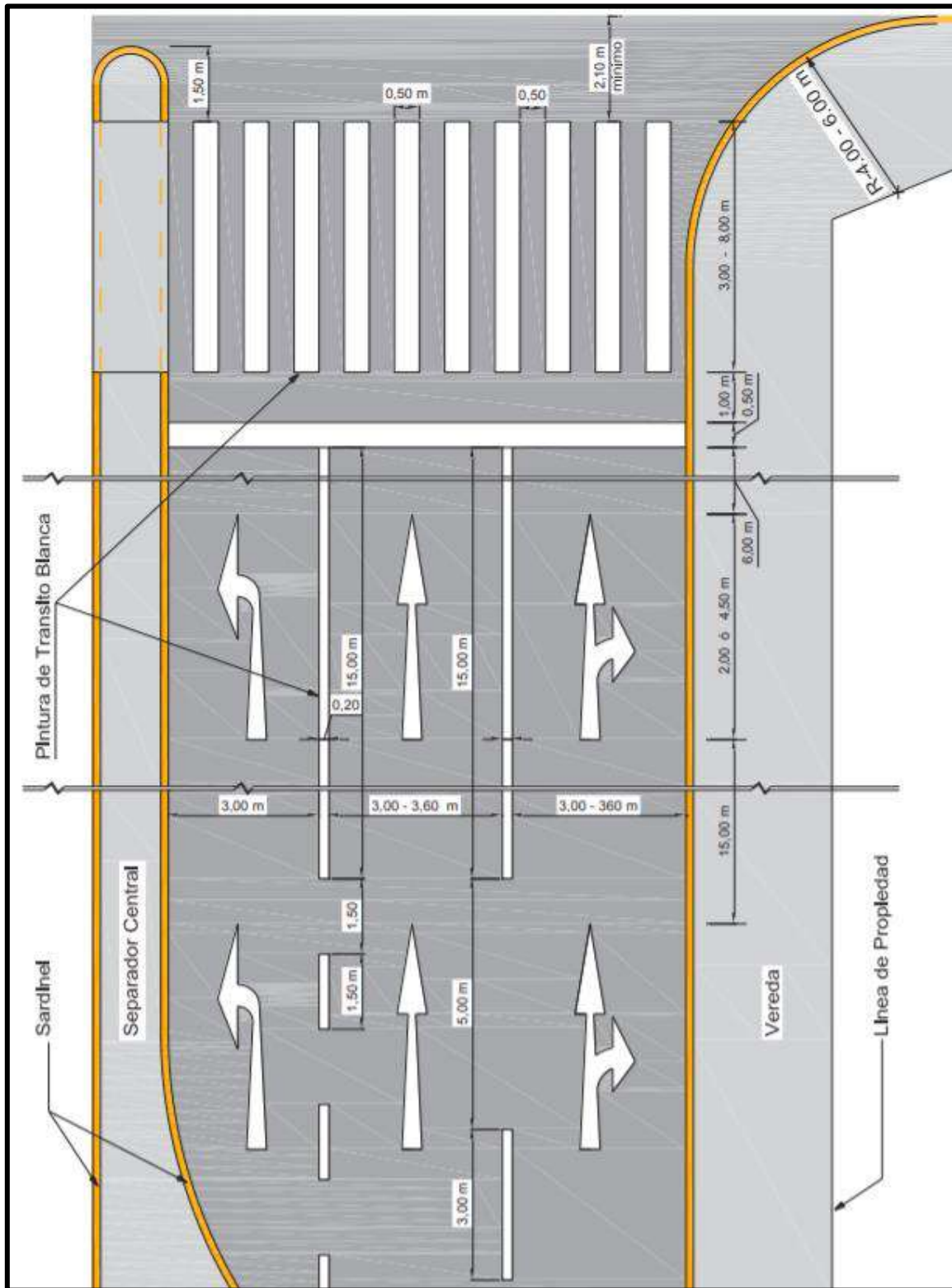


Figura N° 70 Ejemplos de demarcación de línea de pare con dimensiones

Fuente: (MTC-Ministerio de Trasportes y Comunicaciones, 2016)

- Demarcaciones elevadas

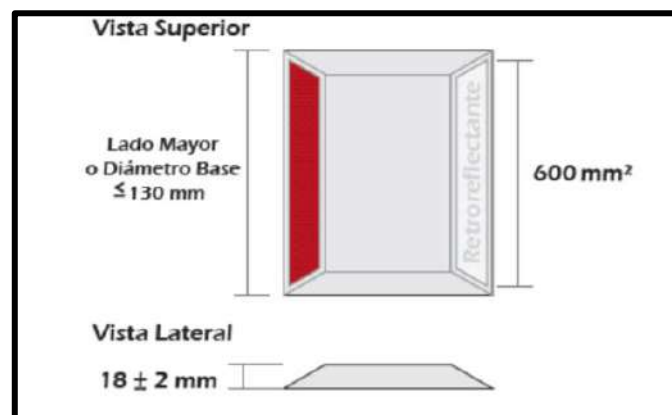
Son elementos que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal complementar las marcas planas en el pavimento.

a. Tachas y Tachones

Las tachas pueden cumplir eficientemente dos funciones: guiar y alertar al conductor. Permiten realzar la demarcación o, por sí solas, mejorar la visibilidad especialmente con lluvia o de noche, gracias a su retrorreflectancia. Además, alertar a los conductores que se han salido de su pista. Se debe tener especial atención en que, su instalación no afecte la estabilidad de los vehículos de dos ruedas.

Las principales características de estos elementos son:

- Visibles en todas las circunstancias;
- Durables.



*Figura N° 71 Ejemplo de Tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”*

Fuente: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016)

2.2.8.4.3. *Semáforos*

Son dispositivos eléctricos de control del tránsito que tienen por finalidad regular y controlar el tránsito vehicular motorizado y no motorizado, y peatonal, a través de las indicaciones de luces de color rojo, verde y amarillo o ámbar.

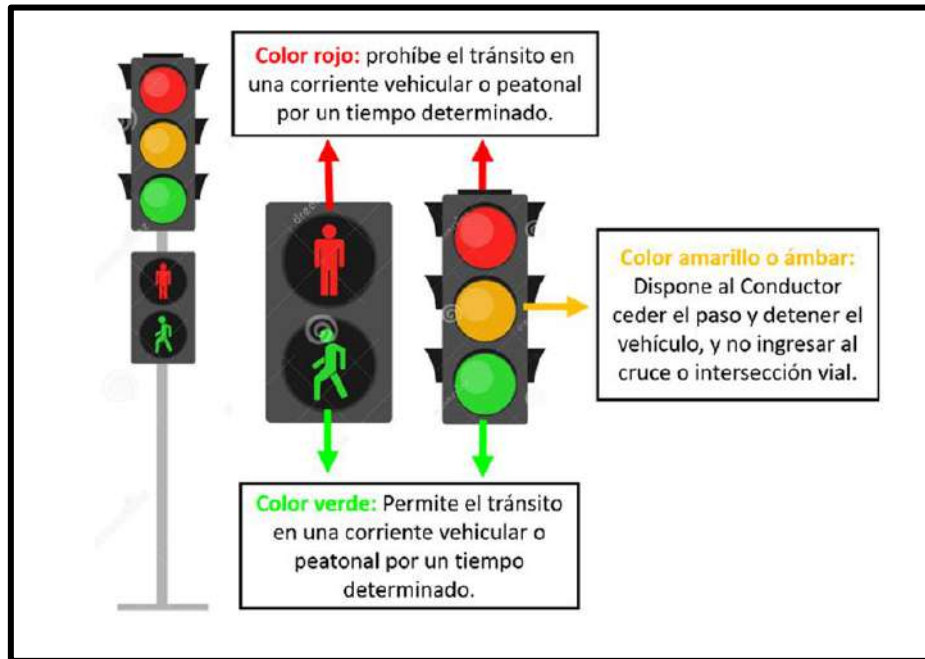


Figura N° 72. Cara de semáforo

Fuente: (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2016) modificado

- **Software Synchro Studio 8**

Es un software completo que tiene como objetivo modelar, optimizar, administrar y simular sistemas de tráfico.

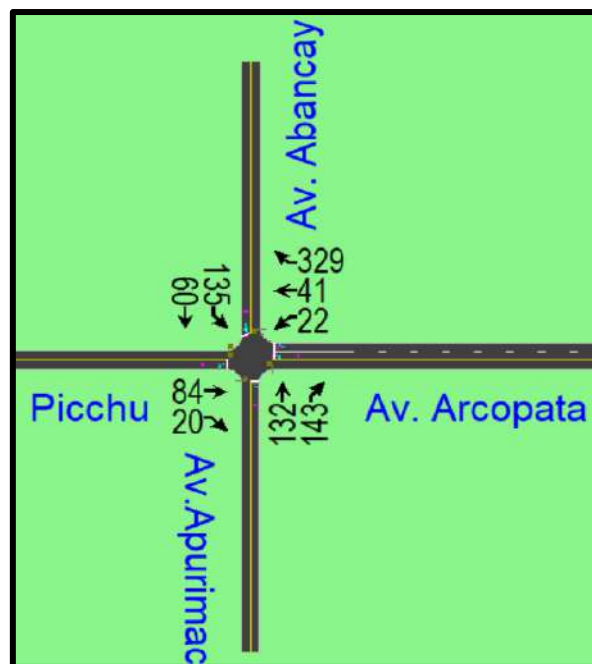
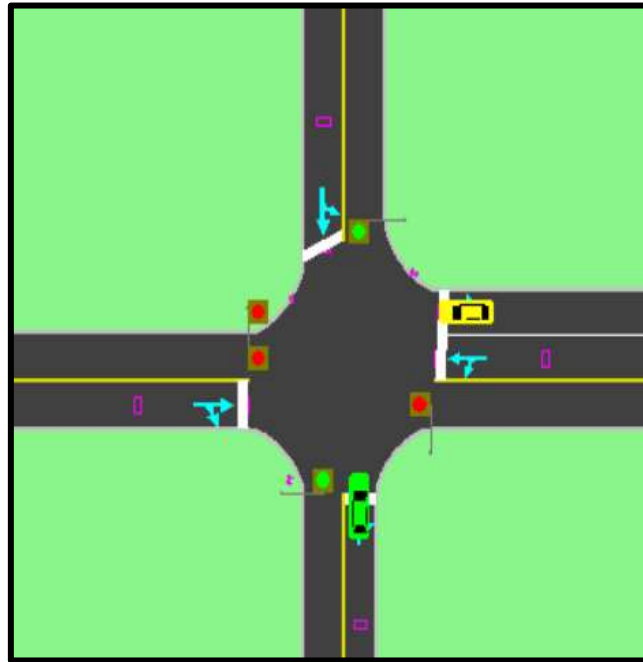


Figura N° 73 Simulación de tráfico en la intersección “Arcopata”

Fuente: Elaboración Propia (2020), [Synchro Studio 8, versión 8]



*Figura N° 74 Simulación de tráfico en la intersección “Arcopata”*

Fuente: Elaboración Propia (2020), [Synchro Studio 8, versión 8]

#### **2.2.8.5. Mobiliario Vial**

El mobiliario Vial (la iluminación de la vía, paraderos, las islas de tránsito, barreras o defensas camineras, entre otros) son componentes importantes desde el punto de vista de la seguridad y ayudan al conductor a identificar de una manera más clara las condiciones particulares de la vía y advertir los riesgos. Es importante tener en cuenta que la ubicación del mobiliario en la vía no cree peligros innecesarios.

#### **Iluminación de la Vía**

Tener toda la red vial iluminada sería óptimo para lograr una buena visibilidad nocturna, sin embargo, por razones económicas no siempre es factible materializarlo. De todos modos, donde ello es posible, la iluminación debe ser tal que la superficie de rodado se encuentre uniformemente iluminada de modo que los vehículos, ciclistas, peatones y objetos sean vistos. El diseño de las lámparas y la geometría de las instalaciones deben estar de acuerdo con las condiciones de la superficie de la vía para proporcionar la calidad y la cantidad óptima de iluminación.

La localización de los postes de iluminación no debe crear peligros innecesarios. Así, se puede realizar una serie de recomendaciones para mejorar la seguridad:



- Ubicar los postes fuera del borde de la calzada
- Utilizar postes que colapsen al ser impactados,
- Proteger los postes con un dispositivo que no permita impactarlos directamente - o que evite un daño mayor al vehículo

#### ***2.2.8.6. Gestión de Tránsito***

Los aspectos de la gestión de tránsito que se relacionan con la seguridad vial son principalmente límites de velocidad y control físico de la velocidad, regulación de intersecciones, cruces peatonales, sistemas unidireccionales y control del estacionamiento

#### ***2.2.8.7. Volumen de tránsito***

Es la cantidad de vehículos que pasan por un punto o sección transversal durante un periodo determinado.

$$Q = \frac{N}{T}$$

Donde:

Q= Vehículos que pasan por unidad de tiempo (vehículos/periodo)

N=Número total de vehículos que pasas (vehículos)

T= Periodo determinado (unidades de tiempo)

#### ***2.2.8.8. Usuarios de la Vía***

##### ***2.2.8.8.1. Distancia de visibilidad***

Según el MSV las vías deben estar diseñadas para que todo conductor pueda ver la vía que va a transitar, con la finalidad de realizar maniobras seguras. A mayor distancia de visibilidad menor es el número de accidentes.

Cuando la distancia de visibilidad es menor a 200 m en las curvas horizontales es en donde se tienen elevados accidentes.

#### 2.2.8.8.2. *Usuarios vulnerables*

Según el MSV en la declaración de Moscú (surgida en la primera conferencia ministerial mundial de las Naciones Unidas sobre Seguridad Vial celebrado a finales del 2009) propone 11 líneas generales de acción. Para mejorar la seguridad vial.

La línea número cuatro dice “Elaborar y aplicar políticas y medidas genéricas para la protección de todas las personas que participan en el tránsito y especialmente de los colectivos vulnerables.”

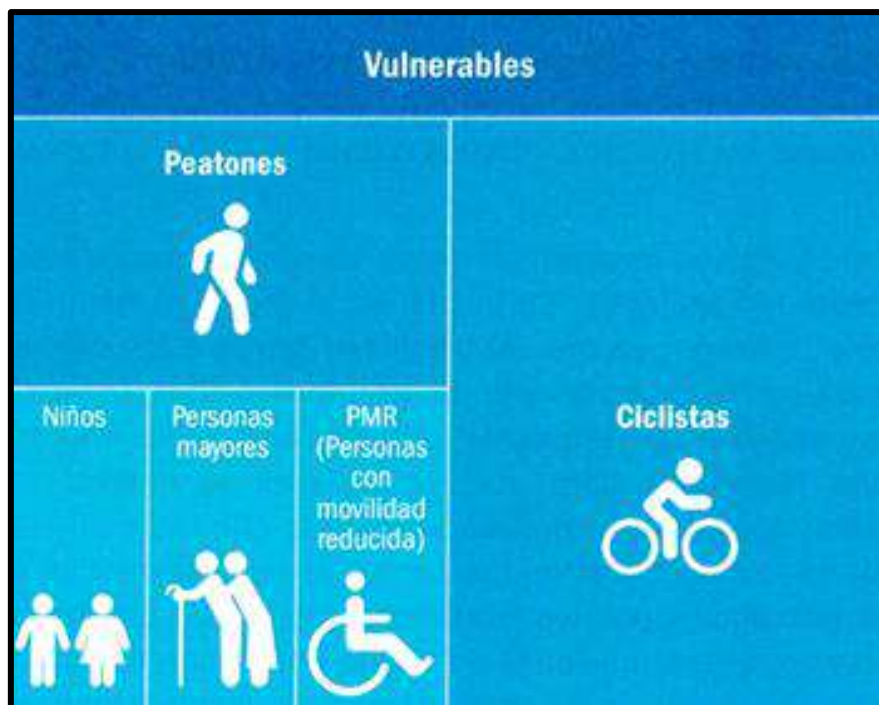


Figura N° 75. Colectivo de usuarios vulnerables

Fuente (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2017)

La protección de estos colectivos vulnerables ha pasado a ser uno de los objetivos prioritarios de los organismos internacionales. La siguiente figura muestra colectivos de usuarios vulnerables.

#### 2.2.8.9. *Paraderos*

Los paraderos son una serie de conjuntos utilizados por el transporte público, estos paraderos están ubicados en lugares donde se recoge y dejar pasajeros.

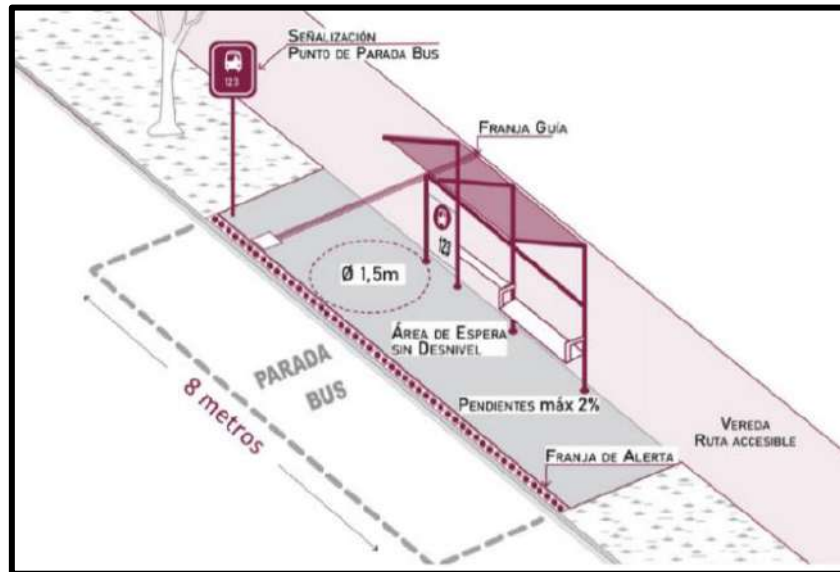


Figura N° 76 Diseño de paraderos

Fuente: Paraderos y refugios peatonales accesibles, condiciones de diseño de paraderos (2020). Recuperado de [https://www.ciudadaccesible.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-14-Paraderos-y-refugios-peatonales\\_2020.pdf](https://www.ciudadaccesible.cl/wp-content/uploads/2018/03/Ficha-14-Paraderos-y-refugios-peatonales_2020.pdf)

#### 2.2.8.10. Estacionamientos

Según el VCHI (ICG-Instituto de construcción y gerencia, 2004) el estacionamiento es un área donde el conductor puede o no dejar su vehículo, en donde el vehículo está inmovilizado por más tiempo al que corresponde una pasada.

Los vehículos estacionados en la calzada afectan la seguridad de dos maneras:

- Por riesgos de colisión entre vehículos que circulan por la vía y los que maniobran para estacionarse.
- Por la disminución de visibilidad entre peatones y conductores. Las extensiones de acera en las proximidades de las intersecciones, o de cruces peatonales, son una medida de seguridad eficaz para evitar que se estacionen vehículos inadecuadamente allí y, además, contribuyen a mejorar la visibilidad de peatones y conductores.



## 2.3. Hipótesis

### 2.3.1. Hipótesis General

Es posible analizar la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta usando el método del manual de seguridad vial peruano MSV-2017.

### 2.3.2. Sub Hipótesis

**Sub-Hipótesis N° 01.** Las características geométricas influyen de manera sustancial en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

**Sub-Hipótesis N° 02.** La velocidad de circulación vehicular tiene una incidencia relevante en el análisis de la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

**Sub-Hipótesis N° 03.** Los dispositivos de control tienen un papel determinante en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

**Sub-Hipótesis N° 04.** La demanda vehicular y peatonal condiciona la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.

## 2.4. Definición de Variables

### 2.4.1. Variables Intervinientes

Variables

- Seguridad Vial.
- Características geométricas.
- Velocidad de Circulación.
- Dispositivos de control
- Demanda de tránsito.





Indicadores de Ingeniería:

- Número de accidentes y tipo de accidentes
- Número de carriles, ancho de carriles, longitudes, pendiente, existencia de desvíos, estacionamientos, curvatura horizontal y curvatura vertical.
- Flujo vehicular
- Tipo de señalización, altura de señalización, cantidad de señalización, ancho de señal, semáforos, fases semafóricas, paraderos
- Promedio diario transito

#### **2.4.2. Cuadro de operacionalización variables**



Cuadro de Operacionalización de Variables							
TIPO DE VARIABLE	DENOMINACIÓN	DESCRIPCIÓN	NIVEL	INDICADOR	INDICADOR DE INGENIERÍA	UNIDAD	INSTRUMENTO DE INGENIERÍA
VARIABLES INTERVINIENTES	SEGURIDAD VIAL	La seguridad vial es un proceso integral donde se articulan y ejecutan políticas, estrategias, normas, procedimientos y actividades, que tiene por finalidad proteger a los usuarios del sistema de tránsito y su medio ambiente, en el marco del respeto a sus derechos fundamentales	Cuantitativo	Observación	Número de accidentes	Und	Fichas de información policial, fichas de recolección de datos y fichas de inspección del Manual de Seguridad Vial 2017
					Tipo de accidentes	Adimensional	
	CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS	Características para los cuales está diseñada una vía o intersección, tomando en cuenta una normativa en la cual se establezcan dimensiones respecto a un vehículo de diseño, a la jerarquización de la vía ya la topografía.	Cuantitativo	Observación	Guías de observación	Und	Guías de observación
					Wincha	Metro	Wincha
					Wincha	Metro	Wincha
					Estación Topográfica	%	Eclímetro
					Guías de observación	Und	Guías de observación
					Guías de observación	Und	Guías de observación
					Estación Topográfica	Adimensional	Estación Topográfica
	Estación Topográfica	Adimensional	Estación Topográfica				
	VELOCIDAD DE CIRCULACION	Relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo.	Cuantitativo	Observación	Flujo vehicular	Vehículo/hora	Guías de observación y videos
	DISPOSITIVOS DE CONTROL	Señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo auxiliar que se coloca sobre o aledaña a las carreteras o vías urbanas. Con el fin de indicar a los usuarios las precauciones que debe tomar, informar las limitaciones (reglas) y guiar a los usuarios.	Cualitativo	Observación	Tipo de señalización	Adimensional	Guías de observación
					Altura de señalización	Metro	Wincha
					Cantidad de señalización	Und	Guías de observación
					Ancho de señal	Metro	Wincha
Semáforos					Adimensional	Guías de observación	
Fases semafóricos					Segundos	Guías de observación	
Paraderos					Und	Guías de observación	
DEMANDA DE TRÁNSITO	Determinación del volumen, la distribución de viajes vehiculares y/o peatonales.	Cuantitativo	Observación	Promedio Diario Transito	Conteo total	Fichas de aforos	



## Matriz de consistencia

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO Facultad de Ingeniería y Arquitectura Escuela Profesional de Ingeniería Civil							
“Análisis de la seguridad vial en el tramo conformado por Av. Abancay, De La Raza, Humberto Vidal Unda y Tomasa Tito Condemayta”							
PROBLEMA	OBJETIVO	HIPOTESIS	VARIABLE	INDICADOR	INDICADOR DE INGENIERÍA	INSTRUMENTO DE INVESTIGACIÓN	TIPO DE INVESTIGACIÓN
Problema General	Objetivo General	Hipotesis General	Intervinientes	INDICADOR	INDICADOR DE INGENIERÍA	INSTRUMENTO	Metodología
PG1. ¿Cómo es la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta usando el método del manual de seguridad vial peruano MSV-2017?	OG1. Analizar la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta usando el método del manual de seguridad vial peruano MSV-2017.	HG1. La seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta podrá ser analizada basándonos en el método del manual de seguridad vial peruano MSV-2017.	Seguridad Vial	Observación	Número de accidentes Tipo de accidentes	Fichas de información policial, fichas de recolección de datos y fichas de inspección del Manual de Seguridad Vial 2017	CUANTITATIVO
PE1. ¿Cuáles son las características geométricas en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?	OE1. Determinar de qué manera influyen las características geométricas en el análisis de la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	SH1. Las características geométricas influyen de manera sustancial en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	Características Geométricas	Observación	Número de carriles Ancho de carriles Longitudes Pendiente Existencia de desvíos Estacionamientos Curvatura horizontal Curvatura vertical	Fichas de Campo	NIVEL DE INVESTIGACIÓN DESCRIPTIVO EXPLICATIVO
PE2. ¿Cuál es la velocidad de circulación vehicular en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?	OE2. Determinar la influencia de la velocidad de circulación vehicular en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	SH2. La velocidad de circulación vehicular tiene una incidencia relevante en el análisis de la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	Velocidad de Circulación	Observación	Flujo vehicular	Fichas de Campo y videos	METODO DE INVESTIGACION HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO
PE3. ¿Cuáles son los dispositivos de control en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?	OE3. Determinar la influencia de los dispositivos de control en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	SH3. Los dispositivos de control tienen un papel determinante en la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	Dispositivos de control	Observación	Tipo de señalización Altura de señalización Cantidad de señalización Ancho de señal Semaforos Fases semaforicos Paraderos	Fichas de Campo Videos de Campo	DISEÑO DE LA INVESTIGACION NO EXPERIMENTAL TRANSVERSAL FUENTE DE DATOS DE GABINETE DE CAMPO
PE4. ¿Cuál es la demanda vehicular y peatonal en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta?	OE4. Determinar la incidencia de la demanda vehicular y peatonal en el análisis de la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	SH4. La demanda vehicular y peatonal condiciona la seguridad vial en el tramo conformado por la Av. Abancay, Av. De La Raza, Av. Humberto Vidal Unda y Av. Tomasa Tito Condemayta.	Demanda de Transito	Observación	Promedio Diario Transito (PDT)	Fichas de Aforos	

### 3. Capítulo III. Metodología

#### 3.1. Metodología de la Investigación

##### 3.1.1. Enfoque de investigación

La investigación es de enfoque cuantitativo que según (Dr. Hernández Sampieri, Dr. Fernández Collado, & Dra. Baptista Lucio, 2010) Es un conjunto de procesos, secuencial y probatorio. Las variables se medirán en un determinado contexto; se analizan las mediciones obtenidas y se establecerá una serie de conclusiones respecto a la hipótesis.

Una de las características de este enfoque es la recolección de datos, análisis y de esta manera demostrar la validez o no de las hipótesis. Toda esta metodología basada en el Manual de Seguridad Vial (MSV). Este enfoque cuantitativo permitirá el planteamiento de nuevas propuestas para mejorar la seguridad vial en el tramo de estudio.

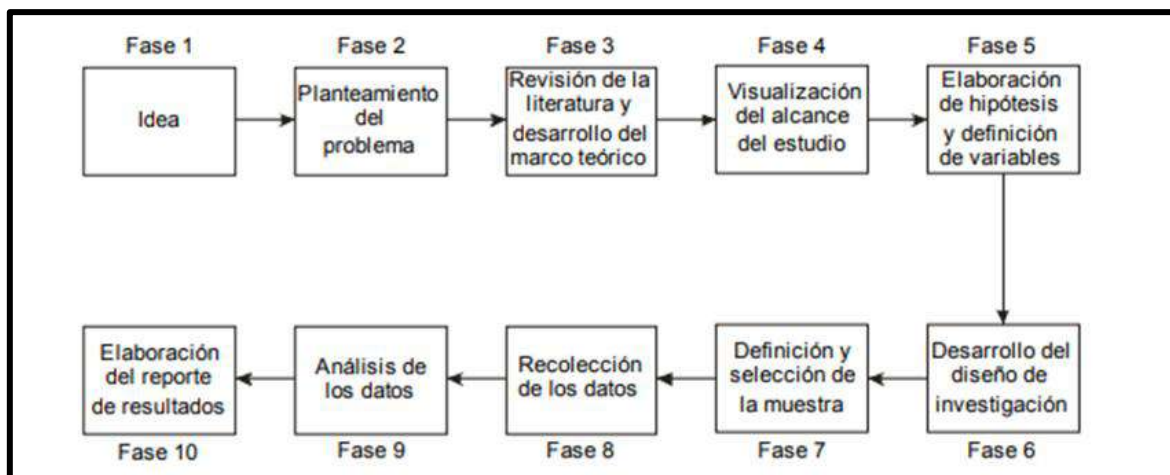


Figura N° 77. Proceso cuantitativo.

Fuente: (Metodología de la Investigación, Dr. Hernández Sampieri, Dr. Fernández Collado, & Dra. Baptista Lucio, 2006)

##### 3.1.2. Nivel de Investigación

El nivel de estudio tiene los siguientes niveles:

Nivel Descriptivo

Según (Dr. Hernández Sampieri, Dr. Fernández Collado, & Dra. Baptista Lucio, 2010) en el nivel descriptivo la meta del investigador consiste en describir fenómenos, situaciones,



contextos y eventos; esto es, detallar cómo son y se manifiestan. Los estudios descriptivos buscan especificar las propiedades, las características y los perfiles de personas, grupos, comunidades, procesos, objetos o cualquier otro fenómeno que se someta a un análisis.

Para determinar la seguridad vial describiremos las condiciones actuales de nuestra zona de estudio basándonos en el diseño geométrico, tránsito y sistemas de control.

#### Nivel Explicativo

Según (Dr. Hernández Sampieri, Dr. Fernández Collado, & Dra. Baptista Lucio, 2010) su propósito de este nivel se centra en explicar por qué ocurre un fenómeno y en qué condiciones se manifiesta, o por qué se relacionan dos o más variables.

Para determinar la seguridad vial necesitamos relacionar las condiciones actuales y verificar las causas de los accidentes de tránsito ocurridos en la zona de estudio.

### **3.1.3. Método de Investigación**

El método establecido para la investigación será el HIPOTÉTICO-DEDUCTIVO, el cual “Consiste en un procedimiento que parte de unas aseveraciones en calidad de hipótesis y busca refutar o falsear tales hipótesis, deduciendo de ellas conclusiones que deben confrontarse con los hechos” (Bernal, 2010).

En el presente estudio se recolectarán datos y a través de procesos deductivos relacionados con las variables se comprobarán las hipótesis.

### **3.2. Diseño de la Investigación**

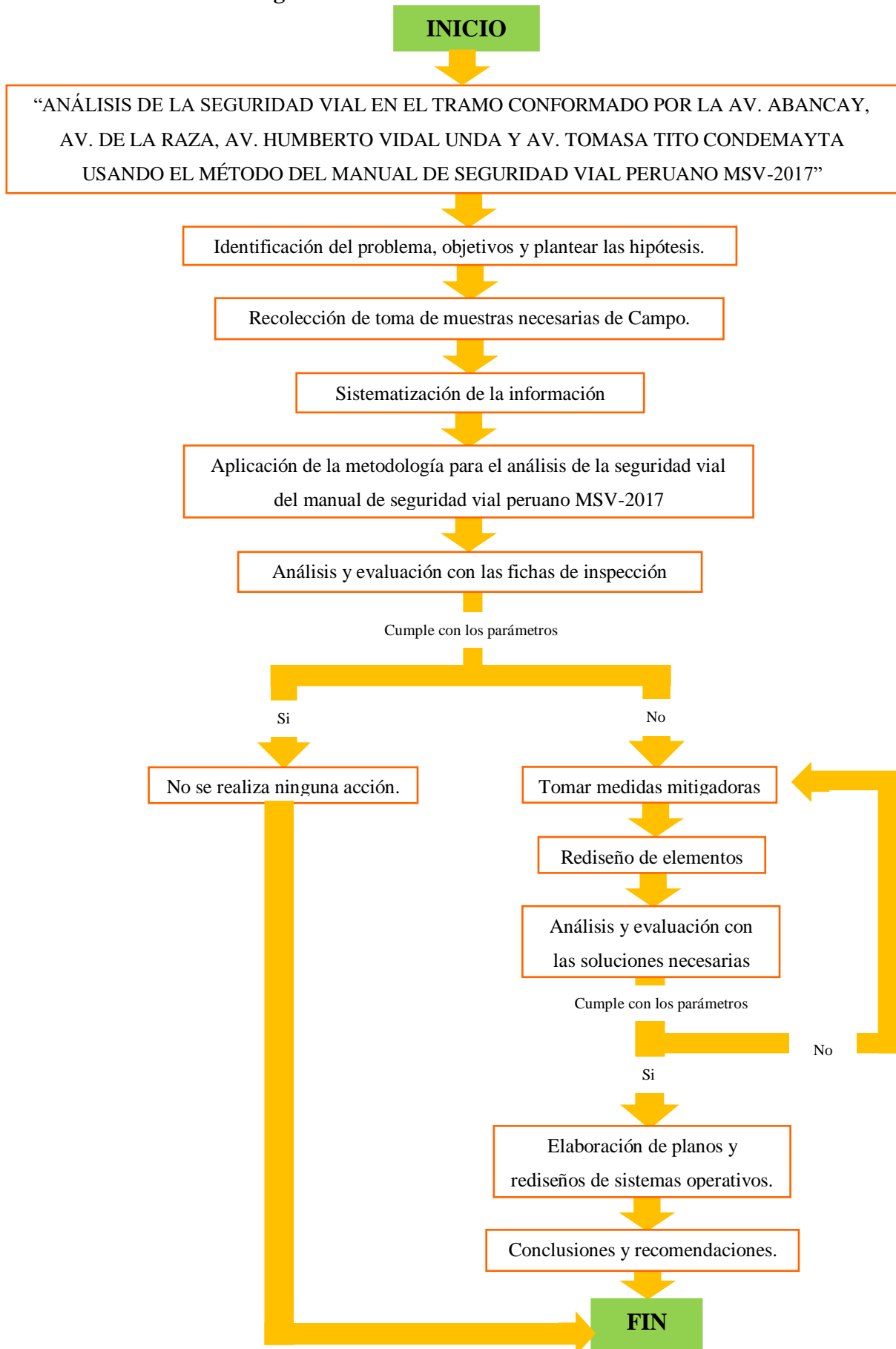
El diseño metodológico es no experimental transversal.

La investigación es no experimental porque analizaremos un tramo de carretera sin modificar nada, la analizaremos en sus condiciones actuales.

La investigación es transversal porque se hará en un tiempo establecido que es el año 2020.



### 3.2.1. Diseño de Ingeniería





### **3.3. Población y Muestra**

#### **3.3.1. Población**

##### ***3.3.1.1. Descripción de la población***

Según (Dr. Hernández Sampieri, Dr. Fernández Collado, & Dra. Baptista Lucio, 2010) la población es “el conjunto de todos los elementos a los cuales se refiere la investigación”. En este caso nuestra población es todo elemento relacionado con el diseño geométrico, tránsito y los dispositivos de control,

##### ***3.3.1.2. Cuantificación de la población***

Se considera:

La infraestructura vial: sistemas de control, la vía, elementos complementarios como la iluminación.

Los usuarios: vehículos livianos y/o pesados que transitan por el tramo de estudio y los usuarios vulnerables existentes.

#### **3.3.2. Muestra**

##### ***3.3.2.1. Descripción de la muestra***

Según (Dr. Hernández Sampieri, Dr. Fernández Collado, & Dra. Baptista Lucio, 2010) la muestra es una parte seleccionada de la población, de la cual se obtiene la información para el desarrollo de la investigación y sobre la cual se efectuara la medición y la observación de las variables objeto de estudio.

##### ***3.3.2.2. Cuantificación de la muestra***

Nuestra muestra está referida constantemente al estudio de determinadas avenidas e intersecciones:

- Intersección semaforizada “Arcopata” (donde interceptan las Avenidas: Arcopata, Abancay, Picchu y Apurímac
- Av. Abancay
- Av. De La Raza
- Av. Humberto Vidal Unda



- Av. Tomasa Tito Condemayta
- Intersección semaforizada “Tica Tica” (donde interceptan la carretera Cusco-Abancay y Av. Tomasa Tito Condemayta)

### **3.3.2.3. Método de muestreo**

Nuestro método de muestreo es no probabilístico por conveniencia.

Según (Tamayo) el método no probabilístico es cuando el investigador selecciona sus muestras basadas en un juicio subjetivo. Y el método no probabilístico por conveniencia es el método donde las muestras son seleccionadas porque están disponibles para el investigador.

### **3.3.2.4. Criterios de evaluación de muestra**

Se evaluó el tramo de estudio mediante los criterios expuestos en el manual de seguridad vial peruano MSV-2017

- Para el estudio de las características geométricas se hizo un levantamiento topográfico
- Para los aforos vehiculares se identificó un punto medio de la vía, realizamos el conteo de los vehículos en un día establecido desde las 6:00 am hasta las 10:00 pm, posterior a ese aforo se logró obtener la hora punta. Volvimos a aforar a la semana siguiente en esa hora punta, pero esta vez lo hicimos en tres puntos simultáneamente, los cuales fueron las dos intersecciones semaforizadas de inicio y fin de la vía estudiada y en el punto medio de la vía en el que se aforo anteriormente.
- Para el aforo de la velocidad de circulación se realizó en una sección homogénea a lo largo de la vía y posterior al aforo vehicular.
- Para las características de sistema de control no se estableció ni un horario ni un día en específico. Solo realizamos nuestras fichas para la recolección de datos necesaria.
- Para la recolección de accidentes realizamos el pedido en la Comisaria de Sipaspucyo

### **3.3.3. Criterios de inclusión**

Los criterios tomados para seleccionar nuestra muestra son los siguientes:

- La sección de calzada es similar en el ancho promedio

## **3.4. Instrumentos**

### **3.4.1. Instrumentos metodológicos o Instrumentos de Recolección de Data**

















- **Formato de conteo vehicular**

Hay dos tipos de formatos, el siguiente formato se usa en la intersección “Arcopata”, en la vía y en una de las entradas de la intersección de “Tica Tica”.

*Tabla 7 Formato de conteo vehicular para intersección “Arcopata”*
























FICHA DE AFORO VEHICULAR											Foto	Total	Total
 <b>TESIS:</b> 		“ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO CONFORMADO POR AV. ABANCAY, DE LA RAZA, HUMBERTO VIDAL UNDA Y TOMASA TITO CONDEMARYTA”											
<b>TESISTAS:</b>		Escarlet Sholans Orccon Diaz Erick Alex Huarhua Pumayalli											
<b>TRAMO DE CARRETERA:</b>		Subida Humberto Vidal Unda a la carretera Cusco-Abancay						<b>Responsable:</b>					
<b>DIA:</b>		22/01/2020		<b>Hora:</b>									
Hora:	MOTO	AUTO	CAMIONETAS	COMBI	STAR	MICRO BUS	OMNIBUS	C2P	VOLVO	CAMION	Total	Total	
7:00 - 7:15													
7:15 - 7:30													
7:30 - 7:45													
7:45 - 8:00													

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 8 Formato de conteo vehicular en la intersección “Tica Tica”

En la intersección “Tica Tica” se utilizó otro tipo de aforo debido a que en esta circulan diferentes tipos de vehículos pesados.

FICHA DE AFORO VEHICULAR																				Foto			
 <b>TESIS:</b> 		"ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO CONFORMADO POR AV. ABANCAY, DE LA RAZA, HUMBERTO VIDAL UNDA Y TOMASA TITO CONDE MAYTA"																					
<b>TESISTAS:</b>		Escarlet Sholans Orcon Diaz Erick Alex Huarhua Pumayalli																					
<b>TRAMO DE CARRETERA:</b>		Intersección Arcopata										<b>Responsable:</b>											
<b>DIA:</b>		22/01/2020					<b>Hora:</b>																
Hora:	MOTO	AUTO	CAMIONETAS	COMBI	STAR	MICRO BUS	BUS		C2P	VOLVO	CAMION			TRAYLER				MIXER	CISTERNA		CAMA BAJA	TOAL	
																							
7:00 - 7:15																							
7:15 - 7:30																							
7:30 - 7:45																							
7:45 - 8:00																							

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 10 Formato de inventario de Señales Preventivas

Señal preventiva										
Número y Progresiva	Nombre de Señal	Imagen	Ubicación	Ubicación lateral		Estado óptimo de señal	Verticalidad del sistema de soporte	Legible	Según el Manual de Dispositivos De Control 2018	
				Distancia de sardinel al borde de la señal	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda				Distancia de sardinel al borde de la señal mínima.0.60 m	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda mínima 2.00 m

Fuente: Elaboración Propia



*Tabla 11 Formato de inventario de Señales Informativas*

Señal informativa										
Número	Nombre de Señal	Imagen	Ubicación	Ubicación lateral		Estado óptimo de señal	Verticalidad del sistema de soporte	Legible	Según el Manual de Dispositivos De Control 2018	
				Distancia de sardinel al borde de la señal	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda				Distancia de sardinel al borde de la señal mínima.0.60 m	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda mínima 2.00 m

Fuente: Elaboración Propia



### 3.4.2. Instrumentos de Ingeniería

- Estación Total y trípode



*Figura N° 78 Estacionados en la intersección Arcopata Km 00+000*

Fuente: Elaboración Propia

- Prisma y Portaprisma



*Figura N° 79 Prismeando en la intersección a nivel con la línea férrea Km 03+040*

Fuente: Elaboración Propia



- Cinta métrica.



*Figura N° 80 Midiendo la distancia que hay entre el reductor de velocidad y la señalización correspondiente*

Fuente: Elaboración Propia

- GPS



*Figura N° 81 Utilización de GPS para el levantamiento*

Fuente: Elaboración Propia



- Cámara



*Figura N° 82 Cámara fotográfica para mostrar las evidencias*

Fuente: Cámara fotográfica digital WX350 (2020). Recuperado de <https://www.sony.com.pe/electronics/camaras-compactas-cyber-shot/dsc-wx350>

### **3.5. Procedimientos de Recolección de Datos**

#### **3.5.1. Accidentes de Tránsito**

##### a. Descripción

Evento generalmente involuntario provocado al menos por un vehículo en movimiento que causa daños a personas o bienes.

##### b. Procedimiento

Realizamos una petición formal (Anexo N° 2) hacia la comisaria PNP Sipaspucyo el día 06 de Febrero solicitando la información de los accidentes ocurridos en nuestra zona de estudio desde el año 2010.

Una semana después accedieron a darnos la información, pero solo desde el año 2017 ya que no contaban con la anterior base de datos.

##### c. Datos obtenidos

- Información estadística





Tabla 12 Accidentes de tránsito en la jurisdicción de la comisaria Pnp Sipaspucyo durante el año 2017

N°	FECHA	LUGAR	MODALIDAD	DIA DE MAYOR INCIDENCIA							FRECUENCIA HORARIA			
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	08:00 a 14:00	14:00 a 20:00	20:00 a 02:00	02:00 a 08:00
1	03/01/2017	AV LA RAZA SANTA ANA	ATROPELLO		X							X		
2	03/01/2017	AV LA RAZA SANTA ANA	ATROPELLO		X							X		
3	09/01/2017	GRIFO TICA TICA	CHOQUE		X						X			
4	04/02/2017	GRIFO TICA TICA	CHOQUE							X		X		
5	28/02/2017	SEMAFORO DE TICATICA CARRETA CUSCO POROY	ATROPELLO			X							X	
6	28/01/2017	APV CALLANCA	ATROPELLO Y FUGA						X				X	
7	07/04/2017	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO					X				X		
8	25/04/2017	GRIFO TICA TICA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES		X							X		
9	17/05/2017	CRUCE A NIVEL ARCOPATA	CHOQUE Y FUGA			X							X	
10	18/05/2017	GRIFO TICA TICA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES				X							X
11	27/05/2017	GRIFO TICA TICA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES						X			X		
12	28/05/2017	APV CHINCHEROS-CUSCO	CHOQUE							X		X		
13	09/06/2017	APV. UNION CALLANCA SANTA ANA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES					X				X		
14	13/06/2017	CRUCE A NIVEL ARCOPATA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES		X									X
15	20/06/2017	APV CHINCHEROS-CUSCO	ATROPELLO		X								X	
16	05/07/2017	AV LA RAZA SANTA ANA	DESPISTE CON LESIONES			X						X		
17	17/07/2017	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO	X								X		
18	25/07/2017	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO		X							X		
19	28/07/2017	PLAZOLETA SANTA ANA -CUSCO	CHOQUE					X						X
20	08/07/2017	CRUCE A NIVEL ARCOPATA	CHOQUE Y FUGA						X			X		
21	09/09/2017	GRIFO TICA TICA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES						X				X	
22	01/10/2017	CRUCE FERROVIARIO TICATICA	ATROPELLO							X			X	
23	30/10/2017	AV LA RAZA SANTA ANA	ATROPELLO	X								X		
24	19/11/2017	SEMAFORO DE TICATICA CARRETA CUSCO POROY	CHOQUE							X		X		
<b>TOTAL</b>				2	7	3	1	3	4	4	8	7	6	3
				24							24			

Fuente: Base de datos brindados por la comisaria Pnp Sipaspucyo

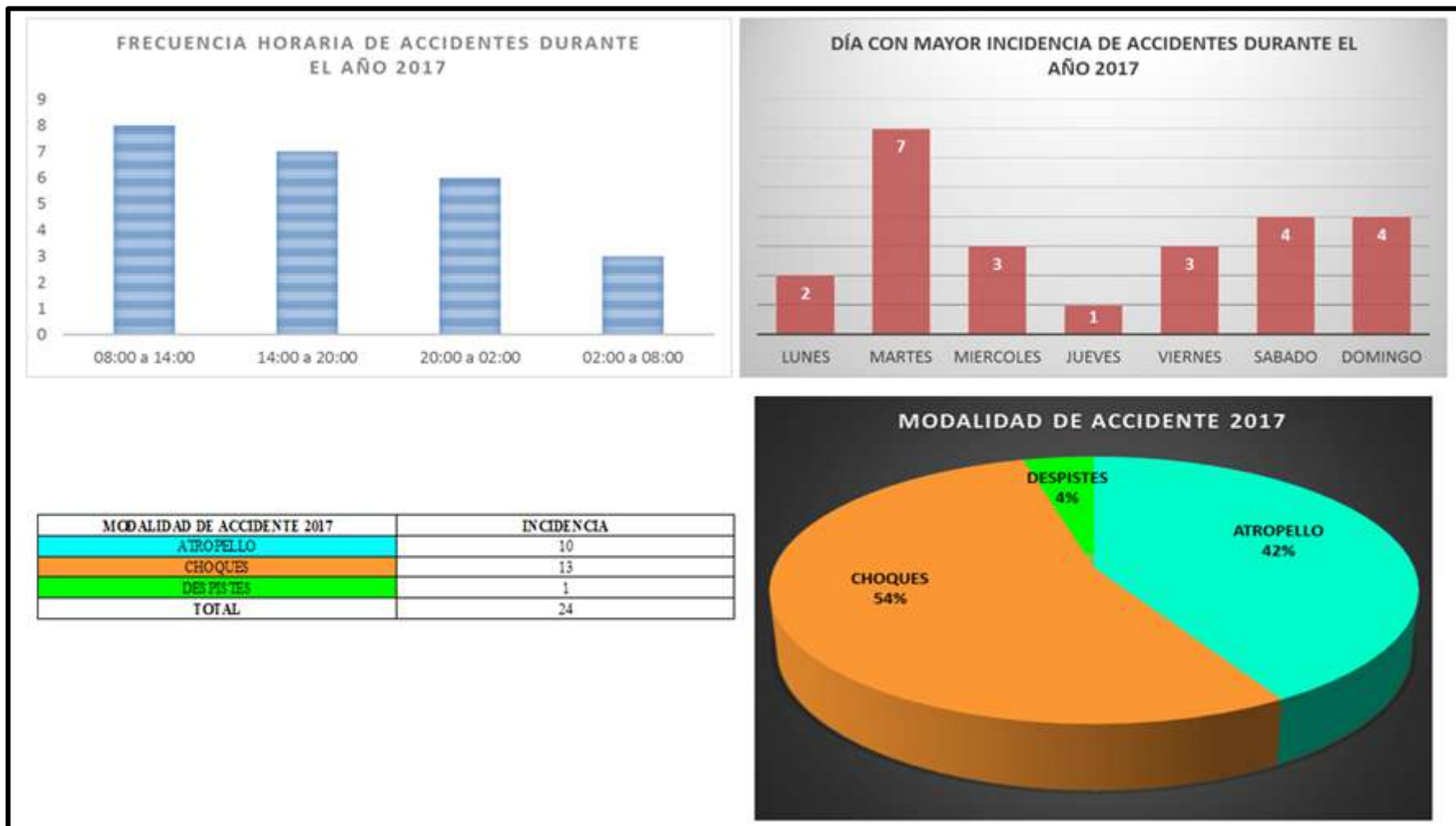


Figura N° 83 Resultados de los accidentes transcurridos en el 2017

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 84 Zonas con mayor incidencia de los accidentes transcurridos en el 2017

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 13 Accidentes de tránsito en la jurisdicción de la comisaria Pnp Sipaspucyo durante el año 2018

N°	FECHA	LUGAR	MODALIDAD	DIA DE MAYOR INCIDENCIA							FRECUENCIA HORARIA			
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	08:00 a 14:00	14:00 a 20:00	20:00 a 02:00	02:00 a 08:00
1	03/01/2018	AV LA RAZA SANTA ANA	CAIDA DE PASAJEROS			X					X			
2	04/02/2018	CRUCE A NIVEL ARCOPATA	DESPISTE CON LESIONES							X				X
3	06/02/2018	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO		X						X			
4	19/02/2018	AV. HUMBERTO VIDAL UNDA-SANTA ANA-CUSCO	ATROPELLO FATAL	X								X		
5	16/03/2018	AV LA RAZA SANTA ANA	ATROPELLO					X				X		
6	19/03/2018	A.P.V. TICA TICA	ATROPELLO	X							X			
7	21/04/2018	SECTOR SAN BENITO (PASO A NIVEL)	CHOQUE						X					X
8	28/06/2018	AV LA RAZA SANTA ANA	CHOQUE Y FUGA				X				X			
9	24/06/2018	SEMAFORO DE TICATICA CARRETA CUSCO POROY	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES							X		X		
10	10/07/2018	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO		X						X			
11	10/08/2018	AV LA RAZA SANTA ANA	CHOQUE					X			X			
12	24/09/2018	A.P.V SAN BENITO	DESPISTE	X									X	
13	12/12/2018	A.P.V. TICA TICA	ATROPELLO			X						X		
14	14/12/2018	A.P.V SAN BENITO	CHOQUE CON ATROPELLO					X			X			
15	25/12/2018	CRUCE A NIVEL ARCOPATA	CHOQUE Y FUGA		X							X		
<b>TOTAL</b>				3	3	2	1	3	1	2	7	5	1	2
				15							15			

Fuente: Base de datos brindados por la comisaria Pnp Sipaspucyo

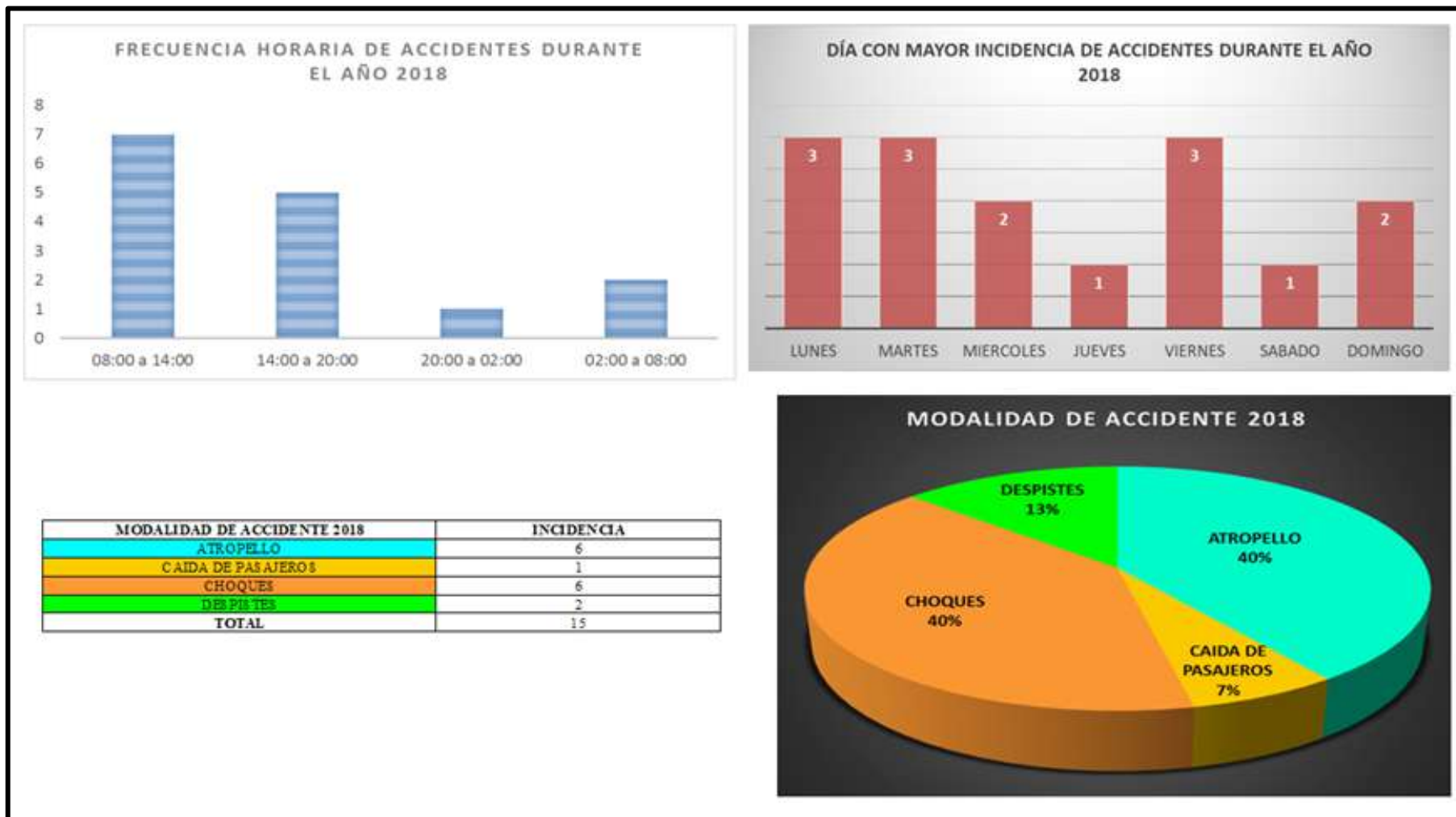


Figura N° 85 Resultados de los accidentes transcurridos en el 2018

Fuente: Elaboración Propia



Figura N° 86 Zonas con mayor incidencia de los accidentes transcurridos en el 2018

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 14 Accidentes de tránsito en la jurisdicción de la comisaria Pnp Sipaspucyo durante el año 2019

N°	FECHA	LUGAR	MODALIDAD	DIA DE MAYOR INCIDENCIA							FRECUENCIA HORARIA				
				LUNES	MARTES	MIERCOLES	JUEVES	VIERNES	SABADO	DOMINGO	08:00 a 14:00	14:00 a 20:00	20:00 a 02:00	02:00 a 08:00	
1	12/03/2019	AV. HUMBERTO VIDAL UNDA-SANTA ANA-CUSCO	CAIDA DE PASAJEROS		X							X			
2	27/03/2019	APV CALLANCA	CHOQUE			X						X			
3	29/03/2019	APV. UNION CALLANCA SANTA ANA	CHOQUE					X				X			
4	13/04/2019	A.P.V. TICA TICA	ATROPELLO						X				X		
5	14/04/2019	AV LA RAZA SANTA ANA	CAIDA DE PASAJEROS							X			X		
6	14/05/2019	A.P.V TICA TICA (ALTURA DE LA CAJA MUNICIPAL CUSCO)	CHOQUE		X							X			
7	19/06/2019	AV LA RAZA SANTA ANA	CHOQUE CON DAÑOS MATERIALES Y LESIONES			X						X			
8	28/06/2019	AV LA RAZA SANTA ANA	CAIDA DE PASAJEROS					X					X		
9	05/07/2019	CRUCE A NIVEL ARCOPATA	CHOQUE					X							X
10	12/07/2019	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO					X				X			
11	10/08/2019	GRIFO TICA TICA	ATROPELLO						X				X		
12	29/08/2019	AV LA RAZA SANTA ANA	CHOQUE				X						X		
13	17/09/2019	GRIFO TICA TICA	CHOQUE		X							X			
14	15/10/2019	AV LA RAZA SANTA ANA	CHOQUE		X								X		
15	19/10/2019	A.P.V SAN BENITO	CHOQUE						X			X			
16	14/11/2019	AV. HUMBERTO VIDAL UNDA-SANTA ANA-CUSCO	ATROPELLO						X			X			
17	16/12/2019	GRIFO TICA TICA	CHOQUE Y FUGA	X										X	
18	26/12/2019	CRUCE FERROVIARIO TICATICA	CHOQUE POR EMBISTE				X							X	
<b>TOTAL</b>				1	4	2	2	4	4	1	9	6	2	1	
				18							18				

Fuente: Base de datos brindados por la comisaria Pnp Sipaspucyo

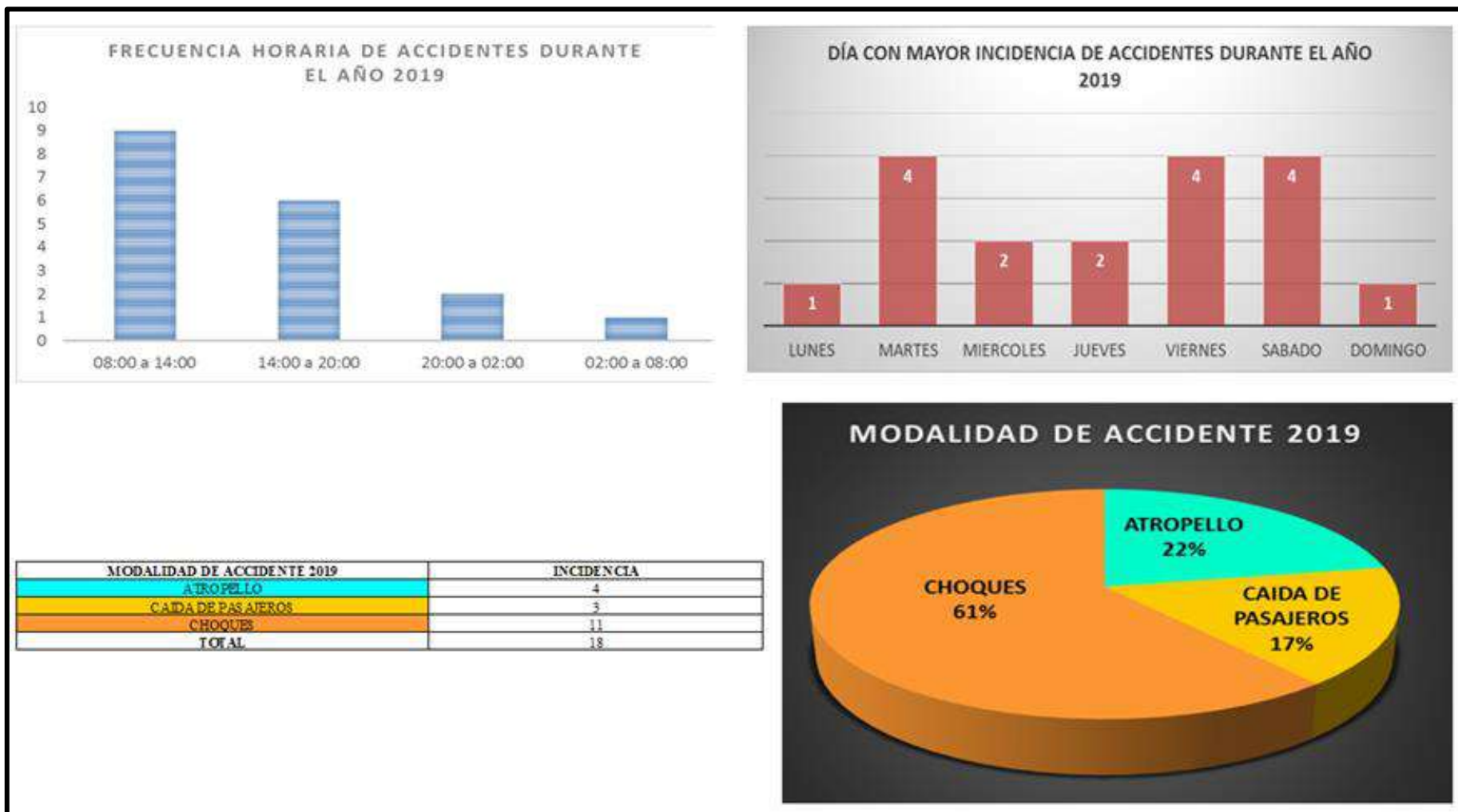


Figura N° 87 Resultados de los accidentes transcurridos en el 2019

Fuente: Elaboración Propia



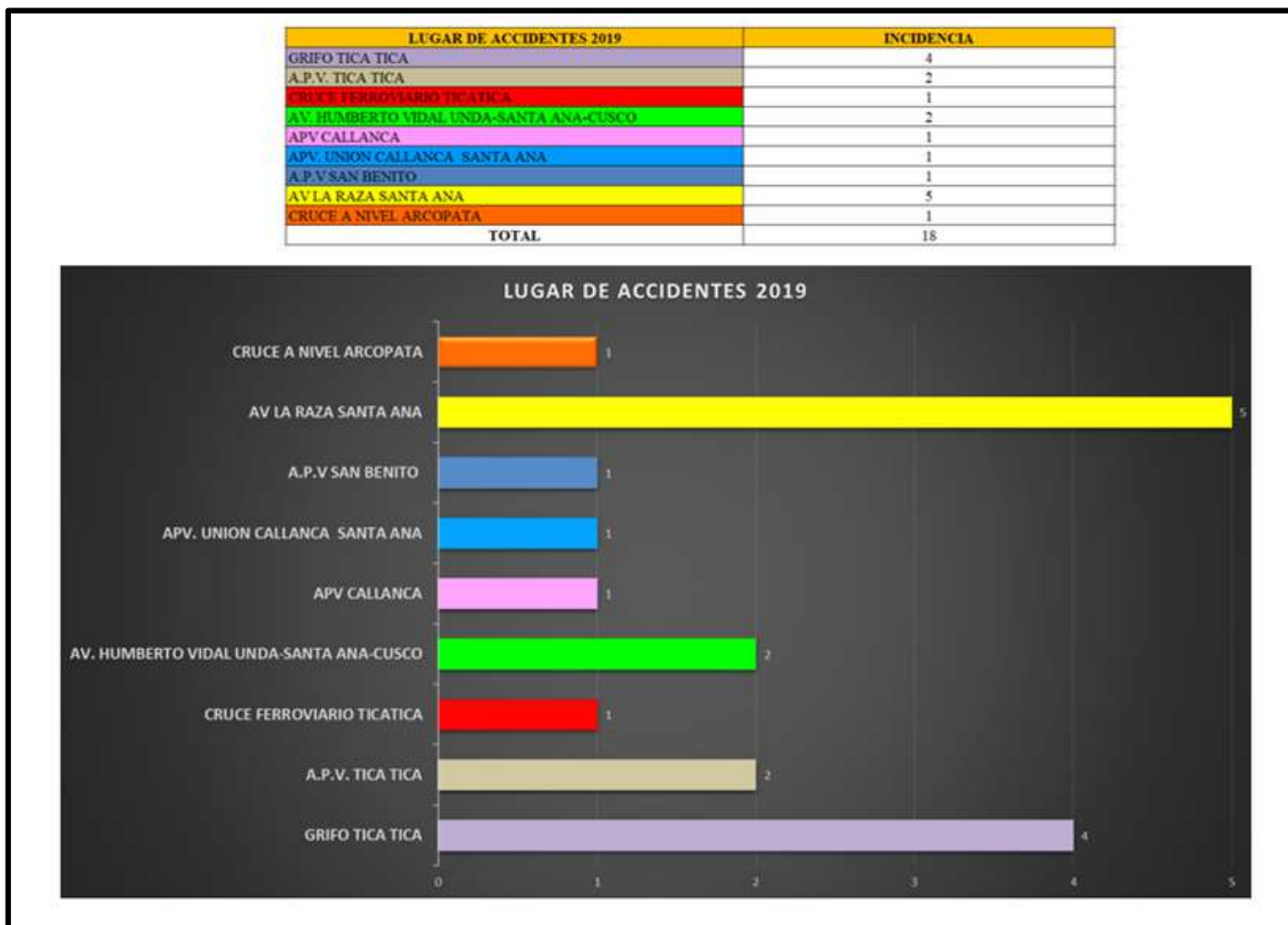


Figura N° 88 Zonas con mayor incidencia de los accidentes transcurridos en el 2019

Fuente: Elaboración Propia



### 3.5.1. Levantamiento topográfico

#### a. Descripción

Es un procedimiento topográfico en el cual detallas la realidad de una vía usando un equipo a través de puntos para luego procesarlos y reflejar esa realidad en un plano.

#### b. Instrumentos

- Estación Total (incluyendo batería), trípode, porta prisma, prisma y cámara.

#### c. Procedimientos

- El levantamiento topográfico se realizó en 5 diferentes días:

13 de enero del 2020

18 de enero del 2020

19 de enero del 2020

20 de enero del 2020

21 de enero del 2020

Anexamos las fichas topográficas que nos brindó la Universidad

- Se realizó todos esos días desde las 8:00 am hasta las 6:00 pm.
- Lo primero que hicimos era escoger el mejor punto en donde se tendrá la mayor visión posible para dibujar la vía. Para luego instalar la estación total y el trípode en el punto escogido.



Figura N° 89 Puntos de cambio Progresiva: correspondientemente.02+210 y 03+390 Km

Fuente: Elaboración Propia



- Luego de ello se empezó a levantar el tramo de estudio. La estación total dispara un láser hacia los prismas determinando así puntos para luego procesarlos y poder dibujar un plano.



*Figura N° 90 Prismeando el tramo de estudio Km 02+270*

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 91 Estacionado en la intersección Tica Tica km 03+397*

Fuente: Elaboración Propia



- Y así repetimos el proceso hasta terminar de culminar todo nuestro tramo de estudio



*Figura N° 92 Prismeando Km 03+030*

Fuente: Elaboración Propia

d. Datos obtenidos

Ver Anexo N°7

PSA-1

PSA-2

PSA-3

PSA-4

PSA-5

PSA-6



### 3.5.2. Aforo Vehicular

a. Descripción

El aforo vehicular es el conteo de vehículos que pasan por un punto, sección o una intersección.

b. Instrumentos

- Cámara, lapiceros y formato de conteo de vehículos.




c. Procedimiento

- Se realizó el día 15 de enero el primer aforo, en un punto medio de la vía desde las 6:00 am hasta las 10:00 pm.
- Con los aforos realizados se logró reconocer el horario punta y es entonces que el 22 de enero del 2020 se realizaron los aforos en los horarios punta en tres puntos: El primero en la intersección de Arcopata, el segundo en el desvío de Tomasa Titto Condemayta hacia la carretera Cusco-Abancay y el tercero en la intersección Tica Tica. El mismo día también se aforo los peatones.
- Para el mejor conteo recibimos ayuda de nuestros amigos.

d. Datos obtenidos

En el ramo de estudio

*Tabla 15 Resumen de aforo vehicular en un punto medio de la vía estudiada*

				
Hora	Tomasa Titto Condemayta sentido de subida	Desvío de Tomasa Titto Condemayta hacia la carretera Cusco-Abancay	Tomasa Titto Condemayta sentido de bajada	Total
6:00 - 7:00	98	303	348	749
7:00 - 8:00	118	290	457	865
8:00 - 9:00	112	261	352	725
9:00 - 10:00	103	219	345	667
10:00 - 11:00	101	261	373	735
11:00 - 12:00	95	237	391	723
12:00 - 13:00	142	183	287	612
13:00 - 14:00	131	192	242	565
14:00 - 15:00	127	149	251	527
15:00 - 16:00	115	115	260	490
16:00 - 17:00	94	191	262	547
17:00 - 18:00	95	168	359	622
18:00 - 19:00	114	224	389	727
19:00 - 20:00	85	136	294	515
20:00 - 21:00	107	161	271	539
21:00 - 22:00	96	122	239	457

Fuente: Elaboración Propia

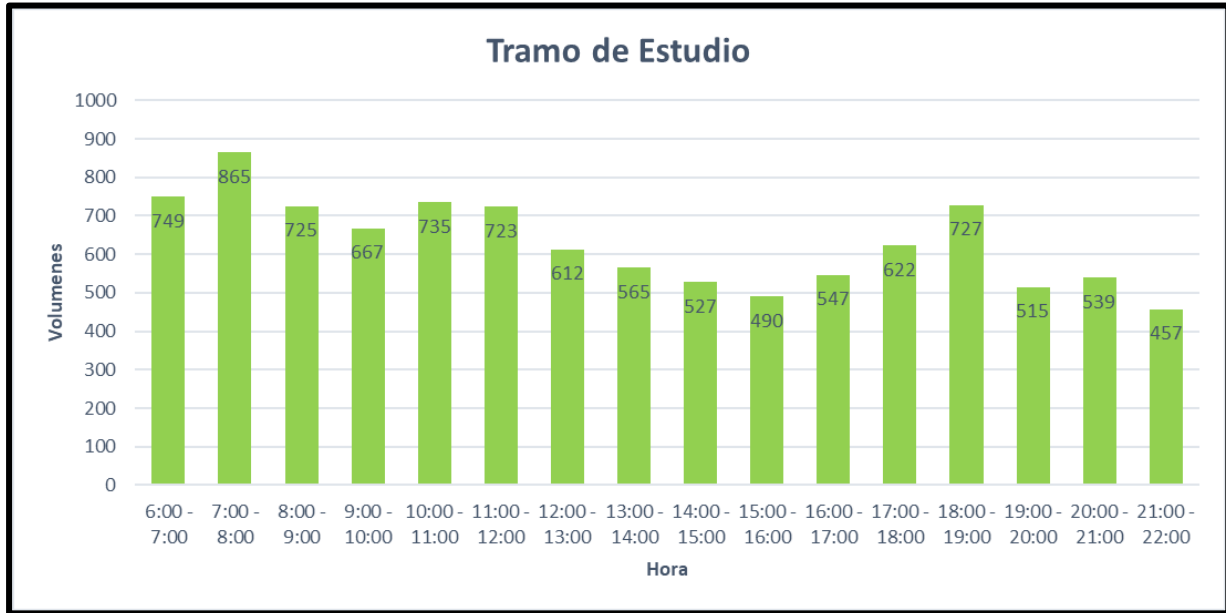


Figura N° 93 Diagrama de volúmenes de vehículos en los horarios aforados

Fuente: Elaboración Propia

Como se muestra en el diagrama el horario de máxima demanda es de 7:00 a 8:00 a.m. Es por ello que en el mismo horario se aforo en las intersecciones



En la intersección “Arcopata”

Tabla 16 Resumen de aforo vehicular en la intersección “Arcopata”

Hora	Desde:												Total
	Av.Abancay			Av Apurimac		Picchu		Av. Arcopata					
	Hacia:												
	Av. Apurimac	Nueva Alta	Av. Arcopata	Av.Abancay	Av.Arcopata	Av. Apurimac	Nueva Alta	Av. Arcopata	Av.Abancay	Picchu	Av. Apurimac	Nueva Alta	
7:00 - 7:15	10	6	36	32	30	0	1	17	94	13	4	3	246
7:15 - 7:30	7	10	40	37	31	0	6	21	86	11	3	4	256
7:30 - 7:45	9	9	36	37	45	3	5	19	84	8	0	4	259
7:45 - 8:00	0	9	23	26	37	2	3	27	65	9	0	4	205
<b>Total</b>	26	34	135	132	143	5	15	84	329	41	7	15	966

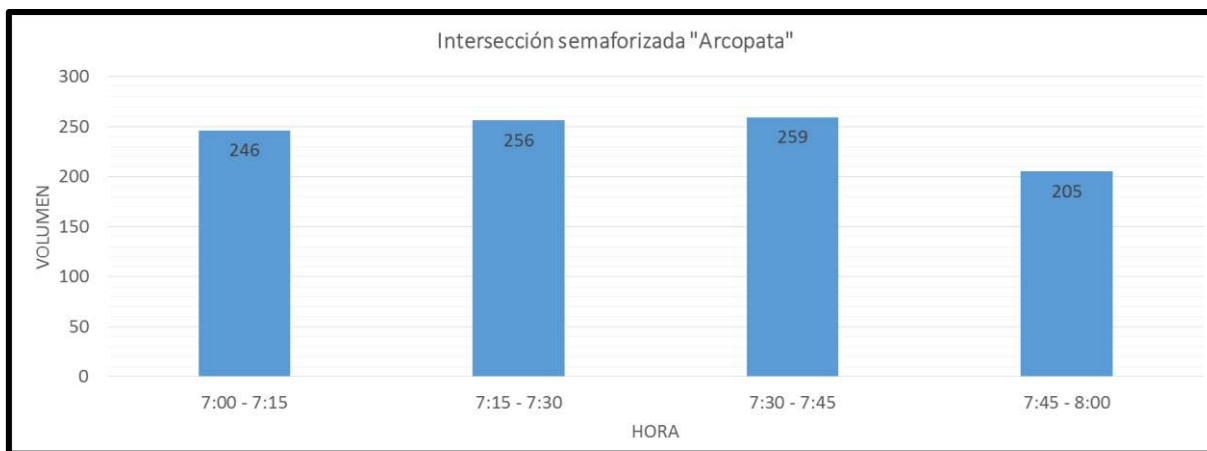


Figura N° 94 Diagrama de volúmenes de vehículos en el horario aforado

Fuente: Elaboración Propia

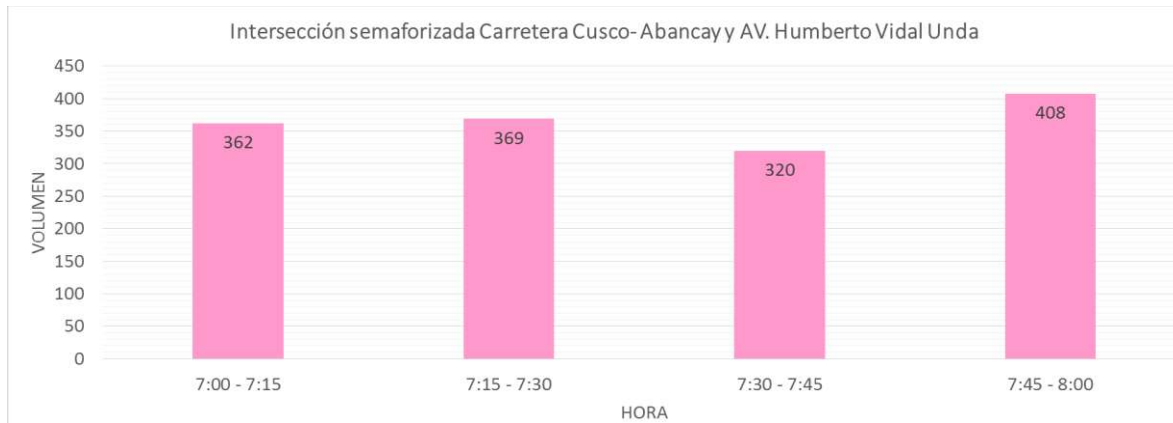


En la intersección “Tica Tica”

*Tabla 17 Resumen de aforo vehicular en la intersección “Tica Tica”*

	Carretera Cusco-Abancay Bajada	Carretera Cusco-Abancay subida y giro a la izquierda	Carretera Cusco-Abancay Subida	Carretera Cusco-Abancay subida y giro a la derecha	Av. Tomasa Tito Condemayta Giro a la izquierda	Av. Tomasa Tito Condemayta Giro a la derecha	
	↓	↙	↑	↘	↶	↷	Total
7:00 - 7:15	139	44	133	22	4	20	362
7:15 - 7:30	126	56	142	18	6	21	369
7:30 - 7:45	107	54	114	11	1	33	320
7:45 - 8:00	168	70	140	8	4	18	408
Total	540	224	529	59	15	92	1459

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 95 Diagrama de volúmenes de vehículos en el horario aforado*

Fuente: Elaboración Propia

**3.5.3. Aforo de Velocidad en campo**

a. Descripción

- Medición de la velocidad con la que circulan los vehículos a una distancia de 40 m

b. Instrumentos

- Cámara

c. Procedimientos

- Escogimos una sección del tramo de estudio que fuera homogénea. Además, según la MSV esta sección debe ser mayor de 40 m si el caso fuera de que la





velocidad es igual o mayor a 30 km/hr. Al ser una vía urbana arterial se supone que la velocidad mínima debería ser de 60 km/hr.

- Se realizó el día 29 de enero del 2020 en el horario de máxima demanda, siendo así de 7:00 am a 8:00 am.
- Ambos testistas nos colocamos en el inicio y fin respectivamente de la sección que escogimos anteriormente.
- Grabamos con la cámara en el horario establecido a los vehículos que pasaban por dicha sección.

d. Datos obtenidos

- Lista de vehículos y el tiempo en que cruzaron por la sección

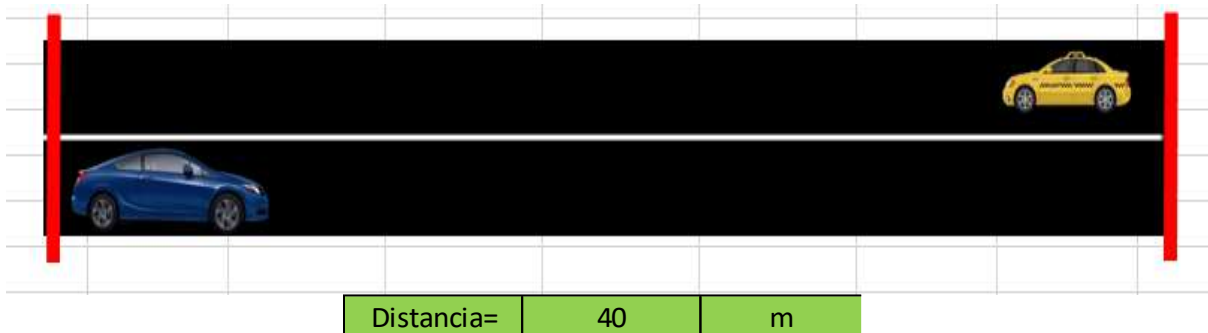


Tabla 18 Relación de velocidades en campo

N°	Placas	Sentido	T1 (h:m:s)	T2 (h:m:s)	Tiempo de recorrido	Tiempo de recorrido (segundos)	V /m/s)	V(km/hr)
1	X3U-196	Bajada	07:00:01	07:00:06	00:00:05	5	8.00	29.00
2	XAS-955	Bajada	07:00:16	07:00:22	00:00:06	6	6.67	24.00
3	AAV-478	Bajada	07:00:32	07:00:37	00:00:05	5	8.00	29.00
4	X4Q-464	Bajada	07:00:32	07:00:38	00:00:06	6	6.67	24.00
5	AXF-919	Bajada	07:00:52	07:01:00	00:00:08	8	5.00	18.00
6	X9M-959	Bajada	07:00:58	07:01:04	00:00:06	6	6.67	24.00
7	X4Q-800	Bajada	07:01:01	07:01:08	00:00:07	7	5.71	21.00
8	CQB-193	Bajada	07:01:22	07:01:30	00:00:08	8	5.00	18.00
9	X4K-698	Bajada	07:01:40	07:01:47	00:00:07	7	5.71	21.00
10	Y2Z-796	Bajada	07:01:41	07:01:47	00:00:06	6	6.67	24.00
11	D9R-271	Bajada	07:02:27	07:02:34	00:00:07	7	5.71	21.00
12	X2R-798	Bajada	07:02:51	07:02:57	00:00:06	6	6.67	24.00
13	V3D-198	Bajada	07:02:53	07:02:59	00:00:06	6	6.67	24.00
14	AVD-567	Bajada	07:02:55	07:03:02	00:00:07	7	5.71	21.00
15	AVK-943	Bajada	07:03:15	07:03:23	00:00:08	8	5.00	18.00
16	B0R-530	Bajada	07:03:18	07:03:24	00:00:06	6	6.67	24.00
17	X3F-012	Bajada	07:03:19	07:03:25	00:00:06	6	6.67	24.00
18	X4F-028	Bajada	07:03:30	07:03:37	00:00:07	7	5.71	21.00
19	F8Z-304	Bajada	07:03:31	07:03:38	00:00:07	7	5.71	21.00
20	X4L-411	Bajada	07:03:47	07:03:53	00:00:06	6	6.67	24.00

Fuente: Elaboración Propia



*Tabla 19 Relación de velocidades en campo*

21	A7F-141	Bajada	07:03:52	07:03:59	00:00:07	7	5.71	21.00
22	D5L-733	Bajada	07:04:01	07:04:08	00:00:07	7	5.71	21.00
23	V7A-101	Bajada	07:04:02	07:04:10	00:00:08	8	5.00	18.00
24	X3E-569	Bajada	07:04:12	07:04:18	00:00:06	6	6.67	24.00
25	X1Y-428	Bajada	07:04:32	07:04:40	00:00:08	8	5.00	18.00
26	X4A-581	Bajada	07:04:43	07:04:51	00:00:08	8	5.00	18.00
27	X4C-777	Bajada	07:04:49	07:04:54	00:00:05	5	8.00	29.00
28	X2U-370	Bajada	07:04:52	07:04:59	00:00:07	7	5.71	21.00
29	X1L-659	Bajada	07:05:00	07:05:05	00:00:05	5	8.00	29.00
30	X3S-796	Bajada	07:05:05	07:05:12	00:00:07	7	5.71	21.00
31	XBC-954	Bajada	07:05:09	07:05:17	00:00:08	8	5.00	18.00
32	XAF-957	Bajada	07:05:10	07:05:16	00:00:06	6	6.67	24.00
33	X2K-962	Bajada	07:05:34	07:05:39	00:00:05	5	8.00	29.00
34	X3S-273	Bajada	07:05:34	07:05:40	00:00:06	6	6.67	24.00
35	X3O-522	Bajada	07:05:36	07:05:42	00:00:06	6	6.67	24.00
36	X7W-955	Bajada	07:05:39	07:05:46	00:00:07	7	5.71	21.00
37	X4O-542	Bajada	07:05:41	07:05:47	00:00:06	6	6.67	24.00
38	X3S-071	Bajada	07:05:44	07:05:50	00:00:06	6	6.67	24.00
39	X4Q-439	Bajada	07:05:53	07:05:58	00:00:05	5	8.00	29.00
40	X3I-721	Bajada	07:06:03	07:06:09	00:00:06	6	6.67	24.00
41	X3W-710	Bajada	07:06:08	07:06:13	00:00:05	5	8.00	29.00
42	X4L-522	Bajada	07:06:24	07:06:29	00:00:05	5	8.00	29.00
43	X4R-087	Bajada	07:06:27	07:06:34	00:00:07	7	5.71	21.00
44	SZ-9979	Bajada	07:06:27	07:06:35	00:00:08	8	5.00	18.00
45	X4N-302	Bajada	07:06:28	07:06:33	00:00:05	5	8.00	29.00
46	X4C-373	Bajada	07:06:42	07:06:49	00:00:07	7	5.71	21.00
47	AYZ-103	Bajada	07:06:51	07:06:56	00:00:05	5	8.00	29.00
48	X3Y-423	Bajada	07:14:00	07:14:06	00:00:06	6	6.67	24.00
49	X4A-581	Bajada	07:14:00	07:14:05	00:00:05	5	8.00	29.00
50	X2I-960	Bajada	07:36:00	07:36:07	00:00:07	7	5.71	21.00
51	AFY-835	Bajada	07:48:00	07:48:07	00:00:07	7	5.71	21.00
52	X3X-072	Bajada	07:08:11	07:08:16	00:00:05	5	8.00	29.00
53	X3V-934	Bajada	07:08:16	07:08:21	00:00:05	5	8.00	29.00
54	X3S-723	Bajada	07:08:18	07:08:26	00:00:08	8	5.00	18.00
55	X4J-276	Bajada	07:08:31	07:08:38	00:00:07	7	5.71	21.00
56	X4I-612	Bajada	07:08:38	07:08:44	00:00:06	6	6.67	24.00
57	X4B-629	Bajada	07:08:43	07:08:49	00:00:06	6	6.67	24.00
58	X4D-106	Bajada	07:08:59	07:09:04	00:00:05	5	8.00	29.00
59	X1O-243	Bajada	07:09:17	07:09:25	00:00:08	8	5.00	18.00
60	X2A-715	Bajada	07:09:20	07:09:27	00:00:07	7	5.71	21.00
61	X0E-953	Bajada	07:09:30	07:09:35	00:00:05	5	8.00	29.00
62	X4L-666	Bajada	07:09:33	07:09:38	00:00:05	5	8.00	29.00
63	XAV-968	Bajada	07:09:43	07:09:50	00:00:07	7	5.71	21.00
64	A5O-700	Bajada	07:09:53	07:09:59	00:00:06	6	6.67	24.00
65	X1C-917	Bajada	07:09:55	07:10:03	00:00:08	8	5.00	18.00
66	X4K-847	Bajada	07:09:57	07:10:03	00:00:06	6	6.67	24.00
67	X1X-894	Bajada	07:09:58	07:10:05	00:00:07	7	5.71	21.00
68	X3I-450	Bajada	07:10:00	07:10:06	00:00:06	6	6.67	24.00
69	X3A-823	Bajada	07:10:10	07:10:17	00:00:07	7	5.71	21.00
70	X2K-590	Bajada	07:10:26	07:10:34	00:00:08	8	5.00	18.00

Fuente: Elaboración Propia



*Tabla 20 Relación de velocidades en campo*

71	BCI-763	Bajada	07:10:29	07:10:37	00:00:08	8	5.00	18.00
72	X3B-243	Bajada	07:10:29	07:10:35	00:00:06	6	6.67	24.00
73	C5R-954	Bajada	07:10:34	07:10:39	00:00:05	5	8.00	29.00
74	AFF-822	Bajada	07:10:35	07:10:41	00:00:06	6	6.67	24.00
75	X4M-686	Bajada	07:10:38	07:10:44	00:00:06	6	6.67	24.00
76	X4N-497	Bajada	07:10:40	07:10:46	00:00:06	6	6.67	24.00
77	BZU-234	Bajada	07:10:44	07:10:52	00:00:08	8	5.00	18.00
78	PD-134	Bajada	07:10:50	07:10:55	00:00:05	5	8.00	29.00
79	X4N-081	Bajada	07:10:50	07:10:57	00:00:07	7	5.71	21.00
80	X3W-538	Bajada	07:11:15	07:11:22	00:00:07	7	5.71	21.00
81	X4T-197	Bajada	07:11:21	07:11:27	00:00:06	6	6.67	24.00
82	ANS-270	Bajada	07:11:25	07:11:31	00:00:06	6	6.67	24.00
83	X4P-410	Bajada	07:11:30	07:11:38	00:00:08	8	5.00	18.00
84	BOC-321	Bajada	07:12:00	07:12:07	00:00:07	7	5.71	21.00
85	ST-1844	Bajada	07:12:05	07:12:10	00:00:05	5	8.00	29.00
86	PD-638	Bajada	07:12:19	07:12:24	00:00:05	5	8.00	29.00
87	X3Z-688	Bajada	07:12:25	07:12:30	00:00:05	5	8.00	29.00
88	B4A-768	Bajada	07:12:37	07:12:43	00:00:06	6	6.67	24.00
89	X4R-884	Bajada	07:12:41	07:12:47	00:00:06	6	6.67	24.00
90	X4R-795	Bajada	07:12:49	07:12:55	00:00:06	6	6.67	24.00
91	X3X-041	Bajada	07:12:51	07:12:58	00:00:07	7	5.71	21.00
92	X9W-963	Bajada	07:13:19	07:13:24	00:00:05	5	8.00	29.00
93	X4M-345	Bajada	07:13:37	07:13:43	00:00:06	6	6.67	24.00
94	X3W-538	Bajada	07:13:40	07:13:47	00:00:07	7	5.71	21.00
95	X2B-190	Bajada	07:13:42	07:13:47	00:00:05	5	8.00	29.00
96	X2H-517	Bajada	07:14:03	07:14:09	00:00:06	6	6.67	24.00
97	F5O-826	Bajada	07:14:05	07:14:10	00:00:05	5	8.00	29.00
98	X7S-962	Bajada	07:14:15	07:14:23	00:00:08	8	5.00	18.00
99	X3F-867	Bajada	07:14:22	07:14:30	00:00:08	8	5.00	18.00
100	X4F-605	Bajada	07:14:28	07:14:35	00:00:07	7	5.71	21.00
101	X2P-604	Bajada	07:14:31	07:14:36	00:00:05	5	8.00	29.00
102	COF-354	Bajada	07:14:54	07:14:59	00:00:05	5	8.00	29.00
103	X2L-880	Bajada	07:14:56	07:15:03	00:00:07	7	5.71	21.00
104	XAX-958	Bajada	07:14:58	07:15:05	00:00:07	7	5.71	21.00
105	DOH-803	Bajada	07:15:08	07:15:15	00:00:07	7	5.71	21.00
106	X3W-911	Bajada	07:15:11	07:15:18	00:00:07	7	5.71	21.00
107	B5M-776	Bajada	07:15:23	07:15:29	00:00:06	6	6.67	24.00
108	X2B-190	Bajada	07:15:26	07:15:31	00:00:05	5	8.00	29.00
109	ARE-711	Bajada	07:15:54	07:16:02	00:00:08	7	5.71	21.00
110	ZBJ-951	Bajada	07:15:57	07:16:04	00:00:07	7	5.71	21.00
111	X4R-313	Bajada	07:16:00	07:16:07	00:00:07	7	5.71	21.00
112	X4R-341	Bajada	07:17:20	07:17:25	00:00:05	5	8.00	29.00
113	X3L-190	Bajada	07:19:08	07:19:13	00:00:05	5	8.00	29.00
114	X4R-286	Bajada	07:20:41	07:20:46	00:00:05	5	8.00	29.00
115	X1W-492	Bajada	07:21:02	07:21:07	00:00:05	5	8.00	29.00
116	X1R-689	Bajada	07:21:23	07:21:29	00:00:06	6	6.67	24.00
117	X3W-325	Bajada	07:21:44	07:21:49	00:00:05	5	8.00	29.00
118	QU-3103	Bajada	07:22:05	07:22:10	00:00:05	5	8.00	29.00
119	X8F-956	Bajada	07:22:47	07:22:52	00:00:05	5	8.00	29.00
120	X4F-950	Bajada	07:23:08	07:23:14	00:00:06	6	6.67	24.00
121	B3H-737	Bajada	07:23:29	07:23:34	00:00:05	5	8.00	29.00
122	X2Z-310	Bajada	07:23:50	07:23:56	00:00:06	6	6.67	24.00
123	X3H-797	Bajada	07:24:32	07:24:38	00:00:06	6	6.67	24.00
124	C5K-978	Bajada	07:24:53	07:24:58	00:00:05	5	8.00	29.00

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 21 Relación de velocidades en campo

125	B8V-445	Bajada	07:25:14	07:25:19	00:00:05	5	8.00	29.00
126	X3T-932	Bajada	07:25:35	07:25:42	00:00:07	7	5.71	21.00
127	V5V-951	Bajada	07:26:17	07:26:23	00:00:06	6	6.67	24.00
128	X3Z-784	Bajada	07:26:38	07:26:44	00:00:06	6	6.67	24.00
129	X2D-258	Bajada	07:26:59	07:27:06	00:00:07	7	5.71	21.00
130	X3U-909	Bajada	07:27:20	07:27:27	00:00:07	7	5.71	21.00
131	Z4U-229	Bajada	07:27:41	07:27:46	00:00:05	5	8.00	29.00
132	X4R-251	Bajada	07:28:02	07:28:08	00:00:06	6	6.67	24.00
133	X4N-841	Bajada	07:28:23	07:28:30	00:00:07	7	5.71	21.00
134	F1E-968	Bajada	07:28:44	07:28:50	00:00:06	6	6.67	24.00
135	X1A-640	Bajada	07:29:05	07:29:10	00:00:05	5	8.00	29.00
136	X4U-104	Bajada	07:29:26	07:29:34	00:00:08	7	5.71	21.00
137	X4H-498	Bajada	07:29:47	07:29:47	00:00:00	6	6.67	24.00
138	X1Q-162	Bajada	07:30:08	07:30:13	00:00:05	5	8.00	29.00
139	X4F-045	Bajada	07:30:29	07:30:36	00:00:07	7	5.71	21.00
140	X3T-333	Bajada	07:30:50	07:30:57	00:00:07	7	5.71	21.00
141	X30-022	Bajada	07:31:11	07:31:17	00:00:06	6	6.67	24.00
142	AAR-346	Bajada	07:31:32	07:31:37	00:00:05	5	8.00	29.00
143	X4B-534	Bajada	07:31:53	07:32:00	00:00:07	7	5.71	21.00
144	X4C-779	Bajada	07:32:14	07:32:20	00:00:06	6	6.67	24.00
145	ANA-470	Bajada	07:32:35	07:32:40	00:00:05	5	8.00	29.00
146	A7V-961	Bajada	07:32:56	07:33:02	00:00:06	6	6.67	24.00
147	X4L-686	Bajada	07:33:17	07:33:23	00:00:06	6	6.67	24.00
148	X3W-710	Bajada	07:33:38	07:33:46	00:00:08	8	5.00	18.00
149	AZ-8294	Bajada	07:33:59	07:34:04	00:00:05	5	8.00	29.00
150	X9S-969	Bajada	07:34:20	07:34:27	00:00:07	7	5.71	21.00
151	X7U-964	Bajada	07:34:41	07:34:46	00:00:05	5	8.00	29.00
152	X1R-001	Bajada	07:35:02	07:35:08	00:00:06	6	6.67	24.00
153	A4E-946	Bajada	07:35:23	07:35:29	00:00:06	6	6.67	24.00
154	F1K-045	Bajada	07:35:44	07:35:52	00:00:08	8	5.00	18.00
155	X1W-083	Bajada	07:36:05	07:36:13	00:00:08	8	5.00	18.00
156	D9W-939	Bajada	07:36:26	07:36:34	00:00:08	8	5.00	18.00
157	V4W-955	Bajada	07:36:47	07:36:54	00:00:07	7	5.71	21.00
158	X3Y-204	Bajada	07:37:08	07:37:15	00:00:07	7	5.71	21.00
159	V7T-018	Bajada	07:37:29	07:37:37	00:00:08	8	5.00	18.00
160	X3Q-894	Bajada	07:37:50	07:37:55	00:00:05	5	8.00	29.00
161	X2Q-951	Bajada	07:38:11	07:38:19	00:00:08	8	5.00	18.00
162	X3X-142	Bajada	07:38:32	07:38:37	00:00:05	5	8.00	29.00
163	AXU-946	Bajada	07:38:53	07:39:01	00:00:08	8	5.00	18.00
164	X4A-575	Bajada	07:39:14	07:39:19	00:00:05	5	8.00	29.00
165	A8V-752	Bajada	07:39:35	07:39:41	00:00:06	6	6.67	24.00
166	X8Y-957	Bajada	07:39:56	07:40:03	00:00:07	7	5.71	21.00
167	X1J-555	Bajada	07:40:17	07:40:22	00:00:05	5	8.00	29.00
168	X3Z-077	Bajada	07:40:38	07:40:43	00:00:05	5	8.00	29.00
169	X3O-403	Bajada	07:40:59	07:41:07	00:00:08	8	5.00	18.00
170	X3L-621	Bajada	07:41:20	07:41:28	00:00:08	8	5.00	18.00
171	X4Q-305	Bajada	07:41:41	07:41:47	00:00:06	6	6.67	24.00
172	X3U-909	Bajada	07:42:02	07:42:07	00:00:05	5	8.00	29.00
173	X1B-169	Bajada	07:42:23	07:42:29	00:00:06	6	6.67	24.00
174	X3F-577	Bajada	07:42:44	07:42:49	00:00:05	5	8.00	29.00
175	X1L-536	Bajada	07:43:05	07:43:11	00:00:06	6	6.67	24.00
176	X3Z-387	Bajada	07:43:26	07:43:32	00:00:06	6	6.67	24.00
177	D3Q-953	Bajada	07:43:47	07:43:53	00:00:06	6	6.67	24.00
178	X2K-519	Bajada	07:44:08	07:44:15	00:00:07	7	5.71	21.00
179	X3Z-915	Bajada	07:44:29	07:44:37	00:00:08	8	5.00	18.00

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 22 Relación de velocidades en campo

180	X3H-518	Bajada	07:44:50	07:44:57	00:00:07	7	5.71	21.00
181	AFS-879	Bajada	07:45:11	07:45:16	00:00:05	5	8.00	29.00
182	X3Z-739	Bajada	07:45:32	07:45:40	00:00:08	8	5.00	18.00
183	X4I-056	Bajada	07:45:53	07:45:58	00:00:05	5	8.00	29.00
184	X3R-768	Bajada	07:46:14	07:46:19	00:00:05	5	8.00	29.00
185	X4Q-883	Bajada	07:46:35	07:46:42	00:00:07	7	5.71	21.00
186	X2S-020	Bajada	07:46:56	07:47:04	00:00:08	8	5.00	18.00
187	X4D-131	Bajada	07:47:17	07:47:24	00:00:07	7	5.71	21.00
188	AOY-715	Bajada	07:47:38	07:47:46	00:00:08	8	5.00	18.00
189	ANH-487	Bajada	07:47:59	07:48:04	00:00:05	5	8.00	29.00
190	X4E-085	Bajada	07:48:20	07:48:26	00:00:06	6	6.67	24.00
191	BCB-942	Bajada	07:48:41	07:48:46	00:00:05	5	8.00	29.00
192	X3M-495	Bajada	07:49:02	07:49:07	00:00:05	5	8.00	29.00
193	X2G-301	Bajada	07:49:23	07:49:30	00:00:07	7	5.71	21.00
194	X3Y-502	Bajada	07:49:44	07:49:50	00:00:06	6	6.67	24.00
195	X4K-698	Bajada	07:50:05	07:50:10	00:00:05	5	8.00	29.00
196	X3X-072	Bajada	07:50:26	07:50:34	00:00:08	8	5.00	18.00
197	D9R-271	Bajada	07:50:47	07:50:52	00:00:05	5	8.00	29.00
198	X3H-632	Bajada	07:52:11	07:52:17	00:00:06	6	6.67	24.00
199	D2E-567	Bajada	07:52:32	07:52:40	00:00:08	8	5.00	18.00
200	V3V-219	Bajada	07:52:53	07:53:00	00:00:07	7	5.71	21.00
201	X3G-804	Bajada	07:53:14	07:53:19	00:00:05	5	8.00	29.00
202	X3U-815	Bajada	07:53:56	07:54:02	00:00:06	6	6.67	24.00
203	X1V-035	Bajada	07:54:17	07:54:22	00:00:05	5	8.00	29.00
204	X2M-531	Bajada	07:54:38	07:54:44	00:00:06	6	6.67	24.00
205	X4B-466	Bajada	07:54:59	07:55:04	00:00:05	5	8.00	29.00
206	X4B-629	Bajada	07:55:20	07:55:26	00:00:06	6	6.67	24.00
207	X2R-221	Bajada	07:55:41	07:55:48	00:00:07	7	5.71	21.00
208	D2T-968	Bajada	07:56:23	07:56:29	00:00:06	6	6.67	24.00
209	X3N-347	Bajada	07:57:05	07:57:11	00:00:06	6	6.67	24.00
210	X3V-718	Bajada	07:57:47	07:57:53	00:00:06	6	6.67	24.00
211	X9L-968	Bajada	07:58:50	07:58:56	00:00:06	6	6.67	24.00
212	X1Z-534	Bajada	07:59:11	07:59:17	00:00:06	6	6.67	24.00

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.4. Ciclo semafórico

a. Descripción

- Evaluación en campo de los semáforos existentes.

b. Instrumentos

- Cámara, lapiceros y cuaderno de apuntes.

c. Procedimientos

- No escogimos un horario específico para poder grabar los semáforos en el tipo de 10 minutos.
- Evaluamos las fases que tienen estos.

d. Datos obtenidos

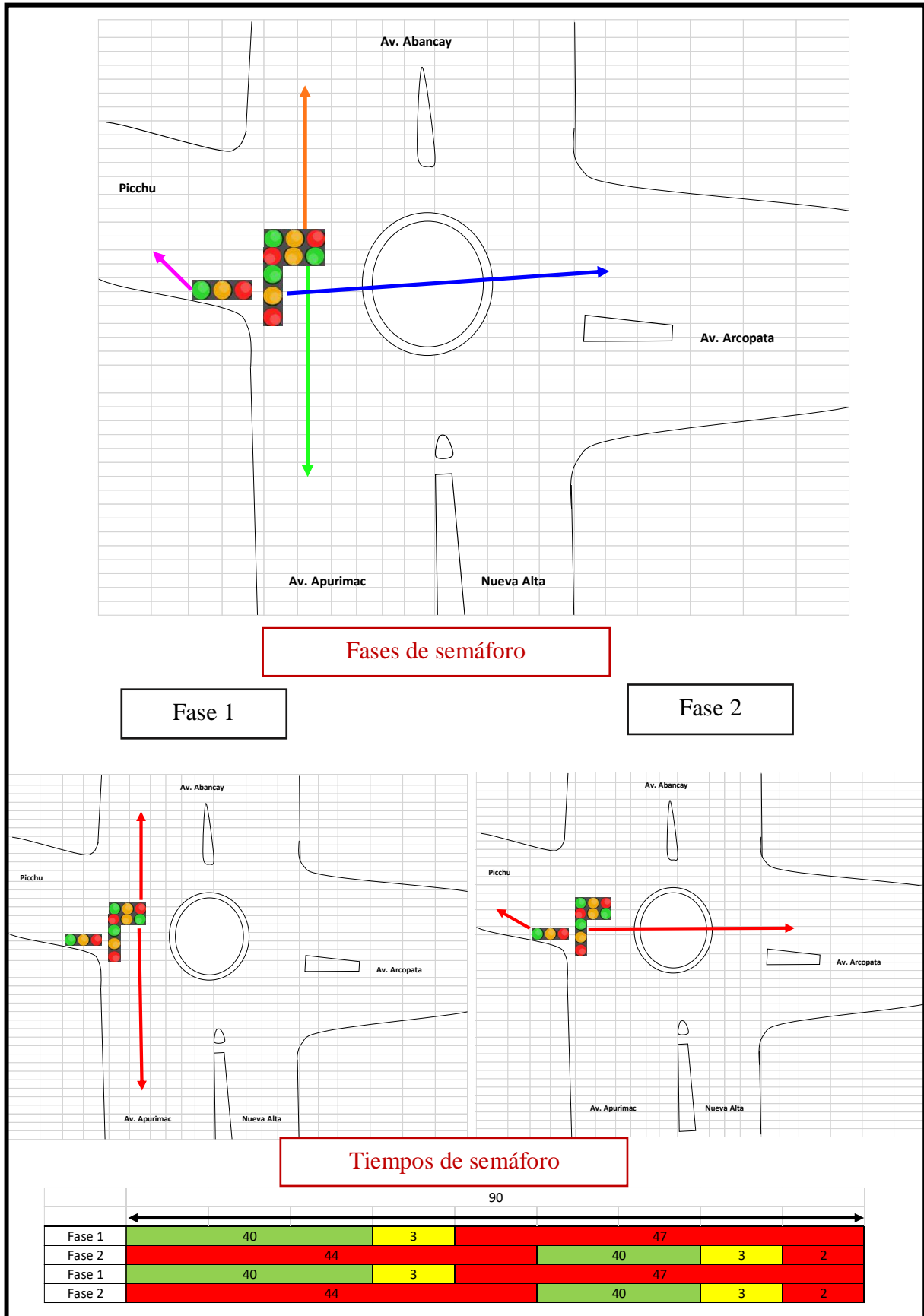


Figura N° 96 Semáforo "Arcopata"

Fuente: Elaboración Propia

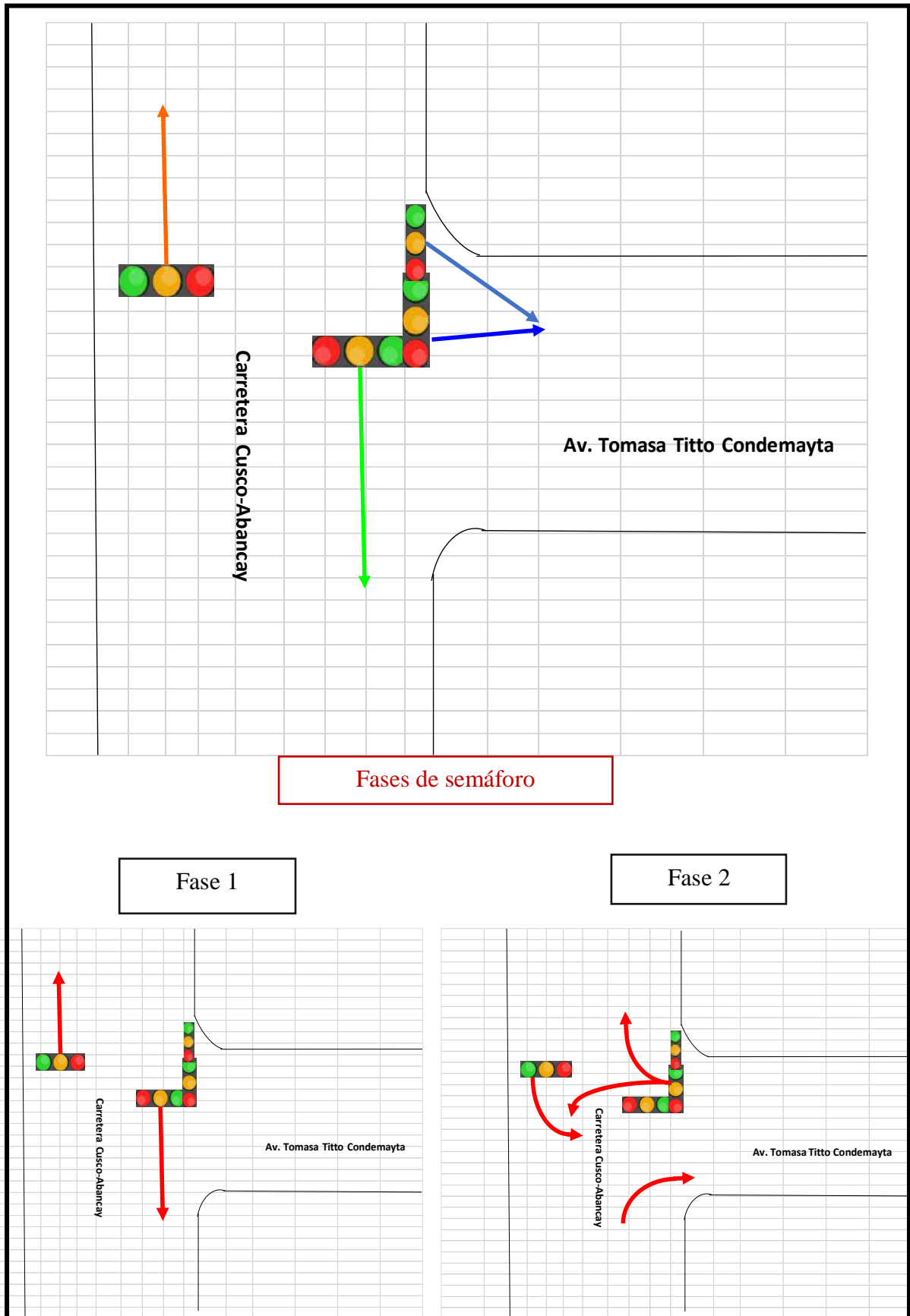


Figura N° 97 Semáforo "Tica Tica"

Fuente: Elaboración Propia

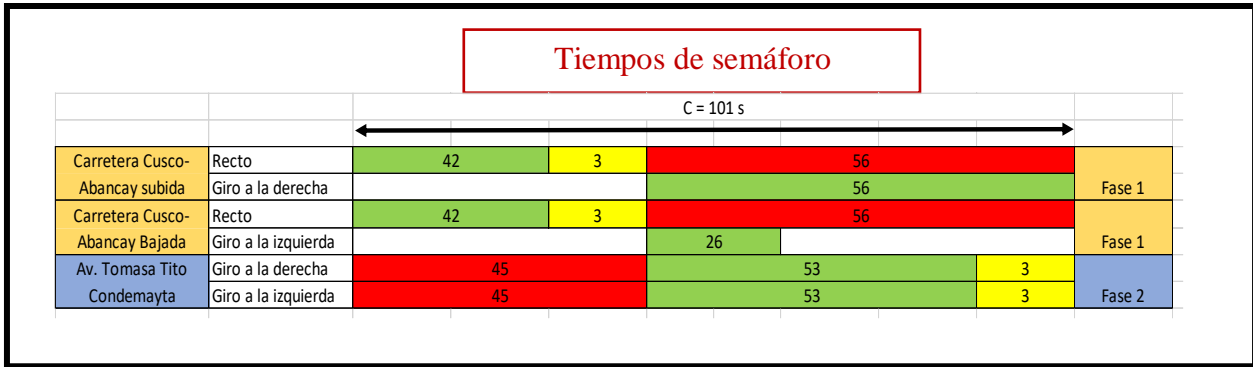


Figura N° 98 Semáforo "Tica Tica"

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.5. Inventario de las intersecciones

a. Definición

- Detalle de todas las intersecciones existentes en el tramo de estudio

b. Instrumentos

- Cámara, lapicero y cuadernos de apuntes.

c. Procedimiento



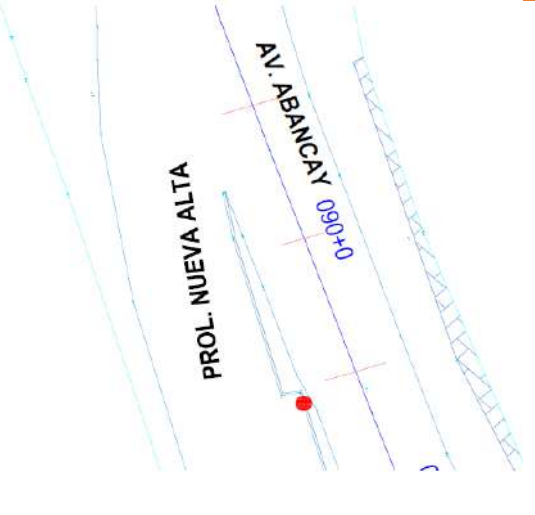

- No escogimos un horario para detallar la realidad de todas las intersecciones de la vía.

d. Datos obtenidos





Tabla 23 Relación de intersecciones

N° de Intersección	Ubicación	Foto referencial	Descripción
1			Intersección semaforizada.
2			Intersección no semaforizada  Punto de congestionamiento.

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 24 Relación de intersecciones

3			Intersección no semaforizada en curva
4			Intersección no semaforizada

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 25 Relación de intersecciones

5			<p>Intersección no semaforizada Giro a la izquierda permitido</p>
6			<p>Intersección no semaforizada</p>

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 26 Relación de intersecciones

7			<p>Intersección no semaforizada Giro a la izquierda permitido</p>
8			<p>Intersección no semaforizada</p>

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 27 Relación de intersecciones

9			Interseccion no semaforizada
10			Interseccion no semaforizada
11			Intersección no semaforizada en curva

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 28 Relación de intersecciones

12			Intersección no semaforizada en curva
13			Interseccion no semaforizada usada como un acceso a las casas aledañas

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 29 Relación de intersecciones

14			Interseccion no semaforizada usada como un acceso a las casas aledañas en curva
15			Interseccion no semaforizada usada como un acceso a las casas aledañas

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 30 Relación de intersecciones

16			Interseccion no semaforizada en curva
17			Interseccion a nivel con ruta del ferrocarril

Fuente: Elaboración Propia





Tabla 31 Relación de intersecciones

18			Interseccion no semaforizada
19			Interseccion no semaforizada
20			Interseccion no semaforizada

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 32 Relación de intersecciones

21			Interseccion no semaforizada
22			Interseccion semaforizada

Fuente: Elaboración Propia

### 3.5.1. Inventario de señales

#### a. Descripción

- Describimos y detallamos todas las señales existentes

#### b. Instrumentos

- Cámara, lapiceros y formato de conteo de inventario de señales

#### c. Procedimiento

- Analizamos cada señal encontrada desde la intersección “Arcopata”
- Cada señal fue medida en altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda y Distancia de sardinel al borde de la señal.
- Además, analizamos su ubicación, el estado de la señal y muchas cosas más que establecimos en el formato antes mencionado.





*Figura N° 99 Tesistas realizando el inventario de señales en la intersección “Arcopata” Km 00+000*

Fuente: Elaboración Propia

#### d. Datos obtenidos

Tabla 33 Inventario de Señales Reglamentarias

Señal reguladora o reglamentaria										
Número de señal	Nombre de Señal	Imagen	Progresiva	Ubicación lateral		Estado óptimo de señal	Verticalidad del sistema de soporte	Legible	Según el Manual de Dispositivos De Control 2018	
				Distancia de sardinel al borde de la señal	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda				Distancia de sardinel al borde de la señal mínima.0.60 m	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda mínima 2.00 m
1	Señal prohibido estacionar Zona de remolque		0+000 Km intersección Arcopata	0.11	2.24	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
2	Señal de prohibido voltear en "U"		0+000 Km intersección Arcopata	0.17	2.20	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 34 Inventario de Señales Reglamentarias

3	Señal de prohibido voltear a la derecha		0+000 Km intersección Arcopata	0.15	2.00	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
	Señal de voltear a la derecha solo transporte urbano									
4	Señal de prohibido el ingreso de buses panorámicos		0+000 Km intersección Arcopata	0.15	2.20	No, la señal se encuentra doblada	Si	Si	No Cumple	Cumple
5	Señal dirección obligada		0+000 Km intersección Arcopata	0.20	2.20	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 35 Inventario de Señales Reglamentarias

6	Señal de no estacionar		0+000 Km intersección Av. Arcopata	0.15	2.08	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
7	Señal Paradero Prohibido		0+025 Km lado izquierdo	0.25	2.00	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
8	Señal de prohibido voltear a la izquierda		0+049 Km lado izquierdo	0.00	2.00	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 36 Inventario de Señales Reglamentarias

9	Señal Paradero Prohibido		0+115 Km lado izquierdo	0.34	2.15	No, la señal se encuentra decolorada	Si	Si	No Cumple	Cumple
10	Señal de dirección prohibida		0+527 Km lado derecho	2.40	1.96	Si	Si	Si	Cumple	No Cumple
11	Señal de autorización de circulación solo para autos y camionetas		0+530 Km lado derecho	2.30	1.90	Si	Si	Si	Cumple	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 37 Inventario de Señales Reglamentarias

12	Señal prohibida estacionar Zona de remolque		0+675 Km lado derecho	0.20	2.15	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
13	Señal de giro a la derecha		0+918 Km lado derecho	0.27	2.30	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
14	Señal de restricción de sentido		0+940 Km lado izquierdo	0.25	2.30	Si	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 38 Inventario de Señales Reglamentarias

15	Señal de autorización de circulación solo para autos y camionetas		1+557 Km lado izquierdo	0.30	2.10	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
16	Señal de prohibida circulación de vehículos de carga		2+848 Km lado derecho	0.00	2.06	No, estado de señal decolorada y doblada	No, esta chueco	No	No Cumple	Cumple
17	Señal de prohibido voltear en "U"		2+960 Km lado derecho	0.00	1.70	No, estado de señal decolorada y doblada	No, esta chueco	No	No Cumple	No Cumple



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 39 Inventario de Señales Reglamentarias

18	Señal Pare		3+044 Km lado izquierdo	0.30	2.00	No, la señal se encuentra deteriorada y rota	Si	No	No Cumple	Cumple
19	Señal Paradero Prohibido		3+375 Km lado izquierdo	0.30	2.17	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
20	Señal Prohibido la circulación de vehículos de carga		3+379 Km Lado izquierdo	0.30	2.17	No, la señal se encuentra doblada en algunas esquinas	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple




Fuente: Elaboración Propia

Tabla 40 Inventario de señales preventivas

Número y Progresiva	Nombre de Señal	Imagen	Ubicación	Ubicación lateral		Estado óptimo de señal	Verticalidad del sistema de soporte	Legible	Según el Manual de Dispositivos De Control 2018	
				Distancia de sardinel al borde de la señal	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda				Distancia de sardinel al borde de la señal mínima.0.60 m	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda mínima 2.00 m
1 Progresiva 0+000 Km intersección Arcopata	Señal intersección rotatoria		Antes de la intersección	0.20	2.06	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
2 Progresiva 0+000 Km intersección Arcopata	Señal intersección rotatoria		Antes de la intersección	0.35	2.40	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple




Fuente: Elaboración Propia

Tabla 41 Inventario de señales preventivas

<p>3</p> <p>Progresiva 0+000 Km intersección Arcopata</p>	<p>Señal curva y contracurva a la derecha</p>		<p>Antes de la Intersección</p>	<p>0.30</p>	<p>2.00</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>No Cumple</p>	<p>Cumple</p>
<p>4</p> <p>Progresiva 0+354 Km lado derecho</p>	<p>Señal Proximidad reductor velocidad reductor de velocidad tipo resalto</p>		<p>Ubicado a 11 m del disipador de velocidad; este disipador tiene un ancho de 2 m</p>	<p>0.15</p>	<p>2.46</p>	<p>No, estado deteriorado incluso oxidado</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>No Cumple</p>	<p>Cumple</p>
<p>5</p> <p>Progresiva 0+680 Km lado izquierdo</p>	<p>Señal Proximidad reductor velocidad reductor de velocidad tipo resalto</p>		<p>Ubicado a 27.20 m del disipador de velocidad; este disipador tiene un ancho de 1.80 m</p>	<p>0.17</p>	<p>2.20</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>No Cumple</p>	<p>Cumple</p>

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 42 Inventario de señales preventivas

6 Progresiva 0+874 Km lado izquierdo	Señal Proximidad reductor velocidad reductor de velocidad tipo resalto		Ubicado a 23.50 m del reductor de velocidad; este disipador tiene un ancho de 2.00 m	0.15	2.20	No, la señal se encuentra doblada	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple
7 Progresiva 1+243 Km lado izquierdo	Señal Proximidad reductor velocidad reductor de velocidad tipo resalto		Ubicado a 28.20 m del disipador de velocidad; este disipador tiene un ancho de 2.00 m	2.05	2.10	No, se encuentra en un estado deteriorado	Si	No	Cumple	Cumple
8 Progresiva 2+987 Km lado derecho	Señal Proximidad reductor velocidad reductor de velocidad tipo resalto		Ubicado a 47.30 m del disipador de velocidad; este disipador tiene un ancho de 2.00 m	0.00	1.84	Si	Si	Si	No Cumple	No Cumple




Fuente: Elaboración Propia

Tabla 43 Inventario de señales preventivas

9	Progresiva 3+000 Km lado derecho	Señal de cruce ferroviario a nivel		Ubicado a 30 m del paso a nivel con la línea férrea	0.00	1.40	No, decolorado y desalineado	No, esta chueco	Si	No Cumple	No Cumple
10	Progresiva 3+028 Km lado derecho	Señal de cruce ferroviario a nivel		Ubicado antes del paso a nivel con la línea férrea	0.00	1.80	No, la señal esta doblada y deteriorada	No, esta chueco	No, poco visible	No Cumple	No Cumple
11	Progresiva 3+035 Km lado derecho	Señal de cruce ferroviario a nivel		Ubicado antes del paso a nivel con la línea férrea	1.00	2.50	No, la señal esta decolorada	Si	Si	Cumple	Cumple



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 44 Inventario de señales preventivas

<p>12 Progresiva 3+044 Km lado izquierdo</p>	<p>Señal de cruce ferroviario a nivel</p>		<p>Ubicado antes del paso a nivel con la línea férrea</p>	<p>0.00</p>	<p>2.08</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>No Cumple</p>	<p>Cumple</p>
<p>13 Progresiva 3+055 Km lado derecho</p>	<p>Señal de cruce ferroviario a nivel</p>		<p>Ubicado antes del paso a nivel con la línea férrea</p>	<p>No, incluso está dentro de la zona de la vía</p>	<p>2.17</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>No Cumple</p>	<p>Cumple</p>
<p>14 Progresiva 3+052 Km lado izquierdo</p>	<p>Señal de cruce ferroviario a nivel</p>		<p>Ubicado antes del paso a nivel con la línea férrea</p>	<p>0.20</p>	<p>2.20</p>	<p>No, la señal se encuentra deteriorada y con colores que al parecer no son correctos</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>No Cumple</p>	<p>Cumple</p>

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 45 Inventario de señales preventivas

<p>15 Progresiva 3+069 Km lado izquierdo</p>	<p>Señal de cruce ferroviario a nivel</p>		<p>Ubicado antes del paso a nivel con la línea férrea</p>	<p>0.60</p>	<p>1.80</p>	<p>No, la señal se encuentra deteriorada y rota</p>	<p>Si</p>	<p>No, esta obstruid a por un cartel informa tivo</p>	<p>Cumple</p>	<p>No Cumple</p>
<p>16 Progresiva 3+158 Km lado izquierdo</p>	<p>Señal de cruce ferroviario a nivel</p>		<p>Ubicado a 100 m del paso a nivel con la línea férrea</p>	<p>0.60</p>	<p>1.70</p>	<p>No, la señal se encuentra doblada</p>	<p>Si</p>	<p>Si</p>	<p>Cumple</p>	<p>No Cumple</p>

Fuente: Elaboración Propia






Tabla 46 Inventario de señales informativas

Señal Informativa										
Número	Nombre de Señal	Imagen	Progresiva	Ubicación lateral		Estado óptimo de señal	Verticalidad del sistema de soporte	Legible	Según el Manual de Dispositivos De Control 2018	
				Distancia de sardinel al borde de la señal	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda				Distancia de sardinel al borde de la señal mínima.0.60 m	Altura desde el borde inferior de la señal y el nivel de la vereda mínima 2.00 m
1	Señal paradero de buses		0+519 Km lado derecho	0.30	2.25	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
2	Señal paradero de buses		0+545 Km lado izquierdo	0.25	2.20	Si	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple




Fuente: Elaboración Propia

Tabla 47 Inventario de señales informativas

3	Señal paradero de buses		0+728 Km lado izquierdo	0.28	2.20	Si	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple
4	Señal paradero de buses		0+752 Km lado derecho	0.17	2.14	Si	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple
5	Señal paradero de buses		0+886 Km lado izquierdo	0.20	2.14	No, la señal se encuentra doblada	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 48 Inventario de señales informativas

6	Señal paradero de buses		1+102 Km lado derecho	0.73	2.20	Si	No, esta chueco	Si	Cumple	Cumple
7	Señal paradero de buses		1+100 Km lado izquierdo	0.65	2.10	No, la señal se encuentra doblada	No, esta chueco	Si	Cumple	Cumple
8	Señal paradero de buses		1+420 Km lado derecho	0.10	2.15	No, la señal se encuentra doblada	No, esta chueco	Si	No Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 49 Inventario de señales informativas

9	Señal paradero de buses		1+594 Km lado derecho	0.20	2.13	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
10	Señal paradero de buses		1+993 Km lado derecho	0.80	1.95	No, la señal está deteriorada y decolorada	Si	No, poco visible	Cumple	No Cumple
11	Señal paradero de buses		2+006 Km lado izquierdo	1.40	2.48	No, la señal está deteriorada y decolorada	No, esta chueco	No, poco visible	Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 50 Inventario de señales informativas

12	Señal paradero de buses		2+252 Km lado izquierdo	2.35	2.20	No, la señal está deteriorada y decolorada	No, esta chueco	No	Cumple	Cumple
13	Señal paradero de buses		2+393 Km lado derecho	2.00	2.20	No, la señal está deteriorada	No, esta chueco	No, es poco visible	Cumple	Cumple
14	Señal paradero de buses		2+400 Km lado izquierdo	2.55	2.20	No, la señal se encuentra deteriorada	No, esta chueco	No	Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 51 Inventario de señales informativas

15	Señal paradero de buses		2+597 Km lado derecho	2.40	2.15	Si	Si	Si	Cumple	Cumple
16	Señal paradero de buses		2+614 Km lado izquierdo. Sin paradero, pero tiene bahía	2.75	2.10	Si	No, esta chueco	Si	Cumple	Cumple
17	Señal paradero de buses		2+868 Km lado izquierdo Sin paradero, pero tiene bahía	2.05	2.16	Si	Si	Si	Cumple	Cumple



Fuente: Elaboración Propia

Tabla 52 Inventario de señales informativas

18	Señal paradero de buses		2+876 Km lado derecho	1.47	2.04	Si	Si	Si	Cumple	Cumple
19	Señal paradero de buses		3+037 Km lado derecho	0.24	2.06	Si	Si	Si	No Cumple	Cumple
20	Señal paradero de buses		3+063 Km lado izquierdo	0.00	1.26	Si	No, esta chueco	No, existe la obstruc ción de las plantas del lugar	No Cumple	No Cumple

Fuente: Elaboración Propia

Tabla 53 Inventario de señales informativas

21	Señal paradero de buses		3+333 Km lado derecho	1.00	1.17	Si	Si	Si	Cumple	No Cumple
22	Señal paradero de buses		3+348 Km lado izquierdo	0.00	2.22	No, la señal se encuentra doblada	Si	Si	No Cumple	Cumple

Fuente: Elaboración Propia





## 4. Capítulo VI: Resultados














### 4.1. IMDA

Según la fórmula encontrada en la DG-2018 del (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018):

$$VHD_{año} = (0.12 \sim 0.18) * IMDA_{año}$$
















Tabla 54 Aforo vehicular en el horario máximo del tramo estudiado

FICHA DE AFORO VEHICULAR												
 <b>TESIS:</b> 		"ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO CONFORMADO POR AV. ABANCAY, DE LA RAZA, HUMBERTO VIDAL UNDA Y TOMASA TITO CONDEMARYTA"										
<b>TESISTAS:</b>		Escarlet Sholans Orcon Diaz Erick Alex Huarhua Pumayalli										
<b>TRAMO DE CARRETERA:</b>		Humberto Vidal Unda Subida					<b>Responsable:</b> Ljubica Huarhua Pumayalli					
<b>DIA:</b>		22/01/2020	<b>Hora:</b>		7:00 am - 8:00 am							
<b>Hora:</b>											<b>Total</b>	<b>Total</b>
7:00 - 7:15	2	6	0	1	3	9	1	0	0	0	22	109
7:15 - 7:30	1	9	5		5	11	2	0	0	0	33	
7:30 - 7:45		7	0	2	6	10	0	0	0	1	26	
7:45 - 8:00		11	0	2	4	9	0	1	0	1	28	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 55 Aforo vehicular en el horario máximo del tramo estudiado

FICHA DE AFORO VEHICULAR													
		<b>TESIS:</b> 		"ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO CONFORMADO POR AV. ABANCAY, DE LA RAZA, HUMBERTO VIDAL UNDA Y TOMASA TITO CONDEMARYTA"									
<b>TESISTAS:</b>		Escarlet Sholans Orccon Diaz Erick Alex Huarhua Pumayalli											
<b>TRAMO DE CARRETERA:</b>		Subida Humberto Vidal Unda a la carretera Cusco-Abancay						<b>Responsable:</b> Ljubica Huarhua Pumayall					
<b>DIA:</b>		22/01/2020		<b>Hora:</b>		7:00 am - 8:00 am							
Hora:	MOTO	AUTO	CAMIONETAS	COMBI	STAR	MICRO BUS	OMNIBUS	C2P	VOLVO	CAMION	Total	Total	
	7:00 - 7:15											79	295
7:15 - 7:30	3	49	9	7	10	0	1	0	0	0	90		
7:30 - 7:45	1	61	6	3	17	0	0	0	0	2	66		
7:45 - 8:00	2	39	14	5	5	0	0	0	0	1	60		

Fuente: Elaboración Propia








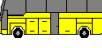




Tabla 56 Aforo vehicular en el horario máximo del tramo estudiado

FICHA DE AFORO VEHICULAR												
<b>TESIS:</b>		"ANÁLISIS DE LA SEGURIDAD VIAL EN EL TRAMO CONFORMADO POR AV. ABANCAY, DE LA RAZA, HUMBERTO VIDAL UNDA Y TOMASA TITO CONDEMARYTA"										
<b>TESISTAS:</b>		Escarlet Sholans Orcon Diaz Erick Alex Huarhua Pumayalli										
<b>TRAMO DE CARRETERA:</b>		Humberto Vidal Unda Bajada										
<b>DIA:</b>		22/01/2020		<b>Hora:</b>		7:00 am - 8:00 am		<b>Responsable:</b> Jhonatan Huarhua Pumayalli				
Hora:	MOTO	AUTO	CAMIONETAS	COMBI	STAR	MICRO BUS	OMNIBUS	C2P	VOLVO	CAMION	Total	Total
7:00 - 7:15	3	77	6	0	1	13	0	0	0	1	101	445
7:15 - 7:30	2	85	5	0	0	14	0	0	0	0	106	
7:30 - 7:45	5	94	7	2	2	12	1	0	0	0	123	
7:45 - 8:00	4	90	6	1	1	13	0	0	0	0	115	

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 57 Resumen del aforo vehicular en el horario máximo

Hora:	Sentido de Aforo	MOTO	AUTO	CAMIONETAS	COMBI	STAR	MICRO BUS	OMNIBUS	C2P	VOLVO	CAMION	Total	Total
													
7:00 - 7:15	Humberto Vidal Unda Subida	2	6	0	1	3	9	1	0	0	0	22	202
	Subida Humberto Vidal Unda a la carretera Cusco-Abancay	3	49	9	7	10	0	1	0	0	0	79	
	Humberto Vidal Unda Bajada	3	77	6	0	1	13	0	0	0	1	101	
7:15 - 7:30	Humberto Vidal Unda Subida	1	9	5	0	5	11	2	0	0	0	33	229
	Subida Humberto Vidal Unda a la carretera Cusco-Abancay	1	61	6	3	17	0	0	0	0	2	90	
	Humberto Vidal Unda Bajada	2	85	5	0	0	14	0	0	0	0	106	
7:30 - 7:45	Humberto Vidal Unda Subida	0	7	0	2	6	10	0	0	0	1	26	215
	Subida Humberto Vidal Unda a la carretera Cusco-Abancay	2	39	14	5	5	0	0	0	0	1	66	
	Humberto Vidal Unda Bajada	5	94	7	2	2	12	1	0	0	0	123	
7:45 - 8:00	Humberto Vidal Unda Subida	0	11	0	2	4	9	0	1	0	1	28	203
	Subida Humberto Vidal Unda a la carretera Cusco-Abancay	1	38	10	5	5	0	0	0	0	1	60	
	Humberto Vidal Unda Bajada	4	90	6	1	1	13	0	0	0	0	115	
													849

Fuente: Elaboración Propia

VMHD=849 veh/hr.



Según el Manual del Diseño Geométrico 2018 (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) nos indica que a falta de información se puede utilizar la siguiente formula empírica:

$$VHD_{año} = (0.12 \sim 0.18) * IMDA_{año}$$

Utilizaremos 0.18 ya que se asocian a carreteras con variaciones estacionales marcadas causadas por componentes turísticos.

Reemplazando:

$$849 \text{ veh/hr} = 0.18 * IMDA_{año}$$

$$IMDA_{año} = \frac{849}{0.18} = 4716.67 \text{ veh/día}$$

Entonces según este mismo Manual podemos clasificar nuestra vía dentro de una tipología de carreteras existen dos formas de clasificación:

- Según la demanda nuestra vía

Tabla 58 Clasificación del tipo de vía urbana según la DG-2018

Tipo de carretera	IMDA	Separador	Carriles
Autopista de Primera Clase	> 6000 veh/día	Mínimo de 6 metros que divide las calzadas	Cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60 mínimo.
Autopista de Segunda Clase	6000-4001 veh/día	Puede variar de 6 a 1 metro que divida las calzadas	Cada calzada debe tener dos o más carriles de 3.60 mínimo.
Carretera de Primera Clase	4000-2001 veh/día	No tiene	Una calzada con dos carriles, cada uno con un ancho mínimo de 3.60m.

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



Para nosotros nuestra vía vendrá a ser una carretera de primera clase pues cumple con la mayoría de requisitos aun cuando supera el IMDA en poca cantidad.

- Según su orografía:

*Tabla 59 Clasificación del tipo de terreno según la DG-2018*

Tipo	Pendiente transversal	Pendiente longitudinal
Terreno plano	$\geq 10\%$	$<3\%$
Terreno ondulado	11-50%	3% - 6%
Terreno accidentado	51-100%	6% - 8%
<b>Terreno escarpado</b>	$>100\%$	$>8\%$

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

Al ser una vía construida solo podemos basarnos en la pendiente longitudinal siendo esta 8.9% y clasificándose de esta forma en terreno ondulado.

#### **4.2. Flujogramas**

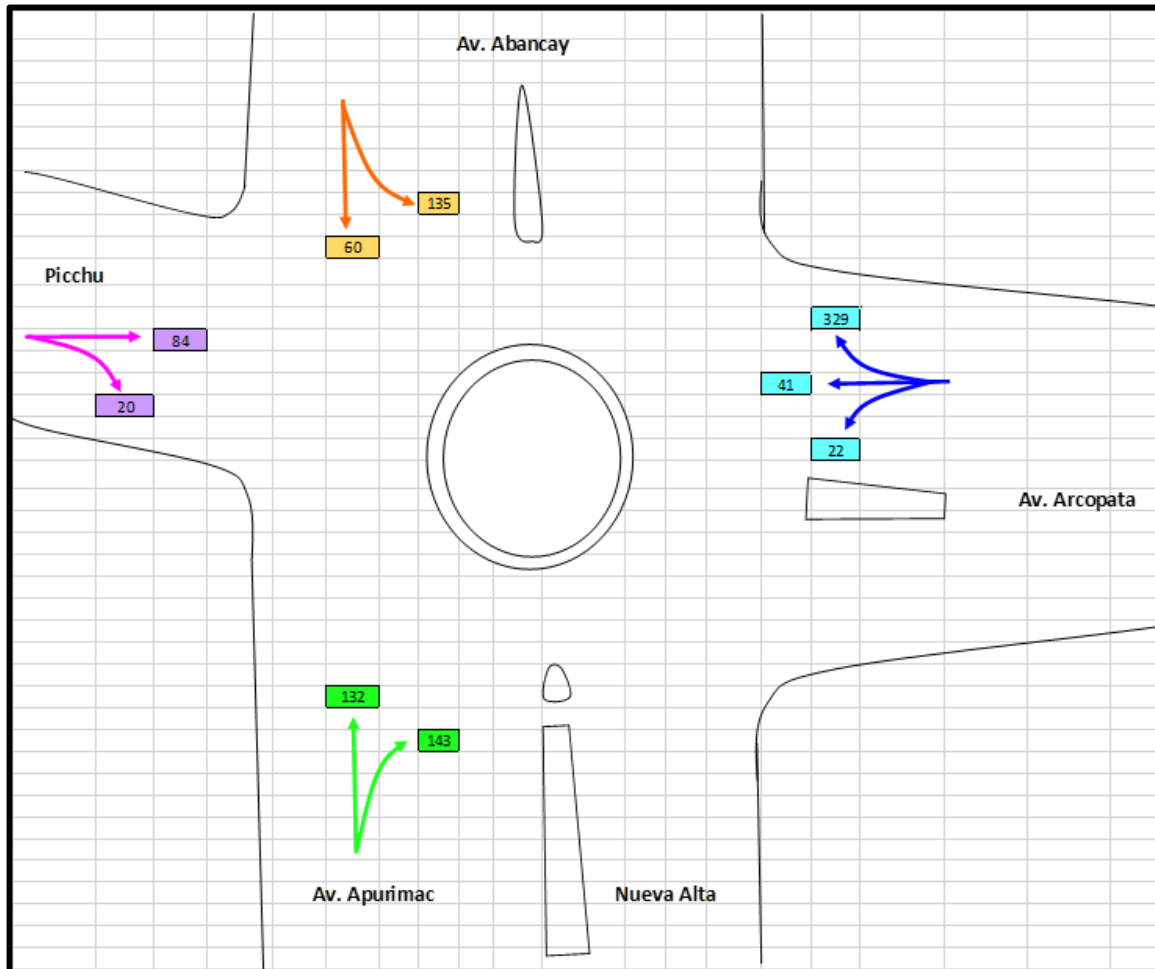


Figura N° 100 Flujograma de la intersección "Arcopata"

Fuente: Elaboración Propia





Figura N° 101 Flujograma de la intersección "Tica Tica"

Fuente: Elaboración Propia



### 4.3. Peralte

Según la tabla 60 nos indica el peralte máximo que debe tener nuestra vía al estar en un área urbana y tener una velocidad teóricamente de 60 km/hr.

Tabla 60 Radios mínimos y máximos

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P max %	F max	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	50.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
Área urbana	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.1	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
	130	4.00	0.08	1108.9	1110

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



Tabla 61 Comparación de peraltes reales con peraltes teóricos

Numero	Elevacion 1 (m.s.n.m)	Elevacion 2 (m.s.n.m)	Distacia (m)	Diferencia de cotas	Distancia horizontal (m)	Peralte	Peralte min (m)	Cumple
1	3497.76	3497.28	9.2951	0.48	9.28	5.17%	4.00%	NO
2	3504.33	3503.93	7.6539	0.40	7.64	5.23%	4.00%	NO
3	3509.30	3508.91	7.4244	0.39	7.41	5.26%	4.00%	NO
4	3511.87	3511.36	8.7926	0.51	8.78	5.81%	4.00%	NO
5	3515.48	3515.16	7.5448	0.32	7.54	4.25%	4.00%	NO
6	3553.43	3552.77	11.9330	0.66	11.91	5.54%	4.00%	NO
7	3574.06	3573.69	7.2068	0.37	7.20	5.14%	4.00%	NO
9	3590.59	3590.52	7.8390	0.07	7.84	0.89%	4.00%	SI
10	3598.32	3597.94	6.5079	0.38	6.50	5.85%	4.00%	NO
11	3602.25	3602.04	6.0081	0.21	6.00	3.50%	4.00%	SI
12	No tiene peralte solo bombeo							
13	3608.10	3608.01	5.9730	0.09	5.97	1.51%	4.00%	SI
14	3612.04	3611.72	6.9478	0.32	6.94	4.61%	4.00%	NO
15	3614.82	3614.60	5.6126	0.22	5.61	3.92%	4.00%	SI
16	3615.70	3615.35	5.7868	0.35	5.78	6.06%	4.00%	NO
17	3616.92	3616.63	6.4980	0.29	6.49	4.53%	4.00%	NO
18	3622.82	3622.41	7.0310	0.41	7.02	5.84%	4.00%	NO
19	3631.62	3631.46	6.0775	0.16	6.08	2.63%	4.00%	SI
20	3632.90	3632.77	6.1190	0.13	6.12	2.13%	4.00%	SI
21	3633.73	3633.41	6.9386	0.32	6.93	4.62%	4.00%	NO
23	3642.04	3641.85	6.0608	0.19	6.06	3.14%	4.00%	SI
24	3648.44	3647.88	7.0276	0.56	7.01	7.99%	4.00%	NO

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.4. Radios

Velocidad	60.00	km/hr
f max	0.15	



Tabla 62 Comparación de peraltes reales con peraltes teóricos

Numero	Progresiva Inicial (m)	Progresiva Final (m)	Radio insitu (m)	Rmin (m)	Cumple
1	70	150	30.00	149.19	NO
2	200	270	34.50	149.19	NO
3	300	350	20.00	149.19	NO
4	380	420	23.00	149.19	NO
5	460	510	28.00	149.19	NO
6	920	940	20.00	149.19	NO
7	1210	1270	36.00	149.19	NO
8	1500	1540	82.50	149.19	NO
10	1640	1680	30.00	149.19	NO
11	1850	1880	19.00	149.19	NO
12	1950	1980	34.00	149.19	NO
13	2030	2055	14.50	149.19	NO
14	2090	2130	21.00	149.19	NO
15	2180	2200	22.00	149.19	NO
16	2250	2290	40.00	149.19	NO
17	2330	2360	18.00	149.19	NO
18	2420	2470	40.00	149.19	NO
19	2560	2590	80.00	149.19	NO
20	2620	2650	35.00	149.19	NO
21	2680	2720	22.00	149.19	NO
23	2920	2960	55.00	149.19	NO
24	2980	3040	27.00	149.19	NO

Fuente: Elaboración Propia

#### 4.5. Velocidad de Campo

En el siguiente cuadro se muestra las velocidades aforas ordenadas del menor a mayor, con el número de veces que pasaron vehículos a la misma velocidad.



Tabla 63 Resumen de velocidades en campo

Velocidad (km/h)	Numero de vehiculos observados	Velocidad (km/h)	Numero de vehiculos observados
15	0	23	0
16	0	24	66
17	0	25	0
18	32	26	0
19	0	27	0
20	0	28	0
21	52	29	62
22	0	30	0

Fuente: Elaboración Propia

1. Distribuciones de frecuencia o arreglo tabular de los datos

A continuación, se detallará los pasos que se debe realizar para el arreglo tabular de los datos, representación gráfica y el cálculo y uso de sus valores estadísticos representativos.

Considerando los datos de la tabla de arriba se pueden obtener:

Primero hallamos **Número de intervalos de clase según la tabla:**

Tabla 64 Intervalos según la muestra de vehículos

Tamaño de muestra	Numero de Intervalos
n	N
50-100	7-8
<b>100-1000</b>	<b>10-11</b>
1000-10000	14-15
10000-100000	17-18
Mayor a 100000	$1+3.3\text{LOG}_{10}(n)$

Fuente: (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael;Cárdenas Grisales, James, 1994)

Donde:

n= Número total de observaciones en la muestra.

m= Numero de intervalos de clase.

En nuestro caso nosotros tenemos n=212, por lo tanto, nuestro m=10 intervalos de clase.



- Amplitud total

$$\text{Amplitud total} = \text{Velocidad máxima} - \text{Velocidad mínima}$$

$$\text{Velocidad máxima} = 29 \text{ km/h}$$

$$\text{Velocidad mínima} = 18 \text{ km/h}$$

$$\text{Amplitud total} = 29 - 18$$

$$\text{Amplitud total} = 11 \text{ km/h}$$

- Ancho de Intervalo de clase

$$\text{Ancho de intervalo de clase} = \frac{\text{Amplitud total}}{m}$$

$$\text{Ancho de intervalo de clase} = \frac{11}{10}$$

$$\text{Ancho de intervalo de clase} = 1.1 \text{ km/h}$$

- Para trabajar con números enteros lo aproximamos el ancho de intervalo de clase a 2 km/h.

Con estos datos se construyó la *Tabla N° 34*, donde se presenta un resumen de los datos obtenidos en campo en donde:

Columna 1 = Intervalo de clase

Columna 2 = Punto medio ( $V_i$ )

Columna 3 = Frecuencia observada absoluta ( $f_i$ )

Columna 4 = Frecuencia observada relativa ( $f_i\%$ )

Columna 5 = Frecuencia acumulada absoluta ( $F_i$ )

Columna 6 = Frecuencia acumulada relativa ( $F_i\%$ )



Tabla 65 Resumen de datos obtenidos

Col 1		Col 2	Col 3	Col 4	Col 5	Col 6	Col 7	Col 8	Col 9
Intervalo de clase		Punto Medio	Frecuencia Observado		Frecuencia Acumulada		(Col 2)^2	Col 3* Col 2	Col 3* Col 7
Grupos de Velocidades		Vi	Absoluta	Relativa	Absoluta	Relativo			
(km/hr)		(km/hr))	fi	(fi/n)*100 (%)	fi <sub>a</sub>	(fia/n)*100 (%)	vi^2	fi*Vi	fi*Vi^2
15	17	16	0	0.00%	0.00	0.00%	256.00	0.00	0.00
17	19	18	32	15.09%	32.00	15.09%	324.00	576.00	10368.00
19	21	20	0	0.00%	32.00	15.09%	400.00	0.00	0.00
21	23	22	52	24.53%	84.00	39.62%	484.00	1144.00	25168.00
23	25	24	66	31.13%	150.00	70.75%	576.00	1584.00	38016.00
25	27	26	0	0.00%	150.00	70.75%	676.00	0.00	0.00
27	29	28	0	0.00%	150.00	70.75%	784.00	0.00	0.00
29	31	30	62	29.25%	212.00	100.00%	900.00	1860.00	55800.00
31	33	32	0	0.00%	212.00	100.00%	1024.00	0.00	0.00
33	35	34	0	0.00%	212.00	100.00%	1156.00	0.00	0.00
Total			212	100.00%				5164.00	129352.00

Fuente: Elaboración Propia

- **Valor representativo**

Los parametros mas significativos que describen adecuadamente las características de la distribución de velocidades de punto de un flujo vehicular son:

Velocidad media de punto (vt)

De acuerdo a la tabla anterior se tiene:

$$vt = \frac{\sum_{i=1}^m (fi \times vi)}{m}$$



$$vt = \frac{5164}{212}$$

$$vt = 24.36 \text{ km/h}$$

Al graficar velocidad espacial contra la frecuencia absoluta se obtiene un histograma de frecuencias y al unir los puntos medios de la cima de cada uno de los rectángulos del histograma se obtiene el polígono de frecuencias (Figura N° 102)

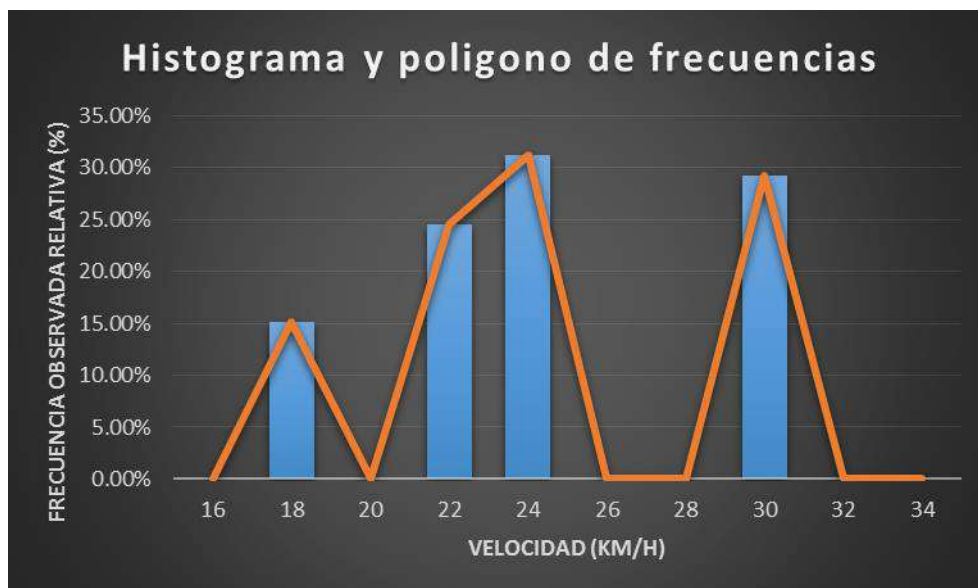


Figura N° 102 Polígono de frecuencia

Fuente: Elaboración Propia

- **Desviación estándar**

Debido a que no todos los vehículos viajan a la misma velocidad, existe una dispersión de sus velocidades alrededor de una media. Una medida estadística de esta dispersión es la desviación estándar  $S$ , la cual por definición se expresa como

$$S = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^m (f_i * v_i^2) - \frac{\sum_{i=1}^m (f_i * v_i)^2}{n}}{n - 1}}$$

Para nuestros datos recolectados de la tabla 65 su desviación estándar, es igual a:

$$S = \sqrt{\frac{129352 - \frac{5164^2}{212}}{212 - 1}}$$

$$S = 4.11 \text{ km/h}$$





Al utilizar las fórmulas anteriores, para calcular la desviación estándar, se supone que la forma que siguen los datos es, aproximadamente, la de una distribución normal, cuya característica.

El área entre  $(V_t-1S)$  Y  $(V_t+1S)$  es 0.683

El área entre  $(V_t-2S)$  Y  $(V_t+2S)$  es 0.944

El área entre  $(V_t-3S)$  Y  $(V_t+3S)$  es 0.997

El área entre  $(V_t-\infty)$  Y  $(V_t+\infty)$  es 1.000

En general A es el area entre  $(V_t-KS)$  Y  $(V_t+KS)$

Donde:

K= numero de desviaciones estandares correspondiente al nivel de confiabilidad deseado

A= area bajo la curva normal o niveles de confiabilidad

Otros valores de la constante K y los niveles de confiabilidad correspondientes, se presentan en la tabla de nivel de confiabilidad.

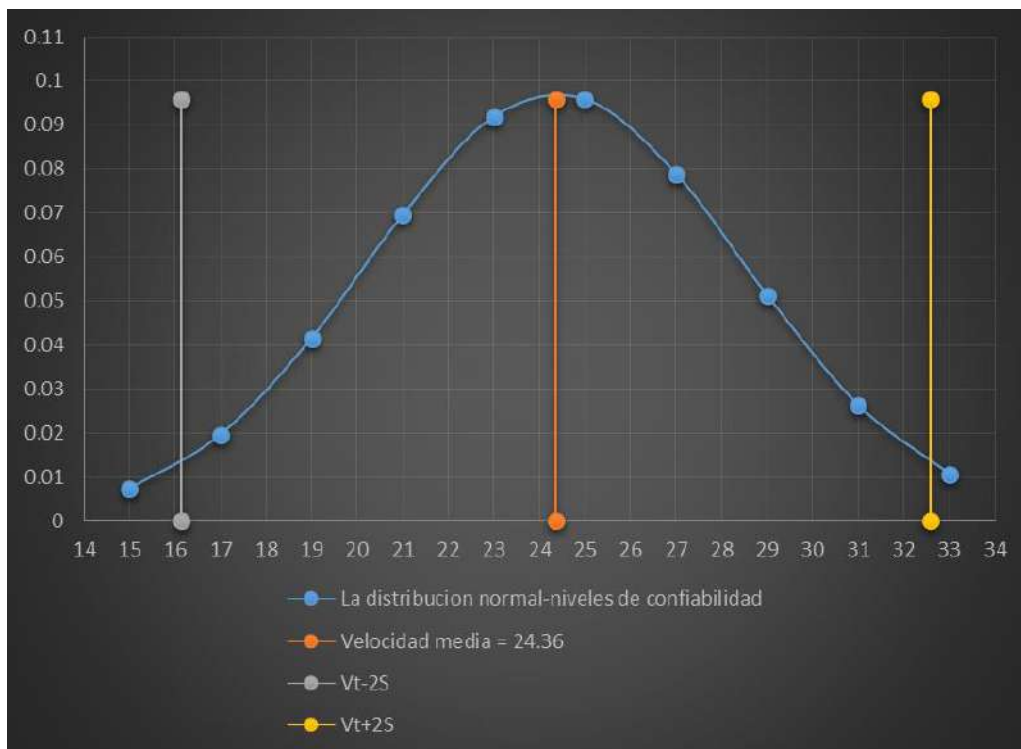
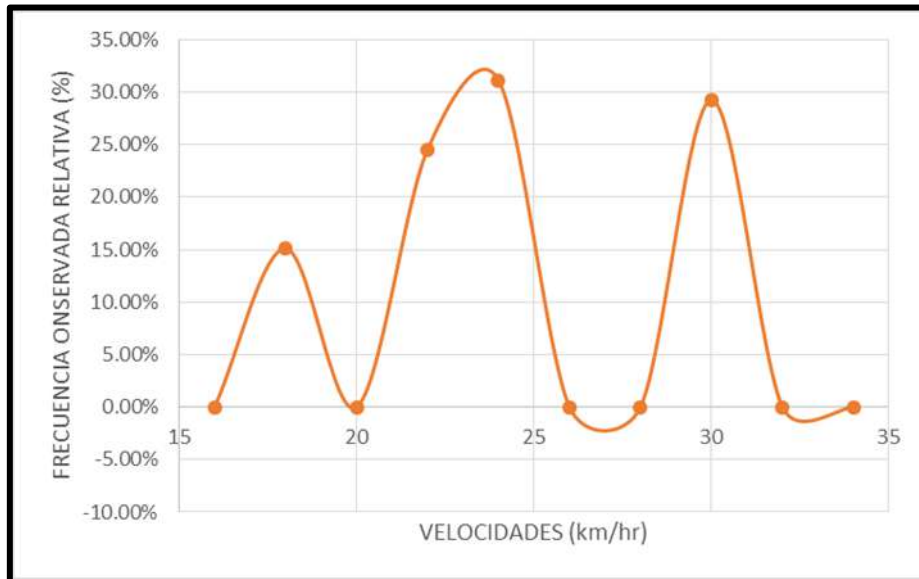


Figura N° 103 Distribución normal-niveles de confiabilidad

Fuente: Elaboración Propia



*Figura N° 104 Relación de velocidad y sus frecuencias*

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a lo anterior se puede decir que el 95.5% de todas las velocidades estan comprendidas en el intervalo de (16.14-32.58) km/h contiene el 95.5% de las velocidades muestradas.

### **Error estándar de la media (E)**

La media de diferentes muestras de velocidades de punto, tomadas de la misma población, se distribuye normalmente alrededor de la media verdadera de la población con una desviación estándar denominada error estándar. Este parámetro estadístico indica la confianza con la cual puede suponerse que la media de la muestra corresponda a la media verdadera de la población, o de todo el transito que pasa por el punto durante el periodo de estudio. Su valor se determina mediante la siguiente expresión:



Tabla 66 Constante correspondiente al nivel de confiabilidad

Constante K	Nivel de confiabilidad
1.00	68.3
1.50	89.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

Fuente: (Cal y Mayor Reyes Spíndola, Rafael; Cárdenas Grisales, James, 1994)

$$E = \frac{S}{\sqrt{n}}$$

Para nuestros datos el calculo es igual a:

$$E = \frac{4.11}{\sqrt{212}}$$

$$E = 0.282 \text{ km/h}$$

Entonces, se puede plantear que, para determinado nivel de confiabilidad, velocidad media verdadera de todo el transito esta dentro del intervalo definido por:

$$Vt - KE < u < Vt + KE$$

Donde

u = velocidad media verdadera de todo el tránsito

Por lo tanto, puede decirse con el 95.5% de confiabilidad, que la velocidad media verdadera para todo el transito esta comprendida en el intervalo definido por:

$$24.36 - 2 \times 0.282 < u < 24.36 + 2 \times 0.282$$

$$23.79 \text{ km/h} < u < 24.92 \text{ km/h}$$



Por lo anterior también se puede concluir que existe una probabilidad de 4.5% (100% - 95.5%) que al estimar la velocidad media verdadera como 24.36 km/h, el error máximo sea de 1.17 km/h.

### **Tamaño apropiado de la muestra**

Si se ha efectuado un análisis anterior de velocidades de punto en el lugar del estudio, la desviación estándar  $S$  de las velocidades y el error estándar  $E$  de la media pueden ser utilidad para determinar el tamaño mínimo  $N$  que conviene adoptar de una muestra, para llegar a una determinada exactitud con un nivel de confiabilidad dado a través de la constante  $k$ . Dicho tamaño necesario de muestra se puede determinar con la siguiente expresión:

$$n = \left( \frac{KS}{e} \right)^2$$

Donde:

$e$  = error permitido en la estimación de la velocidad media de todo el tránsito

En los casos que no se hayan efectuado estudios anteriores y debido a que la variabilidad en las medidas de dispersión de velocidades es limitada, se sugiere una desviación estándar promedio de 8.0 km/h, como valor empírico para velocidades de punto en cualquier tipo de vía de tránsito. Igualmente, el error permitido puede fluctuar de  $\pm 8.0$  km/h a  $\pm 1.5$  km/h o menos aún.

De esta manera, el número de velocidades que deberían medirse para obtener un error menor de 1.5 km/h entre las medias de la muestra y la población con un nivel de confiabilidad del 95.5% es:

$$n = \left( \frac{2 \times 8}{1.5} \right)^2$$

$$n = 122$$

Es necesario observar 122 vehículos. Obsérvese que con los datos de nuestros aforos, para el mismo nivel de confiabilidad, al emplear datos de 212 vehículos, el error es 0.282 km/h, es menor.

### **Uso de los percentiles**



La velocidad correspondiente al percentil 20,  $P_{20}$ , es utilizada como una medida de la cantidad del flujo vehicular, y es aproximadamente igual a la velocidad media, el percentil 85.  $P_{85}$ , se refiere a la velocidad critica a la cual debe establecerse el limite maximo de la velocidad en conexion con los dispositivos de control del transito que la deben restringir. El percentil 15,  $P_{15}$ , se refiere al limite inferior de la velocidad.

El percentil 98,  $P_{98}$ , se utiliza para establecer la velocidad de proyecto. De acuerdo a la figura dsa estos percentiles son:

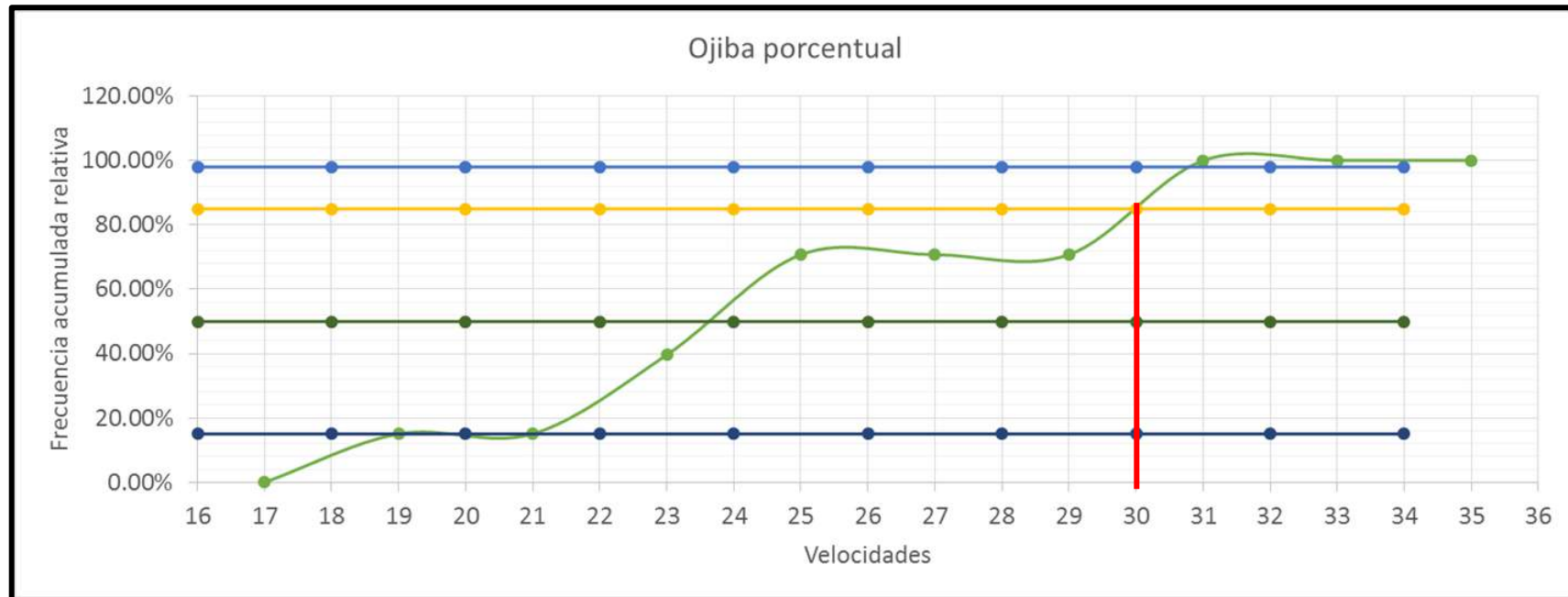


Figura N° 105 Ojiba Porcentual para los datos de velocidad

Fuente: Elaboración Propia

$P_{15} = 19 \text{ km/h}$

$P_{50} = 23.6 \text{ km/h}$

$P_{85} = 30 \text{ km/h}$

$P_{98} = 30.9 \text{ km/h}$

La velocidad con la que trabajaremos será 30 km/hr.



#### 4.6. Distancia de visibilidad

##### 4.6.1. Velocidad de 60 Km/hr

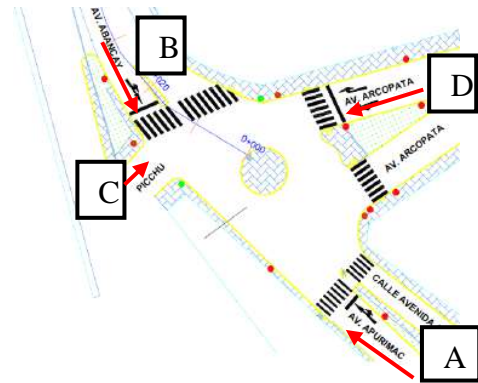
Según la DG 2018 del (MTC-Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) para una velocidad de 60 km/hr la distancia de visibilidad de parada es:

Tabla 67 Distancia de visibilidad de parada (metros), en pendiente 0%

Velocidad de diseño (km/hr)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130

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

Tabla 68 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr

N° de Intersección	Ubicación	Distancia de visibilidad de 85m
1		<p>En el sentido A no cumple ya que a 41 m se encuentra otra intersección.</p> <p>En el sentido B no cumple ya que a 47 m se encuentra otra intersección.</p> <p>En el sentido C no cumple ya que a 8 m se encuentra otra intersección.</p> <p>En el sentido D si tiene la suficiente distancia.</p>

Fuente: Elaboración Propia



Tabla 69 Distancia de visibilidad a una velocidad de 60 km/hr

<p>2</p>		<p>En ninguno de los sentidos cumplen con la distancia necesaria. En el sentido A no cumple porque a 47 m se encuentra otra intersección. En el sentido B tampoco ya que a 30 m se encuentra una intersección en curva. En el acceso C no se tiene la suficiente distancia ya que a 55 m se ubica otra intersección.</p>
<p>3</p>		<p>En el sentido B no se tiene la suficiente distancia de visibilidad ya que a 43 m se encuentra una curva. Lo mismo ocurre en el sentido A que a 20 m se encuentra otra curva. Desde el acceso C no se tiene la suficiente distancia de visibilidad ya que a 8 m se encuentra una curva.</p>
<p>4</p>		<p>En el sentido A de la vía no tiene la suficiente distancia de visibilidad ya que a 54 m se ubica una curva. Y en el sentido B tampoco cumple con la distancia porque hay una intersección próxima. Desde el acceso C no se tiene la suficiente distancia de visibilidad.</p>
<p>5</p>		<p>En el sentido A no se tiene la suficiente distancia ya que hay otra intersección próxima a 48m. En el sentido B si se cuenta con la distancia de visibilidad. El acceso C si cuenta con la suficiente distancia de visibilidad</p>

Fuente: Elaboración Propia