



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UAC**

**TESIS**

---

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA  
CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO,  
DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO –  
CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA  
METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”**

---

**Presentado por:**

Bach. Eduardo Quispe Ataucuri

Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz

**Para Optar al Título Profesional de: Ingeniero  
Civil**

**Asesor:** Ing. Herbert Jesús Zevallos Guzmán

**CUSCO – PERÚ**

**2023**



## **DEDICATORIA**

*A Dios por haberme guiado por el buen camino y permitirme dar este paso importante en mi formación profesional; por haberme enseñado que con amor, dedicación y perseverancia se alcanza todo lo que uno se traza, Gracias Dios.*

*A mi Padre, Santos Quispe Sandi, por todo el esfuerzo que te tomaste en trabajar duro para que no me faltara nada; por tus consejos sabios y toda tu comprensión que siempre me diste, Gracias Papá.*

*A mi madre, Juliana Ataucuri Peralta por tu apoyo infinito e incondicional que hasta hoy me brindas; que si no fuera gracias a ti; a tu cariño y amor, no estaría escribiendo estas palabras, Gracias Mamita Linda.*

*A mi hermana Alicia Quispe Ataucuri, quien siempre creía en mi e insistía en que lo iba a lograr, aunque el camino fuera difícil; mis sobrinas Lizeth, Joselyn y Aracely que sirva de inspiración para que logren sus objetivos y metas que se propongan en su futura vida profesional.*

*A mi amada hija Aylin Quispe Acuña, por estar siempre a mi lado en las buenas y malas a pesar de las adversidades y darme fuerza cuando la necesitaba; por ser mi compañera inseparable todo este tiempo.*

*A todos mis familiares, amigos y todas las personas que siempre confiaron en mí, gracias por todo.*

**Bach. Eduardo Quispe Ataucuri**



*Dedico esta tesis primeramente a Dios y a la Virgen Reina de Estrella de Oropesa por haberme permitido llegar hasta aquí hoy, por darme la fuerza y salud para llevar a cabo mis metas y objetivos, quiero darles las gracias por su infinito amor.*

*A mis padres Jesús y Norma por ser el principal cimiento y apoyo para el desarrollo de mi vida personal y profesional, por su inmenso amor incondicional, por su confianza depositada en mí y por estar presente en cada instante de vida que necesite, porque como grandes personas que son, es como quiero desarrollar y reflejar mi vida futura.*

*A mis Hermanos, familiares y amigos, por su orientación, preocupación y apoyo incondicional y desinteresado durante el desarrollo de mi vida personal y profesional.*

**Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz**



## AGRADECIMIENTO

*Nos gustaría que estas líneas sirvieran para expresar nuestra más sincera y profunda gratitud a cada persona que colaboró con su apoyo para realizar este trabajo.*

*Primeramente, un agradecimiento a nuestros seres queridos, que durante toda la vida han motivado y apoyado nuestra formación profesional. Asimismo, expresamos nuestro más sincero agradecimiento a nuestro asesor el Ing. Herbert Jesús Zevallos Guzmán por su apoyo permanente en la elaboración del presente trabajo de manera clara, concisa y oportuna.*

*A la Comunidad Campesina de Pampaconga los sectores de Chinllahuacho y Challabamba, Distrito de Limatambo, Provincia de Anta, por dejarnos realizar este trabajo investigativo.*

*A cada persona que forma parte de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil; Docentes, personal administrativo, compañeros y compañeras que siempre han estado ayudando en la realización de esta tesis.*

*Por último, un especial agradecimiento a nuestra prestigiosa casa de estudios la Universidad Andina del Cusco; la cual tiene las puertas abiertas para los estudiantes como nosotros, brindándonos preparación para el futuro y para ser individuos de provecho.*

*A cada uno de Ustedes, nuestro más grande agradecimiento.*

***Bach. Eduardo Quispe Ataucuri***

***Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz***



## INDICE

DEDICATORIA .....	ii
AGRADECIMIENTO .....	iv
INDICE.....	v
INDICE DE TABLAS .....	ix
INDICE DE FIGURAS.....	xiv
RESUMEN .....	xviii
ABSTRACT.....	xx
CAPITULO I: INTRODUCCIÓN .....	1
1.1.    Planteamiento del problema .....	1
1.1.1.    Ubicación geográfica.....	1
1.2.    Formulación de problemas .....	3
1.2.1.    Problema general .....	3
1.2.2.    Problemas específicos.....	3
1.3.    Justificación .....	4
1.3.1.    Conveniencia .....	4
1.3.2.    Relevancia Social .....	5
1.3.3.    Implicancias Prácticas .....	5
1.3.4.    Valor Teórico.....	5
1.3.5.    Utilidad Metodológica.....	6
1.4.    Objetivos de la Investigación .....	6
1.4.1.    Objetivo General.....	6
1.4.2.    Objetivos específicos .....	6
1.5.    Delimitación del Estudio .....	7
1.5.1.    Delimitación Espacial.....	7
1.5.2.    Delimitación Temporal.....	7



CAPITULO II: MARCO TEÓRICO .....	8
2.1.    Antecedentes de la Investigación .....	8
2.1.1.    Antecedentes Internacionales .....	8
2.1.2.    Antecedentes Nacionales .....	12
2.1.3.    Antecedentes Locales .....	14
2.2.    Marco Conceptual.....	20
2.2.1.    Carreteras.....	20
2.2.2.    Seguridad Vial .....	20
2.2.3.    Auditorias de Seguridad Vial e Inspecciones de Seguridad Vial .....	21
2.2.4.    Diseño geométrico vial.....	25
2.2.5.    Manual del diseño geométrico.....	43
2.2.6.    Velocidad de operación .....	43
2.2.7.    Velocidad de diseño.....	44
2.2.8.    Puntos de concentración de accidentes.....	50
2.2.9.    Dispositivos de control .....	51
2.2.9.1.3 Ubicación.....	52
2.3.    Hipótesis .....	68
2.3.1.    Hipótesis General .....	68
2.3.2.    Hipótesis Específicas .....	68
2.4.    Definición de variables .....	69
2.5.1.    Identificación De Variables .....	69
2.5.2.    Operacionalización de variables .....	70
CAPITULO III: METODOLOGIA .....	72
3.1.    Alcance del Estudio .....	72
3.1.1.    Tipo de Estudio.....	72
3.1.2.    Nivel de Estudio .....	72
3.1.3.    Método de Estudio.....	72
3.2.    Diseño de la investigación.....	73
3.2.1.    Diseño Metodológico .....	73
3.2.2.    Diseño de ingeniería .....	73



3.3.	Población .....	75
3.3.1.	Descripción de la Población .....	75
3.3.2.	Cuantificación de la Población .....	75
3.4.	Muestra .....	75
3.4.1.	Descripción de la Muestra .....	75
3.4.2.	Cuantificación de la Muestra .....	76
3.4.3.	Método de Muestreo .....	76
3.4.4.	Criterios de Evaluación de Muestra.....	76
3.5.	Técnicas e Instrumentos de recolección de datos .....	76
3.5.1.	Instrumentos para la recolección de datos .....	76
3.5.2.	Instrumentos de ingeniería.....	108
3.6.	Procedimiento de recolección de datos .....	110
3.6.1.	Conteo vehicular.....	110
3.6.2.	Medición de Velocidades de Operación en Campo.....	117
3.6.3.	Levantamiento Topográfico con Dron .....	129
3.6.4.	Medición de peraltes máximos en campo.....	138
3.6.5.	Medición de ancho mínimo de despeje necesario .....	144
3.6.6.	Medición de sobre anchos en Curvas Cerradas .....	146
3.6.7.	Inventario vial.....	149
3.6.8.	Tasa de accidentes de transito .....	160
3.7.	Plan de análisis de datos .....	165
3.7.1.	Cálculo del índice medio diario anual (I.M.D.A.).....	165
3.7.2.	Clasificación de la vía y velocidad de diseño.....	174
3.7.3.	Velocidades de Operación Estimadas en Curvas y Tangentes .....	174
3.7.4.	Perfil de velocidades de operación .....	180
3.7.5.	Puntos de riesgo en la carretera Chinllahuacho - Challabamba .....	181
3.7.6.	Cumplimiento de los requerimientos y normas del reglamento con el DG-2018 .....	182
3.7.7.	Procesamiento de Datos en AutoCAD Civil 3D 2019 del Levantamiento Topografico con Dron .....	197
3.7.8.	Calculo de Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) en la Carretera, Conforme al Método Empírico de Bayes .....	206



3.7.9.	Puntos de Riesgo de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba .....	250
3.7.10.	Cálculo de Señales de Tránsito (Inventario Vial).....	250
3.7.11.	Calculo del Indice de Mortalidad y Peligrosidad .....	253
3.7.12.	Fichas de inspección de seguridad vial en campo .....	277
CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION.....		310
4.1.	Resultados Respecto a los Objetivos Específicos .....	310
4.1.1.	Características del Diseño Geométrico en Planta.....	310
4.1.2.	Velocidades de Operación en la carretera Chinllahuacho - Challabamba.	314
4.1.3.	Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) Conforme al Método Empírico de Bayes y Seguridad Vial.....	323
4.1.4.	Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) Conforme al Método Empírico de Bayes y Seguridad Vial.....	324
4.1.5.	Evaluación de los Dispositivos de Control.....	329
4.1.6.	Evaluación de los índices de Mortalidad y Peligrosidad.....	343
4.2.	Resultados Respecto al Objetivo General .....	345
4.2.1.	4.2.1 Carretera principal en Estudio, Inicio: Chinllahuacho - Fin: Challabamba .....	345
4.3.	Propuestas de mejora por progresivas .....	351
CAPITULO V: DISCUSIÓN .....		364
5.1.	Descripción de los hallazgos más relevantes y significantes .....	367
5.1.1.	Accidentabilidad.....	367
5.1.2.	Diseño Geométrico en Planta .....	368
5.1.3.	Velocidades de Operación .....	368
5.1.4.	Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) .....	368
5.1.5.	Puntos donde los dispositivos de Control Influirán.....	369
5.1.6.	Índice de Mortalidad y Peligrosidad.....	369
5.2.	Limitaciones del Estudio .....	370
5.2.1.	Limitaciones Respecto a la Accidentabilidad.....	370
5.2.2.	Limitaciones Respecto al Diseño Geométrico en Planta.....	370
5.2.3.	Limitaciones Respecto a las Velocidades de Operación .....	371





5.2.4.	Limitaciones Respecto a los Puntos de Concentración de Colisiones (BSM)	371
5.2.5.	Limitaciones Respecto a los dispositivos de control.....	372
5.2.6.	Limitaciones Respecto al Índice de Mortalidad y Peligrosidad .....	372
5.3.	Comparación Crítica con la Literatura Existente .....	372
5.4.	Implicancias del Estudio.....	375
C. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES.....		376
RECOMENDACIONES:.....		381
Glosario:.....		385
D.BIBLIOGRAFÍA .....		391
E. ANEXOS.....		393

### INDICE DE TABLAS

<b>Tabla 1</b>	<i>Delimitación espacial .....</i>	7
<b>Tabla 2</b>	<i>Etapas de intervención de la seguridad vial en los proyectos.....</i>	23
<b>Tabla 3</b>	<i>Distancias de ubicación anticipada.....</i>	53
<b>Tabla 4</b>	<i>Altura mínima de letras para velocidades máximas de operación.....</i>	55
<b>Tabla 5</b>	<i>Tolerancias máximas en las dimensiones de marcas planas en el pavimento .....</i>	63
<b>Tabla 6</b>	<i>Cuadro de operacionalización de variables .....</i>	70
<b>Tabla 7</b>	<i>Lista de Chequeo de señales verticales informativas .....</i>	77
<b>Tabla 8</b>	<i>Lista de Chequeo de Señales Verticales reglamentarias.....</i>	78
<b>Tabla 9</b>	<i>Lista de Chequeo de Señales Horizontales reglamentarias. ....</i>	79
<b>Tabla 10</b>	<i>Formato de conteo vehicular .....</i>	80
<b>Tabla 11</b>	<i>Formato del Cálculo del I.M.D.A. ....</i>	82
<b>Tabla 12</b>	<i>Ficha de elementos de alineamiento horizontal .....</i>	84
<b>Tabla 13</b>	<i>Formato de elementos de alineamiento horizontal.....</i>	84



<b>Tabla 14</b> <i>Formato de elementos de alineación vertical</i> .....	87
<b>Tabla 15</b> <i>Formato de velocidades de operación en campo.</i> .....	88
<b>Tabla 16</b> <i>Formato de evaluación de elementos geométricos en planta.</i> .....	89
<b>Tabla 17</b> <i>Formato de evaluación de elementos geométricos en perfil.</i> .....	91
<b>Tabla 18</b> <i>Formato de porcentaje de distancia de visibilidad.</i> .....	92
<b>Tabla 19</b> <i>Formato de distancia de visibilidad en curvas verticales</i> .....	93
<b>Tabla 20</b> <i>Formato de distancia de visibilidad en curvas horizontales</i> .....	94
<b>Tabla 21</b> <i>Formato de evaluación de peraltes.</i> .....	96
<b>Tabla 22</b> <i>Formato de resumen de velocidades.</i> .....	97
<b>Tabla 23</b> <i>Formato del Inventario Vial</i> .....	98
<b>Tabla 24</b> <i>Formato de Índice de Accidentes.</i> .....	99
<b>Tabla 25</b> <i>Formato de Puntos Exactos de Accidentes.</i> .....	100
<b>Tabla 26</b> <i>Factor de corrección promedio para vehículos ligeros/pesados (estación Ccasacancha 2022).</i> .....	101
<b>Tabla 27</b> <i>Tasa anual regional del PBI (Producto Bruto Interno)</i> .....	101
<b>Tabla 28</b> <i>Tasa de crecimiento de la población por región.</i> .....	101
<b>Tabla 29</b> <i>Datos básicos de vehículos para el dimensionamiento de carreteras.</i> .....	102
<b>Tabla 30</b> <i>Deflexión máxima.</i> .....	103
<b>Tabla 32</b> <i>Rangos de velocidades en función a la clasificación de la carretera por tipo de demanda y orografía.</i> .....	104
<b>Tabla 32</b> <i>Longitudes de tramo en tangentes.</i> .....	105
<b>Tabla 33</b> <i>Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peralte máximo y valores límites de fricción.</i> .....	105
<b>Tabla 34</b> <i>Máximas longitudes de paso y adelantamiento.</i> .....	106
<b>Tabla 35</b> <i>Porcentaje del tramo con visibilidad para adelantar.</i> .....	106
<b>Tabla 36</b> <i>Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles.</i> .....	106
<b>Tabla 37</b> <i>Pendiente Máxima.</i> .....	107
<b>Tabla 38</b> <i>Constantes correspondientes al nivel de confianza</i> .....	108
<b>Tabla 39</b> <i>Desviaciones estándar de velocidades instantáneas para determinar el tamaño de la muestra y sentido</i> .....	108
<b>Tabla 40</b> <i>Instrumentos de Ingeniería</i> .....	109
<b>Tabla 41</b> <i>Características generales de la carretera Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	111
<b>Tabla 42</b> <i>Clasificación vehicular para el conteo.</i> .....	112



<b>Tabla 43</b> <i>Conteos de tráfico vehicular volumétrico (6:00 am a 18:00 pm)</i> .....	114
<b>Tabla 44</b> <i>Conteos de tráfico vehicular volumétrico, Peaje de Ccasacancha (18:00 pm – 6:00 am)</i> .....	117
<b>Tabla 45</b> <i>Procedimiento de velocidades</i> .....	118
<b>Tabla 46</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en la Curva Km 909+180 del Punto Inicial</i> .....	121
<b>Tabla 47</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en la Tangente Km 909+110 del Punto Inicial</i> .....	122
<b>Tabla 48</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en la Curva Km 904+100 del Punto Intermedio</i> .....	123
<b>Tabla 49</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en la Tangente Km 904+190 del Punto Intermedio</i> .....	125
<b>Tabla 50</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en la Curva Km 897+550 del Punto Final</i> .....	126
<b>Tabla 51</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en la Tangente Km 897+485 del Punto Final</i> .....	127
<b>Tabla 52</b> <i>Punto de inicio</i> .....	130
<b>Tabla 53</b> <i>Punto intermedio</i> .....	130
<b>Tabla 54</b> <i>Punto final</i> .....	130
<b>Tabla 55</b> <i>Puntos del Levantamiento Topografico con Dron, para el Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	134
<b>Tabla 56</b> <i>Medición de Peraltes Máximos en campo de todo el tramo en Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	141
<b>Tabla 57</b> <i>Medición de Ancho Mínimo de Despeje Necesario en campo de todo el tramo en Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	145
<b>Tabla 58</b> <i>Medición de Sobre Anchos en Curvas Cerradas en campo de todo el tramo en Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	147
<b>Tabla 59</b> <i>Puntos principales de la carretera Chinllahuacho - Challabamba</i> .....	150
<b>Tabla 60</b> <i>Estudios del Inventario Vial (6:00 am a 18:00 pm)</i> .....	154
<b>Tabla 61</b> <i>Tabla de conteo de las señales de las Señales de Tránsito en la ruta en carretera Chinllahuacho-Challabamba</i> .....	159
<b>Tabla 62</b> <i>Tasa de accidentes de tránsito en la ruta en carreta Chinllahuacho-Challabamba</i> .....	162
<b>Tabla 63</b> <i>Factor de corrección promedio para vehículos ligeros/pesados (Estación</i>	



<i>Ccasacancha)</i> .....	166
<b>Tabla 64</b> <i>Índice medio diario anual</i> .....	168
<b>Tabla 65</b> <i>Proyección de tráfico normal (para vehículos de pasajeros)</i> .....	170
<b>Tabla 66</b> <i>Proyección de tráfico normal (para vehículos de carga)</i> .....	171
<b>Tabla 67</b> <i>Tráfico generado por tipo de vehículo</i> .....	171
<b>Tabla 68</b> <i>Tráfico generado por tipo de vehículo</i> .....	171
<b>Tabla 69</b> <i>Proyección de tráfico generado (para vehículos de pasajeros)</i> .....	171
<b>Tabla 70</b> <i>Proyección de tráfico normal del expediente técnico (para vehículos de pasajeros)</i> . .....	172
<b>Tabla 71</b> <i>Proyección de tráfico normal del expediente técnico (para vehículos de carga)</i> .	172
<b>Tabla 72</b> <i>Proyección de tráfico generado por tipo de vehículo del expediente técnico (para vehículos de pasajeros)</i> . ....	173
<b>Tabla 73</b> <i>Proyección de tráfico generado por tipo de vehículo del expediente técnico (para vehículos de carga)</i> .....	173
<b>Tabla 74</b> <i>velocidades de operación medias en campo (tangente)</i> . ....	175
<b>Tabla 75</b> <i>velocidades de operación medias en campo (curvas)</i> .....	177
<b>Tabla 76</b> <i>Análisis de la seguridad vial en porcentaje</i> . ....	181
<b>Tabla 77</b> <i>Elementos del alineamiento horizontal de la vía evaluada</i> . ....	183
<b>Tabla 78</b> <i>Evaluación de la carretera con visibilidad adecuada para adelantar</i> . ....	190
<b>Tabla 79</b> <i>Análisis de peraltes máximos</i> .....	194
<b>Tabla 80</b> <i>Elementos de alineamiento horizontal</i> .....	198
<b>Tabla 81</b> <i>Cantidad de Choques, Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilometros con Curvas Normales desde el Año 2006 al 2022</i> .....	208
<b>Tabla 82</b> <i>Cantidad de Choques, Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilometros con Curvas Cerradas desde el Año 2006 al 2022</i> . ....	213
<b>Tabla 83</b> <i>Cantidad Total de Accidentes en los últimos 17 años de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilómetros con Curvas Normales desde el Año 2006 al 2022</i> . ....	218
<b>Tabla 84</b> <i>Cantidad Total de Accidentes en los últimos 17 años de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilómetros con Curvas Cerradas desde el Año 2006 al 2022</i> . ....	235
<b>Tabla 85</b> <i>Análisis de la seguridad vial porcentaje</i> .....	250
<b>Tabla 86</b> <i>Conteo de Tipos de Señales de Tránsito de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba (16+000 km)</i> . ....	251
<b>Tabla 87</b> <i>Conteo de las Direcciones de las Señales de Tránsito de la carretera Chinllahuacho – Challabamba (16+000 km)</i> . ....	252



<b>Tabla 88</b> Cantidad de accidentes de la carretera Chinllahuacho – Challabamba por meses desde el año .....	254
<b>Tabla 89</b> Cantidad de choques en la carretera Chinllahuacho – Challabamba. ....	257
<b>Tabla 90</b> Cantidad de despistes en la carreta Chinllahuacho – Challabamba .....	260
<b>Tabla 91</b> Cantidad de atropellos en la carreta Chinllahuacho-Challabamba .....	264
<b>Tabla 92</b> Cantidad de Damnificados en la carreta Chinllahuacho - Challabamba. ....	267
<b>Tabla 93</b> Cantidad de muertos de carretera Chinllahuacho - Challabamba por años. ....	270
<b>Tabla 94</b> Cantidad de heridos de carretera Chinllahuacho-Challabamba por años. ....	274
<b>Tabla 95</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales verticales preventivas). ....	277
<b>Tabla 96</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales verticales informativas).....	282
<b>Tabla 97</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales verticales reglamentarias) .....	287
<b>Tabla 98</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones Generales).....	291
<b>Tabla 99</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones Longitudinales Planas) .....	296
<b>Tabla 100</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones Elevadas) .....	300
<b>Tabla 101</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones de otros Elementos) .....	302
<b>Tabla 102</b> Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Visibilidad y Distancia de Visibilidad).....	303
<b>Tabla 103</b> Resultados del índice medio diario anual proyectado al año 2022.....	311
<b>Tabla 104</b> Resultados del índice medio diario anual proyectado al año 2025.....	313
<b>Tabla 105</b> Resultados de la clasificación de la vía y de la selección de la velocidad de operación. ....	314
<b>Tabla 106</b> Tabla de frecuencia de velocidades de subida en Curvas .....	315
<b>Tabla 107</b> Tabla de frecuencia de velocidades de subida en tangentes .....	317
<b>Tabla 108</b> Tabla de frecuencia de velocidades de bajada en Curvas.....	319
<b>Tabla 109</b> Tabla de frecuencia de velocidades de bajada en tangentes .....	321
<b>Tabla 110</b> Resumen de Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) en curvas Normales. ....	324



**Tabla 111** *Resumen de Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) en curvas Cerradas.*  
.....327

**Tabla 112** *Tabla de distribución de los Dispositivos de control de tránsito en la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.* .....329

**Tabla 113** *Tabla de distribución de las Señales Preventivas de tránsito de la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.* .....332

**Tabla 114** *Tabla de distribución de las Señales Reguladoras de tránsito de la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.* .....338

**Tabla 115** *Tabla de distribución de las Señales Informativas de tránsito de la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.* .....341

## INDICE DE FIGURAS

**Figura 1** *Ubicación Geográfica del Distrito de Limatambo.*..... 1

**Figura 2** *Vía Principal de Acceso al distrito de Limatambo.*.....2

**Figura 3** *Curvas horizontales cerradas en la vía Principal de acceso al Distrito de Limatambo dentro de la C.C. Pampaconga en el sector de Chinllahuacho – Challabamba.*.....2

**Figura 4** *Simbología de la curva circular.* .....27

**Figura 5** *Ilustración de la curva de vuelta.* .....30

**Figura 6** *Distancia de visibilidad en curvas horizontales.*.....32

**Figura 7** *Distancia de visibilidad en curvas horizontales.*.....33

**Figura 8** *Tipos de curvas verticales* .....37

**Figura 9** *Curvas verticales simétrica.* .....38

**Figura 10** *Curvas verticales asimétricas.* .....39

**Figura 11** *Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada.*  
.....40

**Figura 12** *Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso o*



<i>adelantamiento.</i> .....	41
<b>Figura 13</b> <i>Dimensiones de la flecha de destino</i> .....	56
<b>Figura 14</b> <i>Tipos de flecha de destino</i> .....	57
<b>Figura 15</b> <i>Dimensiones de flecha descendente en señales aéreas (cm)</i> .....	58
<b>Figura 16</b> <i>Ejemplos de mensajes en señal R-27</i> .....	59
<b>Figura 17</b> <i>Señales de prioridad</i> .....	60
<b>Figura 18</b> <i>Ejemplo de tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”</i> .....	66
<b>Figura 19</b> <i>Ejemplo de otros delineadores de piso</i> .....	67
<b>Figura 20</b> <i>Dimensiones de demarcación “VELOCIDAD MAXIMA PERMITIDA”</i> .....	68
<b>Figura 21</b> <i>Diseño de ingeniería</i> .....	74
<b>Figura 22</b> <i>Ubicación geográfica de las estaciones</i> .....	111
<b>Figura 23</b> <i>Conteo vehicular estación E-1, Chinllahuacho</i> .....	112
<b>Figura 24</b> <i>Conteo vehicular estación E-2, Pampaconga.</i> .....	113
<b>Figura 25</b> <i>Conteo vehicular estación E-3, Challabamba</i> .....	113
<b>Figura 26</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Inicial, ubicado en los Km 909+180 y Km 909+110.</i> .....	118
<b>Figura 27</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Intermedio, ubicado en los Km 904+100 y Km 904+190</i> .....	119
<b>Figura 28</b> <i>Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Final, ubicado en los Km 897+550 y Km 897+485</i> .....	120
<b>Figura 29</b> <i>Establecer el GPS – Diferencial en puntos estratégicos para complementar el Levantamiento Topográfico con Dron.</i> .....	132
<b>Figura 30</b> <i>Se determinó 112 puntos a lo largo de la carretera Chinllahuacho – Challabamba los cuales se tomarán con el receptor del GPS – Diferencial</i> .....	132
<b>Figura 31</b> <i>Se realizó el levantamiento topográfico con Dron para el Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	133
<b>Figura 32</b> <i>Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Inicial de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.</i> .....	139
<b>Figura 33</b> <i>Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Intermedio de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.</i> .....	139
<b>Figura 34</b> <i>Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Final de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	140
<b>Figura 35</b> <i>Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Final de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba</i> .....	144



<b>Figura 36</b> <i>Medición de Sobreanchos en campo de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.</i> .....	146
<b>Figura 37</b> <i>Ubicación geográfica de los Puntos principales.</i> .....	151
<b>Figura 38</b> <i>Inventario Vial, Punto Inicial P-1, Chinllahuacho.</i> .....	151
<b>Figura 39</b> <i>Inventario Vial, Punto Inicial P-2, Pampaconga.</i> .....	152
<b>Figura 40</b> <i>Inventario Vial, Punto Inicial P-2, Pampaconga.</i> .....	153
<b>Figura 41</b> <i>Número de accidentes de carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ....	256
<b>Figura 42</b> <i>Número de accidentes de carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.</i> ....	256
<b>Figura 43</b> <i>Número de Choques de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ..	259
<b>Figura 44</b> <i>Número de Choques de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ..	259
<b>Figura 45</b> <i>Número de Despistes de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ..	262
<b>Figura 46</b> <i>Número de Despistes de la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.</i> ..	262
<b>Figura 47</b> <i>Número de Atropellos de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ..	266
<b>Figura 48</b> <i>Número de Atropellos de la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.</i> ..	266
<b>Figura 49</b> <i>Número de Damnificados de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> .....	269
<b>Figura 50</b> <i>Número de Damnificados de la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.</i> .....	269
<b>Figura 51</b> <i>Número de Muertos en la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ...	272
<b>Figura 52</b> <i>Número de Muertos en la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.</i> ...	272
<b>Figura 53</b> <i>Número de Heridos en la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> ...	276
<b>Figura 54</b> <i>Número de Heridos en la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.</i> ...	276
<b>Figura 55</b> <i>Histograma y polígono de frecuencia de velocidades.</i> .....	315
<b>Figura 56</b> <i>Curva de frecuencia de velocidades.</i> .....	316
<b>Figura 57</b> <i>Porcentaje de Velocidades de subida en curvas</i> .....	316
<b>Figura 58</b> <i>Histograma y polígono de frecuencia de velocidades.</i> .....	317
<b>Figura 59</b> <i>Curva de frecuencia de velocidades.</i> .....	318
<b>Figura 60</b> <i>Porcentaje de Velocidades de subida en tangentes.</i> .....	318
<b>Figura 61</b> <i>Histograma y polígono de frecuencia de velocidades.</i> .....	319
<b>Figura 62</b> <i>Curva de frecuencia de velocidades.</i> .....	320
<b>Figura 63</b> <i>Porcentaje de Velocidades de bajada en curvas</i> .....	320
<b>Figura 64</b> <i>Histograma y polígono de frecuencia de velocidades.</i> .....	321
<b>Figura 65</b> <i>Curva de frecuencia de velocidades.</i> .....	322
<b>Figura 66</b> <i>Porcentaje de Velocidades de bajada en tangentes</i> .....	322





<b>Figura 67</b> <i>Porcentaje de Atropellos, Despistes y Choques de la carretera Chinllahuacho-Challabamba (16+000 km).</i> .....	343
<b>Figura 68</b> <i>Número de muertos y heridos de la carretera Chinllahuacho-Challabamba determinado por años.</i> .....	344
<b>Figura 69</b> <i>Número de muertos y heridos de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.</i> .....	344
<b>Figura 70</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de señales verticales preventivas.</i> .....	345
<b>Figura 71</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de señales verticales informativas.</i> .....	346
<b>Figura 72</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de señales verticales reglamentarias.</i> .....	346
<b>Figura 73</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones generales.</i> .....	347
<b>Figura 74</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones longitudinales planas.</i> .....	347
<b>Figura 75</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones elevadas.</i> .....	348
<b>Figura 76</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones de otros elementos.</i> .....	348
<b>Figura 77</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de visibilidad y distancia de visibilidad.</i> .....	349
<b>Figura 78</b> <i>Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 resumen final.</i> .....	349



## RESUMEN

La presente investigación tiene por finalidad el “análisis y propuestas de mejora en la Carretera Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo, Provincia de Anta, Región del Cusco” aplicando la metodología de Inspección de Seguridad Vial del manual de seguridad vial mtc-2017, con el fin de mejorar el desempeño y el uso de la carretera nacional pe-3s, es por ello que se realizó una inspección de seguridad vial en el tramo de Chinllahuacho a Challabamba para hacer una propuesta de mejora tomando como herramientas el estudio de las listas de chequeo, levantamiento topográfico con Dron, cuadros Excel de hallazgos y fichas de inspección post-inspección mediante la cual se pudo evidenciar las fallas que presenta la carretera Chinllahuacho a Challabamba.

Así mismo la aplicación de una inspección de seguridad vial en base al manual mtc-2017, implica la recolección de datos in-situ (campo) mediante el levantamiento topográfico con Dron y las fichas de inspección proporcionadas por el manual mtc- 2017 que consiste en la verificación sistemática de toda la carretera Pe-3s en cuanto a identificar posibles problemas.

La segunda forma de recolección de datos fue mediante instrumentos de creación propia como fichas técnicas las cuales contenían: los tipos de carros, las velocidades con las que manejan, los tipos de señalización que se maneja en la zona, etc.; también se obtuvo información sobre el nivel de accidentes que ocurrió en la zona desde el 2006 hasta el 2022, los cuales procesamos en Microsoft Excel y se obtuvo cuadros en las cuales señalamos los puntos más críticos de la carretera y la negligencia de las personas que conducen imprudentemente sin respetar las señales de tránsito puestas por la zona.

De acuerdo al estudio realizado sobre la “inspección de seguridad vial utilizando el mtc - 2017 optimizaremos la seguridad vial de la carretera Chinllahuacho a Challabamba del Distrito de Limatambo, provincia de Anta de la región del Cusco”. Los resultados obtenidos en la tabla de hallazgos de la “Inspección de Seguridad Vial” observados en los anexos y en el



Capítulo IV donde se encuentra el análisis post-inspección, que hace referencia a la velocidad de circulación en la carretera Chinllahuacho a Challabamba y también hacen referencia al porcentaje post-inspección de la carretera Chinllahuacho a Challabamba respectivamente mediante una Inspección de Seguridad Vial, donde se planteó las propuestas de mejora que están indicadas en la sección 4.3 todas estas están directamente relacionadas con las deficiencias encontradas en la tabla de hallazgos de la “Inspección de Seguridad Vial en base al Manual de Seguridad Vial mtc - 2017” que utiliza las fichas de inspección para determinar el estado actual de una infraestructura vial, por otra parte de acuerdo a los datos observados en el estudio de velocidad realizado en la carretera Chinllahuacho a Challabamba (16+000 km), en el capítulo IV se aprecia la velocidad máxima permitida haciendo que la vía sea más insegura para el peatón, para que en consecuencia se respete la velocidad máxima permitida, para lo cual se implementará reductores de velocidad y señalización.

Con los resultados obtenidos se pudo llegar a plantear propuestas de mejora a lo largo de la carretera Chinllahuacho – Challabamba (16+000 km), que nos permitirán en el futuro solucionar los problemas de accidentes y conflicto vehicular que presenta dicha carretera, según los estudios realizados mediante cuadros estadísticos que nos permite ver cuáles son las acciones necesarias para señalar y/o tener un mantenimiento constante de la carretera.

Finalmente se determinó porque existen accidentes en la carretera en estudio y también se comparó si la carretera está acorde con el manual vigente de diseño geométrico del 2018 establecida para la elaboración de carreteras en el Perú.



## ABSTRACT

The present investigation is focused on the analysis and improvement proposals in the Chinllahuacho - Challabamba Highway of the district of Limatambo, Province of Anta, Cusco Region applying the methodology of Road Safety Inspection of the road safety manual mtc-2017, in order to improve the performance and use of the national road pe-3s, it is for this reason that a road safety inspection was carried out in the section from Chinllahuacho to Challabamba to make a proposal for improvement taking as tools the study of the checklists, Topographic survey with Drone, Excel tables of findings and post-inspection inspection sheets through which the faults presented by the Chinllahuacho to Challabamba highway could be evidenced.

Likewise, the application of a road safety inspection based on the manual mtc-2017, involves the collection of data in-situ (field) by means of the survey with Drone and the inspection sheets provided by the manual mtc-2017, systematic verification of the entire Pe-3s road to identify potential problems.

The second form of data collection was by means of instruments of own creation such as technical sheets which contained: the types of cars, the speeds with which they handle, the types of signalling that is handled in the area, etc.; information was also obtained on the level of accidents that occurred in the area from 2006 to 2022, We processed them in Microsoft Excel and obtained tables in which we pointed out the most critical points of the road and the negligence of people who drive recklessly without respecting the road signs placed in the area.

It is so that "Performing a road safety inspection using the mtc - 2017 we will optimize the road safety of the road Chinllahuacho to Challabamba of the Limatambo District, Anta province of the Cusco region". according to the results in the table of findings of the Road Safety Inspection observed in the annexes and in Chapter IV where the post-inspection analysis is found, which refers to the speed of traffic on the Chinllahuacho to Challabamba highway



and refer to the post-inspection percentage of the Chinllahuacho to Challabamba highway respectively through a Road Safety Inspection, where proposals for improvement were made which are indicated in section 4.3 all these are directly related to the deficiencies found in the table of findings of the Road Safety Inspection based on the "MTC Road Safety Manual - 2017" which uses the inspection sheets to determine the current state of a road infrastructure, on the other hand according to the data observed in the speed study carried out on the road Chinllahuacho to Challabamba (16+000 km), in Chapter IV shows the maximum speed allowed making the road more unsafe for the pedestrian, so that the maximum speed allowed is respected, for which speed reducers and signalling will be implemented.

With the results obtained it was possible to propose improvements along the road Chinllahuacho - Challabamba (16+000 km), which will allow us in the future to solve the problems of accidents and vehicle conflict presented by this road, according to studies carried out using statistical tables that allows us to see what actions are necessary to signal and/or have a constant maintenance of the road. Finally, it was determined because there are accidents in the road under study and it was also compared if the road is in accordance with the current manual of geometric design of 2018 established for the elaboration of roads in Peru.



## CAPITULO I: INTRODUCCIÓN

### 1.1. Planteamiento del problema

La problemática que se presenta en dicho tramo son los accidentes que ocurren anualmente mayormente del sentido de bajada y subida entre vehículos pesados, vehículos de transporte de pasajeros y autos particulares.

Como la ruta más importante para acceder al distrito de Limatambo, es parte de una vía de importancia para la región del Cusco porque permite la salida de vehículos que llevan productos a la capital de Lima por la Carretera asfaltada Cusco – Abancay – Lima, también tenemos la Carretera asfaltada Andahuaylas – Abancay – Cusco que traen productos a la ciudad del Cusco, cabe mencionar la relevancia y las particularidades que posee esta carretera nacional pe-3s en el departamento de Cusco para el traslado de vehículos y desarrollo económico, el principal problema que agobia a la carretera en estudio conforme al reconocimiento de la carretera en el campo es el déficit en seguridad en sus componentes geométricos, como: señalizaciones inservibles, pendientes inclinadas, horizontales cerrados, derecho de vía ajustada en algunos tramos por las construcciones y cultivos en el área, tramos con visibilidad reducida, continua diversificación de la velocidad cuando un componente sale y entra (tangente-curva-tangente), generando que los automovilistas se adecuen a ciertas expectativas formadas cuando recorren las vías y estén expuestos a accidentes peatonales y automovilísticos.

#### 1.1.1. Ubicación geográfica

Región: Cusco

Departamento: Cusco

Provincia: Anta

Distrito: Limatambo

Comunidad Campesina: Pampa Conga – Sector (Chinllahuacho – Challabamba)


#### **Figura 1**

*Ubicación Geográfica del Distrito de Limatambo.*



“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

por Jesús Xavier Puma Santa  
Cruz y Eduardo Quispe  
Ataucuri



Herbert J. Zevallos Guzmán  
ING. CIVIL  
CIP. N° 67462

**Fecha de entrega:** 22-may-2023 06:01p.m. (UTC-0500)

**Identificador de la entrega:** 2099607584

**Nombre del archivo:** TESIS-FINAL-ULTIMO—PUMA-QUISPE.docx

**Total de palabras:** 67,498



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



**UAC**

**TESIS**

---

**“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA  
CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO,  
DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO –  
CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA  
METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”**

---

**Presentado por:**

Bach. Eduardo Quispe Ataucuri

Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz

**Para Optar al Título Profesional de: Ingeniero**

**Civil**

**Asesor: Ing. Herbert Jesús Zevallos Guzmán**

**CUSCO – PERÚ**

**2023**

Herbert J. Zevallos Guzmán  
ING. CIVIL  
CIP. N° 67462





# LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), SEGÚN LA INS

## INFORME DE ORIGINALIDAD

**20%**

INDICE DE SIMILITUD

**19%**

FUENTES DE INTERNET

**4%**

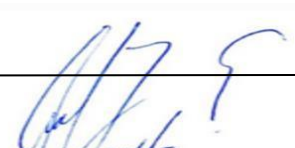
PUBLICACIONES

**%**

TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

## FUENTES PRIMARIAS

<b>1</b>	<b>repositorio.ucv.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>2</b>	<b>portal.mtc.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>3</b>	<b>1library.co</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>4</b>	<b>repositorio.unc.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>2%</b>
<b>5</b>	<b>repositorio.undac.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>6</b>	<b>transparencia.mtc.gob.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>7</b>	<b>www.osterlingfirm.com</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>
<b>8</b>	<b>repositorio.unasam.edu.pe</b> Fuente de Internet	<b>1%</b>



Herbert J. Zevallos Guzmán  
ING. CIVIL  
C.I.P. N° 67462




## Recibo digital

Este recibo confirma que su trabajo ha sido recibido por **Turnitin**. A continuación, podrá ver la información del recibo con respecto a su entrega.

La primera página de tus entregas se muestra abajo.

Autor de la entrega: Eduardo Quispe Ataucuri  
Título del ejercicio: ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, ...  
Título de la entrega: ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, ...  
Nombre del archivo: TESIS\_FINAL\_ULTIMO\_-\_PUMA\_QUISPE.docx  
Tamaño del archivo: 11.67M  
Total páginas: 419  
Total de palabras: 67,498  
Total de caracteres: 343,724  
Fecha de entrega: 22-may.-2023 06:01p. m. (UTC-0500)  
Identificador de la entre... 2099607584

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
FACULTAD DE INGENIERÍA Y ARQUITECTURA  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



UAC

TESIS

---

"ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA  
CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO,  
DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR CHINLAHUACHO -  
CHALARAMBA, SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA  
METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017"

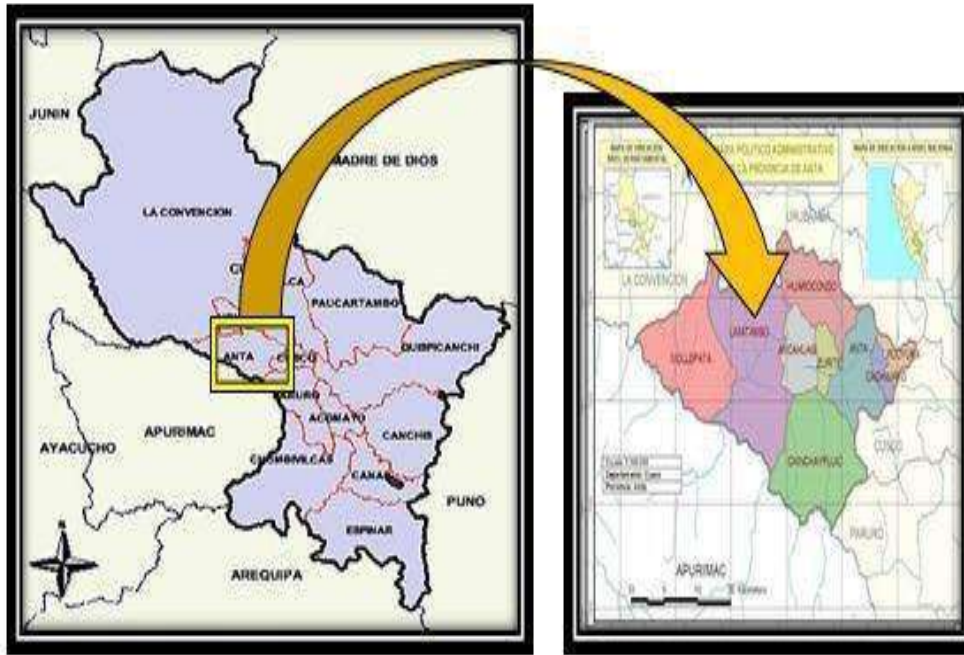
---

Presentado por:  
Bach. Eduardo Quispe Ataucuri  
Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz  
Para Optar al Título Profesional de: Ingeniero  
Civil  
Asesor: Ing. Herbert Jesús Zevallos Guzmán

CUSCO - PERU  
2023



Herbert J. Zevallos Guzmán  
ING. CIVIL  
CIP. N° 67462



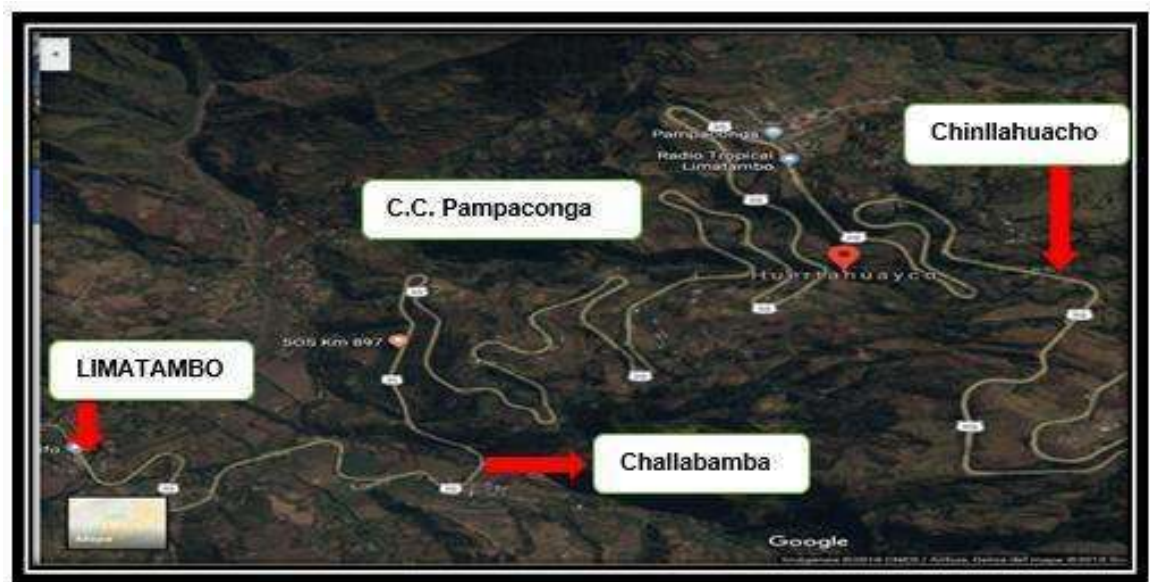
Nota. Google, Imágenes Departamento de Cusco, Provincia de Anta.

El área del estudio se ubica en el distrito denominado Limatambo, dentro de la C.C.

Pampaconga en el sector de Chinllahuacho – Challabamba, de la provincia de Anta.

### Figura 2

*Vía Principal de Acceso al distrito de Limatambo.*



Nota. Se puede observar vía satelital la carretera en estudio utilizando el Google Maps.

### Figura 3

*Curvas horizontales cerradas en la vía Principal de acceso al Distrito de Limatambo dentro de la C.C. Pampaconga en el sector de Chinllahuacho – Challabamba.*



*Nota.* Se puede observar una vista satelital de los 16+000 km de la carretera en estudio utilizando el Google Maps.

## 1.2. Formulación de problemas

### 1.2.1. Problema general

¿Cuál es la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba del Distrito de Limatambo, según la inspección de seguridad vial de la metodología del Manual de Seguridad vial del MTC – 2017?

### 1.2.2. Problemas específicos

- ¿Cuáles son las características del diseño geométrico en relación a la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo?
- ¿Cómo es la incidencia de las velocidades de operación en curvas y tangentes en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo?
- ¿Cuáles son los puntos de concentración de colisiones (BSM) en la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho - Challabamba, conforme al método empírico de



Bayes?

- d) ¿Cómo es la incidencia de los dispositivos de control en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho - Challabamba conforme al Manual de seguridad vial MTC -2017?
- e) ¿Cuál es el índice de mortalidad y peligrosidad a lo largo de toda la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho - Challabamba?
- f) ¿Cuál es la propuesta de mejora en cuanto a la incidencia de los dispositivos de control y diseño geométrico de la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba?

### **1.3. Justificación**

#### **1.3.1. Conveniencia**

En la actualidad existe un déficit en la calidad del servicio vial en las diferentes regiones y/o departamentos del Perú, en donde, las infraestructuras viales y/o carreteras carecen de seguridad vial, características geométricas adecuadas, velocidades de circulación adecuadas y dispositivos de control de tránsito que permitan que los usuarios se desenvuelvan de manera eficiente y segura. Unas características geométricas inconsistentes pueden generar graves accidentes de tránsito, como también imposibilitar el tránsito provocando que las localidades aledañas a la carretera se vean afectadas al no poder recibir un servicio de calidad, generando exclusión e insatisfacción en la población local. Por tal motivo, es fundamental e importante evaluar la seguridad vial de las distintas vías de circulación existentes en el interior del país y con mayor razón aquellas que no han llegado a tener mantenimiento continuo. Asimismo, en el Perú se carece de criterios de evaluación para determinar el tipo de características geométricas de las carreteras, lo cual es fundamental para delimitar las imperfecciones y efectuar las posibles soluciones, mediante este estudio se pretende brindar una línea de conocimiento e investigación que sea considerado en futuras evaluaciones de seguridad vial.



Mediante la presente, se dará a conocer complementariamente el uso del “Manual de Seguridad Vial del MTC – 2017”, el cual permite realizar una inspección de seguridad vial en función a los parámetros establecidos que se deben ejecutar para conseguir un óptimo diseño de la estructura de la carretera.

### ***1.3.2. Relevancia Social***

Mediante esta investigación, los conductores, peatones y pobladores del distrito de Limatambo, C.C. Pampaconga y sectores Chinllahuacho – Challabamba de la provincia de Anta, región de Cusco serán beneficiados, al igual que poblaciones en desarrollo en la zona influenciada, que transitan por dicha vía principal de acceso al distrito de Limatambo.

### ***1.3.3. Implicancias Prácticas***

El presente estudio nace en la urgencia por mejorar la calidad y Seguridad vial en nuestro país, para este estudio de la ruta principal para acceder al distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho-Challabamba), mediante una correcta inspección de seguridad vial que responda a los ordenamientos técnicos enmarcados en el “Manual de Seguridad Vial MTC-2017”, y también considerando la relevancia que posee un diseño geométrico adecuado para prevenir accidentes de tránsito y facilitar una circulación armoniosa.

### ***1.3.4. Valor Teórico***

Un objetivo principal entre todos los que considera el estudio consiste en percibir y comprender la seguridad vial de la ruta más importante para acceder al distrito de Limatambo, en función al “Manual de Seguridad Vial del MTC – 2017”, el estudio de los puntos de concentración de accidentes conforme al método empírico de Bayes. Mediante esta investigación se busca que el diseño actual sea seguro para los conductores y peatones, por tal motivo es necesario e importante aplicar los criterios desarrollados en este estudio.



### **1.3.5. Utilidad Metodológica**

La relevancia del presente estudio radica en la necesidad de que en el Perú se incorpore criterios para evaluar la clasificación de una ruta conforme a un diseño geométrico, por tal motivo al hacer uso de este método se apoyará evaluando proyectos recientes en vía rurales presentes a nuestro alrededor, determinando zonas inseguras y brindando mejoras en la seguridad de sus transeúntes.

Además, el presente estudio mantiene como pilar brindar conocimiento técnico en esta materia a la comunidad estudiantil de la Universidad Andina del Cusco y a la plana docente, para que incorporen los resultados de esta investigación en sus sesiones de aprendizaje.

## **1.4. Objetivos de la Investigación**

### **1.4.1. Objetivo General**

Analizar y plantear propuestas de mejora de la seguridad vial en la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho – Challabamba del Distrito de Limatambo, según la inspección de seguridad vial de la metodología del Manual de seguridad vial del MTC – 2017.

### **1.4.2. Objetivos específicos**

- a) Determinar cómo influye el diseño geométrico en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo.
- b) Medir como afecta las velocidades de operación en curvas y tangentes en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo.
- c) Identificar los puntos de concentración de accidentes en la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho – Challabamba, conforme al método empírico de Bayes.
- d) Verificar si los dispositivos de control influyen en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba conforme al Manual de Seguridad Vial MTC – 2017.



- e) Medir y evaluar los índices de mortalidad y peligrosidad a lo largo de toda la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba.
- f) Plantear las propuestas de mejora en cuanto a la incidencia de los dispositivos de control y diseño geométrico de la seguridad vial de la carretera nacional pe-3 Chinllahuacho – Challabamba.

## 1.5. Delimitación del Estudio

### 1.5.1. Delimitación Espacial

El estudio propuesto se encontrará delimitada en el distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga en el sector de Chinllahuacho – Challabamba, de la provincia Anta, del departamento de Cusco en Perú.

**Tabla 1**

*Delimitación espacial*

OBJETO	SECTOR
Vía principal de acceso al Distrito de Limatambo.	C.C Pampaconga en el sector Chinllahuacho – Challabamba, de la provincia de Anta, departamento de Cusco en Perú.

*Nota:* Se puede observar la presente tabla la delimitación espacial.

### 1.5.2. Delimitación Temporal

La delimitación Temporal que se presenta en dicho tramo de la carretera Chinllahuacho – Challabamba de 16+000 km son los accidentes que ocurren anualmente mayormente del sentido de bajada y subida entre vehículos pesados, vehículos de transporte de pasajeros y autos particulares.

Los datos que serán examinados para elaborar este trabajo de investigación serán enmarcados dentro del periodo junio 2021 a setiembre 2022.





## CAPITULO II: MARCO TEÓRICO

### 2.1. Antecedentes de la Investigación

#### 2.1.1. Antecedentes Internacionales

##### **Antecedente N°1:**

**Título:** “EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL MEDIANTE MODELOS DE CONSISTENCIA”, (2020)

**Por:** David Llopis Castelló

**Institución:** Universidad Politécnica de València. Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes

**Título profesional:** Profesor Ayudante Doctor en el Dpto. de Ingeniería e Infraestructura de los Transportes

**Resumen:** Los factores determinantes que ocasionan accidentes de tránsito son tres, el ser humano, vehículo e infraestructura, siendo este último un factor que pocas veces es correctamente analizado y evaluado, dada su importancia se debe optar por una infraestructura de calidad que opere un método de diseño de acuerdo a las políticas y/o normativas que rigen este ámbito. La interrelación entre el factor de infraestructura y el humano nace la relevancia del diseño geométrico, que alude entre el desenvolvimiento del conductor frente a la calidad de la infraestructura de la vía. De esta manera, la investigación resalta la importancia de considerar la seguridad vial sustantiva, debido a que esta se concentra en el perfeccionamiento de diseños geométricos consistentes, en otras palabras, refiere a que existen diseños que pueden ser más seguros que otros y de esta manera no se dependa de si una zona de la vía es segura o al contrario no lo es. Asimismo, el estudio refiere sobre la relevancia de la consistencia que debe poseer el diseño geométrico de las vías, dado que un diseño con consistencia garantiza que los componentes geométricos continuos operen coordinadamente sin afectar las expectativas del usuario y de esta manera prevenir accidentes.



**Conclusión:** Este estudio arribó a concluir lo siguiente: Reconocer la importancia de la seguridad vial sustantiva, junto con ello elaborar diseños geométricos consistentes para evitar una serie de accidentes, considerando al usuario como un factor esencial a la hora del diseño de los tramos.

**Aporte a la tesis:** Aporta conocimientos a las investigaciones, sobre la importancia de cada parámetro del diseño geométrico consistente que toman un papel relevante en el nivel de seguridad en las vías.

**Antecedente N°2:**

**Título:** “CONSISTENCIA EN EL DISEÑO PREDICCIÓN DE LA VELOCIDAD DE OPERACIÓN EN CARRETERAS”, (2014)

**Por:** Posada Henao, John Jairo y Cadavid Agudelo, Sara

**Institución:** Universidad Nacional de Medellín, Departamento de Ingeniería Civil (Medellín – Colombia). 2014

**Resumen:** El término consistencia se maneja para valorar una porción del nivel de seguridad de las vías terrestres, en las fases de la operación y diseño; en otras palabras, se identifica los cambios en la rapidez de operación respecto a la rapidez del diseño en toda la vía. Este estudio da a conocer el significado del término consistencia al diseñar vías terrestres y sus distintos puntos de vista, exponiendo los modelos más importantes aplicados en la actualidad de acuerdo a la velocidad, lo que hace referencia a la rapidez de la operación, en donde se puede visualizar como los usuarios manejan sus automóviles en flujo libre en toda la vía. A fin de volver más simples los modelos para predecir la velocidad de la operación, sin disminuir la calidad que presentan los resultados, el autor propone diferentes modelos que compartan algunas características, resultando de grandes coeficientes correlacionales que aguantan la validez. Aparte de ello, el estudio muestra una serie de consejos para elaborar nuevos modelos para las carreteras de Colombia que cuenten con una calzada simple unidireccional o



bidireccional y para calzadas dobles.

**Conclusiones:** El estudio concluye, mostrando parámetros que pronostiquen la velocidad de la operación de automóviles, unificando los existentes, con grandes coeficientes de interrelación que indican la validez que posee; no obstante, unos cuantos tienen cambios mayores a los 10km/h con relación al modelo principal. El autor identifica que este modelo unificado el que posee buen ajuste con los auténticos se correlaciona las curvas horizontales con 0% y 4% de pendiente, mostrando una variación que llega a los 5km/h.

**Aporte a la tesis:** Este antecedente mencionado contribuye a las investigaciones, mediante la correcta comprensión en torno al uso de fórmulas para predecir la velocidad en tangentes y curvas, como también acerca de una zona de la carretera y su perfil de velocidad.

**Antecedente N°3:**

**Título:** “ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE TRAZADO EN CAMINOS DE MONTAÑA, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA”, (2014)

**Por:** Felipe Chiquito, Erlin Aroldo.

**Institución:** Universidad de San Carlos, Departamento de Ingeniería Civil (República de Guatemala).

**Resumen:** Un trazado consistente hace referencia a la circunstancia en que la geometría con la que cuenta una vía está en armonía con un conductor y sus expectativas. Gran parte de las técnicas que analizan si un trazado es consistente se basan en una evaluación del perfil de las velocidades de operación.

Mediante la investigación referida, se formula un modelo para predecir la velocidad registrada en curvas y el modelo que propuso Lamm es validado en el año 1999, para predecir la velocidad en las tangentes, con la finalidad de diseñar el perfil de la velocidad en las rutas de la colina.

La topografía de la ciudad de Guatemala, exhibe una variedad de carreteras de dos



carriles, localizados en áreas repletas de montañas, por tal motivo es necesario e importante evaluar la seguridad de los diseños geométricos, mediante la obtención de herramientas que determinen la consistencia de los elementos geométricos encontrados en los tramos.

Este modelo elaborado fue validado en otro departamento, diferente al recepcionado, con la finalidad de exponer su transferencia y poder usufructuarlo y analizar la seguridad en las carreteras en las montañas en todo el país.

Su último capítulo abarca un caso práctico, sobre la forma de utilización de los parámetros para predecir la velocidad y así analizar si el trazado es consistente, empleando para esto umbrales de seguridad que propone Lamm en el año 1999.

**Conclusiones:** La investigación concluye manifestando:

- Al comprobar el modelo elaborado se obtuvieron resultados favorables, luego de contraponer las velocidades cuantificadas junto a las estimadas.
- Se comprobó que los parámetros utilizados para efectuar el diseño cambian debido a la topografía de la zona y no debido al contexto.
- Por cada resultado estadístico recabado, se llega a concluir que este modelo de vías en las montañas elaborado en Baja Verapaz se puede transferir a distintas zonas de la nación.

**Aporte a la tesis:** Este antecedente aportará a las investigaciones a:

- Establecer las particularidades y los parámetros de información obtenida sobre las velocidades con las que se opera en campo.
- La formulación de modelos para recolectar y analizar datos sobre el diseño geométrico y el pronóstico de velocidad.
- Establecer una muestra con relación al número de mediciones de velocidad en campo de todos los componentes geométricos.



### 2.1.2. *Antecedentes Nacionales*

**Antecedente N°1:**

**Título:** “EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CAJAMARCA – OTUZCO EN FUNCIÓN A SUS PARÁMETROS DE DISEÑO”, (2018)

**Por:** FREDY RUBEN ORTIZ HUAMAN, (2018)

**Institución:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA FACULTAD DE INGENIERÍA ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL.

**Título Profesional:** Para optar el título profesional de ingeniería civil

**Resumen:** La investigación en mención tuvo como objetivo central el “evaluar la seguridad vial en la carretera Cajamarca – Otuzco, mediante la comparación de ordenamientos de diseño con el manual de diseño geométrico de carreteras DG – 2018”. Mediante este estudio se expuso las particularidades geométricas de la carretera Cajamarca-Otuzco, teniendo como resultado que la longitud de una calzada en ambos sentidos de la vía alcanza los 6.32km, aparte de ello la carretera posee 13 curvas con orientación vertical y 37 con orientación horizontal. La longitud de visibilidad del paso no se obedece en una proporción del 89%: incumplimiento de los radios mínimos con 41%, incumplimiento de peraltes en curvas con orientación horizontal en una proporción del 81%; incumplimiento de sobreeanchos requeridos en una proporción del 62.50%, cumplimiento del ancho de calzada mínimo en una proporción del 79% e incumplimiento del ancho de la berma mínimo en toda la vía estudiada. A raíz de la investigación se supo que la vía entre Cajamarca y Otuzco no cuenta con los ordenamientos que establece el “Manual de diseño geométrico de vías DG – 2018”, en tal sentido pone en peligro la integridad física de sus transeúntes.

**Conclusión:** El autor finalmente llega a concluir que, es necesario e importante que la elaboración de toda carretera esté condicionada bajo los ordenamientos que se establecen en el Manual de diseño geométrico de carreteras DG -2018, con la finalidad de salvaguardar la vida



de los usuarios previniendo accidentes de tránsito. Asimismo, es vital llevar a cabo exámenes constantes a la seguridad de las vías a nivel nacional, para determinar e identificar los índices de accidentabilidad y tomar las precauciones del caso.

**Aporte a la tesis:**

Este antecedente aportará a las siguientes investigaciones:

- A establecer las particularidades y parámetros de la información obtenida acerca de la velocidad con la que se opera en campo, a través del levantamiento topográfico.
- Como guía para la elaboración de contrastación entre las particularidades geométricas que posee la vía frente al “Manual de diseño geométrico de carreteras DG-2018”.

**Antecedente N°2:**

**Título:** “ANÁLISIS DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA RUTA PE-06 A EN EL DEPARTAMENTO DE LAMBAYEQUE CON PROPUESTA DE SOLUCIÓN AL EMPALME PE-1N EN EL ÁREA METROPOLITANA DE CHICLAYO”, (2013)

**Por:** Reinoso Rojas, Víctor Alejandro.

**Institución:** Universidad San Martín de Porras, Facultad de Ingeniería Civil (Lima-Perú).

**Título profesional:** Para optar el título de ingeniero civil.

**Resumen:** El presente es un estudio descriptivo acerca de “la vía entre Lambayeque y la parte sierra del departamento de Cajamarca a través de la ruta PE-06 A, exponiendo un empalme con un área de Moche en la ruta PE-1N”, con la finalidad de optimizar las condiciones de tráfico y de seguridad para sus transeúntes, como también examinando las particularidades geométricas de dicha vía, desde la provincia denominada Chiclayo.



El estudio manifiesta lo importante que es comprender el diseño del transporte, estableciendo la presencia de componentes de índole geométrico y la disposición adecuada de los mismos. Siendo el fin esencial el conocer las particularidades geométricas que posee la carretera. Como variables de naturaleza independiente se tiene al seccionamiento transversal, alineamiento vertical y horizontal. Los resultados se basan en las reglas actuales emitidas por el MTC (Tránsito, Jerarquización vial, Vehículos, Diseño de carreteras) y se obtuvieron a través de la comparación en su forma directa.

**Conclusión:** El estudio en mención concluye que en la ruta que comprende PE-06 A no existen curvas en forma de espiral. Asimismo, pone en manifiesto que en algunos segmentos rectos no se ha llegado a cumplir con las longitudes máximas o mínimas, que en algunas curvas con orientación vertical su velocidad directriz puede ser corregida y simultáneamente instalar señales para conseguir una adecuada seguridad. Además, el autor propone un modelo para el empalme correcto con la carretera panamericana del norte y la reciente clasificación que posee la ruta LA – 102 es justificada, debido a la interacción comercial con la provincia Ferreñafe y la reciente entrada a las vías del Perú surgida a causa del nuevo planteo de la vía entre Lambayeque y Chiclayo.

**Aporte a la tesis:** El estudio referido aporta a elaborar formatos para evaluar el grado de cumplimiento de los diseños geométricos en perfil y planta, en relación a los ordenamientos nacionales para la carretera más importante para acceder al distrito Limatambo.

### **2.1.3. Antecedentes Locales**

#### **Antecedente N°1:**

**Título:** “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA AVENIDA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DEL CUSCO APLICANDO UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL MSV-2017” (2021)



**Por:** Alcázar Holguín, Jean Carlos y Cornejo Mayhua, Franklin Efraín

**Institución:** Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil (Cusco - Perú).

**Título profesional:** A fin de obtener el título de “ingeniero civil”.

**Resumen:** Esta investigación está enfocada en el “análisis y propuestas de mejora en la Avenida de Evitamiento de la ciudad del Cusco, aplicando la metodología de Inspección de Seguridad Vial (ISV) del manual de seguridad vial MSV-2017”, tiene por objetivo mejorar el desempeño y el uso de la vía, es por ello que se realizó una “inspección de seguridad vial” (ISV) para hacer una propuesta de mejora tomando como herramientas de estudio las listas de chequeo y tabla de hallazgos post-inspección mediante la cual se pudo evidenciar las fallas que presenta la Avenida de Evitamiento.

Así mismo la aplicación de una “ISV en base al manual MSV-2017”, implica la recolección de datos in-situ (campo) mediante las fichas de inspección proporcionadas por el “manual MSV- 2017” que consiste en la verificación sistemática de toda la vía en cuanto a identificar posibles problemas.

Es así que “Realizando una inspección de seguridad vial utilizando el MSV - 2017 optimizaremos la seguridad vial de la avenida de Evitamiento de la ciudad del Cusco”. de acuerdo a los resultados en la tabla de hallazgos de la “Inspección de Seguridad Vial” observados en los anexos y en el Capítulo IV donde se encuentra el análisis post-inspección, que hace referencia a la velocidad de circulación en la Av. de Evitamiento y que hacen referencia al porcentaje post-inspección de la vía principal izquierda y derecha respectivamente mediante una Inspección de Seguridad Vial, donde se planteó las propuestas de mejora que están indicadas en la sección 4.3 todas estas están directamente relacionadas con las deficiencias encontradas en la tabla de hallazgos de la Inspección de Seguridad Vial en base al “MSV - 2017” que utiliza las fichas de inspección para determinar el estado actual de una





infraestructura vial, por otra parte de acuerdo a los datos observados en el estudio de velocidad realizado en la avenida de Evitamiento de la ciudad el Cusco, en la sección 4.1 se aprecia que hay 84% de vehículos que superan la velocidad máxima permitida haciendo que la vía sea más insegura para el peatón, y un 16 % que si respeta la velocidad máxima permitida, para lo cual se implementará reductores de velocidad y señalización.

Con los resultados obtenidos se pudo llegar a plantear propuestas de mejora a lo largo de la avenida de Evitamiento que nos permitirán en el futuro solucionar los problemas de accidentes y conflicto vehicular que presenta la Avenida de Evitamiento, según los estudios realizados mediante cuadros estadísticos que nos permite ver cuáles son las acciones necesarias para señalar y/o tener un mantenimiento constante de la vía.

**Conclusión:** Se logró demostrar la hipótesis general que indica: “Realizando una inspección de seguridad vial utilizando el MSV - 2017 optimizaremos la seguridad vial de la avenida de Evitamiento de la ciudad del Cusco” de acuerdo a los resultados en la tabla de hallazgos de la Inspección de Seguridad Vial observados en los anexos y en el Capítulo IV donde se encuentra el análisis post-inspección, que hace referencia a la velocidad de circulación en la Av. de Evitamiento que hacen referencia al porcentaje post-inspección de la vía principal izquierda y derecha respectivamente mediante una Inspección de Seguridad Vial. Donde se planteó las propuestas de mejora que están indicadas estas están directamente relacionadas con las deficiencias encontradas en la tabla de hallazgos de la “Inspección de Seguridad Vial en base al MSV - 2017” que utiliza las fichas de inspección para determinar el estado actual de una infraestructura vial.

**Aporte a la tesis:** La investigación antecedente muestra la importancia de aplicar la Inspección de Seguridad Vial conforme al manual de seguridad vial – 2017, a fin de examinar cuan segura es la avenida en mencion conforme a los linemamientos emitidos por el MTC.



**Antecedente N°2:**

**Título:** “EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL - NOMINAL DE LA CARRETERA ENACO - ABRA CCORAO DE ACUERDO A LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO”, (2017)

**Por:** Gómez Allende, Gary Rossano y Quispe Mejía, José Luis.

**Institución:** Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil (Cusco - Perú).

**Título profesional:** A fin de obtener el grado de “ingeniero civil”.

**Resumen:** El Perú al ser un país que mantiene una topografía diversa, presenta una clasificación, de acuerdo a la demanda, pueden ser carreteras de tercera, de primera y de segunda clase junto a una calzada de un par de carriles con un ancho mínimo de 3.00m, 3.60m y 3.30m respectivamente. El estudio en mención se desarrolló en el departamento de Cusco, provincia del mismo nombre, distrito San Sebastián, teniendo con fin principal “hallar el nivel de consistencia de la seguridad vial nominal y el diseño (dado respecto al cumplimiento de los preceptos y criterios recopilados a partir de las normativas y guías para el diseño, definición extraída de la PTC), de la vía entre Enaco y Abra Ccorao”. A fin de conseguir el objetivo del estudio se efectuó anticipadamente la cuantificación de vehículos, el procesamiento de información y el levantamiento topográfico, de donde se obtuvieron las particularidades geométricas de la carretera de manera detallada, como: peraltes máximos, sobre anchos, longitud de visibilidad, curvas orientadas verticalmente, pendientes, tangentes y curvas orientadas horizontalmente. Algunos de los procedimientos seguidos para verificar la hipótesis se enumeran a continuación: la estimación de la velocidad con la que se opera del percentil número 85 en tangentes y curvas de las ecuaciones utilizadas bajo lineamientos de Lamm y Fitzpatrick. Además, las velocidades de la operación se midieron con el propósito de cada velocidad medida y estimada para construir el perfil de velocidades de la carretera estudiada.



El autor concluye que los componentes geométricos no consistentes representan un 41.66% de la distancia que abarca la vía (seguridad nominal y vial), los cuales no siguen los ordenamientos que rigen en el “Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014”. Debido a lo cual, el autor recomienda evaluar los diseños geométricos anteriores al desarrollo de proyectos de vías que busquen conseguir la seguridad esperada.

**Conclusión:** Se concluye, exponiendo que para la demostración se recorrió a el segundo Criterio (II) de acuerdo a Lamm y el respectivo perfil de velocidad, se determinaron 56 zonas de riesgo que contaban con un diseño tolerable y pobre, desde el cual fue posible analizar el nivel de cumplimiento en seguridad nominal – vial con relación a todo parámetro definido dentro del manual de diseños geométricos de las vías DG – 2014, con los resultados que se mencionan: perfil, peraltes y el alineamiento de la planta incumplen los parámetros totalmente. Con los resultados obtenidos, se evidencio que la vía que va entre Enaco y Abra Ccorao no brinda seguridad y es inconsistente. En la misma línea, se visualizó la necesidad de una evaluación de la consistencia del diseño geométrico que ayuda en la determinación de la seguridad nominal y vial, a través del perfil de velocidades y los parámetros, los resultados conseguidos son óptimos y vitales en la configuración de una vía, a fin de prevenir la ocurrencia de accidentes en las carreteras.

**Aporte a la tesis:** La investigación antecedente muestra la importancia de aplicar anticipadamente una investigación acerca del tráfico automvilístico, levantamiento topográfico y la sistematización de tales atos, a fin de examinar cuan consistente es el diseño geométrico conforme a los linemamientos emitidos por Lamm.

### **Antecedente N° 3**

**Título:** “GRADO DE CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA CUSCO – URCOS, (2018)”.

**Por:** EDUARDO CÁCERES MAÑUICO y CARLOS ALBERTO YUCRA YUCRA



**Institución:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERIA CIVIL

**Título profesional:** A fin de obtener el título profesional de ingeniero civil.

**Resumen:** La investigación resalta la importancia del hombre, automóvil y la vía de circulación como factores esenciales de la seguridad vial, con ello especifica que un diseño inconsistente puede generar accidentes de tránsito. Por tal razón es indispensable e importante que una vía mantenga un diseño vial consistente en donde las particularidades geométricas de este sean homogéneas y no presenten cambios bruscos que generen que los conductores realicen maniobras durante su circulación, de esta manera la consistencia de un diseño radica en la óptima relación que se debe establecer entre las expectativas de los usuarios frente a la geometría del tramo. Para medir la consistencia del tramo se verificó la diferencia existente entre la velocidad de operación y la específica, en donde, el incremento de esta diferencia puede originar inconsistencia y por ende se puede originar accidentes de tránsito. De acuerdo a los resultados se evidencio que la carretera Cusco – Urcos presenta inconsistencia en su diseño y por ende puede ser un factor de riesgo para los usuarios.

**Conclusión:** De la investigación se concluye que es relevante evaluar y analizar el diseño de índole geométrico de las vías de tránsito, considerando que la homogeneidad en las particularidades geométricas de una carretera es importante para no afectar las expectativas de los transeúntes y por consiguiente prevenir la ocurrencia de accidentes automovilísticos.

**Aportes para la investigación:** Este antecedente aportara a la investigación de manera significativa, debido a que respalda la presente investigación en lo importante que es evaluar la seguridad en las vías y asimismo muestra la importancia de la consistencia en las vías de tránsito para evitar los accidentes.



## 2.2. Marco Conceptual

### 2.2.1. Carreteras

Estructura destinada al transporte, principalmente dispuesto al interior de una Proción de tierras conocidas como derecho de vías, cuya finalidad es facilitar el tránsito de automotores de forma constante en el tiempo y espacio, en armonía con la comodidad y seguridad. (Grisales, 2013)

Asimismo, se concibe a la carretera como un sistema que logra satisfacer las necesidades comunicativas, de seguridad e integración de los beneficiarios. De esta manera, permite alcanzar el desarrollo de una región, del sector agropecuario, de las industrias, comercios, residencias, de actividades recreacionales y de los establecimientos de salud. (Grisales, 2013)

### 2.2.2. Seguridad Vial

Según el “Manual de Seguridad Vial MTC – 2017”, está orientado a dictar disposiciones que tienen por finalidad contribuir a la mejora de las características de la infraestructura vial y su entorno con el propósito de incrementar la seguridad intrínseca y la calidad de protección de carreteras en beneficio de todos los usuarios de las vías (MTC, 2017).

Tiene por propósito identificar y desarrollar las consideraciones y disposiciones que deben cumplirse en cada una de las etapas de la gestión vial, por tanto su aplicación tiene relación directa y se complementa con los demás documentos normativos que rigen la infraestructura vial y principalmente con el Manual de Diseño Geométrico, Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras (MTC, 2017).

#### a. Seguridad Vial Nominal

La seguridad vial nominal hace referencia a la seguridad de índole vial como si se tratara de algo absoluto, en otras palabras, define como inseguro o seguro a un componente geométrico. En este sentido, este tipo de seguridad rige estrictamente si se efectúa el



cumplimiento de la norma o no. (Castelló, 2020)

### **b. Seguridad Vial Sustantiva**

La seguridad vial sustantiva hace referencia de la seguridad de índole vial como algo constante. Indicando la existencia de diseños más seguros y negando la existencia de un elemento de carretera seguro. Este concepto rige el diseño con consistencia, en otras palabras, se debe llegar a un nivel máximo de consistencia en una sección diseñada para atender lo pensado por los automovilistas y, consiguientemente, se presenta la mínima cantidad de emergencias. (Castelló, 2020)

### **2.2.3. Auditorias de Seguridad Vial e Inspecciones de Seguridad Vial**

#### **2.2.3.1. Auditoria de Seguridad Vial.**

La definición más aceptada a nivel internacional es la de la Asociación de Transporte Vial y Autoridades de Tránsito de Australia y Nueva Zelandia (AUSTROADS, 2002) que define una ASV como:

Un proceso formal de evaluación de un proyecto vial, o de tránsito, existente o futuro, o de cualquier proyecto que tenga influencia sobre una vía, en donde un equipo de profesionales calificado e independiente informa sobre el riesgo de ocurrencia de accidentes y del comportamiento del proyecto desde la perspectiva de la seguridad vial.

Es la etapa donde los auditores han de analizar el diseño del tramo con los responsables de la planificación del uso del suelo, del transporte, de los usuarios a los que habrá de dar servicio” (MTC, 2017).

Es la etapa donde se toman las decisiones más relevantes sobre el trazo y sobre las distintas opciones de itinerarios, la elección de los tipos de intersección, equipamientos de seguridad (MTC, 2017).

#### **2.2.3.2. Inspección de Seguridad Vial.**

Según el Manual de Seguridad Vial MTC (2017), se define como fiscalización de



seguridad vial (ISV) en carreteras aquel procedimiento sistemático en el que el personal calificado e independiente corrobora las condiciones de la vía, analizando todos los aspectos de la misma y su entorno que puedan intervenir en la seguridad de los usuarios, no sólo motorizados, sino también otros usuarios vulnerables como ciclistas o peatones.

En base a ello “No caer en la confusión de que una inspección de seguridad es una evaluación de un proyecto realizado, ni un rediseño de la zona en la que se ejecuta, ni tampoco es una comprobación del cumplimiento de la normativa” (MTC, 2017).

### **2.2.3.3. Diferencia entre Auditoria de e Inspección de Seguridad Vial**

Las Auditorias de Seguridad Vial se diferencian de las Inspecciones de Seguridad Vial debido a que es necesaria que sean solicitadas por la autoridad competente y, además, existan las normas para su ejecución. Si el proceso no es solicitado por la autoridad competente, o la autoridad competente quiere hacer una evaluación sin que exista una norma que rija su ejecución, entonces se le denomina Inspección de Seguridad Vial. (Dextre J., 2008)

“La Inspección de Seguridad Vial consiste en una revisión completa de la red para detectar los elementos de las carreteras en servicio que, por su interrelación con los usuarios o con el entorno de la vía, podrían relacionarse con la seguridad vial”. (COPV, 2010)



**Tabla 2**

*Etapas de intervención de la seguridad vial en los proyectos.*

Tipo de Proyecto	Aplicabilidad	Fase del proyecto	Herramientas	Temas a ser considerados
Vías Rurales y Urbanas	Ejecución nueva	Planificación	Análisis del impacto de la seguridad vial	Calificación de la seguridad vial los resultados de la auditoria y registran en los informes de auditoria, donde se indican los riesgos potenciales para la para la seguridad y formular recomendaciones.
	Rehabilitación y Reconstrucción	Estudio de Factibilidad		
Urbanas	Mejoramiento	Diseño Preliminar	Auditoria de seguridad vial	Propuesta y medida adecuada con el objetivo de eliminar o paliar estos casos.
		Diseño Detallado		
	Mantenimiento de vías.	Ejecución Antes/inicio de la apertura Operación de Las vías Existentes.	Inspección de Seguridad vial	

*Nota.* Se puede apreciar las etapas que cuenta una intervención de seguridad vial en los proyectos de vías rurales y urbanas.

#### 2.2.3.4. Listas de Chequeo

Según (DGST Manual de Auditorias de Seguridad Vial, 2018), las listas de chequeo son herramientas de verificación que muestran todos los aspectos de seguridad que se revisarán de la carretera, de manera que no se olvide comprobar ninguno de ellos, estas listas están estructuradas con una serie de preguntas clasificadas de acuerdo a los conceptos y subconceptos de revisión en las zonas de obras, a las que se responde con “Sí” o “No” y cuentan con un campo adicional para registrar las observaciones a las respuestas dadas.

La CONASET del año 2005 afirma: “Los auditores con mayor experiencia utilizan las listas de chequeo generales, por su mayor conocimiento. Otros auditores, dependiendo del proyecto a auditar, adecuan las listas de chequeo existente”. (CONASET, 2005)

También, la CONASET el año 2005, aporta que es muy importante tener en cuenta que las listas de chequeo son el medio para llegar a una ASV/ISV más no el objetivo. Lo que quiere decir, que el auditor debe definir cómo usar estas listas. Asimismo, recalca que las listas de





chequeo no deben incluirse en el informe final de la ASV/ISV. Está claro entonces, que el fin de la auditoría es mejorar, en términos de seguridad la zona estudiada. (CONASET, 2005)

#### **2.2.3.5. Uso durante la Inspección de Seguridad Vial**

Algunos inspectores pueden prescindir de listas de chequeo para la realización de la ISV, lo cual puede justificarse dado que existen profesionales con una vasta experiencia que les permite reconocer de manera fácil las falencias que posee la vía en cuestión. Sin embargo, al ser un proceso formal, se promueve el uso de listas de chequeo. (Dextre, Ríos, Aranda, & Manchego, 2018)

Se recomienda el uso de las listas de chequeo, primero, de forma individual. Cada miembro del equipo se vale de su propio juicio y criterio sobre seguridad para evaluar la vía personalmente y luego, se emplean las listas de chequeo con el resto del equipo. Es importante que el profesional, tenga una visión amplia acerca del proyecto para un mejor uso de las listas de chequeo (FHWA, 2006).

Las listas de chequeo pueden usarse durante todas las etapas de la Inspección de Seguridad Vial (FHWA, 2006):

- “Análisis de la información: Para identificar información omitida en el inicio de la inspección” (FHWA, 2006).
- “Exploración de la vía: Como ayuda para una mejor evaluación del proyecto y así, garantizar que no se hayan pasado por alto puntos importantes relacionados con la seguridad vial”. (FHWA, 2006).
- “Elaboración del reporte final: Para facilitar la escritura rápida y precisa del reporte o informe a presentar”. (FHWA, 2006).

#### **2.2.3.6. Estructura de las listas de chequeo**

“Las listas deben ser de fácil uso y entendibles para todos los miembros del equipo. Cada norma o guía de Auditoría de Seguridad Vial internacional revisada, incluye un juego de



listas de chequeo general y detallado para cada fase del proyecto” (CONASET, 2003).

“La lista de chequeo general o (lista maestra), le brinda inspector, un listado general más amplio de los puntos que deberán ser considerados durante la evaluación de la vía, teniendo en cuenta la etapa del proyecto”. (CONASET, 2003)

“La lista de chequeo detallada, por otro lado, describe más a fondo cada ítem incluido en la lista de chequeo general”. (CONASET, 2003)

#### **2.2.4. Diseño geométrico vial**

El diseño geométrico vial, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. (Manual DG , 2018)

Por otra parte, se afirma que el diseño geométrico vial es el trazo del eje final, para determinar la cantidad de suelo a remover, para estimar el número de obras a ejecutar o replantar la carretera en la superficie. Dicho proceso está dividido en un par de etapas: el anteproyecto y el proyecto. (Cespedes Abanto, 2001)

##### **2.2.4.1. Diseño geométrico en planta.**

Se conforma por alineaciones rectas, curvas redondas con ángulos distintos, los cual facilitan la transición entre alineaciones rectas y curvas redondas o al contrario, de forma similar entre un par de curvas redondas con una cobertura distinta. La alineación horizontal debe dejar una operación sin interrupciones de los automotores, además tratar de seguir con dicha velocidad del diseño en toda la distancia de la vía que pueda mantenerse. (Manual DG , 2018)

##### **2.2.4.1.1. Consideraciones de diseño.**

Algunos aspectos a considerar en el diseño en planta:

- Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son



monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios. (Manual DG , 2018)

- Para las autopistas de primer y segundo nivel, el trazo deberá ser más bien una combinación de curvas de radios amplios y tangentes no extensas. (Manual DG , 2018)
- En el caso de ángulos de deflexión  $\Delta$  pequeños, iguales o inferiores a  $5^\circ$ , los radios deberán ser suficientemente grandes para proporcionar longitud de curva mínima L obtenida con la fórmula siguiente:

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

(L en metros;  $\Delta$  en grados)

No se usará nunca ángulos de deflexión menores de 59' (minutos).

#### **2.2.4.1.2. Tramos en tangente**

La longitud máxima requerida y mínima admitida de las secciones en una tangente, se determina de acuerdo a la velocidad del diseño, el Manual de diseño geométrico de vías. (Manual DG , 2018)

Utiliza las fórmulas detalladas en las líneas siguientes:

**L mín.s: 1,39 V**

**L mín.o: 2,78 V**

**L máx: 16,70 V**

En dónde:

L mín.s: Es la longitud mínima (m) destinada a trazados de la categoría “S” (alineación recta entre alineaciones con curvaturas en sentido opuesto).

L mín.o: Es la longitud mínima (m) destinada a los demás casos (alineación recta junto a radios de cobertura en igual sentido).

L máx.: Es la longitud máxima que se desea obtener (m).



V: Es la velocidad del diseño, se expresa en (km/h).

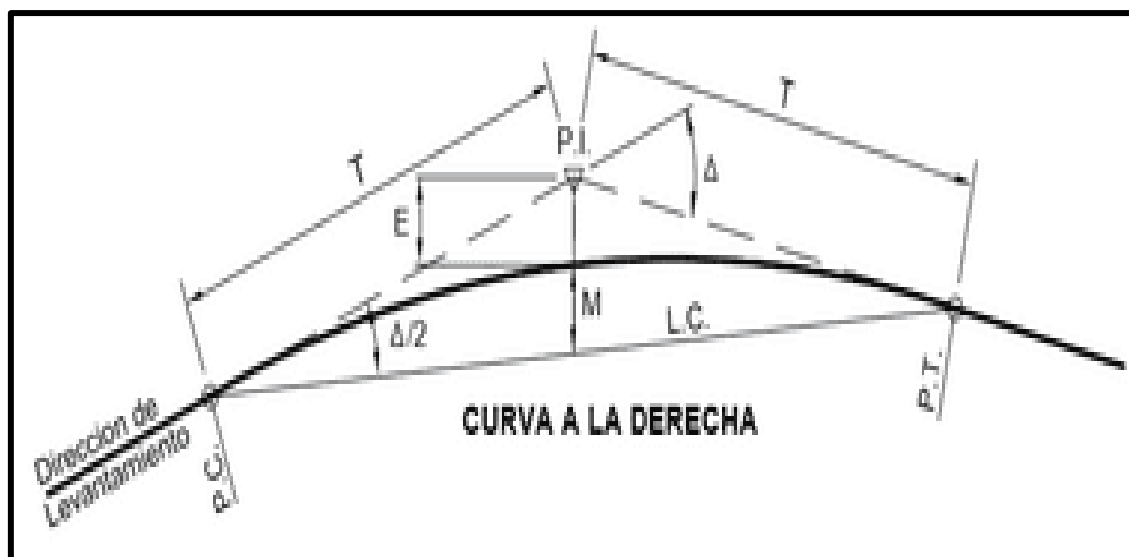
### 2.2.4.1.3. *Curvas circulares.*

Para Céspedes J., este tipo de curvas son “arcos circulares las cuales conforman la proyección en sentido horizontal de aquellas curvas que se utilizan para enlazar un par de tangentes continuas, se pueden expresar por medio del ángulo subtendido o del radio por su cuerda o arco”. (Cespedes Abanto, 2001)

Según el Manual para diseñar carreteras, una curva circular simple es un arco con circunferencia que cuenta con solo un radio y enlazan un par de tangentes continuas, mediante la conformación de la proyección en sentido horizontal de una curva espacial o real. (Manual DG , 2018)

#### **Figura 4**

*Simbología de la curva circular.*



*Nota.* Se extrajo la siguiente figura que muestra una curva circular con cada uno de sus elementos Manual de Diseño (DG-2018).

En dónde:

P.C.: Punto de inicio de la curva

P.I.: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas

P.T.: Punto de tangencia



E: Distancia a externa (m)

M: Distancia de la ordenada media (m)

R: Longitud del radio de la curva (m)

T: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)

L: Longitud de la curva (m)

L.C: Longitud de la cuerda (m)

$\Delta$ : Ángulo de deflexión ( $^{\circ}$ )

p: Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)

Sa: Sobreechanco que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)

Nota: Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.

Formulas:

$$L.C. = 2 R \text{ sen } \Delta / 2$$

$$T = R \tan \Delta / 2$$

$$L = 2 \pi R (\Delta / 360)$$

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

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

#### 2.2.4.1.4. *Radio s mínimos*

De acuerdo al manual de diseño geométrico, los radios mínimos de curvatura horizontal son los menores radios que pueden recorrerse con la velocidad de diseño y la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad. (DG - 2018 p.128)

Para cuyo cálculo puede utilizarse la siguiente fórmula:

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



En dónde:

V: Velocidad de diseño. (Km/h)

Rmín: Radio Mín. (m)

f<sub>máx</sub>: Coeficiente de fricción transversal máx. relacionado a la V.

P<sub>máx</sub>: Peralte máx. asociado a la V. (%)

Tratándose de vías de clase 3, se aplica la fórmula siguiente:

$$R_{min} = \frac{v^2}{127 (0.01 e_{max} + f_{max})}$$

En dónde:

máx: valor máximo del peralte. (%)

Rmín: mínimo radio de curvatura. (m)

V: velocidad específica de diseño. (Km/h)

f<sub>máx</sub>: factor máximo de fricción.

#### ***2.2.4.1.5. Clasificación de curvas circulares.***

Pueden ser inversas o reversas, simples y compuestas según a (Cespedes Abanto, 2001), algunas características son:

- Curvas reversas o inversas: es aquella curva que se forma por la unión de un par de curvas las cuales poseen el centro en el ala contrario de la tangente que comparten, sus radios pueden ser distintos o idénticos. El PCR es el punto donde entran en contacto, estas siglas quieren decir punto de curvatura revertida.
- Curvas simples: aquel arco redondeado que enlaza un par de tangentes.
- Curvas de transición: se trata de curvas en forma de espiral cuyo fin es eludir que la curva de trazado no sea continua y de este modo atravesar el tramo transversal con bombeo.
- Curvas compuestas: curva que se forma por la unión de 2 curvas redondas sucesivas como mínimo y que cuenten con radios distintos cruzando en igual sentido. Un punto de tangente se conoce como PCC, es decir, punto de curvatura compuesta.

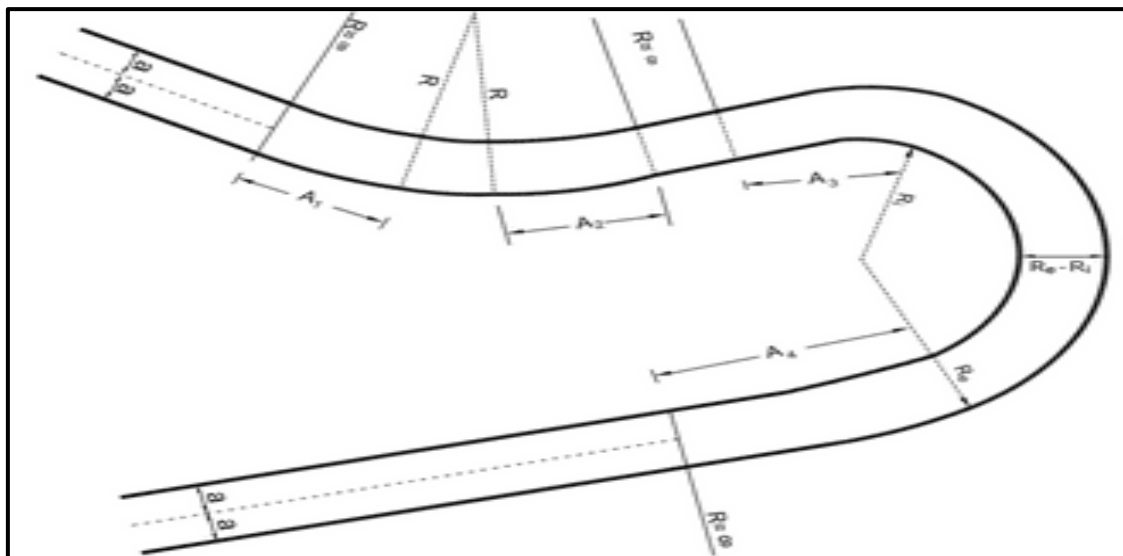
#### 2.2.4.1.6. *Curvas de vuelta.*

El manual de diseño geométrico afirma que una curva de vuelta se proyecta encima de superficies accidentadas, laderas, a fin de alcanzar o conseguir la máxima cota posible, sin exceder las pendientes superiores, lo cual es imposible de obtener a través de trazados opcionales. (Manual DG , 2018)

Generalmente, las ramas son alineaciones rectas que cuentan con una sola curva de unión intermedia, de acuerdo a su desarrollo, las alineaciones antes mencionadas pueden ser divergentes, paralelas, entre otros. De este modo, una curva de vuelta se define por un par de arcos redondos que posean un radio exterior “ $R_e$ ” y uno interior “ $R_i$ ”. (Manual DG , 2018)

#### **Figura 5**

*Ilustración de la curva de vuelta.*



*Nota.* Se extrajo la siguiente figura que muestra una curva de vuelta del Manual de Diseño (DG-2018)

#### 2.2.4.1.7. *Distancia de visibilidad.*

Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad (Manual DG, 2018 p.103):



- Visibilidad de parada.
- Visibilidad de paso o adelantamiento.
- Visibilidad de cruce con otra vía.

Las dos primeras influyen el diseño de la carretera en campo abierto y serán tratadas en esta sección considerando alineamiento recto y rasante de pendiente uniforme. Los casos con condicionamiento asociados a singularidades de planta o perfil se tratarán en las secciones correspondientes. (Manual DG, 2018 p.103)

#### ***2.2.4.1.8. Distancia de visibilidad de parada.***

Es la mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objetivo inmóvil que se encuentra en su trayectoria. (Manual DG, 2018, p.103)

La distancia de parada para pavimentos húmedos, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$Dp = 0.278 * V * tp + 0.039 \frac{V^2}{a}$$

Dónde:

- Dp: Distancia de parada (m)
- V: Velocidad de diseño (km/h)
- tp: 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).

El primer término de la fórmula representa la distancia recorrida durante el tiempo de percepción más reacción (dtp) y el segundo la distancia recorrida durante el frenado hasta la detención (df). (Manual DG , 2018)

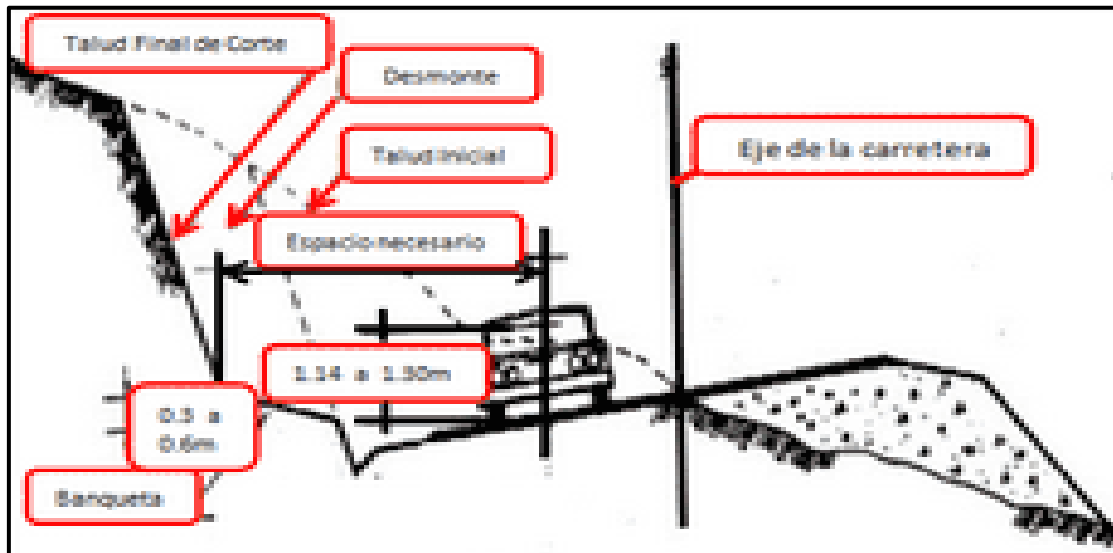
El tiempo de reacción de frenado, es el intervalo entre el instante en que el conductor reconoce la existencia de un objeto, o peligro sobre la plataforma, adelante y el instante en que



realmente aplica los frenos. Así se define que el tiempo de reacción estaría de 2 a 3 segundos, se recomienda tomar el tiempo de percepción – reacción de 2.5 segundos. (Manual DG , 2018)

**Figura 6**

*Distancia de visibilidad en curvas horizontales.*



*Nota.* Se puede apreciar en la figura todos los elementos de una distancia de visibilidad en curvas horizontales extraído del resumen del Manual de Diseño, Merino R. (2016).

#### **2.2.4.1.9. Sobre ancho en curvas.**

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. La necesidad de proporcionar sobreancho en una calzada, se debe a la extensión de la trayectoria de los vehículos y a la mayor dificultad en mantener el vehículo dentro del carril en tramos curvos. (Manual DG , 2018)

En curvas de radio pequeño y mediano, según sea el tipo de vehículos que circulan habitualmente por la carretera, ésta debe tener un sobreancho con el objeto de asegurar espacios libres adecuados (holguras), entre vehículos que se cruzan en calzadas bidireccionales o que se adelantan en calzadas unidireccionales, y entre los vehículos y los bordes de las calzadas. (Manual DG , 2018)

El sobreancho requerido equivale al aumento del espacio ocupado transversalmente por los vehículos al describir las curvas más las holguras teóricas adoptadas (valores medios). El sobreancho no podrá darse a costa de una disminución del ancho de la berma. (Manual DG ,

2018)

Para la determinación del desarrollo del sobreebanco se utilizará la siguiente fórmula:

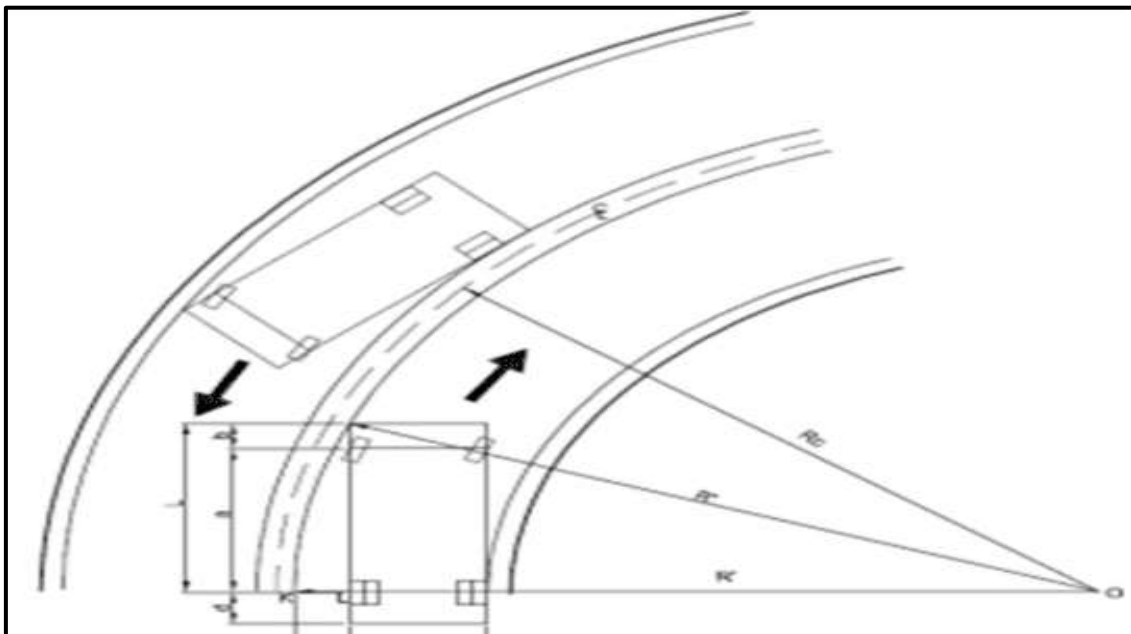
$$San = \frac{Sa}{L} ln$$

Dónde:

- San: Sobreebanco correspondiente a un punto distante ln metros desde el origen.
- L: Longitud total del desarrollo del sobreebanco, dentro de la curva de transición.
- ln: Longitud en cualquier punto de la curva, medido desde su origen (m).

### Figura 7

*Distancia de visibilidad en curvas horizontales.*



*Nota.* Se puede apreciar en la figura todos los elementos de una distancia de visibilidad en curvas horizontales extraído del manual de diseño geométrico (DG-2018).

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

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



En dónde:

n: Número de carriles.

Sa: Sobre ancho (m).

R: Radio (m).

V: Velocidad de diseño (km/h).

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

La consideración del sobreancho, tanto durante la etapa de proyecto como la de construcción, exige un incremento en el costo y trabajo, compensado solamente por la eficacia de ese aumento en el ancho de la calzada. Por tanto, los valores muy pequeños de sobreancho no deben considerarse. Se considera apropiado un valor mínimo de 0.40 m de sobreancho para justificar su adopción. (Manual DG , 2018)

#### **2.2.4.2. Diseño geométrico en perfil.**

Consiste en la proyección del eje espacial o real de la carretera encima de un suelo vertical que este paralelo a este. Es por el sentido paralelo que la proyección muestra una distancia espacial del eje de la carretera, dicho eje se conoce como sub rasante o rasante. (Cardenas Grisales, 2013)

##### **2.2.4.2.1. Pendiente.**

Es la tangente trigonométrica de su ángulo de inclinación si se tiene un radio con un valor de 1. (Cespedes Abanto, 2001)

Según el Manual (DG – 2018 p. 170) afirma que existe dos tipos de pendientes las cuales son:

##### **Pendiente mínima:**

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares (Manual DG , 2018):



- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se podrá adoptar excepcionalmente sectores con pendientes de hasta 0.2%.
- Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero.
- Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

#### **Pendiente máxima:**

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la tabla 31, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares (Manual DG , 2018):

- En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la tabla 31, se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados.
- En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en la tabla 31.

#### **Pendientes máximas excepcionales:**

Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento. (Manual DG , 2018)

Para carreteras de Tercera Clase deberán tenerse en cuenta además las siguientes consideraciones:

- En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 5%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.
- En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes



no excederán de 180 m.

- La máxima pendiente promedio en tramos de longitud mayor a 2,000 m, no debe superar el 6%.
- En curvas con radios menores a 50 m de longitud debe evitarse pendientes mayores a 8%, para evitar que las pendientes del lado interior de la curva se incrementen significativamente.

#### **2.2.4.2.2. Curvas verticales.**

Según el manual de diseño geométrico del 2018, los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás. Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en la pendiente, así (Manual DG , 2018):

$$K=L/A$$

En dónde:

L: Longitud de la curva vertical.

K: Parámetro de la curvatura.

A: Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes.

#### **2.2.4.2.3. Tipos de curvas verticales.**

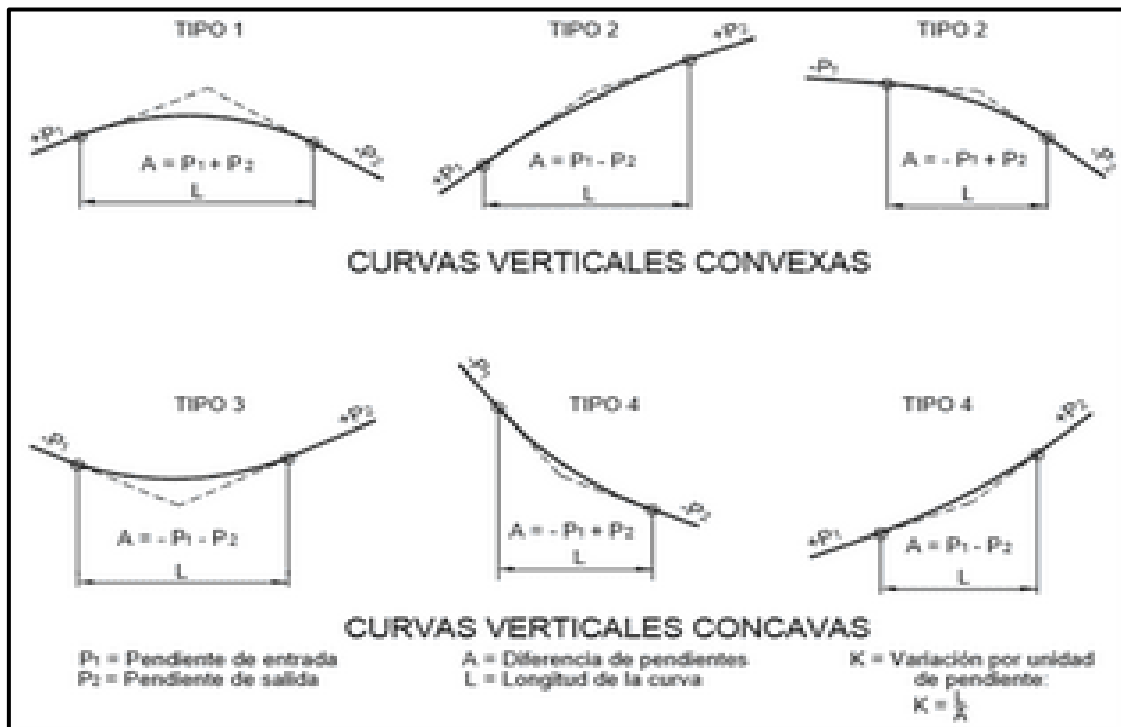
Las curvas en sentido vertical que se emplean en vías como las que unen las alineaciones rectas longitudinales, tienden a ser parábolas cúbicas, arcos de parábola, arcos de círculo, entre otras. (Manual DG , 2018)

Además, las curvas con orientación vertical suelen presentarse como: sobre crestas, sobre cimbras, convexas divisorias o cóncavas en columpio o vaguada.



Figura 8

*Tipos de curvas verticales*



*Nota.* Se puede apreciar en la imagen los tipos de curvas verticales entre convexas y cóncavas recopiladas del manual de diseño geométrico (DG-2018).

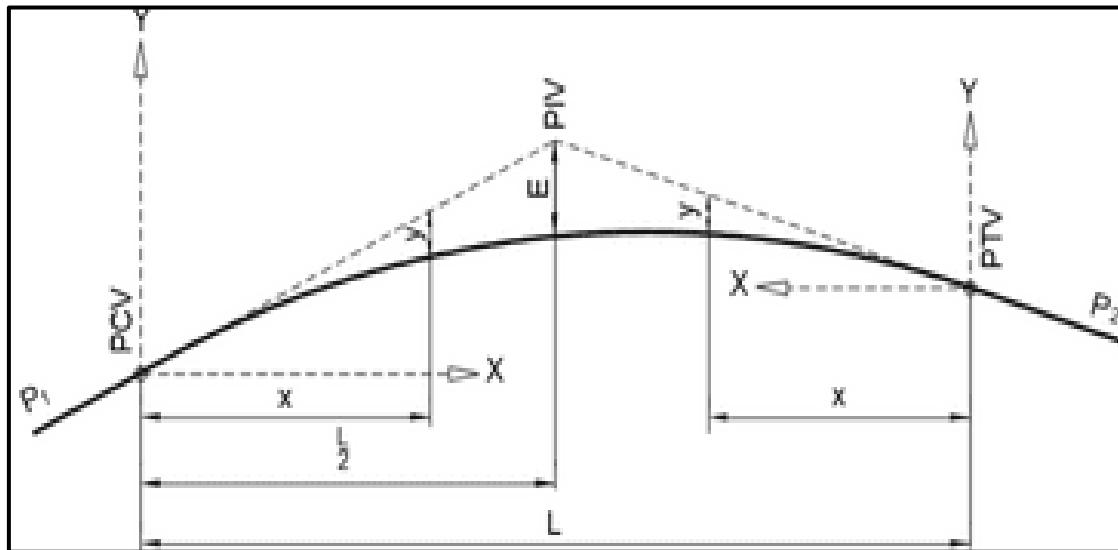
### La curva vertical simétrica

De acuerdo a lo establecido en el Manual para diseños geométricos de vías, una curva vertical simétrica se conforma por la unión de un par de parábolas del mismo tamaño, estas se enlazan a partir de la proyección vertical de PIV. Se recomienda la parábola cuadrática como curva en sentido vertical, sus operaciones matemáticas y componentes más importantes se detallan en las líneas posteriores. (Manual DG , 2018)



**Figura 9**

*Curvas verticales simétrica.*



*Nota.* Se puede observar en la imagen la curva vertical simétrica que está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV cabe indicar que esta imagen fue recopilada del manual de diseño geométrico (DG-2018).

En dónde:

PIV: Es el punto de intersección de tangentes verticales.

PCV: Principio de la curva vertical.

PTV: Término de la curva vertical.

S1: Pendiente de la tangente de entrada, expresado en porcentaje (%).

L: Longitud de la curva vertical, que se mide por su proyección horizontal, en metros (m).

S2: Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

E: Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m).

A: La diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

Y: Ordenada vertical en cualquier punto, también llamada corrección de la curva vertical.

X: La distancia horizontal a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el PTV.

### **La curva vertical asimétrica**

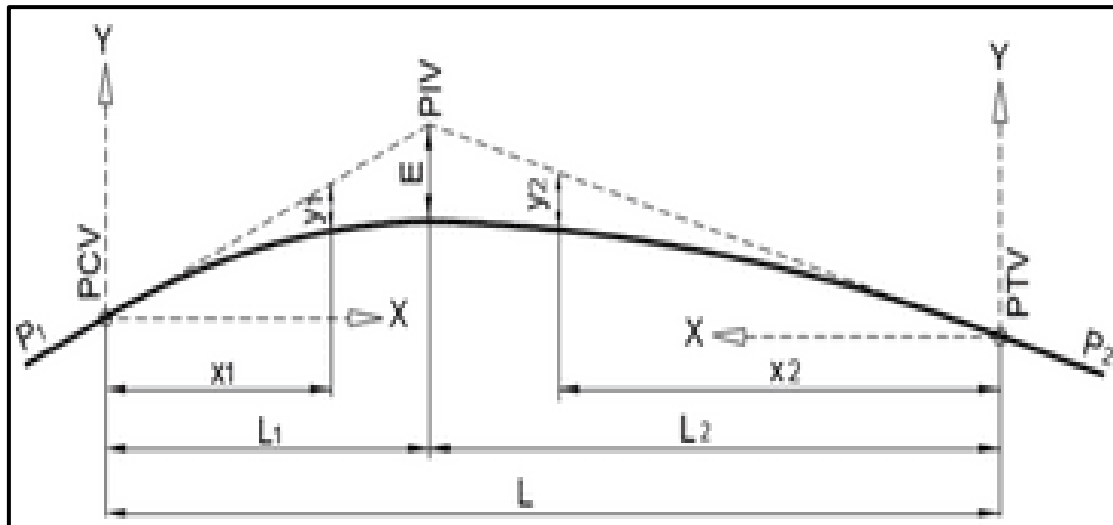
Se encuentran conformadas por un par de parábolas de longitudes distintas ( $L_1$  y  $L_2$ ), las cuales se enlazan a partir de una proyección vertical de PIV. Según el Manual para diseños



geométricos de vías se expresa de la forma que sigue. (Manual DG , 2018)

**Figura 10**

*Curvas verticales asimétricas.*



*Nota.* Se puede observar en la imagen la curva vertical asimétrica que está conformada por dos parábolas de diferente longitud ( $L_1$ ,  $L_2$ ) que se unen en la proyección vertical del PIV cabe indicar que esta imagen fue recopilada del manual de diseño geométrico (DG-2018).

Dónde:

PIV : Punto de intersección de las tangentes verticales.

PCV : Principio de la curva vertical.

PTV : Término de la curva vertical.

S1 : Pendiente de la tangente de entrada, en porcentaje (%).

L : Longitud de la curva vertical, medida por su proyección horizontal, en metros (m), se

cumple:  $L = L_1 + L_2$  y  $L_1 \neq L_2$ .

S2 : Pendiente de la tangente de salida, en porcentaje (%).

$L_2$  : Longitud de la segunda rama, medida por su proyección horizontal, metros (m).

$L_1$  : Longitud de la primera rama, medida por su proyección horizontal metros (m).

A : Diferencia algebraica de pendientes, en porcentaje (%).

$X_1$  : Distancia horizontal a cualquier punto de la primera rama de la curva medida desde el

PCV.





E : Externa. Ordenada vertical desde el PIV a la curva, en metros (m).

X2 : Distancia horizontal en un punto indistinto de la segunda rama de la curva medida desde el PTV.

Y2 : Ordenada vertical en un punto indistinto de la primera rama medida desde el PTV.

Y1 : Ordenada vertical en cualquier punto de la primera rama medida desde el PCV.

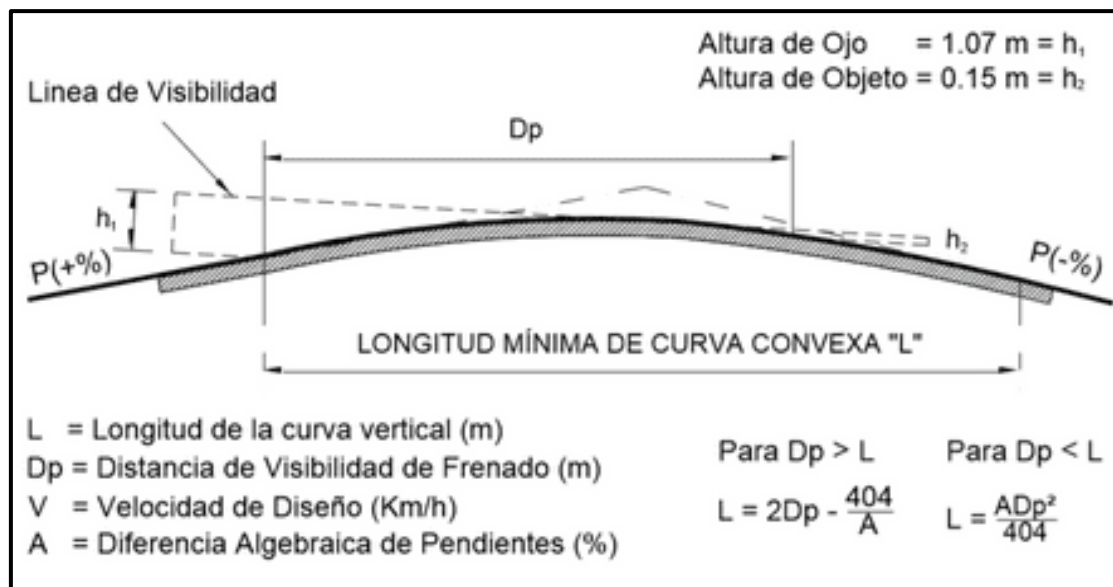
La longitud de las curvas en sentido convexo

En el Manual para diseños geométricos de vías, esta longitud puede calcularse utilizando las fórmulas que siguen:

**a) Para contar con la visibilidad de parada (Dp).**

**Figura 11**

*Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada.*



*Nota.* Se puede apreciar en la imagen la longitud mínima en una curva vertical convexa con distancia de visibilidad de parada cabe indicar que dicha imagen fue extraída del manual de diseño geométrico (DG-2018).

Dónde:

$L$  = Longitud de la curva vertical (m).

$V$  = Velocidad de Diseño (Km/h).

$D_p$  = Distancia de Visibilidad de Parada (m).



$A$  = Diferencia Algebraica de Pendientes (%).

Para  $D_p > L$

$$L = ADp^2 / 404$$

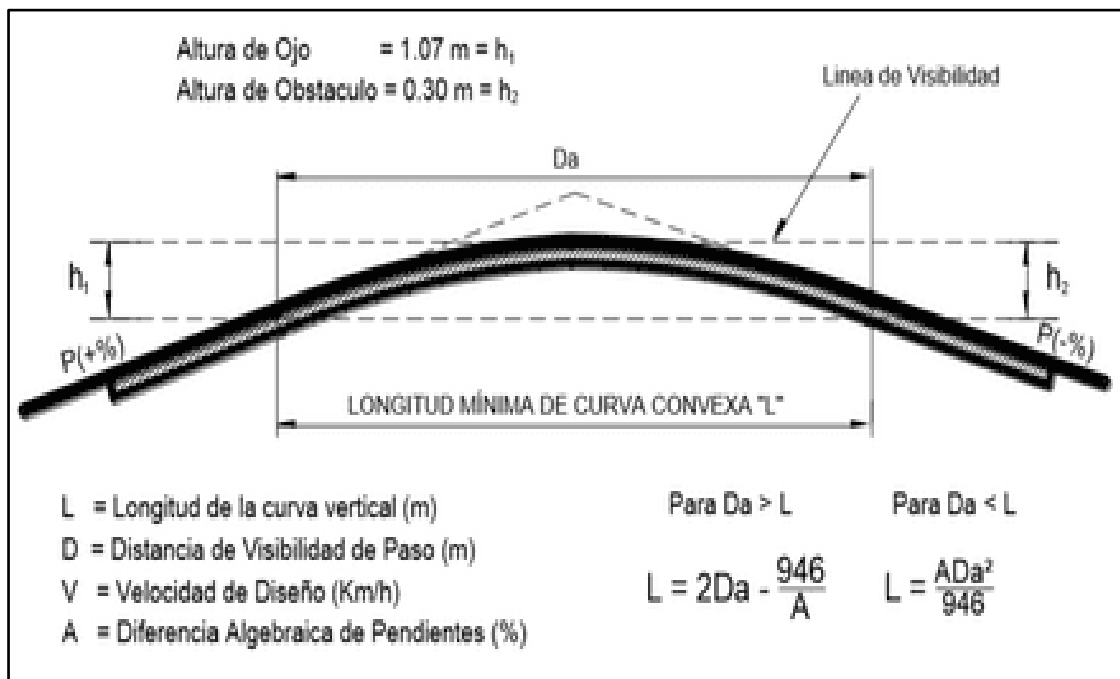
$$L = 2Dp - 404/A$$

Para  $D_p < L$  A

**b) Para contar con la visibilidad de adelantamiento o paso ( $D_a$ ).**

### Figura 12

*Longitud mínima de curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso o adelantamiento.*



*Nota.* Se puede apreciar en la imagen la longitud mínima en una curva vertical convexa con distancia de visibilidad de paso o adelantamiento cabe indicar que dicha imagen fue extraída del manual de diseño geométrico (DG-2018).

Dónde:

$D$  = Distancia de Visibilidad de Paso (m).

$L$  = Longitud de la curva vertical (m).

$V$  = Velocidad de Diseño (Km/h).

$$L = ADa^2 / 946$$



$$L = 2Da - 946/A$$

Para  $Da < L$

A = Diferencia Algebraica de Pendientes (%).

Para  $Da > L$

#### **2.2.4.2.4. Peralte.**

Conforme a los lineamientos del manual de diseño geométrico, un peralte es el grado de inclinación de forma transversal que presenta una vía en las secciones de cierta curva, esta sirve para hacer frente a la fuerza de centrifugación de un automotor. (Manual DG , 2018)

El cálculo del peralte considerando la seguridad en un deslizamiento, se realiza utilizando la fórmula detallada más abajo:

$$p = \frac{v^2}{127 * R} - f$$

En dónde:

v: Velocidad de diseño (km/h).

p: Peralte máximo asociado a la V.

f: Coeficiente de fricción lateral máxima asociado a la V.

R: radio mínimo (m).

#### **2.2.4.3. Diseño geométrico de la sección transversal**

Describe las particularidades de una vía en planos con corte en sentido vertical usual a la alineación en sentido horizontal, este facilita la definición de dimensiones y disposiciones de tales componentes, en la zona que corresponde a cada tramo y la interrelación que posee con el área medioambiental. El tramo transversal cambia entre los puntos de una carretera, puesto que surge de la mezcla entre diferentes componentes que lo conforman, sus formas, dimensiones y relaciones están en función de las tareas atribuidas a ellos y de las particularidades de la superficie y el trazado. (Manual DG , 2018)



### **2.2.5. Manual del diseño geométrico**

Se trata de un documento repleto de normas el cual recopila y organiza los procedimientos y técnicas para diseñar estructuras viales, considerando su desarrollo y concepción, y conforme a parámetros específicos. Cuenta con los datos necesarios para los distintos procedimientos, en el desarrollo de diseños geométricos de todo proyecto, conforme al grado de servicio y a la categoría a la cual pertenece, bajo los lineamientos de otras normas vigentes acerca de la gestión de estructuras viales. (Manual DG , 2018)

### **2.2.6. Velocidad de operación**

#### **2.2.6.1. Velocidad de operación en curvas.**

Siendo la velocidad uno de los factores más relevantes y fácil de apreciar, los primeros estudios se centraron en la realización del perfil de velocidades de operación en curvas a lo largo de la vía, teniendo en cuenta únicamente el trazado en planta. Sánchez, J. – 2011 (pag.16-33)

La representación gráfica del perfil permite localizar los puntos donde se incumple la regla establecida, con el fin de aplicar los correctivos pertinentes. Este procedimiento no fue muy difundido entonces, y se basó en las normas del Green Book de la AASHTO de 1965 y 1973, que se actualizaron posteriormente.

Si bien algunos autores hicieron estudios en los que se tiene en cuenta el trazado en alzado, sólo en el año 1999 se presentó una metodología que considera explícitamente parámetros del trazado en planta y en alzado; tomando en cuenta la normatividad del Green Book de la AASHTO, Fitzpatrick (2000) calibro los datos de esta normatividad correspondientes a la estimación de velocidades de operación del percentil 85 donde realizó estudios en 176 lugares localizados en carreteras de seis regiones de los Estados Unidos con diferentes combinaciones de alineaciones horizontal y vertical. Tomando al menos 100 mediciones de velocidad en cada emplazamiento, con radar y con sensores piezoeléctricos



localizados en recta y en curva, bajo diferentes condiciones de circulación.

#### **2.2.6.2. Velocidad de operación en tangentes.**

Para el cálculo de la velocidad de operación en tangentes se utilizaron medidas, en el cual la tangente está condicionada por las curvas que la preceden y suceden, por lo tanto, es necesario determinar si la tangente es o no independiente, para ello es necesario establecer  $LT_{mín}$  y  $LT_{máx}$  con el objetivo de diferenciar Felipe E., (2014 p. 55) entre los tres casos siguientes:

Caso 1:  $LT \leq LT_{mín}$  la tangente no es independiente, no se alcanza acelerar hasta  $V_{85}$ .

Caso 2:  $LT \geq LT_{máx}$  la tangente es independiente, se alcanza a acelerar hasta  $V_{85}$ .

Caso 3:  $LT_{mín} < LT < LT_{máx}$  la tangente es independiente, se alcanza a acelerar hasta  $V_{85}$ .

#### **2.2.7. Velocidad de diseño**

El significado de velocidad en el diseño evolucionó con el pasar del tiempo. Asimismo, se conceptualizó estos términos como “el nivel máximo de velocidad, razonable y uniforme que puede adoptar un conjunto rápido de automovilistas, después de alejarse de áreas urbanas”, definición que en 1938 recoge la AASTHO con un pequeño cambio: “la velocidad en el diseño es el nivel máximo de velocidad, no completamente uniforme que puede adoptar un conjunto veloz de automovilistas, no obstante, no se trata de solo un reducido conjunto de individuos imprudentes”. (AASTHO, 1938)

Sin embargo, al llegar los años 60 se empieza a mostrar interés por la velocidad verdadera en la conducción a fin de analizar ciertos parámetros para el diseño. (Rondon Quintana & Reyes Lizcano, 2015)

##### **2.2.7.1. Uso actual de la velocidad de diseño.**

La velocidad en el diseño constituye un dato de interés al momento de diseñar geoméricamente las vías, seleccionarlas es complicado para los individuos que elaboran estos proyectos. Al pasar los años, al diseñar geoméricamente las rutas se vuelven a considerar la



seguridad vial, lo cual en un inicio era importante, esto se refleja en la evolución del significado de los términos velocidad en el diseño con el pasar de los años (Manual DG, 2018).

Según el ministerio de transportes y comunicaciones del año 2018, la velocidad de diseño puede afirmarse como:

- La velocidad que se selecciona para el diseño de carreteras y que se vuelve parte principal en varios aspectos de una vía, es decir en: la distancia de visibilidad, el peralte y la curvatura, los cuales son muy importantes para operar de forma cómoda y segura un automóvil. (MTC, 2018)

Según el ministerio de transportes y comunicaciones del año 2020, la velocidad de diseño puede afirmarse como:

- Velocidad que se elige para diseñar, se entiende que será la mayor donde se pueda mantener la comodidad y seguridad, en un tramo específico de una vía, de presentarse situaciones favorables para la prevalencia de condiciones del diseño. (MTC, 2020)

Cuando se asigna la velocidad en el diseño, debe existir especial enfoque en la seguridad de los automovilistas. En líneas generales, se puede afirmar que es un concepto sencillo y coherente, asimismo, esta velocidad debe basarse en la velocidad de operación.

#### **2.2.7.2. Crítica al proceso de selección de la velocidad de diseño.**

En ni una sola etapa del diseño se considera al automovilista, en otras palabras, los diseñadores olvidan relacionar las ecuaciones con la vida real, Hauer E. (2000) indica que esto es para nada extraordinario ya que los ingenieros viales nacen en la ingeniería civil, ámbito en el cual no se diseñan proyecto a fin de conseguir interacción de individuos, en tal sentido los profesionales en ingeniería vial deben saber plenamente que una vía entra en contacto con un automovilista, en otras palabras, el automovilista reacciona de acuerdo a lo diseñado. (Echaveguren , 2013)

En los siguientes párrafos, se procede a describir el proceso seguido para seleccionar la



velocidad en el diseño que propone el Manual DG-2018, a fin de demostrar que efectivamente no se considera al automovilista en ni una sola etapa.

### **2.2.7.3. Proceso de selección de la velocidad de diseño.**

El manual de diseño geométrico del año 2018, propone un proceso para el diseño de caminos, el cual empieza por seleccionar la velocidad en el diseño y, para esta selección se consideran los siguientes factores: La tipificación de la carretera, clasificación de acuerdo a aspectos orográficos, esto se amplía en las siguientes líneas. (Manual DG , 2018)

#### **2.2.7.3.1. Clasificación de la vía.**

Según el (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018), conforme a la demanda la vía se puede clasificar de las siguientes formas:

- **Autopista de primera clase:**

Se trata de vías con un IMDA (Índice Medio Diario Anual) superior a 6,000 veh al día, con calzadas seccionadas a través de un separador central con 6.00 m como mínimo; dichas calzadas deben tener 2 carriles como mínimo con 3.60 m de anchura, además de un control completo de las salidas e ingresos que suministran un flujo vehicular constante, en ausencia de pasos o cruces y puentes para peatones en áreas urbanizadas. (Manual DG , 2018)

- **Autopista de segunda clase:**

Vías que poseen 6,000 a 4,001 veh al día de IMDA, sus calzadas están seccionadas a través de un separador central que varía desde los 6.00 m a 1.00 m, en tal escenario se implementa un sistema para contener los vehículos; las calzadas deben poseer 2 carriles mínimamente con 3.60 m de anchura, un control no total de las salidas e ingresos que provee un flujo vehicular constante; se admiten pasos o cruces y la presencia de puentes peatonales en áreas urbanizadas. (Manual DG , 2018)

- **Carretera de primera clase:**

Vías que poseen 4,000 y 2,001 veh al día de IMDA, una calzada que cuenta con carriles



con una anchura de 3.60 m mínimamente. Se admiten pasos o cruces vehiculares y en áreas urbanizadas se recomienda la presencia de puentes para el paso peatonal o mecanismos que aseguren la seguridad vial, para permitir la velocidad de operación con un alto grado de seguridad. (Manual DG , 2018)

- **Carretera de segunda clase:**

Vías que poseen 2,000 a 400veh al día de IMDA, la calzada presenta 2 carriles con 3.30 m de anchura mínima. Se admiten pasos o cruces automovilísticos, para áreas urbanizadas se recomienda contar con puentes para el paso peatonal o mecanismos que aseguren la seguridad vial, para permitir la velocidad de operación con un alto grado de seguridad. (Manual DG , 2018)

- **Carretera de tercera clase:**

Vías que poseen IMDA por debajo de 400veh al día, además tienen una calzada con 2 carriles con 3.00 m de anchura mínima. Excepcionalmente, la carretera puede tener una anchura de 2.50 m, si se cuenta con la aprobación que corresponde.

Dichas vías funcionan con soluciones económicas o básicas, que consisten en la administración de estabilizadores a la superficie, micro pavimentos o emulsiones de asfalto; además el suelo puede ser rodado. Al momento de pavimentarlas se debe considerar los lineamientos geométricos que se estipulan para vías de clase 2. (Manual DG , 2018)

- **Trocha carrozable:**

Se trata de caminos transitables, no llegan a tener las particularidades geométricas de una vía, generalmente presentan IMDA inferior a 200veh al día. La anchura mínima requerida para una calzada es 4.00m, para tal escenario se construyen ensanches conocidos como plazoletas para el cruce, en tramos de 500m. El suelo rodado se afirma o puede quedar sin afirmación. (Manual DG , 2018)





### 2.2.7.3.2. Índice medio diario anual (IMDA)

El índice medio diario anual (IMDA) es el promedio aritmético del volumen diario en un año, existente o previsible en un determinado tramo de una carretera. El índice obtenido hace pensar cuantitativamente, lo importante que resulta ser el tramo específico seleccionado y mediante este se puede elaborar el análisis de la factibilidad de índole económico. (Manual DG , 2018)

Los indicadores del IMDA en secciones particulares de una vía, provee al individuo que realiza proyectos, los datos suficientes para encontrar las particularidades del diseño de dicha vía, de la clasificación y desarrollo de programas para su mantenimiento y mejora. Los índices veh/días resultantes relevantes al analizar programas en temas de seguridad y cuantificar el servicio que se provee por medio de estas vías. (Manual DG , 2018)

Una vía es diseñada pensando en el volumen de vehículos, este se calcula con la demanda en un día promedio hasta el fin del proceso del diseño, hallando la cantidad de automóviles en promedio, que hacen uso de la ruta en un día en la actualidad esta aumenta mediante una tasa anual de crecimiento. Los volúmenes se obtienen a partir de sistemas tecnológicos o manualmente. (Altamira, 2008)

El IMDA resulta de la clasificación automovilística y de conteos de volumen en 7 días, además de un factor correctivo el cual está el comportamiento en un año del transporte de mercaderías e individuos. (Manual DG , 2018)

Este índice se calcula multiplicando el factor de corrección estacional (FC) y el índice medio diario semanal (IMDS), de la forma mostrada en la expresión que sigue (Manual DG , 2018):

$$\text{IMDA} = \text{FC} \times \text{IMDS}$$

En dónde:

FC: es el factor de corrección estacional.



IMDS: es el promedio de tráfico diario semanal o índice medio diario semanal.

El IMDS se calcula con el volumen de tráfico diario que se registra por la clase de automóvil en una sección de la vía en una semana, se expresa se la forma siguiente (Manual DG , 2018):

$$IMDS = \sum Vi / 7$$

En dónde:

$\sum Vi$ : Sumatoria de los volúmenes de tráfico al día en 7 días.

- **Vehículo de diseño:**

Según el Reglamento Nacional de Vehículos, los automóviles ligeros son los que pertenecen a la categoría M1 (automotores con 4 neumáticos que brindan servicio de transporte a usuarios que posean menos de ocho asientos, sin considerar al del chofer) y L (automotores que tengan debajo de 4 neumáticos). (DG – 2018 p.24)

En forma similar, los automóviles pesados son aquellos que pertenecen a la categoría O (semirremolques y remolques), N (automotores de 4 neumáticos destinados al traslado de mercaderías), M (automotores de 4 neumáticos destinados al traslado de personas, con excepción de la cat. M1) y la S (mezclas particulares de las categorías O, M y N). (Manual DG , 2018)

- **Ubicación de la estación de conteo vehicular:**

Se considera que para ubicar estaciones de conteo de vehículos para la investigación del tráfico, analizar la red considerando que la estación de conteo se ubica al final y principio de los tramos o secciones en este estudio, debe representar un flujo vehicular constante, posiblemente que posea un menor flujo vehicular de salida o ingreso, por tal motivo es importantes planificar el estudio, configurando una serie de redes, para situar a las estaciones de conteo y ellas ayudarán a conseguir datos más cercanos a la realidad, ya que se registrará cada vehículo que atraviese tal estación de los dos lados. (Rosales E., 2011)



### **2.2.7.3.3. Clasificación según condiciones orográficas.**

El manual de diseño geométrico nos indica que, de acuerdo a la orografía, menciona los siguientes tipos de vías (DG – 2018 p.14):

- **Terreno plano (tipo 1):**

Se trata de vías con pendientes transversales o igual a la vía en un 10%, las pendientes de longitud generalmente están por debajo del 3%, además demanda la mínima cantidad de movimiento de suelo, por lo que no es difícil trazarlo. (Manual DG , 2018)

- **Terreno ondulado (tipo 2):**

Son aquellas vías que tienen pendientes transversales su eje con un porcentaje de 11% a 50%, las pendientes de longitud oscilan entre los 3% a 6%, es necesario mover ligeramente la superficie, dando paso a alineamientos un tanto rectos, no es difícil trazarlo. (Manual DG , 2018)

- **Terreno accidentado (tipo 3):**

Vías con pendientes transversales a su eje en 51% y 100%, las pendientes longitudinales que predominan se ubican en los 6% a 8%, debido a lo cual es necesario mover la superficie fuertemente, en tal sentido es difícil trazarlo. (Manual DG , 2018)

- **Terreno escarpado (tipo 4):**

Vías con pendientes transversales a sus ejes mayores al 100%, las pendientes longitudinales excepcionalmente son mayores a 8%, necesita un movimiento de superficie máximo, debido a esto es muy difícil trazarlo. (Manual DG , 2018)

Para seleccionar la velocidad en el diseño no se consideran las percepciones del automovilista, diversos autores detectaron esta equivocación y buscan la solución a partir de múltiples enfoques para el análisis del diseño de índole geométrico. (Manual DG , 2018)

### **2.2.8. Puntos de concentración de accidentes**

Los puntos de concentración de accidentes son el resultado de la secuencia que debe



ser utilizada en el diagnóstico de los accidentes de circulación vial producidos en los tramos de Concentración de Accidentes. En el campo de la seguridad vial, es muy importante realizar correctamente dicho diagnóstico porque la misma permite discriminar entre aquellos accidentes atribuibles a factores directamente relacionados con la carretera y los que se deben a otras causas. Por ello, se explican las herramientas de análisis utilizadas para este fin. Una vez discriminados los factores relacionados con la carretera, se puede proceder a diseñar las medidas correctoras y, por consecuencia, el equipamiento de la carretera. (McKENZIE, L.S., 1982)

### **2.2.9. Dispositivos de control**

#### **2.2.9.1. Señales verticales preventivas.**

Su propósito es advertir a los usuarios sobre la existencia y naturaleza de riesgos y/o situaciones imprevistas presentes en la vía o en sus zonas adyacentes, ya sea en forma permanente o temporal. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Estas señales ayudan a los conductores a tomar las precauciones del caso, por ejemplo, reduciendo la velocidad o realizando maniobras necesarias para su propia seguridad, la de otros vehículos y de los peatones. Su ubicación se establecerá de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente.

##### **2.2.9.1.1 Forma**

Son de forma cuadrada con uno de sus vértices hacia abajo formando un rombo, a excepción de las siguientes señales. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

- SEÑAL DE CRUCE FERROVIARIO A NIVEL “CRUZ DE SAN ANDRÉS”
- SEÑAL PROHIBIDO ADELANTAR, forma de triángulo con eje principal horizontal.
- SEÑAL DELINEADOR DE CURVA HORIZONTAL - “CHEVRON”



### **2.2.9.1.2 Color**

Son de color amarillo en el fondo y negro en las orlas, símbolos, letras y/o números; las excepciones a estas reglas son:

- Semáforo (amarillo, negro, rojo y verde)
- Previsión de pare (amarillo, negro, rojo y blanco)
- Previsión de ceda el paso (amarillo, negro, rojo y blanco)
- Para ciclistas; para peatones; para cruce escolar; y niños jugando, se debe utilizar el amarillo verde fluorescente en el fondo y negro en las orlas, símbolos, letras y/o números.

Tratándose de algunas señales preventivas sobre características operativas de la vía, excepcionalmente el color de fondo puede ser amarillo fluorescente.

### **2.2.9.1.3 Ubicación**

Deben ubicarse de tal manera, que los conductores tengan el tiempo de percepción-respuesta adecuado para percibir, identificar, tomar la decisión y ejecutar con seguridad la maniobra que la situación requiere. La distancia desde la señal preventiva al peligro que ésta advierte debe ser en función de la velocidad límite o la del percentil 85, de las características de la vía, de la complejidad de la maniobra a efectuar y del cambio de velocidad requerido para realizar la maniobra con seguridad. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

La Tabla 3 constituye una guía de las distancias de ubicación de las señales, en función a la velocidad límite, y distancia de reducción de velocidad y cambio de carril, las cuales deben ser confirmadas en función al estudio de ingeniería vial correspondiente. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)



**Tabla 3**

*Distancias de ubicación anticipada*

Límite de velocidad o 85% de velocidad	Distancias de ubicación anticipada en metros (m)												
	Condición "A" Reducción de velocidad y cambio de carriles en tráfico pesado	Condición "8" reducción de velocidad a la especificada para la condición*											
		0	10	20	30	40	50	60	70	80	90	100	110
30	60 m	N/A"	N/A	N/A"	N/A"	-	-	-	-	-	-	-	-
40	100 m	N/A"	N/A	N/A"	N/A"	N/A"	-	-	-	-	-	-	-
50	150 m	N/A"	N/A	N/A"	N/A"	N/A"	-	-	-	-	-	-	-
60	180 m	30	N/A	N/A"	N/A"	N/A"	N/A"	-	-	-	-	-	-
70	220 m	50	40	30	N/A"	N/A"	N/A"	N/A"	-	-	-	-	-
80	260 m	80	60	55	50	40	30	N/A"	N/A"	-	-	-	-
90	310 m	110	90	80	70	60	40	N/A"	N/A"	N/A"	-	-	-
100	350 m	130	120	115	110	100	90	70	60	50	N/A"	-	-
110	380 m	170	160	150	140	130	120	110	90	70	50	N/A"	-
120	420 m	200	190	185	180	170	160	140	130	110	90	60	40
130	460 m	230	230	230	2200	210	200	180	170	150	120	100	70

*Nota:* Se puede apreciar en la tabla las distancias que se tienen que tomar en cuenta para una ubicación anticipada cabe indicar que dicha tabla fue extraída del manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras (edición, 2016).



En la condición A las distancias son ajustadas para una distancia de lectura de 55m.

### **2.2.9.2. Señales verticales informativas**

Tienen la función de informar a los usuarios, sobre los principales puntos notables, lugares de interés turístico, arqueológicos e históricos existentes en la vía y su área de influencia y orientarlos y/o guiarlos para llegar a sus destinos y a los principales servicios generales, en la forma más directa posible. De ser necesario las indicadas señales se complementarán con señales preventivas y/o reguladoras. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Las señales informativas entre otros, deben abarcar los siguientes conceptos:

- Puntos Notables: Centros poblados, ríos, puentes, túneles y otros.
- Zonas Urbanas: Identificación de rutas y calles, parques y otros.
- Distancias: A principales puntos notables, lugares turísticos, arqueológicos e históricos.
- Señalización bilingüe: español e inglés, según lo normado en la Sección 2.7 del presente Manual.

#### **2.2.9.2.1 Forma y color**

Son de forma rectangular o cuadrado. Las excepciones son las señales tipo flecha y de identificación vial tales como: Escudo en las Rutas Nacionales, Emblema en las Rutas Departamentales o Regionales, y círculo en las Rutas Vecinales o Rurales. En general en las carreteras son de fondo verde y sus leyendas, símbolos y orlas son de color blanco; en las carreteras que atraviesan zonas urbanas, y en las vías urbanas, el fondo es de color azul, con letras, flechas y marco de color blanco. Las de servicios generales, son de fondo azul, con leyendas, símbolos y orlas de color blanco. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Las de sitios de interés turístico, arqueológico e histórico, son de fondo café o del color que oficialmente establezca el órgano normativo correspondiente del Ministerio de Comercios



Exterior y Turismo o Ministerio de Cultura; con leyendas, símbolos y orlas de color blanco. Las de servicios auxiliares, son de fondo azul con recuadro blanco, símbolo negro y letras blancas. Las de primeros auxilios médicos, llevará como símbolo una cruz de color rojo con fondo blanco. Las señales indicadoras de ruta, de acuerdo al diseño indicado. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

#### 2.2.9.2.2 *Tamaño y estilo de letras*

Los textos que indican los nombres de los destinos son con letras mayúsculas, cuando la altura mínima requerida para las letras es menor o igual a 15 cm. Si es superior a 15 cm., debe usarse minúsculas comenzando cada palabra con mayúscula, cuya altura será 1,5 veces mayor que la de las minúsculas. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Sobre el estilo de las letras, se empleará el correspondiente a la Serie “E”, pudiendo usarse otras series para casos especiales, debidamente justificados ante el órgano competente la Sección se detalla al tipo de series que puede emplearse. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

En función a velocidades máximas de operación, en la Tabla 4 se muestra dos valores de alturas mínimas de letras para leyendas simples y complejas.

Las leyendas simples son aquellas que no superan 2 líneas, y las leyendas complejas, tales como señales tipo “mapa”, son aquellas de 3 o más líneas de texto o señales aéreas.

**Tabla 4**

*Altura mínima de letras para velocidades máximas de operación*

Velocidad máxima (km/h)	Tipo de texto	Altura mínima de la letra (cm)	
		Leyendas simples	Leyendas complejas
<50	Solo mayúsculas	12,5	17,5
50 a 70	Mayúsculas - minúsculas	15,0	22,5
70 a 90	Mayúsculas - minúsculas	20,0	30,0
90 a 120	Mayúsculas - minúsculas	25,0	35,0

*Nota:* Se puede apreciar en la tabla la altura mínima de las letras para velocidades





máximas cabe indicar que dicha tabla fue extraída del manual de dispositivos de control del tránsito automotor para calles y carreteras (edición, 2016).

No obstante, para casos especiales debidamente justificados ante el órgano competente, los tamaños mínimos de letra pueden incrementarse en función a las condiciones del tránsito y su composición, geometría de la vía u otros factores que lo justifiquen.

#### **2.2.9.2.3 Orla**

El ancho de la orla debe corresponder a los valores especificados en la Tabla 2.5 y la distancia entre el borde exterior de la orla y el borde de la señal deber ser de 1 cm.

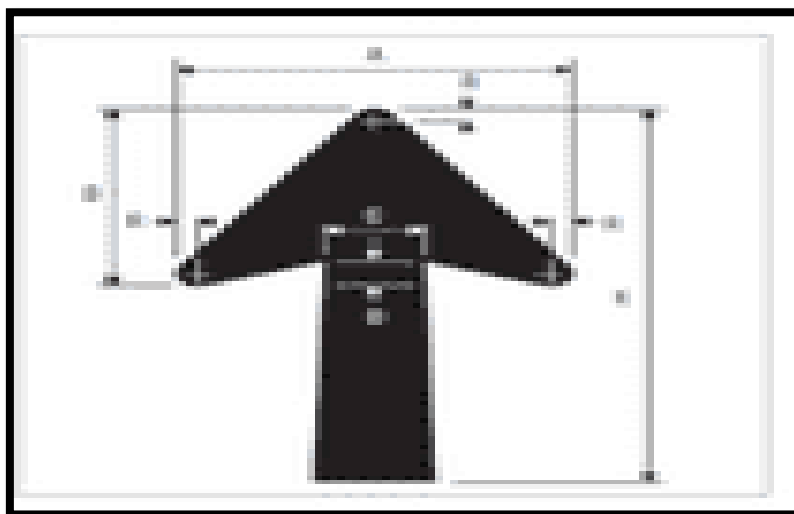
#### **2.2.9.2.4 Flechas**

Las flechas se usan para indicar la dirección y sentido a seguir para llegar a los destinos y en el caso de señales aéreas, el o los carriles de determinados destinos. Las dimensiones de las flechas están en función de la altura de las letras más grandes de la señal. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Las dimensiones de la flecha se aprecian en la Figura 13, y la relación de las dimensiones de la flecha con la altura de la letra mayúscula.

### **Figura 13**

*Dimensiones de la flecha de destino*

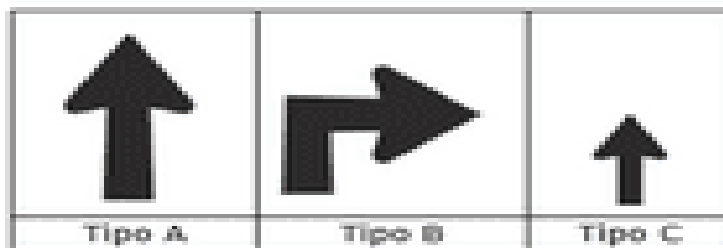


Altura de Letra Mayúscula (cm)	Dimensiones (cm)					
	A	B	C	D	E	R
20	38	29	9,5	3,3	42,5 a 62,5	2
25 a 32,5	45,6	34,8	11,4	4,0	51 a 75	2,4
40	55,9	42,6	14	4,9	62,5 a 87,5	2,9

*Nota:* En la Figura se muestra los tipos de las flechas que deben utilizarse en las señales informativas, las que, de acuerdo a las características de la vía a señalizar, se colocarán en la posición requerida.

### Figura 14

*Tipos de flecha de destino*



*Nota:* En la figura se muestra los tipos de las flechas de destino que deben utilizarse en las señales informativas, las que, de acuerdo a las características de la vía a señalizar, se colocarán en la posición requerida.

**Flecha tipo A.** Se usa para indicar la dirección de un destino o un grupo de destinos. Su ubicación estará al costado del texto que indica el o los destinos.

**Flecha tipo B.** Se usa para indicar la dirección de un destino o un grupo de destinos, en la que la flecha forma un ángulo. Su ubicación estará al costado del texto que indica el o los destinos.

**Flecha tipo C.** Su uso se restringe a señales menores con letras mayúsculas menores o iguales a 20 cm. Las dimensiones especificadas de las flechas pueden ser aumentadas si un estudio de ingeniería vial lo justifica, debiendo mantenerse en todo caso la proporcionalidad entre las letras mayúsculas y la flecha.

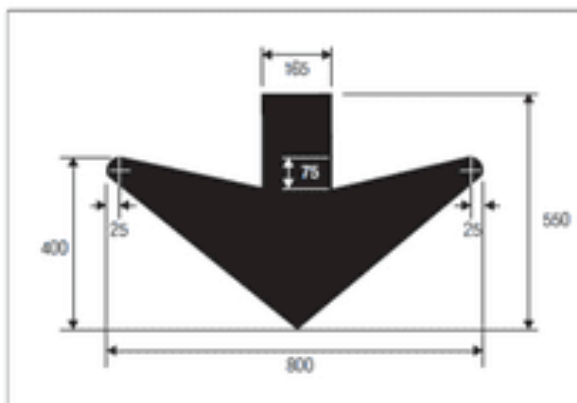
Cuando se usan flechas de destino en señales aéreas (pórticos, bandera y otros) éstas

deberían indicar la dirección de la maniobra para salir de la vía y en este caso, la flecha debe ser oblicua ascendente u horizontal, representando adecuadamente el ángulo de la maniobra de la salida. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

Cuando se usan flechas descendentes en señales aéreas para asociar un carril con un destino, la flecha debe apuntar aproximadamente al centro del carril asociado al destino indicado en la leyenda que está sobre la flecha. No será permitido dos tipos de flechas apuntando al mismo carril. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)

### Figura 15

*Dimensiones de flecha descendente en señales aéreas (cm)*



*Nota:* En la figura se muestran las dimensiones de la flecha descendente en señales aéreas, las que, de acuerdo a las características de la vía a señalizar, se colocarán en la posición requerida.

#### 2.2.9.3 Señales verticales reglamentarias

Tienen por objeto notificar a los usuarios, las limitaciones, restricciones, prohibiciones y/o autorizaciones existentes que gobiernan el uso de la vía y cuyo incumplimiento constituye una violación a las disposiciones contenidas en el Reglamento Nacional de Tránsito, vigente; así como a otras normas del MTC. (Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras, 2016)



### ***2.2.9.3.1 Características de las señales verticales reguladoras o de reglamentación***

Mensaje Además de comunicar a los usuarios sobre las limitaciones, prohibiciones, restricciones, obligaciones y/o autorizaciones existentes a través de símbolos, puede ser necesario complementar la señal mediante mensajes, cuando por ejemplo las prohibiciones o restricciones se aplican sólo para ciertos días o períodos (MTC, 2016).

Tales complementos constituyen mensajes adicionales en la placa de la señal, que indiquen por ejemplo el límite espacial de la prohibición o restricción, mediante leyendas tales como “EN ESTA CUADRA” o “EN AMBOS COSTADOS” (MTC, 2016).

Igualmente, se puede especificar el punto de inicio o de término de la prohibición o restricción acompañada de flechas indicativas, Figura 16.

#### **Figura 16**

*Ejemplos de mensajes en señales reglamentarias de prohibición o restricción.*



*Nota:* En la figura se muestran ejemplos de mensajes en señales reglamentarias de prohibición o restricción, las que de acuerdo a las características de la vía a señalizar, se colocarán en la posición requerida.

### ***2.2.9.3.2 Ubicación de las señales reguladoras o de reglamentación***

La ubicación de las señales será establecida de acuerdo al estudio de ingeniería vial correspondiente; precisando que cuando las condiciones del tránsito así lo requieran, pueden colocarse al costado izquierdo o en pódicos, a fin de contribuir a su observación y respeto (MTC, 2016).



### 2.2.9.3.3 Clasificación de las señales reguladoras o de reglamentación

Se clasifican en señales de:

- a. Prioridad
- b. Prohibición
  - De maniobras y giros
  - De paso por clase de vehículo
  - Otras
- c. Restricción
- d. Obligación
- e. Autorización

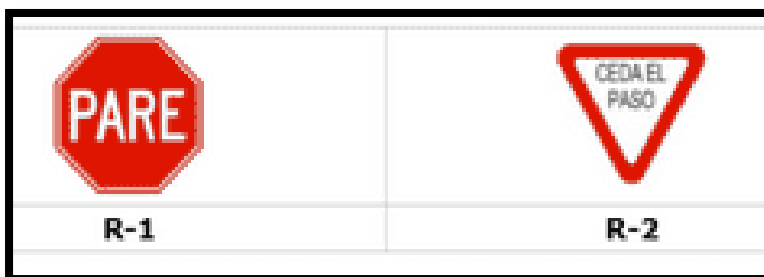
#### *Señales de prioridad*

Son aquellas que regulan el derecho de preferencia de paso, y son las dos siguientes:

- (R-1) SEÑAL DE PARE
- (R-2) SEÑAL DE CEDA EL PASO

#### **Figura 17**

##### *Señales de prioridad*



*Nota:* En la figura se muestran señales de prioridad, las que de acuerdo a las características de la vía a señalar, se colocarán en la posición requerida.

**La señal (R-1) PARE** dispone que el conductor de un vehículo se detenga antes de cruzar una intersección, y debiendo determinarse su ubicación de acuerdo al estudio de ingeniería vial antes indicado, puesto que su uso indiscriminado puede afectar negativamente a su credibilidad, y en lugar de ayudar a la seguridad vial en una intersección puede generar inseguridad (MTC, 2016).



La señal (R-2) CEDA EL PASO dispone que el conductor de un vehículo que circula por una vía de menor prioridad, (vía secundaria o auxiliar) permita el paso de otro vehículo que circula por una vía de mayor prioridad (vía principal). Su ubicación está en función de la visibilidad del que circula por la vía de menor prioridad y la distancia necesaria para ceder el paso antes de entrar a una intersección. En caso contrario, debe emplearse la señal (R-1) PARE (MTC, 2016).

### *Señales de prohibición*

Se usan para prohibir o limitar el tránsito de ciertos tipos de vehículos o determinadas maniobras. Se representa mediante un círculo blanco con orla roja cruzado por una diagonal también roja, descendente desde la izquierda formando un ángulo de 45° con la horizontal. La señal (R-28) NO ESTACIONAR, NI DETENERSE es una excepción en la cual hay dos diagonales (MTC, 2016).

Cuando una prohibición afecta sólo a un tipo de vehículo, debe agregarse un mensaje que lo identifique claramente. A modo de ejemplo, si la prohibición afecta únicamente a buses, la señal se compone del símbolo correspondiente y el mensaje “BUSES” ubicada en la parte superior (MTC, 2016).

Cuando se trate de prohibiciones a la circulación que apliquen a uno o más tipos de vehículos, o a vehículos y peatones, las correspondientes señales pueden presentarse agrupadas en un mismo poste, en placa de color blanco de fondo (MTC, 2016).

#### **2.2.9.4 Demarcaciones Generales**

Las Marcas en el Pavimento o Demarcaciones, constituyen la señalización horizontal y está conformada por marcas planas en el pavimento, tales como líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes. (MTC, 2016).

Forma parte de esta señalización, los dispositivos elevados que se colocan sobre la



superficie de rodadura, también denominadas marcas elevadas en el pavimento, con el fin de regular, canalizar el tránsito o indicar restricciones. (MTC, 2016).

Las Marcas en el Pavimento, también tienen por finalidad complementar los dispositivos de control del tránsito, tales como las señales verticales, semáforos y otros, puesto que tiene la función de transmitir instrucciones y mensajes que otro tipo de dispositivo no lo puede hacer de forma efectiva (MTC, 2016).

Para que las Marcas en el Pavimento, cumpla su función adecuadamente requieren uniformidad respecto a sus dimensiones, diseño, símbolos, caracteres, colores, frecuencia de uso, circunstancias en que se emplea y tipo de material usado (MTC, 2016).

En ningún caso se pondrá en servicio una vía sin las marcas en el pavimento correspondientes, en caso de ser necesario, se utilizará demarcación temporal debe ser retrorreflectiva y debe cumplir con los requisitos mínimos establecido en este Manual y las especificaciones técnicas correspondientes que establece las de más normas de Gestión de Infraestructura Vial sobre la materia (MTC, 2016).

#### ***2.2.9.4.1 Función***

Se emplean para regular o reglamentar la circulación, advertir y guiar a los usuarios de la vía, por lo que constituyen un elemento indispensable para la operación vehicular y seguridad vial (MTC, 2016).

#### **2.2.9.5 Demarcaciones Longitudinales planas**

Las marcas planas en el pavimento están constituidas por líneas horizontales y transversales, flechas, símbolos y letras, que se aplican o adhieren sobre el pavimento, sardineles, otras estructuras de la vía y zonas adyacentes (MTC, 2016).

Se emplean para delimitar carriles y calzadas, indicar zonas con y sin prohibición de adelantar o cambiar de carril, zonas con prohibición de estacionamiento; delimitar carriles de uso exclusivo para determinados tipos de vehículos tales como carriles exclusivos para el



tránsito de bicicletas, motocicletas, buses y otros (MTC, 2016).

#### **2.2.9.5.1 Materiales**

Los diferentes tipos de materiales aplicados en capas delgadas en las marcas planas en el pavimento, tales como pinturas, materiales plásticos, termoplásticos y/o cintas preformadas, entre otros, deberán cumplir los requisitos mínimos y características establecidas en las “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales”, Manual de Carreteras: “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” y Manual de Carreteras: “Mantenimiento o Conservación Vial”, vigentes (MTC, 2016).

#### **2.2.9.5.2 Tolerancias**

Cuando se requiera mejorar la visibilidad de una demarcación o darle un énfasis especial, tales dimensiones pueden ser aumentadas, siempre que un estudio técnico lo justifique, y que las leyendas y símbolos mantengan sus proporciones. En términos generales, toda demarcación plana recién aplicada debe presentar bordes nítidos, alineados y sin deformaciones, de modo que sus dimensiones queden claramente definidas (MTC, 2016).

En la Tabla 5 se señalan las tolerancias aceptadas en las dimensiones de demarcaciones planas en su momento de aplicación. En particular, cuando se aplique una demarcación plana sobre otra preexistente de las mismas dimensiones, esta última debe quedar cubierta (MTC, 2016).

**Tabla 5**

*Tolerancias máximas en las dimensiones de marcas planas en el pavimento*

<b>Dimensiones</b>	<b>Tolerancia permitida</b>
Ancho de línea	±3%
Largo de una línea segmentada	±5%
Dimensiones de símbolos y letras	±5%
Separación entre líneas adyacentes	±5%

*Nota:* En la figura se muestran las tolerancias máximas en las dimensiones de marcas planas sobre el pavimento, se colocarán en la posición requerida.





### 2.2.9.5.3 Color

Los colores a utilizarse en las Marcas Planas en el Pavimento son:

**Blanco:** “Separación de corrientes de tráfico en el mismo sentido. Se empleará en bordes de calzada, demarcaciones longitudinales, demarcaciones transversales, demarcaciones elevadas, flechas direccionales, letras, espacios de estacionamiento permitido” (MTC, 2016).

**Amarillo:** Se emplea excepcionalmente para señalar áreas que requieran ser resaltadas por las condiciones especiales de la vía, tales como canales de tráfico en sentidos opuestos, canales de tráfico exclusivos para sistemas de transportes masivo, objetos fijos adyacentes a la misma, líneas de no bloqueo de intersección, demarcación elevada y borde de calzada de zonas donde está prohibido estacionar (MTC, 2016).

**Azul:**” Complementación de señales informativas, tales como zonas de estacionamiento para personas con movilidad reducida, separación de carriles para cobro de peaje electrónico y otros” (MTC, 2016).

**Rojo:** “Demarcación de rampas de emergencia o zonas con restricciones” (MTC, 2016).

### 2.2.9.5.4 Contraste

La relación de contraste entre el pavimento y la marca plana en el pavimento, denominada como ( $R_c$ ), se obtiene de acuerdo a la siguiente relación:

$$R_c = (\beta_{\text{demarcación}} - \beta_{\text{pavimento}}) / \beta_{\text{pavimento}}$$

$\beta$  = Factor de Luminancia

Los valores correspondientes, se encuentran especificados en las “Especificaciones Técnicas de Pinturas para Obras Viales”, Manual de Carreteras: “Especificaciones Técnicas Generales para Construcción” (EG) y Manual de Carreteras: “Mantenimiento o Conservación Vial”, vigentes (MTC, 2016).



#### **2.2.9.5.5 Significado y ancho**

- Línea doble continua: Indica el máximo nivel de restricción de paso o atravesamiento a otro carril.
- Línea continua: Restringe el paso o atravesamiento a otro carril.
- Línea segmentada: Indica que está permitido el paso o atravesamiento a otro carril, observando las medidas de seguridad vial.
- Línea punteada: Indica la transición entre líneas continuas y/o segmentadas. Es más corta y ancha que la línea segmentada.
- Brecha: Espaciamiento entre líneas segmentadas y punteadas.
- Ancho de línea continua y segmentada: De 10 cm a 15 cm.
- Ancho de línea punteada: El doble de línea segmentada.
- Ancho extraordinario de líneas: El doble del ancho de líneas continuas y segmentadas.
- Ancho de separación de líneas dobles: Debe ser igual al ancho de las líneas.

#### **2.2.9.6 Demarcaciones elevadas**

Son delineadores que se colocan en forma longitudinal y transversal en el pavimento, y tienen por función principal complementar las marcas planas en el pavimento. Las marcas elevadas en el pavimento se clasifican en delineadores de piso y delineadores elevados (MTC, 2016).

##### **2.2.9.6.1 Delineadores de piso**

##### **2.2.9.6.2 Tachas retrorreflectivas**

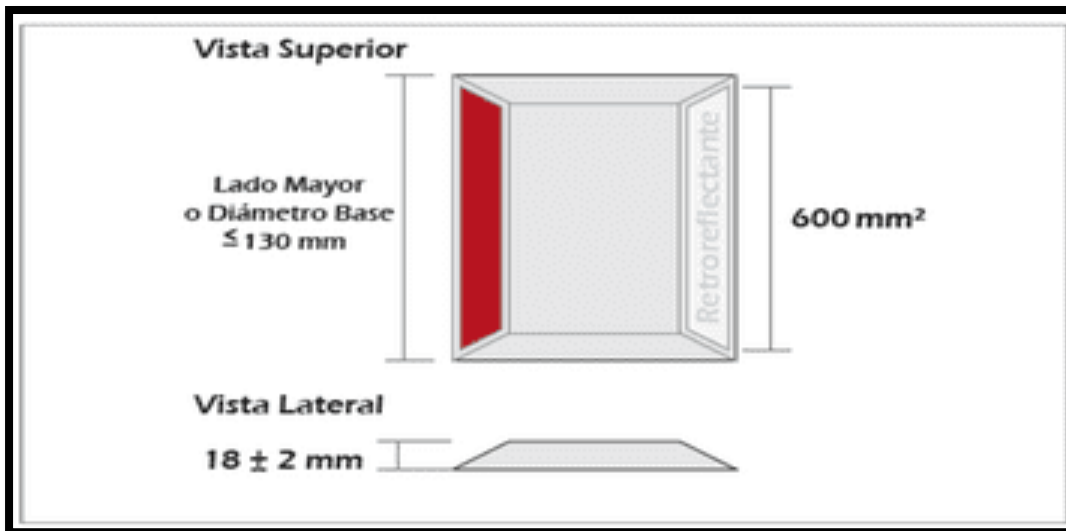
Son aquellas que cuentan con un material retrorreflectivo en una o dos de sus caras que enfrentan el sentido del tráfico, pero también pueden ser iluminadas internamente en forma continua. En el caso de advertir la presencia de un reductor de velocidad o cruce peatonal, estas tachas podrán ser destellantes o intermitentes (MTC, 2016).

Los materiales, su clasificación, dimensiones, uso de colores y otras especificaciones

técnicas deberán cumplir con lo establecido en el Manual de Carreteras: Especificaciones Técnicas Generales para Construcción (EG vigente), y en el caso de ser iluminadas, deberá realizarse de acuerdo a lo establecido en las subsecciones, Especificaciones Especiales del Manual antes mencionado (MTC, 2016).

### Figura 18

*Ejemplo de tacha retrorreflectiva u “ojo de gato”*



*Nota:* En la figura se muestra la tacha retrorreflectiva u el llamado ojo de gato, que existen sobre el pavimento, se colocarán en la posición requerida.

Las tachas retrorreflectivas se deben instalar al lado derecho a 0.05 m. de las demarcaciones planas continuas y en el caso de demarcaciones planas segmentadas se colocará al centro de la brecha o el tramo discontinuo. En caso de no existir berma pavimentada se instalará pegada al lado izquierdo de la línea de calzada (MTC, 2016).

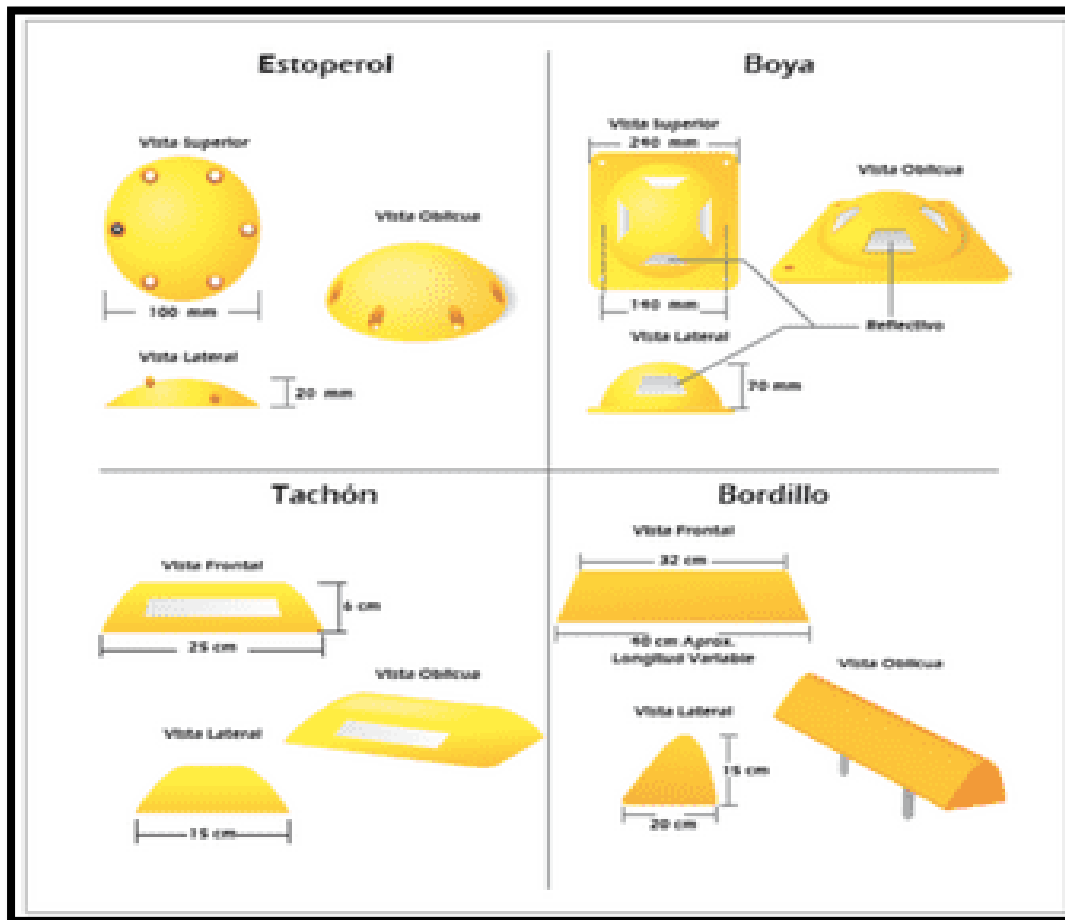
El espaciamiento entre las tachas retrorreflectivas de cualquier vía es función del patrón utilizado para la línea de carril (MTC, 2016).

#### 2.2.9.6.3 Otros delineadores de piso

En la Figura 19 se muestran ejemplos de otros delineadores de piso y sus dimensiones, tales como “Estoperoles” de sección circular, “Boyas”, “Tachones” y “Bordillos”, los cuales pueden tener o no materiales retrorreflectivos (MTC, 2016).

**Figura 19**

*Ejemplos de otros delineadores de piso*



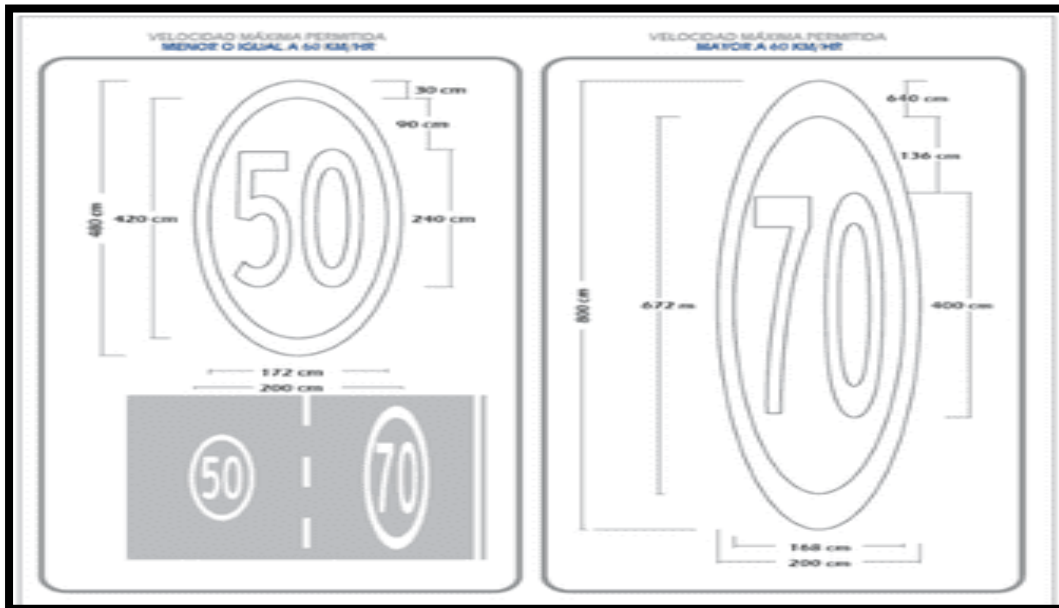
*Nota:* En la figura se muestran otros delineadores de piso como el estoperol, boya, tachón y bordillo; que existen sobre el pavimento se colocarán en la posición requerida.

### 2.2.9.7 Demarcación de otros elementos

Demarcación “VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA”: Símbolo que se demarca en el pavimento, para indicar la Velocidad Máxima Permitida en determinado carril, como complemento de la Señal Vertical (R-30) “VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA”. Su color es blanco y sus dimensiones se detallan en la Figura 20 (MTC, 2016).

**Figura 20**

*Dimensiones de demarcación “VELOCIDAD MÁXIMA PERMITIDA”*



*Nota:* En la figura se muestran las dimensiones de demarcación de la velocidad máxima permitida de 50 km/h y 70 km/h; que existen sobre el pavimento se colocarán en la posición y dimensiones requeridas.

### **2.2.9.8 Visibilidad y distancia de visibilidad**

### **2.2.10 Índice de mortalidad y peligrosidad**

## **2.3. Hipótesis**

### **2.3.1. Hipótesis General**

Realizando una inspección de seguridad vial utilizando la metodología del manual de seguridad vial del MTC – 2017 optimizaremos la seguridad vial de la carretera PE-3S Chinllahuacho – Challabamba, del Distrito de Limatambo.

### **2.3.2. Hipótesis Específicas**

- Determinando las características del diseño geométrico de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba, del distrito de Limatambo, se mejoraría la seguridad vial.
- Las velocidades de operación en curvas y tangentes en la seguridad vial tendrán una incidencia alta entro de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo.



- Los puntos de concentración de accidentes representaran 43 sitios en la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho – Challabamba, conforme al método empírico de Bayes.
- Los dispositivos de control influirán altamente en un 70 % en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba, conforme al Manual de Seguridad vial MTC – 2017.
- El índice de mortalidad en la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba, es en promedio de 30 personas por año y la peligrosidad de la vía es del 45 % debido a las características geométricas de la carretera.
- Las propuestas de mejora de los dispositivos de control y diseño geométrico mejoraran en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba.

## **2.4. Definición de variables**

### **2.5.1. Identificación De Variables**

#### **2.5.1.1 Variables Dependientes**

X1. Seguridad Vial.

#### **2.5.1.2. Indicadores De Variables dependientes**

X1. Accidentabilidad.

#### **2.5.1.3. Variables Independientes**

Y1. Diseño Geométrico en Planta

Y2. Velocidades de Operación

Y3. Puntos de Concentración de Colisiones

Y4. Puntos donde los dispositivos de control influirán

Y5. Índice de Mortalidad y Peligrosidad

#### **2.5.1.4. Indicadores De Variables Independientes**

Y1. Curvas Horizontales (m), Sobreancho (m), Pendiente Longitudinal (%), Curvas Verticales (m), Peralte (%), Tipo de berma (m), cunetas (m).



Y2. Velocidades mínimas y máximas en curvas y tangentes. (km/h)

Y3. Número de sitios de concentración de colisiones (BSM). (#)

Y4. Número de tramos donde la carretera no cuente con dispositivos de control adecuados. (#)

Y5. Índice de mortalidad y peligrosidad. (%)#)

### 2.5.2. Operacionalización de variables

**Tabla 6**

*Cuadro de Operacionalización de variables*

VARIABLES	DESCRIPCION	INDICADORES	INSTRUMENTOS
<b>DEPENDIENTES</b>		<b>DEPENDIENTES</b>	
X1. Seguridad Vial.	- Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad.	- Accidentabilidad	- Fichas Excel, Listas de chequeo utilizados en una inspección de seguridad vial.
<b>INDEPENDIENTES</b>	<b>DIMENSION</b>	<b>INDEPENDIENTES</b>	
Y1. Diseño Geométrico en Planta.	- El diseño geométrico de la carretera, con el tipo de vehículos que circulan por ella, diseñadas siguiendo una normativa	Y1. Curvas Horizontales (m), Sobre ancho (m), Pendiente Longitudinal (%), Curvas Verticales (m), Peralte (%), Tipo de berma (m), cunetas (m).	- Levantamiento Topográfico con <u>Drone</u> , Software de procesamiento (AutoCAD, Civil 3D) Guías de observación y <u>Wincha</u> .
Y2. Velocidades de Operación.	referente a sus dimensiones y propiedades.		- Pistola radar medidor de velocidades.
Y3. Puntos de Concentración de	- Relación entre el tramo recorrido por	Y2. Velocidades mínimas y máximas en curvas y tangentes. (km/h)	



Colisiones.	un móvil y el tiempo que ha tardado en curvas y tangentes.		- Guías de Observación, Fichas Excel.
Y4. Puntos donde los dispositivos de control influirán.	- El Número de concentración de sitios donde ocurrieron colisiones dentro de un tramo de carretera.	Y3. Número de sitios de concentración de colisiones (BSM). (#)	- Guías de observación, <u>Wincha</u> <u>Check list</u> .
Y5. Índice de Mortalidad y Peligrosidad.	- Se denomina las señales, marcas, semáforos y cualquier otro dispositivo, que se colocan sobre o adyacente a las carreteras.	Y4. Número de tramos donde la carretera no cuente con dispositivos de control adecuados. (#)	- Informes policiales de accidentes de tránsito.
XY. Propuestas de mejora	- El índice de mortalidad que pueda tener una carretera implica en consecuencia su peligrosidad.	Y5. Índice de mortalidad y peligrosidad. (%)(#)	- Planteamiento de mejoras.

*Nota:* Elaboración propia del cuadro de Operacionalización de variables dependiente e independientes, así como sus indicadores.





## CAPITULO III: METODOLOGIA

### 3.1. Alcance del Estudio

#### 3.1.1. Tipo de Estudio

##### **Estudio del tipo cuantitativo:**

Se define como: “Es el estudio que se utiliza la recopilación de información para verificar la hipótesis, basándose en análisis estadísticos y medición numérica, para definir patrones de comportamiento y verificar teorías”. (Hernández Sampieri, 2014).

En la presente investigación se puede ver que las variables son cuantificables, tales como: Seguridad Vial, Velocidades de operación en campo y Diseño Geometrico, tiene su respectiva prueba de veracidad y la investigación final se puede replicar con facilidad.

#### 3.1.2. Nivel de Estudio

En este estudio se utilizó el nivel de investigación descriptivo, puesto que se detallará la situación actual de la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s de acceso al Distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, detallando diferentes velocidades de operación, longitudes de tangentes y curvas, el riesgo que existe y la data del índice de mortalidad y peligrosidad en toda la carretera principal para acceder al distrito Limatambo.

Con los estudios descriptivos se busca detallar las particularidades, propiedades y perfiles de conjuntos, comunidades, individuos, objetos, procesos u otro hecho sometido a cualquier análisis. En otras palabras, solo se dedican a recabar o cuantificar datos de forma conjunta o independiente acerca de variables o conceptos referidos a ellas, su finalidad no es identificar su forma de interrelación. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

#### 3.1.3. Método de Estudio

En este estudio se utilizó el método hipotético – deductivo, debido a que primero se formuló la problemática y a raíz de ello se dedujo una hipótesis, la cual se cotejo con los resultados obtenidos, aceptando las hipótesis que anteriormente se formuló.



El autor (Egg, 1987) afirma que en este razonamiento se parte de hechos específicos, para incrementar los saberes comunes. Dicho método sirve la configurar una hipótesis, diferentes demostraciones e investigaciones acerca de normas científicas.

### **3.2. Diseño de la investigación**

#### **3.2.1. *Diseño Metodológico***

Para el desarrollo del estudio se utilizaron, primero un diseño NO EXPERIMENTAL en su forma LONGITUDINAL en una etapa de recopilación de datos y primer análisis tanto con la “Metodología del Manual de Seguridad Vial, 2017”.

La propuesta no fue empleada o simulada en campo, se espera que en un futuro cercano sea implementada en campo, ya que se obtuvo resultados del análisis gracias a fichas de inspección que nos ayudaron a llegar a alternativas de solución las cuales son planteadas en fichas.

“El diseño no experimental es la que se realiza sin la manipulación deliberada de variables y en los que sólo se observan los fenómenos en su ambiente natural para después analizarlos”. (Hernández, Fernández, & Baptista, 2014)

Los diseños longitudinales recaban datos en diferentes periodos de tiempo, para realizar inferencias acerca de la evolución, sus causas y sus efectos.

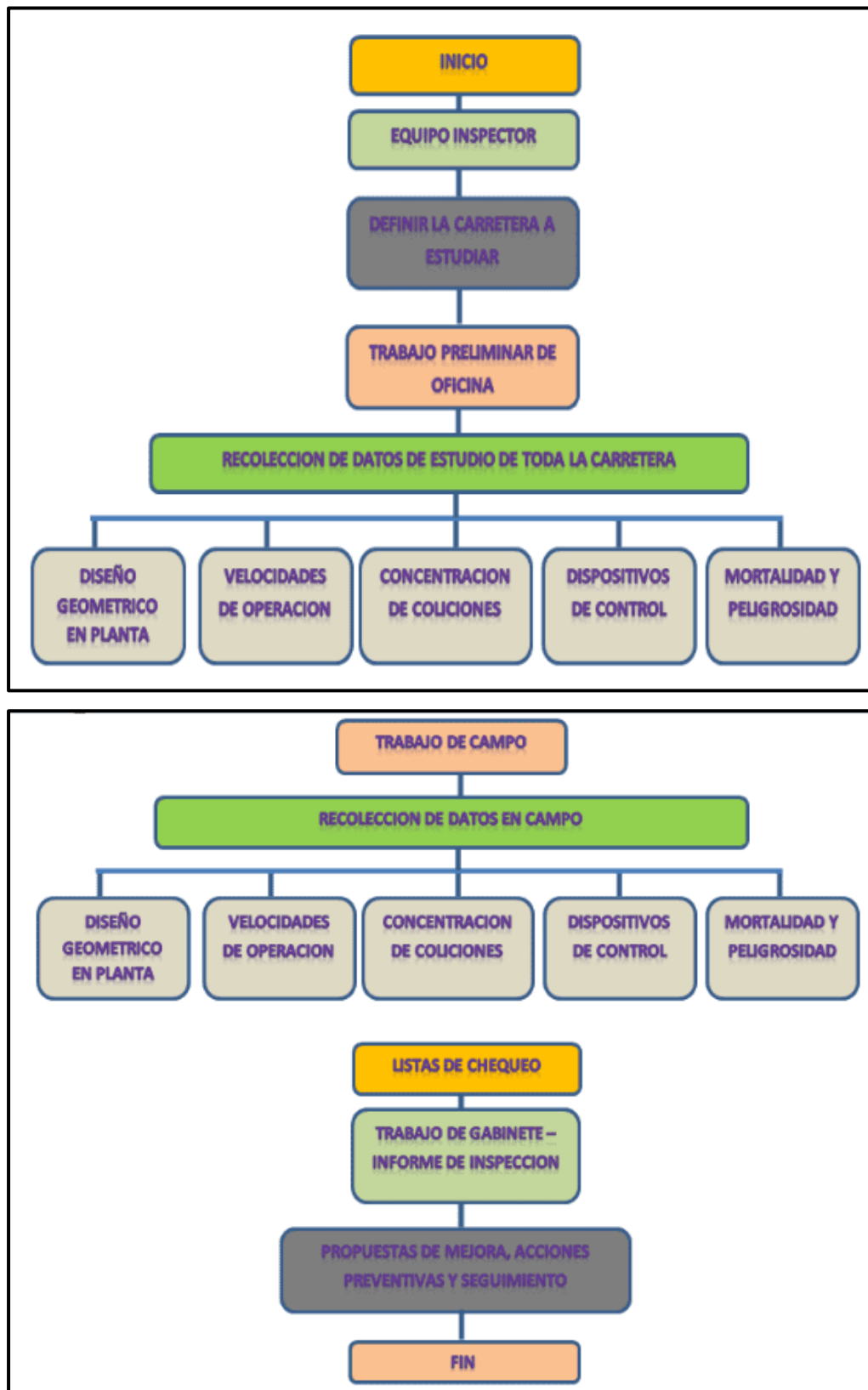
#### **3.2.2. *Diseño de ingeniería***

Expuesto en la siguiente hoja



Figura 21

Diseño de ingeniería



Nota: Elaboración propia del diseño de ingeniería donde podemos apreciar el inicio, el trabajo preliminar de oficina, trabajo de campo y fin.



### **3.3. Población**

#### **3.3.1. Descripción de la Población**

El presente estudio tuvo dos tipos de población, las cuales están clasificados de la siguiente manera:

Primera: fueron considerados los datos relevantes del diseño de la “carretera nacional” pe-3s de acceso al distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho-Challabamba).

Segunda: la población estuvo compuesta por registros de accidentes de tránsito suscitados en ciertos puntos de la “carretera nacional pe-3s” de acceso al distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho-Challabamba).

#### **3.3.2. Cuantificación de la Población**

La investigación contempla dos muestras las cuales se cuantificarán de la siguiente forma:

Primera: se consideraron los datos relevantes del diseño de la “carretera nacional pe-3s” de acceso al distrito de Limatambo, dentro del C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho-Challabamba), tales como volumen total de vehículos (Índice Medio Diario Semanal (IMDS))

Segunda: la población estuvo compuesta por registros de accidentes de tránsito suscitados en ciertos puntos de la carretera nacional pe-3s de acceso al distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho-Challabamba), de los cuales se recopilaron datos de: sección del suceso, motivo, fechas, evaluación de los motivos y el número de muertos y heridos.

### **3.4. Muestra**

#### **3.4.1. Descripción de la Muestra**

La muestra se consideró a todos a los accidentes de tránsito que ocurrieron en la vía de la carretera principal de acceso al distrito de Limatambo, asimismo se consideró como muestra



al diseño de la carretera, velocidades de operación y dispositivos de control.

### ***3.4.2. Cuantificación de la Muestra***

Específicamente la carretera nacional pe-3s de acceso al distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho-Challabamba)

### ***3.4.3. Método de Muestreo***

Las muestras no probabilísticas, también llamadas muestras dirigidas, suponen un procedimiento de selección orientado por las características de la investigación, más que por un criterio estadístico de generalización, (Hernandez & Fernández, 2014)

### ***3.4.4. Criterios de Evaluación de Muestra***

En la presente investigación se analizó las velocidades de la operación de medidas de curvas y tangentes en campo de la vía principal de acceso al distrito de Limatambo, asimismo se analizó el porcentaje de riesgos presenta la longitud total de la vía principal y diseño geométrico.

## **3.5. Técnicas e Instrumentos de recolección de datos**

### ***3.5.1. Instrumentos para la recolección de datos***

En la presente investigación se recurrió a una serie de instrumentos para la recopilación de datos para poder procesarlos en gabinete los cuales son:

- 3.5.1.1. Formato N° 1 “ficha de listas de chequeo de inspección de seguridad vial (señales verticales) Realizamos la inspección mediante preguntas de la lista de chequeo de señales verticales informativas del Manual de Seguridad Vial”.**



**Tabla 7**

*Lista de Chequeo de señales verticales informativas*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
	TESIS:			
	"ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), SEGUN LA INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017"			
TESISTAS:		EDUARDO QUISPE ATAUCURI JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ		
LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL				
CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA			
TRAM O FECHA	HORA	CLIMA	COMENTARIO	u
	SENALES HORIZONTALES	REVISADO	OBSERVACION	
PRESENCIA Y EFECTIVIDAD DE LAS SENALES HORIZONTALES PREVENTIVAS				
¿Hay suficiente señalización informativa para que un conductor no familiar con el lugar, pueda informarse?				



*Nota.* Elaboración propia de listas de chequeo de señales verticales informativas.

**3.5.1.2. Formato N° 2 “ficha de listas de chequeo de inspección de seguridad vial (señales verticales) Realizamos la inspección mediante preguntas de la lista de chequeo de señales verticales reglamentarias del manual de seguridad vial”.**



**Tabla 8**

*Lista de Chequeo de Señales Verticales reglamentarias*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
	<b>TESIS:</b> "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017"			
<b>TESISTAS:</b>		EDUARDO QUISPE ATAUCURI JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ		
LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL				
<b>CORREDOR</b>		CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA		
<b>TRAMO</b>				
<b>FECHA</b>	<b>HORA</b>	<b>CLIMA</b>	<b>COMENTARIO</b>	
	<b>SEÑALES</b>	<b>REVISADO</b>	<b>OBSERVACION</b>	<b>u</b>
	<b>HORIZONTALES</b>			
PRESENCIA Y EFECTIVIDAD DE LAS SEÑALES HORIZONTALES PREVENTIVAS				
¿Se encuentran y son visibles todas las señales reglamentarias requeridas?				
<b>FOTO</b>				


*Nota.* Elaboración propia de listas de chequeo de señales verticales reglamentarias.



**3.5.1.3. Formato N° 3 ficha de listas de chequeo de inspección de seguridad vial (señales horizontales) Realizamos la inspección mediante preguntas de la lista de chequeo de señales horizontales reglamentarias del manual de seguridad vial.**

**Tabla 9**

*Lista de Chequeo de Señales Horizontales reglamentarias.*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA				
	TESIS:			
	"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-38 DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017"			
TESISTAS:		EDUARDO QUISPE ATAUURI JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ		
<b>LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL</b>				
CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA			
TRAMO				
FECHA	HORA	CLIMA	COMENTARIO	u
	SEÑALES HORIZONTALES	REVISADO	OBSERVACION	
<b>PRESENCIA Y EFECTIVIDAD DE LAS SENALES HORIZONTALES PREVENTIVAS</b>				
¿Se encuentran y son visibles todas las señales horizontales preventivas requeridas?				

FOTO

*Nota.* Elaboración propia Lista de chequeo de señales horizontales reglamentarias.




















3.5.1.4. Formato N° 4 ficha de conteo vehicular

Tabla 10

Formato de conteo vehicular

	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												
TESIS	"ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPA CONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017"												
TIPO DE ESTUDIO:													
ESTACION:													
SENTIDO:													
FECHA:													
FORMATO N° 01													
TIPO DE VEHICULO	M AUTO	M STATION VAGON	M PICK UP	M MINI BUS	M MICRO	M BUS 2 E	M BUS >= 3 E	N 2 E	N 3 E	2 S 3	L MOTOS	OTROS	PARCIAL
HORA													
06:00	07:00												
07:00	08:00												
08:00	09:00												
09:00	10:00												
10:00	11:00												



---

11:00 12:00  
12:00 13:00  
13:00 14:00  
14:00 15:00  
15:00 16:00  
16:00 17:00  
17:00 18:00

---

ENCUESTADOR

RESPONSABLE

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Nota: Elaboración Propia del formato de conteo vehicular por días y horas.



3.5.1.5. Formato N° 5 ficha de Cálculo del IMDA

Tabla 11

Formato del Cálculo del I.M.D.A.

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>											
<b>TESIS:</b>											
IMDA LIGERO / 7 días						Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA					
IMDA PESADO / 7 días						Fc PESADOS (1.02681) x IMDA					
IMDA TOTAL						IMDA x Fc TOTAL					
CARRETERA:											
TIPO DE ESTUDIO:											
ESTACION:											
SENTIDO:											
FECHA:											
TIPO DE VEHICULO	M	M	M	M	M	M	M	N	N	L	TOTAL
	AUTO	STATION VAGON	PICK UP	MINI BUS	MICRO	BUS 2 E	BUS >= 3 E	2 E	3 E	2 S 3	MOTOS
DIA	FECHA										
LUNES											
MARTES											
MIERCOLES											
JUEVES											
VIERNES											
SABADO											



---

DOMINGO  
TOTAL DE  
VEHICULOS  
SEMANAL  
TOTAL DE  
VEHICULOS  
LIGEROS  
TOTAL DE  
VEHICULOS  
PESADOS

---

*Nota.* Elaboración Propia del formato del cálculo del I.M.D.A



### 3.5.1.6. Formato N°6 Ficha de elementos de Alineamiento Horizontal

**Tabla 12**

*Ficha de elementos de alineamiento horizontal*

TESIS:	“EVALUACION DE LA SEGURIDAD VIAL – SUSTANTIVA, DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), EN FUNCION AL DISEÑO GEOMETRICO DG-2018”				
TIPO DE ESTUDIO:	EVALUACION DE SOBRE ANCHOS HORIZONTALES Y VERTICALES				
ENTIDAD	PROGRESIVA	SOBREANCHO ACTUAL (m)	SOBREANCHO CALCULADO	EVALUACION	
C1	0+050.49	1.15	0.8	CUMPLE	
C2	0+150.01	0.85	0.8	CUMPLE	
C3	0+284.37	0.95	0.8	CUMPLE	
C4	0+408.73	0.4	0.4	CUMPLE	
C5	0+518.54	0.55	0.4	CUMPLE	
C6	0+624.02	0.5	0.4	CUMPLE	
C7	0+734.73	0.8	0.6	CUMPLE	
C8	0+846.34	1.6	1.1	CUMPLE	
C9	0+926.36	0.5	0.4	CUMPLE	
C10	1+171.31	0.65	0.5	CUMPLE	
C11	1+744.13	1	0.8	CUMPLE	
C12	1+827.18	0.5	0.4	CUMPLE	
C13	2+059.95	0.65	0.5	CUMPLE	
C14	2+300.08	0.9	0.7	CUMPLE	
C15	2+519.05	0.8	0.7	CUMPLE	

*Nota.* Elaboración propia de la ficha de elementos de alineamiento horizontal



**Tabla 13**

*Formato de elementos de alineamiento horizontal*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>										
TESIS:	“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”										
TIPO DE ESTUDIO:											
FECHA:											
<b>ELEMENTOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL DE LA CARRETERA LIMATAMBO - DENTRO DE LA CC. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA)</b>											
PI	DELTA	R (m)	T (m)	LC (m)	C (m)	EXT. (m)	P.I.	P.C.	P.T.	ESTE (X)	NORTE (Y)

*Nota.* Elaboración propia del formato de elementos de alineamiento horizontal.



- DELTA: Ángulo de deflexión.
- PI: Punto de intersección.
- R: Radio.
- LC: Longitud de curva.
- T: Tangente.
- C: Curva.
- P.T: Principio de tangente.
- P.C: Principio de curva.
- EXT: External.



3.5.1.7. Formato N°7 Ficha de elementos de Alineación Vertical

**Tabla 14**

*Formato de elementos de alineación vertical*

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>							
TESIS:		“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”							
TIPO DE ESTUDIO:		ELEMENTOS DE ALINEAMIENTO VERTICAL DE LA CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA							
FECHA:									
		DESCRIPCION				ELEMENTOS DE CURVA			
PVI	PVI Estación	PVI Elevación	Pendiente de entrada	Pendiente de salida	Tipo de curva	(Diferencia algebraica de pendiente)	Lc	K	

*Nota.* Elaboración propia del formato de elementos de alineación vertical.

- Lc: Longitud de curva.







- K: Parámetro de curvatura.
- PVI: Punto de intersección de tangentes verticales.

**3.5.1.8. Formato N°8 Ficha de mediciones de velocidades de operación en campo.**

**Tabla 15**

*Formato de velocidades de operación en campo.*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>	
TESIS:     CARRETERA PROGRESIVA: TIPO DE ELEMENTO:	"EVALUACION DE LA SEGURIDAD VIAL - SUSTANTIVA, DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), EN FUNCION AL DISEÑO GEOMETRICO _____ 2018"	DG-
_____ Vehículos Ligeros y Pesados (SUBIDA)	_____ Vehículos ligeros y Pesados (BAJADA)	
N Medicion      velocidad (km/h)      vehiculo	N Medicion      velocidad (km/h)      vehiculo	



*Nota.* Elaboración propia de formato de velocidades de operación en campo.



3.5.1.9. Formato N°9 Ficha de Evaluación de Elementos Geométricos en planta.

**Tabla 16**

*Formato de evaluación de elementos geométricos en planta.*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 												
TESIS:		“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”										
TIPO DE ESTUDIO												
FECHA:												
DATOS DE ENTRADA	L MN S (m)	RADIO MMMO						NECESIDAD DE CURVA ORIZONTAL (m)				
	L MN O (m)	VELOCIDAD DE DISEÑO										
	L MAX (m)											
FORMATO N° 6												
DATOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL							EVALUACIÓN DE PARAMETROS					
PI	Km PI	ELEMENTO	L (m)	RADIO (m)	DEFLEXIÓN A SENTIDO	TIPO DE TANGENTE EN CURVA	SOBRE ANCHO CAMPO (m)	NECESIDAD DE CURVA HORIZONTAL	C MN	VERIF .R MIN.	RIF .L TG.	SOBRE ANCHO (m)
		O	(m)	(m)	O			L (m)				

*Nota.* Elaboración propia del formato de evaluación de elementos geométricos en planta.





- L.C: Longitud de curva.
- PI: Punto de intersección.
- $(\Delta)$  DELTA: Ángulo de deflexión.
- LMÁX: Longitud de tangente máxima.
- L TG: Longitud de tangente.
- Vdis: Velocidad de diseño.
- L MÍN O: Longitud mínima de tangente en tipo de curvas en O.
- L MÍN S: Longitud mínima de tangente en tipo de curvas en S.
- R: Radio



3.5.1.10. Formato N°10 Ficha de evaluación de elementos Geométricos en Perfil.

**Tabla 17**

*Formato de evaluación de elementos geométricos en perfil.*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>						
<b>TESIS:</b>	“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”						
<b>RESPONSABLES:</b>							
<b>FECHA</b>							
<b>FORMATO N° 7</b>							
<b>EVALUACIÓN DE CURVAS VERTICALES Y PENDIENTES</b>							
PIV	PENDIENTE ENTRADA %	PENDIENTE SALIDA %	A %	TIPO DE CURVAS	PENDIENTE MINIMA	PENDIENTE MAXIMA	NECESIDAD DE CURVA VERTICAL

*Nota.* Elaboración propia del formato de evaluación de elementos geométricos en perfil.



- A: Diferencia algebraica de pendientes Longitud de curva.
- PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.



3.5.1.11. Formato N°11 Ficha de porcentaje de Distancia de Visibilidad.

**Tabla 18**

*Formato de porcentaje de distancia de visibilidad*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>				
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>				
TESIS:	“EVALUACION DE LA SEGURIDAD VIAL – SUSTANTIVA, DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), EN FUNCION AL DISEÑO GEOMETRICO DG-2018”				
RESPONSABLE:					
FECHA:					
	TRAMO I: SECTOR CHINLLAHUACHO (912+00) - C.C. PAMPACONGA (904+00)		TRAMO II: C.C. PAMPACONGA (904+00) - SECTOR CHALLABAMBA (806+00 FINAL)		
	CONDICION OROGRAFICA	ONDULADO TIPO 2	CONDICION OROGRAFICA	ACCIDENTADO TIPO 3	
	LONGITUD TOTAL		LONGITUD TOTAL		
	Dp (m)	%	Da (m)	%	Da (m) %

*Nota.* Elaboración propia del formato de porcentaje de distancia de visibilidad.



- Da: Distancia de adelantamiento.
- Dp: Distancia de parada.



3.5.1.12. Formato N°12 Ficha de distancia de visibilidad en curvas verticales

**Tabla 19**

*Formato de distancia de visibilidad en curvas verticales*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 													
TESIS:		“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”											
RESPONSABLES:													
EVALUACION DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS VERTICALES													
		VISIBILIDAD						LONGITUD DE CURVA VERTICAL					
PIV	A (%)	K (%)	P (%)	TIPO DE CURVA	PROGRESIVA (km)	D <sub>p</sub> vs D <sub>a</sub>	D <sub>p</sub> (m)	D <sub>a</sub> (m)	POR SEGURIDAD			CUMPLIMIENTO	
									LC (m)	D > LC	D < LC		LONGITUD MINIMA RECOMENDADA

*Nota.* Elaboración propia del formato de distancia de visibilidad en curvas verticales.

- Da: Distancia de adelantamiento.
- PIV: Punto de intersección de las tangentes verticales.
- Dp: Distancia de parada.
- P: Pendiente.



- K: Parámetro de curvatura.
- A: Diferencia algebraica de pendientes.

**3.5.1.13. Formato N°13 Ficha de distancia de visibilidad en curvas horizontales.**

**Tabla 20**

*Formato de distancia de visibilidad en curvas horizontales*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL													
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> </div>													
TESIS: "ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017"													
RESPONSABLES													
EVOLUCIÓN DE LA DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS HORIZONTALES													
FORMATO N° 10													
SITIO	PI	PROGRESIVA (km)	ELEMENTO	RADIO O (m)	LC (m)	VELOCIDAD (Km/h)	$t_p$ (%)	$t_f$ MAX	$\pm$ (%)	$D_p$ CALCULADO (m)	"a" DESPEJE REQUERIDO METODO GRAFICO O (m)	"a" DESPEJE EN CAMPO (m)	CUMPLIMIENTO

*Nota.* Elaboración propia del formato de distancia de visibilidad en curvas horizontales.



- LC: Longitud de curva.
- PI: Punto de intersección.
- Tp: Tiempo de parada.
- f MÁX: Coeficiente de fricción.
- a: ancho de despeje requerido.
- Dp: Distancia de parada







3.5.1.14. Formato N° 14 Ficha de evaluación de peraltes

**Tabla 21**

*Formato de evaluación de peraltes*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>							
	<b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>							
TESIS:	“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”							
RESPONSABLES:								
FECHA:								
<b>FORMATO 11</b>								
<b>EVALUCION DE PERALTES MAXIMOS</b>								
<b>DATOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL</b>				<b>ANÁLISIS DE PARÁMETROS</b>				
SITIOS	PI (km)	ELEMENTO	RADIO (m)	VELOCIDAD (km/h)	PERALTE (%)	MEDICION CON EL ECLIMETRO (°)	CONVERSION DE PENDIENTE EN (°) A PENDIENTE EN (%)	VERIFICACION

*Nota.* Elaboración propia del formato de evaluación de peraltes

- PI: punto de intersección.



3.5.1.15. Formato N°15 Ficha de resumen de velocidades.

**Tabla 22**

*Formato de resumen de velocidades*




---

TESIS: “ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

---

RESPONSABLES:

FECHA:

**FORMATO N° 14**

**VELOCIDADES DE LA CARRETERA LIMATAMBO - DENTRO DE LA CC. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA)**

SITIOS	ELEMENTO	PROGRESIVAS (km)	V. DE DISEÑO (km/h)	V. MEDIA SUBIDA (km/h)	V. MEDIA BAJADA (km/h)
--------	----------	------------------	------------------------	---------------------------	------------------------

---



*Nota.* Elaboración propia formato de resumen de velocidades.



3.5.1.16. Formato N° 16 Ficha del Inventario Vial

**Tabla 23**

*Formato del Inventario Vial*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL								
										
<p>TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”</p>										
TIPO DE ESTUDIO:	INVENTARIO VIAL									
TRAMO:	P1 - CHINLLAHUACHO al P3 - CHALLABAMBA (16+000 km)									
FECHA:	DEL 19 DE AGOSTO AL 20 DE AGOSTO 2022									
		DEPARTAMENTO	CUSCO							
		PROVINCIA	ANTA							
		DISTRITO	LIMATAMBO							
		LONGITUD (KM)	16 + 000 km							
N°	TRAMO (Km + 000)	COORDENADAS	ANCHO DE PLATAFORMA	TIPO DE SUPERFICIE	ESTADO DE TRANSITABILIDAD	TIPO DE TERRENO	ALCANTARILLAS	SEÑALIZACIÓN	PUNTOS NOTABLES, CRÍTICOS	COMENTARIOS
	INICIO FIN	LATITUD LONGITUD	UT M ALTI TUD				UBICACIÓN TIPO ESTADO			



Nota: Elaboración Propia del formato del inventario vial



3.5.1.17. Formato N° 17 ficha de Índice de Accidentes

**Tabla 24**

*Formato de Índice de Accidentes.*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>	
TESIS:	“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”	
TIPO DE ESTUDIO:	TASA DE ACCIDENTES DE TRANSITO	
TRAMO:	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (16+000 KM)	
FECHA:	Del 5 de Setiembre al 6 de Setiembre del 2022	
	TASA DE ACCIDENTES DE TRANSITO DEL 2006 AL 2022 EN LA ZONA DE ESTUDIO	
<b>MES</b>	<b>FATALES</b>	<b>NO FATALES</b>
	<b>CANTIDAD MUERTOS HERIDOS CLASE</b>	<b>CANTIDAD MUERTOS HERIDOS CLASE</b>



*Nota.* Elaboración Propia del formato de índice de Accidentes.



3.5.1.18. Formato N° 18 ficha de Puntos Exactos de Accidentes

**Tabla 25**

*Formato de Puntos Exactos de Accidentes.*

	<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b>		
TESIS:	EVALUACION DE LA SEGURIDAD VIAL - SUSTANTIVA, DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), EN FUNCION AL DISEÑO GEOMETRICO DG - 2018		
TIPO DE ESTUDIO:			
TRAMO:			
FECHA:			
N°	TIPO	PUNTOS EXACTOS DONDE OCURRIO EL ACCIDENTE	
		MUERTOS	HERIDOS

*Nota.* Elaboración Propia del formato de puntos exactos de accidentes.



### 3.5.1.19. Herramientas de evaluación de normas y manuales.

**Tabla 26**

*Factor de corrección promedio para vehículos ligeros/pesados (estación Ccasacancha 2022).*

CC	PEAJE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC
<b>PO6</b>	<b>Ccasacanc</b>	1.0122	0.9626	1.0643	1.2922	1.1795	1.1718	1.0450	0.9793	0.9314	1.0566	1.0674	0.9879
<b>1</b>	<b>ha ligeros</b>	54	72	25	15	86	1	55	78	8	79	4	59
<b>PO6</b>	<b>Ccasacanc</b>	1.0331	1.0022	1.0482	1.1970	1.0871	1.0859	1.0268	0.9671	0.9696	0.9965	0.9593	0.9135
<b>1</b>	<b>ha pesados</b>	54	58	27	09	26	06	1	06	74	5	22	99

*Nota.* Estación de Ccasacancha

**Tabla 27**

*Tasa anual regional del PBI (Producto Bruto Interno)*

Región	Año 2018
Cusco	2.2

*Nota.* Instituto Nacional de Estadística e Informática

**Tabla 28**

*Tasa de crecimiento de la población por región.*

REGION	ANOS				
	1995-2000	2000-2005	2005-2010	2010-2015	2015-2020
PERU	1.7	1.6	1.5	1.3	1.6
CUSCO	1.2	1.2	1.1	1	1.2

*Nota.* Instituto Nacional de Estadística e Informática



**Tabla 29**

*Datos básicos de vehículos para el dimensionamiento de carreteras.*

<b>Tipo de vehículo</b>	<b>Alto total</b>	<b>Ancho total</b>	<b>Vuelo lateral</b>	<b>Ancho ejes</b>	<b>Largo total</b>	<b>Vuelo delantero</b>	<b>Separación ejes</b>	<b>Vuelo trasero</b>	<b>Radio min. rueda exterior</b>
<b>Vehículo ligero (VL)</b>	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,90	3,40	1,50	7,30
<b>Ómnibus de dos ejes (B2)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
<b>Ómnibus de tres ejes (B3-1)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	14,00	2,40	7,55	4,05	13,70
<b>Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
<b>Ómnibus articulado (BA-1)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70/1,90/4,00	3,10	12,80
<b>Semirremolque simple (T2S1)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00/12,50	0,80	13,70
<b>Remolque simple (C2R1)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	10,30/0,80/2,15/7,75	0,80	12,80
<b>Semirremolque doble (T3S2S2)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40/6,80/1,40/6,80	1,40	13,70
<b>Semirremolque remolque (T3S2S1S2)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45/5,70/1,40/2,15/7,70	1,40	13,70
<b>Semirremolque simple (T3S3)</b>	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40/11,90	2,00	1

*Nota.* Se puede verificar los datos básicos de vehículos para el dimensionamiento de carreteras extraído del Manual de Diseño (DG-2018)



**Tabla 30**  
*Deflexión máxima.*

<b>Velocidad de diseño km/h</b>	<b>Deflexión máxima aceptable sin curva circular</b>
30	2° 30`
40	2° 15`
50	1° 50`
60	1° 30`
70	1° 20`
80	1° 10`

*Nota.* Se puede verificar la tabla de deflexión máxima extraída del Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)







**Tabla 32**

*Longitudes de tramo en tangentes.*

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

*Nota:* Se puede observar la tabla de longitudes de tramo en tangente extraído del Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)

**Tabla 33**

*Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peralte máximo y valores límites de fricción.*

Velocidad específica	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f...	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.10	14,3	15
30	4.0	0.17	33,7	15
40	4.0	0.17	60,0	60
50	4.0	0.16	98,4	100
60	4.0	0.15	149,1	150
20	6.0	0.10	13,1	15
30	6.0	0.17	30,0	30
40	6.0	0.17	54,7	55
50	6.0	0.16	20,4	90
60	6.0	0.15	134,9	135
20	8.0	0.10	12,1-	10
30	8.0	0.17	28,5	30
40	8.0	0.17	50,4	50
50	8.0	0.16	82,0	80
60	8.0	0.15	123,2	125
20	10.0	0.10	11,2	10
30	10.0	0.17	26,2	25
40	10.0	0.17	46,6	45
50	10.0	0.16	75,7	75
60	10.0	0.15	113,3	119
20	12.0	0.10	10,5	10
30	12.0	0.17	24,4	23
40	12.0	0.17	43,4	45
50	12.0	0.16	70,3	70
60	12.0	0.15	104,9	105



*Nota.* Se puede observar la tabla de valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peralte máximo y valores límites de fricción extraído del Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)

**Tabla 34**  
*Máximas longitudes de paso y adelantamiento.*

<b>Categoría de vía</b>	<b>Longitud</b>
Autopistas de primera y segunda	1.500 m
Carretera de primera clase	2.000 m
Carretera de segunda clase	2.500 m

*Nota.* Se puede verificar las máximas longitudinales de paso y adelantamiento extraído del Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)

**Tabla 35**  
*Porcentaje del tramo con visibilidad para adelantar.*

<b>Condiciones orográficas</b>	<b>% mínimo</b>	<b>% deseable</b>
Terreno plano tipo 1	50	>70
Terreno ondulado tipo 2	33	>50
Terreno accidentado tipo 3	25	>35
Terreno escarpado tipo 4	15	>25

*Nota.* Se puede verificar el porcentaje del tramo con visibilidad para adelantar extraído del Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)

**Tabla 36**  
*Mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles.*

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

*Nota.* Se puede verificar en la tabla la mínima distancia de visibilidad de adelantamiento para carreteras de dos carriles extraído del Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)



**Tabla 37**  
*Pendiente Máxima.*

DEMANDA Vehículos/día Características	AUTOPISTA								CARRETERA												
	>6.090 Primera clase				6.000 - 4001 Segunda clase				4.000 - 2.001 Primera clase				2.000 - 400 Segunda clase				<400 Tercera clase				
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Velocidad de diseño																	8,00	9,00	10,00	12,00	
20 km/h																					
30km/h																	8,00	9,00	10,00	12,00	
40km/h																9,00	8,00	9,00	10,00	10,00	
50km/h											7,00	7,00			8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00	
60km/h						6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	8,00	9,00	8,00	8,00	8,00	8,00
70km/h				5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	7,00	6,00	6,00	7,00	7,00	6,00	7,00	7,00		7,00	7,00	7,00	7,00
80km/h	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	5,00	6,00	6,00	6,00	6,00	6,00		6,00	6,00		7,00	7,00	7,00	7,00	
90km/h	4,50	5,00	5,00		5,00	5,00	6,00		5,00	5,00				6,00			6,00	6,00	6,00	6,00	
100km/h	4,50	4,50	4,50		5,00	5,00	6,00		5,00					6,00							
110km/h	4,00	4,00			4,00																
120km/h	4,00	4,00			4,00																
130km/h	3,50																				

*Nota:* Se puede apreciar en la tabla respecto a la pendiente máxima extraída del Manual de Diseño (DG-2018)



**Tabla 38**

*Constantes correspondientes al nivel de confianza*

Contante K	Nivel de Confianza (%)
1.00	68.3
1.50	86.6
1.64	90.0
1.96	95.0
2.00	95.5
2.50	98.8
2.58	99.0
3.00	99.7

*Nota:* Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)

**Tabla 39**

*Desviaciones estándar de velocidades instantáneas para determinar el tamaño de la muestra y sentido*

Area de transito	Tipo de carretera	Desviación estándar media (kph)
Rural	2 carriles	8.5
Rural	4 carriles	6.8
Intermedio	2 carriles	8.5
Intermedio	4 carriles	8.5
Urbana	2 carriles	7.7
Urbana	4 carriles	7.9
Valor redondeado		8.0

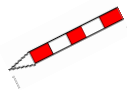






*Nota:* Manual de Diseño Geométrico (DG-2018)

### 3.5.2. Instrumentos de ingeniería

Para recopilar la información de medición de velocidades de operación y de levantamiento topográfico en el campo, se recurrió a los equipos mencionados en líneas posteriores:



**Tabla 40**  
*Instrumentos de Ingeniería*

<b>INSTRUMENTO</b>	<b>DEFINICION O ESPECIFICACIONES</b>	<b>IMAGEN REFERENCIAL</b>
JALON	Un jalón o baliza es un accesorio para realizar mediciones con instrumentos topográficos.	
CINTA METRICA - EXPLOIT (50 m)	Cinta metrica flexible graduada y facil de enrollar. También se pueden medir líneas y superficies curvas.	
GPS - Garmin 650	(GPS) es una red de satélites que orbitan la Tierra en puntos fijos por encima del planeta y transmiten señales a cualquier receptor GPS en la Tierra.	
ECLIMETRO	Es un goniometro cenital, que mide angulos de inclinacion de un plano.	
GPS DIFERENCIAL LEICA Viva GS 16	Su antena GNSS smart se complementa con el revolucionario software captivate que convierte datos complejos en modelos 3D realistas y manejables.	
TRIPODE	Base que sirve de apoyo para el GPS - Diferencial	
DRONE Phantom 3 Professional Quadcopter 4K UHD	Operación en la cual la tripulacion remota mantiene contacto visual directo con la aeronave para dirigir su vuelo y realizar el levantamiento topografico mediante la fotogrametria.	
PISTOLA MEDIDOR DE VELOCIDADES Bushnell Speedster	La pistola medidor de velocidades de Bushnell es una tecnologia digital para ofrecer mediciones instantaneas de velocidad con una precision de hasta +/- una milla por Hora (MPH) y +/- 2 kilómetro por Hora (KPH)	

*Nota:* Se puede apreciar en la siguiente tabla los instrumentos de ingeniería que fueron de Elaboración Propia



### **3.6. Procedimiento de recolección de datos**

#### **3.6.1. *Conteo vehicular***

##### **3.6.1.1. Equipos y materiales.**

- Reloj de mano
- Materiales de escritorio (lápiz, bolígrafo, entre otros)
- Ficha del conteo vehicular

##### **3.6.1.2. Procedimiento.**

###### **Conteo Vehicular (Transito)**

Saber qué tipo de tráfico soporta la vía es información importante para valorar y proyectar la seguridad. Se requiere saber la cantidad total de automotores, el tipo al que pertenecen, el factor de crecimiento en un año y la distribución del tiempo, a fin de calcular el tramo transversal y las pendientes máximas longitudinales que se admiten, etc.

###### **Toma de muestra ubicación de la estación de conteo**

Generalmente, para situar las estaciones destinadas al conteo de vehículos a fin de estudiar el tráfico, se analizó la red de vías, los tramos o secciones de estudio de principio a fin, donde exista flujo de vehículos constante, en tal sentido el análisis del tráfico de redes que cuentan con nodos se planeó exhaustivamente, para situar las estaciones destinadas al conteo, las cuales permitieron conseguir datos lo más verídicos posibles, es decir, se registró todo automotor que cruzó dicha estación en los dos sentidos. Para esta investigación se consideró área inicial la progresiva 00+220 que se ubica en la zona denominada Chinllahuacho, el área intermedia fue la progresiva 08+060 que se ubica en la zona denominada Pampacongá, por último, el área final se le atribuye a la progresiva 15+840 que se ubica en la zona denominada Challabamba. La investigación de campo inició el 18 de julio y terminó el 24 del mismo mes en el año 2022, se tomaron datos tales 7 días de forma consecutiva.

**Tabla 41**

*Características generales de la carretera Chinllahuacho – Challabamba*

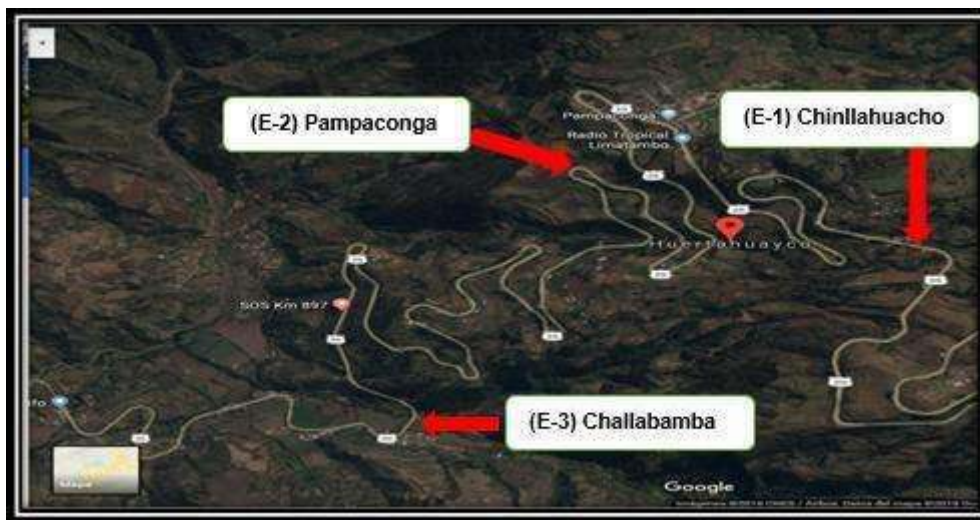
ESTACIONES	LUGARES	DISTANCIA
E-1	Sector de Chinllahuacho (Inicio de la carretera)	Km 0+220 (km 911 + 780)
E-2	Sector Pampaconga (Punto intermedio de la carretera)	km 8+060 (km 903 + 940)
E-3	Sector Challabamba (Punto Final de la carretera)	km 15+840 (km 896 + 160)

*Nota:* Se aprecia en la tabla las características de la carretera Chinllahuacho – Challabamba realizada por elaboración propia.

Para una mejor apreciación en el cuadro adjunto se indican las características y ubicación de las estaciones del conteo del tramo de la vía en estudio.

**Figura 22**

*Ubicación geográfica de las estaciones*



*Nota:* Se puede apreciar en la figura la ubicación geográfica de las estaciones realizadas por elaboración propia

### **Características generales del conteo**

Las características generales básicas del conteo vehicular fueron los siguientes:

- Los conteos fueron realizados durante 7 días seguidos por estación siendo estos: de lunes a domingo.
- Los conteos se realizaron durante 24 horas, con el objetivo de identificar el comportamiento del flujo vehicular durante el día y la noche.





- c) Las horas de conteo fueron desde las 06:00 AM hasta 06:00 AM del día siguiente, dos turnos: de día y de noche de 12 horas respectivamente.
- d) Los conteos vehiculares fueron cerrados cada hora, con el objetivo de evaluar posibles variaciones horarias.
- e) Los vehículos fueron agrupados según la siguiente clasificación:

**Tabla 42**

*Clasificación vehicular para el conteo.*

LIGEROS	PESADOS
Auto	Micro Bus
Station Wagon	Bus 3E
Mini Bus	Canter
Motos	Camiones 2E
Pick Up	Camiones 3E
Camioneta 4x4	Trailer 6E

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 23**

*Conteo vehicular estación E-1, Chinllahuacho*



*Nota:* En la figura se puede apreciar el conteo vehicular de la estación E-1, Chinllahuacho realizada por Elaboración propia.



**Figura 24**

*Conteo vehicular estación E-2, Pampaconga.*



*Nota:* En la figura se puede apreciar el conteo vehicular de la estación E-2, Pampaconga realizada por Elaboración propia.

**Figura 25**

*Conteo vehicular estación E-3, Challabamba*





*Nota:* En la figura se puede apreciar el conteo vehicular en la estación E-3, Challabamba realizada por elaboración propia.















3.6.1.3. Toma de datos del tránsito actual.

**Tabla 43**

Conteos de tráfico vehicular volumétrico (6:00 am a 18:00 pm).

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 																																																																																																							
<b>TESIS:</b>																																																																																																							
“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”																																																																																																							
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">IMDA LIGERO / 7 días</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">1192</td> </tr> <tr> <td>IMDA PESADO / 7 días</td> <td style="text-align: right;">331</td> </tr> <tr> <td><b>IMDA TOTAL</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1523</b></td> </tr> </tbody> </table> </td> <td style="width: 50%; text-align: center;"> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">1245</td> </tr> <tr> <td>Fc PESADOS (1.02681) x IMDA</td> <td style="text-align: right;">340</td> </tr> <tr> <td><b>IMDA x Fc TOTAL</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1585</b></td> </tr> </tbody> </table> </td> </tr> </tbody> </table>													<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">IMDA LIGERO / 7 días</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">1192</td> </tr> <tr> <td>IMDA PESADO / 7 días</td> <td style="text-align: right;">331</td> </tr> <tr> <td><b>IMDA TOTAL</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1523</b></td> </tr> </tbody> </table>	IMDA LIGERO / 7 días	1192	IMDA PESADO / 7 días	331	<b>IMDA TOTAL</b>	<b>1523</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">1245</td> </tr> <tr> <td>Fc PESADOS (1.02681) x IMDA</td> <td style="text-align: right;">340</td> </tr> <tr> <td><b>IMDA x Fc TOTAL</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1585</b></td> </tr> </tbody> </table>	Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA	1245	Fc PESADOS (1.02681) x IMDA	340	<b>IMDA x Fc TOTAL</b>	<b>1585</b>																																																																													
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">IMDA LIGERO / 7 días</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">1192</td> </tr> <tr> <td>IMDA PESADO / 7 días</td> <td style="text-align: right;">331</td> </tr> <tr> <td><b>IMDA TOTAL</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1523</b></td> </tr> </tbody> </table>	IMDA LIGERO / 7 días	1192	IMDA PESADO / 7 días	331	<b>IMDA TOTAL</b>	<b>1523</b>	<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA</td> <td style="width: 50%; text-align: right;">1245</td> </tr> <tr> <td>Fc PESADOS (1.02681) x IMDA</td> <td style="text-align: right;">340</td> </tr> <tr> <td><b>IMDA x Fc TOTAL</b></td> <td style="text-align: right;"><b>1585</b></td> </tr> </tbody> </table>	Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA	1245	Fc PESADOS (1.02681) x IMDA	340	<b>IMDA x Fc TOTAL</b>	<b>1585</b>																																																																																										
IMDA LIGERO / 7 días	1192																																																																																																						
IMDA PESADO / 7 días	331																																																																																																						
<b>IMDA TOTAL</b>	<b>1523</b>																																																																																																						
Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA	1245																																																																																																						
Fc PESADOS (1.02681) x IMDA	340																																																																																																						
<b>IMDA x Fc TOTAL</b>	<b>1585</b>																																																																																																						
<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">CARRETERA:</td> <td colspan="12" style="text-align: center;">CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA</td> </tr> <tr> <td>TIPO DE ESTUDIO:</td> <td colspan="12" style="text-align: center;">CONTEO VEHICULAR</td> </tr> <tr> <td>ESTACION:</td> <td colspan="12" style="text-align: center;">CHINLLAHUACHO - PAMPACONGA - CHALLABAMBA</td> </tr> <tr> <td>SENTIDO:</td> <td colspan="12" style="text-align: center;">SUBIDA - BAJADA</td> </tr> <tr> <td>FECHA:</td> <td colspan="12" style="text-align: center;">18 AL 24 DE JULIO DEL 2022</td> </tr> <tr> <td style="text-align: center;">TIPO DE VEHICULO</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">M</td> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">N</td> <td style="text-align: center;">L</td> <td style="text-align: center;">L</td> <td style="text-align: center;">TOTA</td> </tr> <tr> <td></td> <td style="text-align: center;">AUTO</td> <td style="text-align: center;">STATION VAGON</td> <td style="text-align: center;">PIC K UP</td> <td style="text-align: center;">MIN I BUS</td> <td style="text-align: center;">MICR O</td> <td style="text-align: center;">BUS 2 E</td> <td style="text-align: center;">BUS &gt;= 3 E</td> <td style="text-align: center;">2 E</td> <td style="text-align: center;">3 E</td> <td style="text-align: center;">2 S 3</td> <td style="text-align: center;">MOTO S</td> <td style="text-align: center;">L</td> </tr> </tbody> </table>													CARRETERA:	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA												TIPO DE ESTUDIO:	CONTEO VEHICULAR												ESTACION:	CHINLLAHUACHO - PAMPACONGA - CHALLABAMBA												SENTIDO:	SUBIDA - BAJADA												FECHA:	18 AL 24 DE JULIO DEL 2022												TIPO DE VEHICULO	M	M	M	M	M	M	M	N	N	L	L	TOTA		AUTO	STATION VAGON	PIC K UP	MIN I BUS	MICR O	BUS 2 E	BUS >= 3 E	2 E	3 E	2 S 3	MOTO S	L
CARRETERA:	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA																																																																																																						
TIPO DE ESTUDIO:	CONTEO VEHICULAR																																																																																																						
ESTACION:	CHINLLAHUACHO - PAMPACONGA - CHALLABAMBA																																																																																																						
SENTIDO:	SUBIDA - BAJADA																																																																																																						
FECHA:	18 AL 24 DE JULIO DEL 2022																																																																																																						
TIPO DE VEHICULO	M	M	M	M	M	M	M	N	N	L	L	TOTA																																																																																											
	AUTO	STATION VAGON	PIC K UP	MIN I BUS	MICR O	BUS 2 E	BUS >= 3 E	2 E	3 E	2 S 3	MOTO S	L																																																																																											



DIA	FECHA													
LUNES	4/07/2022	402	109	231	188	1	22	33	73	44	12	41	1266	
MARTES	5/07/2022	405	99	221	183	2	25	47	92	60	13	51	1321	
MIERCOLES	6/07/2022	411	91	209	196	1	30	50	95	65	15	38	1341	
JUEVES	7/07/2022	396	88	206	202	1	24	49	121	80	12	37	1325	
VIERNES	8/07/2022	545	102	258	214	1	19	47	148	64	14	36	1581	
SABADO	9/07/2022	456	160	185	210	2	21	40	110	42	11	41	1384	
DOMINGO	10/07/2022	494	287	211	172	2	11	41	99	52	12	29	1524	
TOTAL DE VEHICULOS SEMANAL		3109	936	1521	1365	10	152	307	738	407	92	273	<b>9742</b>	
TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS + conteo de noche														<b>8341</b>
TOTAL DE VEHICULOS PESADOS + conteo de noche														<b>2319</b>

Nota. Se puede apreciar los conteos de tráfico vehicular volumétrico por Elaboración Propia.

Para el caso del conteo vehicular volumétrico de las 6:00 a.m. a las 18:00 p.m., se tomó solo el conteo de la estación Chinllahuacho, Pampaconga, Challabamba, en el sentido de subida – bajada, de acuerdo a las recomendaciones del asesor.





**Tabla 44**

*Conteos de tráfico vehicular volumétrico, Peaje de Ccasacancha (18:00 pm – 6:00 am).*

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO		ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL		
CARRETERA:	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA			
TIPO DE ESTUDIO:	CONTEO VEHICULAR			
ESTACION:	PEAJE DE CCASACANCHA			
SENTIDO:	SUBIDA - BAJADA			
FECHA:	DEL 18 AL 24 DE JULIO DEL 2022			
HORA:	18:00 PM - 6:00 AM			
	<b>DIAS</b>	<b>LIGEROS</b>	<b>PESADOS</b>	
	LUNES	15/07/2019	86	40
	MARTES	16/07/2019	94	36
	MIERCOLES	17/07/2019	88	32
	JUEVES	18/07/2019	98	29
	VIERNES	19/07/2019	82	37
	SABADO	20/07/2019	96	42
	DOMINGO	21/07/2019	124	34
	<b>TOTAL</b>		<b>668</b>	<b>250</b>

*Nota:* Se puede verificar los conteos de tráfico vehicular volumétrico, peaje de Ccasacancha por Elaboración Propia.

### 3.6.2. *Medición de Velocidades de Operación en Campo*

#### 3.6.2.1. Equipos y materiales.

- Ficha del Control de la Medición de Velocidades.
- Pistola Medidor de Velocidades BushNell Speedster
- Balizas Señalizadoras
- Cinta Métrica (50 mts)
- Materiales de escritorio (bolígrafos, lápiz, etc.)

#### 3.6.2.2. Muestra.

La muestra estuvo conformada por las 100 mediciones en cada sitio (curva – tangente) de acuerdo a la fórmula del número de observaciones, en los sentidos de bajada y subida.

#### 3.6.2.3. Procedimiento.

Para obtener las velocidades de operación medidas en campo se realizó una ronda de



mediciones utilizando las pistolas radar.

Primeramente, se ubicaron tres puntos para la medición de velocidades de operación de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba, los puntos Inicial, Intermedio y Final. En cada Punto de Estudio se realizó la medición de velocidades de operación tanto en Curva y Tangente.

**Tabla 45**

*Procedimiento de velocidades*

<b>PUNTOS DE MEDICION DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN</b>	<b>UBICACIÓN DE LA CURVA</b>	<b>UBICACIÓN DE LA TANGENTE</b>
<b>PUNTO INICIAL</b>	Km 909+180	Km 909+110
<b>PUNTO INTERMEDIO</b>	Km 904+100	Km 904+190
<b>PUNTO FINAL</b>	Km 897+550	Km 897+485

*Nota:* Se puede apreciar en la tabla el procedimiento de velocidades por Elaboración Propia

Asimismo, con la ayuda de los planos, cinta métrica y balizas para la ubicación de los puntos Inicial, Intermedio y Final de los sitios los tesisistas se ubicaron a un costado de estos, lugares en donde existe un aumento de la velocidad de operación, según estudios previos realizados por los tesisistas. Dichos datos se anotaron en los formatos.

Las pautas necesarias que se tuvieron en cuenta al momento de efectuar las observaciones del presente estudio fueron:

- Solo se midió automóviles Ligeros y Pesados.
- Vehículos que circulen a flujo libre.
- Condiciones de iluminación adecuada.
- Condiciones climáticas favorables.
- Condiciones de la carpeta de rodadura adecuada.
- Solo vehículos que mantengas su carril.

**Figura 26**

*Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Inicial, ubicado en los Km 909+180 y Km 909+110.*



*Nota:* Se puede verificar en la imagen la Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Inicial, ubicado (Km 909+180 y Km 909+110) por Elaboración propia

**Figura 27**

*Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Intermedio, ubicado en los Km 904+100 y Km 904+190*



*Nota:* Se puede verificar en la figura la Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Intermedio, (Km 904+100 y Km 904+190) por Elaboración propia .





**Figura 28**

*Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Final, ubicado en los Km 897+550 y Km 897+485.*



*Nota: Se puede apreciar en la figura la Medición de Velocidades de Operación en Curva y Tangente en el punto Final, (Km 897+550 y Km 897+485) por Elaboración propia .*





### 3.6.2.4. Toma de datos de Medición de Velocidades

Debido a que la información de los datos obtenidos de la medición de las velocidades de operación en campo, fueron de 100 formatos tanto de subida y bajada, en las siguientes tablas se presentan algunas de estas aleatoriamente, y las demás en el anexo 5.

**Tabla 46**

*Medición de Velocidades de Operación en la Curva Km 909+180 del Punto Inicial.*

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
TESIS:		“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”			
CARRETERA PROGRESIVA: TIPO DE ELEMENTO:		CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA KM 909 + 180 CURVA			
FORMATO N° 6					
Vehículos Ligeros y Pesados (SUBIDA)			Vehículos ligeros y Pesados (BAJADA)		
N Medición	velocidad (km/h)	vehículo	N Medición	velocidad (km/h)	vehículo
1	31	STARES	1	24	TRAILER 6 EJES
2	30	CAMIONETA	2	39	AUTO
3	34	STARES	3	35	AUTO
4	31	CANTER	4	39	AUTO
5	29	AUTO	5	26	CAMION 2 EJES
6	32	BUS 3 EJES	6	38	AUTO
7	49	MOTO	7	26	TRAILER 6 EJES
8	46	AUTO	8	42	AUTO



9	41	AUTO	9	42	AUTO
10	47	CAMIONETA	10	34	VOLQUETE
11	20	TRAILER 6 EJES	11	23	CANTER
12	42	CAMIONETA	12	32	TRAILER 6 EJES
13	44	AUTO	13	39	AUTO
14	41	STARES	14	29	STAR
15	39	STARES	15	28	AUTO

Nota. Elaboración propia.

**Tabla 47**

*Medición de Velocidades de Operación en la Tangente Km 909+110 del Punto Inicial.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA

PROGRESIVA: KM 909 + 110

TIPO DE ELEMENTO: TANGENTE

**FORMATO N° 5**

Vehículos Ligeros y Pesados (SUBIDA)			Vehículos ligeros y Pesados (BAJADA)		
N Medición	velocidad (km/h)	vehículo	N Medición	velocidad (km/h)	vehículo
1	46	pickup	1	52	2 E
2	41	bus 3 ejes	2	47	2 E
3	42	auto	3	64	pickup



4	43	station vagon	4	61	auto
5	21	2 S 3	5	55	pickup
6	23	bus 3 ejes	6	54	2 E
7	21	2E	7	58	auto
8	33	auto	8	55	auto
9	41	auto	9	61	auto
10	45	station vagon	10	63	pickup
11	30	mini bus	11	58	moto
12	45	auto	12	51	2 E
13	40	mini bus	13	49	pickup
14	30	auto	14	57	auto
15	37	mini bus	15	51	auto

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 48**

*Medición de Velocidades de Operación en la Curva Km 904+100 del Punto Intermedio.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS:	“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”
CARRETERA	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA
PROGRESIVA:	KM 904 + 100
TIPO DE ELEMENTO:	CURVA

**FORMATO N° 5**

Vehiculos Ligeros y Pesados (SUBIDA)

Vehiculos ligeros y Pesados (BAJADA)



N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo	N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo
1	42	mini bus	1	27	3E
2	40	mini bus	2	43	auto
3	39	auto	3	26	mini bus
4	33	pickup	4	39	auto
5	35	mini bus	5	46	auto
6	38	mini bus	6	30	2E
7	27	3E	7	41	pickup
8	45	pickup	8	42	pickup
9	26	2E	9	39	pickup
10	32	2E	10	30	2E
11	37	pickup	11	38	station vagon
12	35	auto	12	45	auto
13	32	2 S 3	13	43	auto
14	33	mini bus	14	32	pickup
15	32	pickup	15	34	2E

*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 49**

*Medición de Velocidades de Operación en la Tangente Km 904+190 del Punto Intermedio.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA  
 PROGRESIVA: KM 904 + 190  
 TIPO DE ELEMENTO: TANGENTE

**FORMATO N° 5**

Vehiculos Ligeros y Pesados (SUBIDA)			Vehiculos ligeros y Pesados (BAJADA)		
N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo	N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo
1	36	bus 3 E	1	70	auto
2	50	auto	2	31	2 S 3
3	47	auto	3	61	pickup
4	31	2E	4	35	pickup
5	41	pickup	5	38	2 S 3
6	45	auto	6	69	auto
7	46	auto	7	75	auto
8	48	auto	8	72	pickup
9	43	mini bus	9	58	auto
10	38	bus 3 E	10	49	2E
11	60	moto	11	47	2 S 3
12	43	pickup	12	46	pickup
13	27	2 S 3	13	38	moto



14	45	pickup	14	51	2 S 3
15	41	mini bus	15	41	auto

Nota. Elaboración propia

**Tabla 50**

*Medición de Velocidades de Operación en la Curva Km 897+550 del Punto Final*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA  
 PROGRESIVA: KM 897 + 550  
 TIPO DE ELEMENTO: CURVA

**FORMATO N° 5**

Vehiculos Ligeros y Pesados (SUBIDA)			Vehiculos ligeros y Pesados (BAJADA)		
N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo	N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo
1	26	CANTER	1	28	AUTO
2	25	CAMIONETA	2	30	AUTO
3	33	CANTER	3	37	AUTO
4	36	STAYSION	4	25	BUS 3 EJES
5	41	STARES	5	36	AUTO
6	32	CAMIONETA	6	32	AUTO
7	42	AUTO	7	34	AUTO
8	25	CANTER	8	30	MOTO
9	36	AUTO	9	41	AUTO



10	45	AUTO	10	38	AUTO
11	38	CAMIONETA	11	31	AUTO
12	38	AUTO	12	31	TRAILER 6 EJES
13	35	STAYSION	13	32	VOLQUETE
14	34	TRAILER 6 EJES	14	38	CAMIONETA
15	38	AUTO	15	21	BUS 3 EJES

Nota. Elaboración Propia

**Tabla 51**

*Medición de Velocidades de Operación en la Tangente Km 897+485 del Punto Final.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS:

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

CARRETERA

CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA

PROGRESIVA:

KM 897 + 485

TIPO DE ELEMENTO:

TANGENTE

**FORMATO N° 5**

Vehiculos Ligeros y Pesados (BAJADA)			Vehiculos ligeros y Pesados (SUBIDA)		
N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo	N Medicion	velocidad (km/h)	vehiculo
1	41	CANTER	1	45	AUTO
2	54	AUTO	2	26	CAMION 3 EJES
3	46	STAYSION	3	42	AUTO
4	48	CAMIONETA	4	47	CAMIONETA
5	53	MOTO	5	53	CAMIONETA
6	45	CANTER	6	73	CAMIONETA





7	49	CAMIONETA	7	48	AUTO
8	59	AUTO	8	37	BUS 3 EJES
9	58	AUTO	9	34	TRAILER 6 EJES
10	48	STAYSION	10	25	AUTO
11	43	CAMIONETA	11	58	CANTER
12	44	CAMIONETA	12	58	CAMIONETA
13	45	AUTO	13	53	AUTO
14	52	AUTO	14	36	STARES
15	54	CAMIONETA	15	51	STARES

*Nota.* Elaboración propia



### 3.6.3. *Levantamiento Topográfico con Dron*

#### 3.6.3.1. Equipos y materiales.

Para la recolección de los datos del relieve terrestre se necesitaron los instrumentos que se muestran a continuación:

- Dron Phantom 3 Professional Quadcopter 4K UHD.
- Trípode que soporte el equipo de medición.
- GPS DIFERENCIAL Leica viva G5 16
- Wincha de 3m.

#### 3.6.3.2. Muestra.

La muestra estuvo conformada por todos los datos necesarios para la representación gráfica del área en estudio, a todo ello los datos fueron tomados secuencialmente con fotografías aéreas realizadas con el Dron como: eje, borde, cuneta y terreno, con el fin de obtener y determinar la configuración de la carretera a detalle y que permita apreciar las características geométricas, conjuntamente con el GPS Diferencial para amarrar los puntos con las fotografías realizadas por el Dron.

#### 3.6.3.3. Procedimiento.

- Primero que todo, se observó antes del levantamiento Topográfico con Dron, el terreno de la carretera en estudio con la finalidad de adelantarse a cualquier problema que se pudiera presentar en la toma de datos y fotografías aéreas.
- Obtuvimos las coordenadas y la cota de nuestro punto de Inicio, Intermedio y Final, con el GPS Diferencial. Las coordenadas obtenidas fueron:



- Punto de Inicio

**Tabla 52**

*Punto de inicio.*

Nº PI	DIRECCIÓN	DELTA	PI	PC	PT	PI	PI NORTE	PI ESTE
1	298°06'59"	39°07'38.6	0+043.35	0+004.26	0+079.38	0+043.35	8512039.51	783283.70

*Nota.* Elaboración propia

- Punto Intermedio

**Tabla 53**

*Punto intermedio*

Nº PI	DIRECCIÓN	DELTA	PI	PC	PT	PI	PI NORTE	PI ESTE
56	127°57'59"	8° 22'23.9"	8+560.15	8+530.86	8+589.32	8+560.15	8511985.08	781327.60

*Nota.* Elaboración propia

- Punto Final

**Tabla 54**

*Punto final*

Nº	DIRECCIÓN	DELTA	PI	PC	PT	PI	PI NORTE	PI ESTE
112	311°25'49"	41°33'29.2"	16+244.15	16+232.77	16+254.53	16+244.15	8510479.28	780282.50

*Nota.* Elaboración propia



- Se determinaron 112 puntos a lo largo de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba con el GPS Diferencial. Atendiendo a estas consideraciones, se tuvo que marcar en el terreno de la carretera los mencionados puntos con yeso en forma de X.
- Por otra parte, se tomó dos puntos de cambio con el GPS Diferencial para poder amarrar todos los 112 puntos que se plantearon. los datos de la radiación de los puntos arbitrarios, recordando que la altura del GPS Diferencial usada fue: 1.60 m y la altura del receptor del GPS Diferencial fue: 2.00m.
- Se prepara el dron para que realice el levantamiento topográfico, equipado con una cámara fotográfica UHD recorre el terreno que se quiere estudiar en cuestión de horas de acuerdo a la capacidad de sus baterías, con niveles de precisión óptimos. Además, si hay zonas poco accesibles o poco seguras en el caso de las curvas cerradas para las personas son un elemento perfecto para llegar a ellas sin problemas.
- Se realiza el vuelo del Dron para la toma de las fotografías desde el aire. Las imágenes que se han captado con la cámara UHD del dron son procesadas mediante programas y herramientas específicas. Así se obtienen nubes de millones de puntos que son un fiel reflejo de la realidad. Estas imágenes se pueden georreferenciar y escalar, además de extraer coordenadas, distancias, volúmenes, perfiles y a partir de ello realizar modelos 3D y Ortofotos.
- Durante el vuelo, el dron capturará cientos o miles de imágenes de la zona en estudio que hemos sobrevolado. En total, varios gigabytes de datos que contienen vistas parciales del terreno de la carretera. Estas imágenes son necesarias procesarlas con software de fotogrametría.
- Una vez completado el vuelo y entregadas las imágenes en crudo, nuestro software se encarga de procesar los datos y generar una nube de puntos densificada de gran precisión. Este set de datos contiene las coordenadas de millones de puntos de la

superficie fotografiada, habitualmente, centenares de puntos por cada metro cuadrado.

- A todo ello la información se organizó en un formato único que contiene la información necesaria para su estudio, los cuales contienen puntos con sus coordenadas y otros datos.
- En la investigación se obtuvieron 112 puntos, de los cuales se realizaron 2 cambios de punto que fueron ubicados estratégicamente en la carretera en estudio.
- Es importante mencionar que, para la recolección de los puntos del levantamiento topográfico con Dron, el equipo de trabajo estuvo conformado por 5 personas, con la debida implementación de medidas de seguridad tales como chalecos, conos, señalizaciones etc.

### Figura 29

*Establecer el GPS – Diferencial en puntos estratégicos para complementar el Levantamiento Topográfico con Dron.*



*Nota. Elaboración propia*

### Figura 30



*Se determinó 112 puntos a lo largo de la carretera Chinllahuacho – Challabamba los cuales se tomarán con el receptor del GPS – Diferencial.*



*Nota: Elaboración propia*

### **Figura 31**

*Se realizó el levantamiento topográfico con Dron para el Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba.*



*Nota: Elaboración propia*

### **3.6.3.4. Toma de datos del Levantamiento Topográfico Con Dron.**



**Tabla 55**

*Puntos del Levantamiento Topografico con Dron, para el Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



<b>TESIS:</b>	“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”
<b>TIPO DE ESTUDIO:</b>	LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON DRONE
<b>TRAMO:</b>	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (16+000 KM)
<b>INTRUMENTO :</b>	Dron Phantom 3 Professional Quadcopter 4K UHD y GPS DIFERENCIAL Leica Viva G5 16
<b>FECHA:</b>	ENERO DEL 2022

**PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON DRONE, DEL SECTOR DE CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA**

Nº PI	DIRECCION	DELTA	PI NORTE (Y)	PI ESTE (X)	DESCRIPCION
1	298°06'59 "	39°07'38.6"	8512039.51	783283.70	BORDE
2	315°26'42 "	73°47'05.3"	8512060.89	783141.50	ESQ
3	308°28'40 "	87°43'09.4"	8512186.28	783124.70	BORDE
4	225°57'44 "	77°18'41.5"	8512166.72	782917.10	BORDE
5	200°12'38 "	25°48'28.1"	8511999.12	782895.60	BORDE
6	214°43'27 "	3°13'11.0"	8511949.08	782863.00	ESQ
7	201°57'01 "	28°46'03.4"	8511767.88	782729.70	BORDE
8	200°15'45 "	25°23'31.1"	8511448.21	782687.30	ESQ
9	237°35'04 "	49°15'08.0"	8511177.52	782511.70	BORDE
10	241°46'15 "	40°52'47.2"	8511147.13	782289.50	BORDE
11	204°31'23 "	33°36'57.6"	8511001.06	782161.10	BORDE
12	225°13'57 "	75°02'05.6"	8510859.22	782141.90	BORDE
13	221°25'01 "	82°39'56.2"	8510840.43	781994.20	ESQ



---

14	141°31'20" "	77°07'25.9"	8510661.08	781993.90	BORDE
15	74°33'06"	56°49'02.1"	8510633.62	782113.20	BORDE
16	96°55'11"	101°33'11.6"	8510814.84	782301.80	BORDE
17	199°49'41" "	104°15'49.5"	8510600.11	782437.60	BORDE
18	300°48'22" "	97°41'30.9"	8510570.01	782345.20	ESQ
19	311°40'16" "	75°57'41.4"	8510701.99	782321.10	BORDE
20	244°29'51" "	58°23'08.6"	8510706.62	782249.30	BORDE
21	241°29'12" "	52°21'49.4"	8510585.35	782163.40	ESQ
22	317°20'34" "	99°20'55.2"	8510570.81	781806.40	BORDE
23	358°26'53" "	17°08'17.7"	8510817.35	781836.70	BORDE
24	12°40'15"	45°35'03.1"	8510969.30	781809.60	ESQ
25	65°51'27"	60°47'19.4"	8511060.24	781874.30	BORDE
26	68°25'55"	55°38'23.5"	8511047.28	781992.70	BORDE
27	16°40'36"	47°52'14.4"	8511110.14	782046.60	BORDE
28	10°24'36"	35°20'15.7"	8511190.46	782036.30	BORDE
29	338°51'51" "	98°25'46.8"	8511545.64	782225.80	BORDE
30	332°16'12" "	85°14'29.5"	8511706.15	781776.30	BORDE
31	346°51'58" "	56°02'58.6"	8511867.07	781819.10	ESQ
32	288°46'33" "	60°07'51.5"	8512017.98	781687.10	BORDE
33	219°36'48" "	78°11'38.2"	8511987.93	781536.60	BORDE
34	148°49'53" "	63°22'11.2"	8511895.24	781535.80	BORDE
35	95°02'32"	44°12'31.6"	8511864.90	781595.00	BORDE
36	108°27'35" "	71°02'37.8"	8511897.26	781700.40	ESQ
37	166°26'13" "	44°54'39.2"	8511833.68	781746.60	BORDE
38	160°15'37" "	57°15'52.0"	8511669.66	781721.00	BORDE
39	181°32'43" "	99°50'04.9"	8511519.08	781890.40	BORDE
40	281°46'43" "	100°37'54.1"	8511476.70	781837.20	BORDE
41	322°44'37" "	18°42'05.1"	8511574.27	781785.50	ESQ
42	329°43'45" "	32°40'21.2"	8511651.13	781704.20	BORDE

---





---

43	312°45'50 "	66°36'11.4"	8511788.84	781670.10	BORDE
44	307°25'15 "	55°55'00.6"	8511814.00	781519.10	BORDE
45	341°06'28 "	11°27'25.0"	8512100.83	781387.60	ESQ
46	321°56'05 "	49°48'10.3"	8512302.20	781340.50	ESQ
47	309°17'46 "	24°31'32.7"	8512372.33	781203.10	BORDE
48	277°26'47 "	88°13'32.1"	8512545.04	781066.00	BORDE
49	184°34'21 "	97°31'18.9"	8512499.46	781004.80	BORDE
50	137°15'35 "	2°53'45.8"	8512367.10	781133.50	BORDE
51	143°45'11 "	10°05'27.1"	8512341.47	781156.00	BORDE
52	160°12'42 "	22°49'34.3"	8512288.33	781188.20	BORDE
53	175°03'07 "	6°51'16.0"	8512227.46	781197.10	BORDE
54	154°10'22 "	48°36'46.8"	8512078.86	781201.10	BORDE
55	126°49'23 "	6°05'10.9"	8512032.92	781256.10	BORDE
56	127°57'59 "	8°22'23.9"	8511985.08	781327.60	ESQ
57	156°23'06 "	48°27'50.2"	8511921.70	781397.60	BORDE
58	188°29'52 "	15°45'41.3"	8511841.94	781396.80	BORDE
59	169°51'46 "	53°01'52.8"	8511748.67	781369.30	BORDE
60	131°55'30 "	22°50'40.5"	8511698.98	781406.30	BORDE
61	169°40'18 "	98°20'18.0"	8511647.75	781493.30	BORDE
62	221°28'19 "	5°15'42.9"	8511530.31	781398.70	ESQ
63	268°20'33 "	88°28'46.6"	8511420.43	781292.20	BORDE
64	358°55'58 "	92°42'03.0"	8511465.74	781242.90	BORDE
65	0°57'07"	88°39'46.0"	8511625.22	781404.00	BORDE
66	341°11'47 "	49°09'05.9"	8511792.92	781245.50	BORDE
67	326°00'49 "	79°31'02.4"	8511933.50	781259.70	BORDE
68	305°40'50 "	38°51'05.9"	8511973.06	781124.00	ESQ

---



---

69	277°44'54 "	94°42'59.3"	8512094.90	781039.10	BORDE
70	176°11'33 "	108°23'42.6"	8512042.67	780975.90	BORDE
71	148°00'37 "	52°01'50.6"	8511959.35	781109.30	BORDE
72	152°32'32 "	42°57'59.4"	8511795.25	781126.50	BORDE
73	198°43'22 "	135°19'37.8"	8511618.72	781329.10	BORDE
74	246°45'14 "	39°15'53.1"	8511602.55	781073.10	BORDE
75	204°16'12 "	45°42'10.9"	8511448.46	780907.10	ESQ
76	181°42'23 "	0°34'32.2"	8511327.26	780904.10	BORDE
77	166°24'07 "	31°11'04.1"	8511224.31	780900.50	BORDE
78	200°30'38 "	99°24'07.8"	8511074.76	780984.10	BORDE
79	306°16'31 "	112°07'37.8"	8511048.24	780910.40	BORDE
80	344°12'30 "	36°15'40.9"	8511156.44	780914.80	BORDE
81	354°57'56 "	57°46'34.0"	8511389.24	780758.20	ESQ
82	36°41'34"	25°40'41.0"	8511489.03	780802.30	BORDE
83	356°19'42 "	106°24'24.0"	8511591.22	780922.10	BORDE
84	255°11'37 "	95°51'46.5"	8511628.98	780864.20	BORDE
85	224°30'03 "	34°28'38.7"	8511514.49	780805.20	ESQ
86	195°39'58 "	92°08'47.8"	8511401.04	780594.20	BORDE
87	187°01'10 "	74°51'09.9"	8511241.91	780687.60	ESQ
88	268°51'58 "	88°50'26.8"	8511167.59	780614.70	BORDE
89	268°55'25 "	88°43'33.2"	8511278.11	780497.40	BORDE
90	176°36'43 "	95°53'51.2"	8511193.33	780413.90	BORDE
91	149°12'25 "	41°05'15.4"	8511007.04	780646.70	BORDE
92	177°19'13 "	15°08'21.7"	8510957.14	780655.70	BORDE
93	171°12'48 "	27°21'12.6"	8510908.55	780651.60	ESQ
94	205°36'41 "	96°08'58.3"	8510803.78	780694.90	BORDE

---



95	302°28'16" "	97°34'11.7"	8510785.70	780633.10	BORDE
96	320°34'58" "	61°20'47.2"	8510866.92	780620.60	BORDE
97	317°33'50" "	55°18'32.0"	8510897.43	780536.40	BORDE
98	300°56'20" "	88°33'32.4"	8510997.16	780510.10	ESQ
99	288°13'28" "	63°07'47.9"	8510969.02	780391.40	BORDE
100	345°52'31" "	52°10'18.9"	8511097.26	780283.00	BORDE
101	346°05'05" "	51°45'11.7"	8511383.97	780343.70	BORDE
102	354°31'46" "	68°38'34.2"	8511501.44	780245.90	BORDE
103	338°30'59" "	100°40'08.0"	8511623.62	780313.20	ESQ
104	238°51'54" "	98°38'01.5"	8511644.56	780249.40	BORDE
105	171°54'37" "	35°16'32.8"	8511442.36	780215.40	BORDE
106	175°01'01" "	41°29'20.0"	8511352.30	780258.80	BORDE
107	180°09'39" "	31°12'03.8"	8511052.64	780174.20	BORDE
108	170°32'19" "	11°57'24.0"	8510866.09	780225.80	BORDE
109	148°04'41" "	56°52'39.8"	8510736.75	780233.60	ESQ
110	162°22'31" "	85°28'19.3"	8510592.35	780487.40	BORDE
111	268°39'37" "	127°05'53.2"	8510326.68	780362.90	BORDE
112	311°25'49" "	41°33'29.2"	8510479.28	780282.50	BORDE

*Nota:* Elaboración propia

### **3.6.4. Medición de peraltes máximos en campo**

#### **3.6.4.1. Equipos y materiales.**

- Eclímetro.
- Jalón.
- Cinta métrica.

#### **3.6.4.2. Muestra.**

La muestra estuvo conformada por 10 sitios, donde la cuantificación deriva a partir de la



evaluación de la consistencia de diseño y a criterio de los investigadores.

### 3.6.4.3. Procedimiento.

Tomando referencia los planos topográficos y con ayuda de la cinta métrica se ubicó la longitud media de la curva.

Posteriormente se colocó el jalón al ras de la superficie de rodadura en forma transversal al eje y sobre este el eclímetro, de donde se obtuvo la medición del peralte máximo de la curva.

Los datos medidos se anotaron en los formatos correspondientes.

### Figura 32

*Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Inicial de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.*



*Nota.* Elaboración propia

### Figura 33

*Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Intermedio de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 34**

*Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Final de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.*



*Nota.* Elaboración propia



### 3.6.4.4. Toma de datos de la Medición de Peraltes máximos en Campo

**Tabla 56**

*Medición de Peraltes Máximos en campo de todo el tramo en Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

TIPO DE ESTUDIO: PERALTES MAXIMOS EN ZONAS DE PELIGRO IDENTIFICADAS

FECHA: FEBRERO DEL 2022

VELOCIDAD 50 KM/H

**CUADRO DE PERALTES MÁXIMOS EN ZONAS DE PELIGRO IDENTIFICADAS**

DATOS DEL ALINEAMIENTO  
HORIZONTAL

ANÁLISIS DE PARÁMETROS

SITIOS	PI (km)	ELEMENTO	RADIO (m)	VELOCIDAD (km/h)	PERALTE SEGÚN EL TIPO DE OROGRAFIA		MEDICION CON EL ECLIMETR O (°)	CONVERSIÓN DE PENDIENTE EN (°) A PENDIENTE EN (%)	VERIFICACION
					ONDULADO - ACCIDENTADO	NORMA OBSOLET			
1	911+820	curva normal		50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
2	911+720	curva normal		50	6%	8%	4°	6.99	cumple
3	911+520	curva normal		50	6%	8%	4°	6.99	cumple
4	910+440	curva normal		50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
5	910+220	curva normal		50	6%	8%	4°'	8.22	no cumple



6	909+900	curva normal	50	6%	8%	4°	6.99	cumple
7	909+780	curva normal	50	6%	8%	3°8'	6.64	cumple
8	909+560	curva normal	50	6%	8%	3°8'	6.64	cumple
9	909+260	curva normal	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
10	909+000	curva cerrada	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
11	908+820	curva cerrada	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
12	908+300	curva normal	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
13	907+160	curva normal	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
14	906+720	curva normal	50	6%	8%	5°5'	9.57	no cumple
15	906+180	curva cerrada	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
16	905+960	curva normal	50	6%	8%	3°9'	6.82	cumple
17	905+520	curva cerrada	50	6%	8%	5°3'	9.28	no cumple
18	904+100	curva cerrada	50	6%	8%	3°7'	6.47	cumple
19	903+020	curva normal	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
20	902+720	curva cerrada	50	6%	8%	4°7'	8.22	no cumple
21	902+140	curva normal	50	6%	8%	3°3'	5.77	no cumple
22	901+860	curva cerrada	50	6%	8%	3°8'	6.64	cumple
23	901+300	curva cerrada	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
24	900+460	curva cerrada	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
25	899+800	curva cerrada	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple



26	899+220	curva cerrada	50	6%	8%	4°	6.99	cumple
27	899+000	curva cerrada	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
28	898+440	curva cerrada	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
29	897+320	curva cerrada	50	6%	8%	3°3'	5.77	no cumple
30	896+100	curva normal	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple

*Nota:* Elaboración Propia.





### 3.6.5. *Medición de ancho mínimo de despeje necesario*

#### 3.6.5.1. Equipos y materiales.

- Cinta métrica.

#### 3.6.5.2. Muestra.

La muestra estuvo conformada por 10 sitios de acuerdo a la consistencia de diseño y a criterio de los investigadores.

#### 3.6.5.3. Procedimiento.

Para obtener los anchos mínimos de despeje necesario en curvas, se ubicó un punto en el eje del carril interior, a partir de aquello se midió hacia el talud de corte, a 60 cm de la superficie de la carpeta de rodadura. Los datos medidos se anotaron en los formatos, los cuales nos ayudaron a evaluar la distancia de visibilidad en curvas horizontales.

#### **Figura 35**

*Se realizó la medición de Peraltes máximos en campo alrededor del punto Final de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.*





*Nota:* Elaboración propia



3.6.5.4. Toma de datos de la Medición de Ancho Mínimo de despeje necesario.

**Tabla 57**

*Medición de Ancho Mínimo de Despeje Necesario en campo de todo el tramo en Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba..*

		UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL				
Tesis:		“Análisis Y Propuesta De Mejora De La Seguridad Vial, De La Carretera Nacional Pe-3s De Acceso Al Distrito De Limatambo, Dentro De La C.C. Pampaconga, Sector (Chinllahuacho – Challabamba), Según La Inspección De Seguridad Vial De La Metodología Del Manual De Seguridad Vial Del Mtc - 2017”				
TIPO DE ESTUDIO:		Medición De Ancho Mínimo De Despeje Necesario En Campo				
TRAMO:		Carretera Chinllahuacho - Challabamba (16 + 000 Km)				
FECHA:		Febrero del 2022				
SITIO	PROGRESIVA (km)	ELEMENTO	RADIO (m)	LC (m)	"a" de Despeje en Campo	
1	909+790	curva cerrada	87	105.97	3.60	
2	909+200	curva cerrada	61	94.51	3.30	
3	906+700	curva cerrada	56	75.84	3.10	
4	905+900	curva cerrada	70	53.48	3.20	
5	904+500	curva cerrada	72	60.63	3.10	
6	903+170	curva cerrada	89	79.47	3.20	
7	901+960	curva cerrada	93	61.86	3.10	
8	901+650	curva cerrada	90	78.95	3.20	
9	901+000	curva cerrada	101	78.45	3.20	
10	900+580	curva cerrada	150	80.64	3.40	
11	899+990	curva cerrada	190	84.44	3.15	
12	899+110	curva cerrada	59	82.59	3.15	
13	898+700	curva cerrada	94	65.97	3.10	
14	897+550	curva cerrada	85	95.85	3.60	

Nota. Elaboración Propia



LC: Longitud de curva.

“a”: Ancho de despeje necesario

Diseño bueno	
Diseño tolerable	
Diseño pobre	

### 3.6.6. Medición de sobre anchos en Curvas Cerradas

#### 3.6.6.1. Equipos y materiales.

- Cinta Métrica

#### 3.6.6.2. Muestra.

La muestra estuvo conformada por 30 sitios, de acuerdo a la evaluación de la consistencia de diseño.

#### 3.6.6.3. Procedimiento.

Tomando referencia los planos topográficos y con ayuda de la cinta métrica se ubicó la longitud media de la curva (punto medio), donde se midió el ancho total de los dos carriles, los datos fueron anotados en los formatos correspondientes.

#### Figura 36

*Medición de Sobreanchos en campo de la Carretera en Estudio Chinllahuacho – Challabamba.*





*Nota:* Elaboración propia



### 3.6.6.4. Toma de datos de la Medición de Sobre Anchos en Curvas Cerradas

**Tabla 58**

*Medición de Sobre Anchos en Curvas Cerradas en campo de todo el tramo en Estudio de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba.*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 				
TESIS:	“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”			
TIPO DE ESTUDIO:	EVALUACION DE SOBRE ANCHOS HORIZONTALES Y VERTICALES			
ENTIDAD	PROGRESI VA	SOBREANC HO ACTUAL (m)	SOBREANCHO CALCULADO	EVALUACI ON
C1	0+050.49	1.15	0.8	CUMPLE
C2	0+150.01	0.85	0.8	CUMPLE
C3	0+284.37	0.95	0.8	CUMPLE
C4	0+408.73	0.4	0.4	CUMPLE
C5	0+518.54	0.55	0.4	CUMPLE
C6	0+624.02	0.5	0.4	CUMPLE
C7	0+734.73	0.8	0.6	CUMPLE
C8	0+846.34	1.6	1.1	CUMPLE
C9	0+926.36	0.5	0.4	CUMPLE
C10	1+171.31	0.65	0.5	CUMPLE
C11	1+744.13	1	0.8	CUMPLE
C12	1+827.18	0.5	0.4	CUMPLE
C13	2+059.95	0.65	0.5	CUMPLE
C14	2+300.08	0.9	0.7	CUMPLE
C15	2+519.05	0.8	0.7	CUMPLE
C16	2+719.34	1.15	0.9	CUMPLE
C17	2+921.16	0.55	0.5	CUMPLE
C18	3+095.76	1	0.8	CUMPLE
C19	3+252.80	1.3	0.9	CUMPLE
C20	3+438.99	0.65	0.5	CUMPLE
C21	3+723.95	0.65	0.5	CUMPLE
C22	3+805.14	1.1	0.8	CUMPLE
C23	3+872.31	0.8	0.6	CUMPLE
C24	4+103.18	0.8	0.6	CUMPLE
C25	4+503.28	0.65	0.5	CUMPLE
C26	5+132.89	0.65	0.5	CUMPLE



C27	5+215.78	0.55	0.5	CUMPLE
C28	5+325.17	0.5	0.4	CUMPLE
C29	5+627.24	0.65	0.5	CUMPLE
C30	5+931.39	0.5	0.4	CUMPLE
C31	5+990.36	0.55	0.5	CUMPLE
C32	6+268.44	0.9	0.7	CUMPLE
C33	6+405.70	0.65	0.7	NO CUMPLE
C34	6+541.66	0.7	0.7	CUMPLE
C35	6+701.24	0.75	0.7	CUMPLE
C36	6+900.24	0.6	0.7	NO CUMPLE
C37	7+588.63	0.55	0.5	CUMPLE
C38	7+689.48	1.3	0.9	CUMPLE
C39	7+802.61	2.85	1.9	CUMPLE
C40	7+862.38	1.3	0.9	CUMPLE
C41	7+997.40	0.9	0.7	CUMPLE
C42	8+197.22	1.85	1.3	CUMPLE
C43	8+299.87	1.85	1.3	CUMPLE
C44	8+414.32	0.9	0.7	CUMPLE
C45	8+530.86	0.65	0.5	CUMPLE
C46	8+626.42	1.1	0.8	CUMPLE
C47	8+716.09	1.1	0.8	CUMPLE
C48	8+828.41	0.65	0.5	CUMPLE
C49	8+958.71	0.9	0.7	CUMPLE
C50	9+189.72	0.65	0.5	CUMPLE
C51	9+399.74	0.65	0.5	CUMPLE
C52	9+536.00	0.8	0.6	CUMPLE
C53	9+801.34	0.9	0.7	CUMPLE
C54	9+855.76	0.9	0.7	CUMPLE
C55	10+092.67	0.9	0.7	CUMPLE
C56	10+292.06	1.15	0.8	CUMPLE
C57	10+451.46	0.65	0.5	CUMPLE
C58	10+039.93	0.85	0.7	CUMPLE
C59	11+584.77	3	1.9	CUMPLE
C60	11+700.04	1	0.8	CUMPLE
C61	11+998.91	1.8	1.8	CUMPLE
C62	12+538.27	1.25	1.7	NO CUMPLE
C63	12+678.66	0.65	0.5	CUMPLE
C64	12+742.92	0.65	0.5	CUMPLE
C65	13+080.66	0.2	0.2	CUMPLE
C66	13+200.07	5.65	3.2	CUMPLE
C67	13+293.09	4.5	2.7	CUMPLE
C68	13+407.18	0.6	0.5	CUMPLE
C69	13+549.04	1.4	1	CUMPLE
C70	13+738.21	0.5	0.5	CUMPLE
C71	13+990.39	2.3	1.5	CUMPLE
C72	14+118.86	0.3	4.1	NO CUMPLE



---

C73	14+230.43	3.95	2.4	CUMPLE
C74	14+421.53	0.65	0.5	CUMPLE
C75	14+769.56	3.25	2.1	CUMPLE
C76	14+817.65	2.35	1.6	CUMPLE
C77	15+020.00	5.85	3.3	CUMPLE
C78	15+521.70	1.95	1.3	CUMPLE
C79	15+567.82	0.65	0.5	CUMPLE
C80	15+812.75	1.9	1.3	CUMPLE

---

*Nota:* Elaboración propia

### 3.6.7. *Inventario vial*

#### 3.6.7.1. Equipos y materiales

- GPS Garmin 650
- Cámara Fotográfica Semi profesional Resolución 16.1 megapíxel
- Wincha Portátil de 5 m.
- Ficha de Inventario Vial
- Materiales de escritorio (bolígrafos, lápiz, etc.)

#### 3.6.7.2. Procedimiento

##### **Inventario Vial**

Conocer el estado situacional de una carretera realizando un Inventario Vial Georreferenciado para proyectar y valorar su seguridad. Es necesario conocer las principales características físicas y/o atributos de una carretera, que permita describir el estado situacional para cada carretera y la adecuación del banco de datos cartográficos, alfanumérico y geográfico de la red vial de la provincia.

##### **Etapas para realizar el Inventario Vial**

Cada etapa comprende una serie de actividades que están relacionadas unas con otras, concluida una etapa se inicia la siguiente. Los productos y resultados de cada etapa serán insumo para el desarrollo de la siguiente y así sucesivamente, hasta obtener el producto final que es el Informe Final del Inventario de la red vial de la provincia.



### **Trabajo Pre-campo**

Comprende actividades y productos que están directamente relacionadas a la preparación de la información de la carretera para un recorrido con el GPS Navegador en campo, actividades de talleres de Planeamiento Vial, identificándose la ruta a seguir y realizar el análisis de la red vial de la zona en gabinete.

### **Trabajo en Campo**

Representa la actividad principal del levantamiento de información, mediante la conformación de un equipo de trabajo para el recorrido de la ruta y la captura de la información de las características físicas de la carretera.

### **Trabajo post-campo (trabajo de gabinete)**

Agrupar a las actividades que se centran en la edición, control de calidad, evaluación, implementación y adecuación de los bancos de datos cartográficos, alfanumérico y geográfico para la construcción de las capas (layers) de información de la red vial empleando los datos recopilados en campo a través del GPS Navegador y los formatos manuales. Estos bancos de datos son la base para la elaboración de los mapas temáticos que sirven para el diagnóstico de la carretera.

Para efectos del presente estudio se fijó como punto inicial la progresiva 0+000 (km 912+000) ubicado en el sector de Chinllahuacho, punto intermedio en la progresiva 8+000 (km 904+000) ubicado en el sector de Pampaconga y como punto final en la progresiva 16+000 (km 896+000) ubicado en el sector de Challabamba. El estudio de campo se realizó desde el viernes 19 de agosto hasta el sábado 20 de agosto del 2022 durante los 2 días consecutivos.

### **Tabla 59**

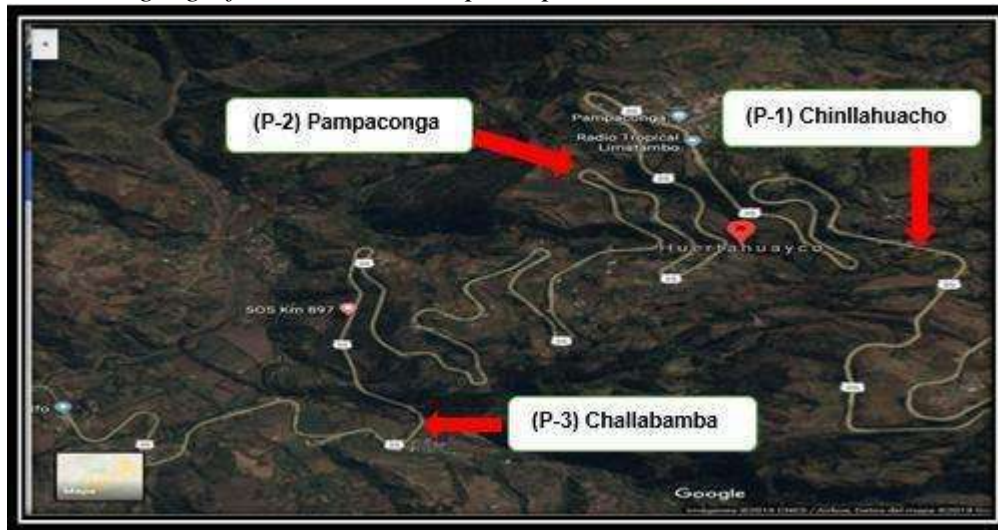
*Puntos principales de la carretera Chinllahuacho - Challabamba.*

PUNTOS	LUGARES	KILOMETRO
P-1	Sector de <b>Chinllahuacho</b> (Inicio de la carretera)	Km 0+000 (km 912 + 000)
P-2	Sector <b>Pampaconga</b> (Punto medio de la carretera)	km 8+000 (km 904 + 000)
P-3	Sector <b>Challabamba</b> (Punto Final de la carretera)	km 16+000 (km 896 + 000)

*Nota:* Elaboración propia

### Figura 37

*Ubicación geográfica de los Puntos principales.*



*Nota:* Elaboración propia

### Características generales del Inventario Vial

Las características generales básicas del Inventario Vial fueron los siguientes:

- Los estudios fueron realizados durante 2 días por dos tramos, siendo estos: viernes 19 de agosto del 2022 del P-1 al P-2, sábado 20 de Agosto del 2022 del P-2 al P-3.
- Los estudios se realizaron durante 10 horas cada día, con el objetivo de identificar y verificar el estado situacional actual de la carretera.
- Las horas de estudio fueron desde las 07:00 AM hasta 05:00 PM cada día por dos tramos.
- Los estudios fueron cerrados cada tramo, con el objetivo de evaluar posibles variaciones.

### Figura 38





*Inventario Vial, Punto Inicial P-1, Chinllahuacho.*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 39**

*Inventario Vial, Punto Inicial P-2, Pampaconga.*



*Nota.* Elaboración propia



**Figura 40**

*Inventario Vial, Punto Inicial P-2, Pampaconga.*





*Nota. Elaboración propia*



### 3.6.7.3. Toma de datos del Inventario Vial

**Tabla 60**

*Estudios del Inventario Vial (6:00 am a 18:00 pm)*

N°		COORDENADAS			ANCHO DE PLATAFORMA	TIPO DE SUPERFICIE	ESTADO DE TRANSITABILIDAD	ALCANTARILLAS			SEÑALIZACIÓN	PUNTOS NOTABLES, CRITICOS	COMENTARIOS
		INICIO	FIN	LATITUD				UTM	ALTITUD	UBICACIÓN			
		 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 											
TESIS:		“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”											
TIPO DE ESTUDIO:		INVENTARIO VIAL											
TRAMO:		P1 - CHINLLAHUACHO al P3 - CHALLABAMBA (16+000 km)											
FECHA:		DEL 19 DE AGOSTO AL 20 DE AGOSTO 2022											
		DEPARTAMENTO			CUSCO								
		PROVINCIA			ANTA								
		DISTRITO			LIMATAMBO								
		LONGITUD (KM)			16 + 000 km								



1	912 + 000	911 + 000	783143	8512 060	11564	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 912 + 000 KM 911 + 300 KM 911 + 050	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR REGULAR MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	Desvio en el KM 911 + 050, en el sector del poblado de Chinllahuacho	Es el punto Inicial del tramo en estudio, en el sector del poblado de Chinllahuacho.
2	911 + 000	910 + 000	782680	8511 532	11470	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 910 + 800 KM 910 + 500 KM 910 + 255 KM 910 + 050	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR REGULAR REGULAR MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	Se continua por el sector del poblado de Chinllahuacho.
3	910 + 000	909 + 000	782081	8510 844	11394	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 909 + 449 KM 909 + 040 KM 909 + 030	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	MALO REGULAR MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo se puede verificar pocas viviendas.
4	909 + 000	908 + 000	782307	8510 703	11316	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 908 + 584 KM 908 + 500 KM 908 + 194	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR BUENO MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En todo este tramo son terrenos de cultivo.
5	908 + 000	907 + 000	781851	8511 032	11213	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 907 + 521 KM 907 + 500 KM 907 + 350 KM 907 + 300 KM 907 + 094	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR BUENO MALO MALO MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	Alcantarilla desplomada lo que ocasiono el deslizamiento de la plataforma debido a la presencia a KM 907 + 650	En este tramo se puede verificar el deslizamiento de la plataforma debido a la presencia del deterioro de una alcantarilla.



6	907 + 000	906 + 000	781917	8511 779	11127	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 906 + 937 KM 906 + 754 KM 906 + 475 KM 906 + 039 KM 906 + 005	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR REGULAR REGULAR BUENO MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo son terrenos de Cultivo.
7	906 + 000	905 + 000	781744	8511 669	11029	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 905 + 990 KM 905 + 980 KM 905 + 600 KM 905 + 100	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	MALO MALO BUENO BUENO BUENO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo son terrenos de Cultivo.
8	905 + 000	904 + 000	781458	8511 947	10941	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 904 + 852 KM 904 + 660 KM 904 + 502 KM 904 + 005	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	BUENA MALO REGULAR REGULAR REGULAR	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	Es el punto Medio del tramo en estudio, en el sector de Pampaconga de la comunidad campesina Pampaconga
9	904 + 000	903 + 000	781177	8512 320	10847	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 903 + 730 KM 903 + 409 KM 903 + 170 KM 903 + 102	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	MALO MALO MALO BUEN A	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo se puede verificar pocas viviendas.
10	903 + 000	902 + 000	781382	8511 516	10747	7.80 m	ASFALTO	REGULAR, FALTA EL PINTADO DE 10 m de via EN EL TRAMO	ONDULADO	KM 902 + 692 KM 902 + 570 KM 902 + 461 KM 902 + 245	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	MALO REGUL AR BUENO MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo se puede verificar pocas viviendas.



11	902 + 000	901 + 000	781031	8512 069	10637	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULADO	KM 901 + 740 KM 901 + 456 KM 901 + 422 KM 901 + 048	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	MALO REGUL AR BUENO O MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo son terrenos de Cultivo y se encuentra un pequeño asilo de ancianos con una capilla.
12	901 + 000	900 + 000	780906	8511 438	10509	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ACCIDENTADO	KM 900 + 828 KM 900 + 327	CONCR ETO CONCR ETO	BUENO REGULAR	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo son terrenos de Cultivo.
13	900 + 000	899 + 000	780858	8511 438	10425	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ACCIDENTADO	KM 899 + 990 KM 899 + 840 KM 899 + 510 KM 899 + 396	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR BUENO REGULAR MALO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo son terrenos de Cultivo.
14	899 + 000	898 + 000	780480	8511 133	10287	7.80 m	ASFALTO	REGULAR, FALTA EL PINTADO del Tramo 898+700 al 898+400 DE 300 m de via, tambien presenta parchados.	ACCIDENTADO	KM 898 + 947 KM 898 + 756 KM 898 + 477 KM 898 + 263	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	REGULAR BUENO BUENO BUENO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo de via encontramos que esta ondulada debido a una posible falla geologica de la zona.
15	898 + 000	897 + 000	780291	8511 112	10118	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ACCIDENTADO	KM 897 + 900 KM 897 + 700 KM 897 + 156	CONCR ETO CONCR ETO CONCR ETO	BUENO BUENO BUENO	CORRECTA SEÑALIZACION EN ESTE TRAMO	NINGUNO	En este tramo son terrenos de Cultivo.



16	897 + 000	896 + 000	780215	8511 239	9937	7.80 m	ASFALTO	BUENO	ONDULAD O	KM 896 + 546	CONCR ETO	MALO BUEN	CORRECT A	Desvio en el KM	En este tramo se
										KM 896 + 284	CONCR ETO	O MALO	SEÑALIZA CION EN	896 + 010, en el	puede verificar
										KM 896 + 165	CONCR ETO	MALO	ESTE TRAMO	sector	pocas
										KM 896 + 160	CONCR ETO			poblado de	viviendas.
														Challaba mba	



*Nota.* Elaboración propia.



Para el caso del conteo y clasificación de señales de tránsito a lo largo de la carretera del sector de Chinllahuacho al sector de Challabamba se realizó de acuerdo a las recomendaciones del asesor.

**Tabla 61**

*Tabla de conteo de las señales de las Señales de Tránsito en la ruta en carretera Chinllahuacho-Challabamba.*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 		
TESIS:	“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”	
TIPO DE ESTUDIO:	CONTEO DE SEÑALES DE TRANSITO	
TRAMO:	Chinllahuacho - Challabamba (16+000 km)	
FECHA:	Del 19 de Agosto al 20 de Agosto del 2022	
Nº	DESCRIPCION	CANTIDAD DE SEÑALES
1	Curva contra - Curva a la Izquierda	10
2	Curva en s a la Izquierda	16
3	Camino sinuoso a la Derecha	9
4	Curva en U a la Derecha	26
5	Curva Pronunciada a la Derecha	16
6	Curva Pronunciada a la Izquierda	14
7	Servicio Telefónico de uso Público SOS	9
8	Zona de Presencia de peatones	4
9	Prohibido Adelantar	11
10	Mantenga su Derecha	4
11	Velocidad máxima Permitida de 35 KM/H	5
12	Zona Urbana	2
13	Animales en la Vía	2
14	Curva y Contra Curva Pronunciada a la Izquierda	2
15	Zona Escolar	2
16	Zona de derrumbes	2
17	Ciclistas en la Vía	1
18	Señales Informativas	2

Nota. Elaboración propia





### 3.6.8. *Tasa de accidentes de tránsito*

#### 3.6.8.1. Equipos y materiales.

- Computadora portátil (Laptop Core i7)
- Ficha de Tasa de accidentes de Tránsito.
- Materiales de escritorio (bolígrafos, lápiz, etc.)

#### 3.6.8.2. Procedimiento.

Primeramente, se ubicó fuentes de información respecto a la tasa de accidentes ocurridas en los últimos años en la carretera de Chinllahuacho - Challabamba con la finalidad de tener una información más real para una buena toma de datos.

- Obtuvimos la Información de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.
- La Oficina de Estadística de la PNP - Sede Regional Cusco, generan información sobre los accidentes de tránsito registrados en distantes jurisdicciones de la Región de Cusco en este caso se solicitó información de la jurisdicción de Limatambo; en este contexto, se presenta información de los principales indicadores, elaborados sobre la base de los registros policiales de la provincia de Limatambo.

El método de obtención de información de los accidentes de tránsito desde el año 2006 se basó en el diligenciamiento del Formulario PCAT-2010 (Proyecto Comisarías: Accidentes de Tránsito 2010) de las principales características de todos los accidentes de tránsito registrados en los Libros de Ocurrencias.

De acuerdo a la investigación ejecutada desde el año 2006 al 2022 las consecuencias de los accidentes de tránsito fueron: fatales y no fatales.

- **Los accidentes fatales** fueron 62 (28.31 %). Son aquellos que produjeron el fallecimiento de al menos una persona en el lugar de ocurrencia, pudiendo haber quedado alguna otra persona herida, o ilesa.



- **Los accidentes No Fatales** fueron 219 (71,69 %). La característica de esta categoría radica en que no se presentan pérdidas de vidas humanas, pero sí lesionados/heridos, así como posibles daños materiales.
- Ello significa que hubieron fallecidos y heridos en los accidentes. Se puede observar un bajo porcentaje de accidentes de tránsito considerados Fatales (28.31 %) y un mayor porcentaje de accidentes No Fatales (71.69 %). (Ver tabla N° 52).
- A todo ello la información se organizó por meses de cada año de estudio del 2006 al 2022 en diferentes archivos, los cuales contienen datos reales de los accidentes de tránsito en dicha zona.

#### **3.6.8.3. Toma de datos de la Tasa de Accidentes de Tránsito.**



**Tabla 62**

*Tasa de accidentes de tránsito en la ruta en carreta Chinllahuacho-Challabamba.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

TIPO DE ESTUDIO: TASA DE ACCIDENTES DE TRANSITO  
TRAMO: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (16+000 KM)  
FECHA: Del 5 de Setiembre al 6 de Setiembre del 2022

**TASA DE ACCIDENTES DE TRANSITO DEL 2006 AL 2022 EN LA ZONA DE ESTUDIO**

AÑO DE ESTUDIO	FATALES				NO FATALES			
	CANTIDAD	MUERTOS	HERIDOS	CLASE	CANTIDAD	MUERTOS	HERIDOS	CLASE
2006	4	4	0	2 Atropellos, 1 Choque, 1 Volcadura	5	0	5	3 Atropellos, 1 Choque, 1 Atropellos, 7 Choques
2007	2	2	0	1 Atropello, 1 Choque	10	0	12	3 Atropellos, 7 Choques
2008	10	11	0	9 Atropellos, 1 Choque	11	0	15	3 Atropellos, 7 Choques, 1 Volcadura



2009	6	7	0	1 Atropello, 2 Choques, 2 Despistes, 1 Volcadura	2	0	4	2 Despistes, 1 Choque
2010	3	2	0	1 Atropello, 1 Despiste, 1 Volcadura	7	0	21	7 Choques
2011	1	1	0	1 Atropello	1	0	1	1 Atropello
2012	2	2	0	2 Atropellos	2	0	3	2 Atropellos
2013	0	0	0	Ninguno	12	0	18	3 Atropellos, 5 Choques, 3 Despistes, 1 Volcadura
2014	1	3	7	1 Choque	2	0	4	2 Despistes
2015	2	4	3	1 Atropello, 1 Despiste	2	0	3	1 Choque, 1 Despiste
2016	0	0	0	Ninguno	3	0	10	2 Choques, 1 Volcadura
2017	13	15	24	3 Choques, 10 Despistes	32	0	38	5 Atropellos, 18 Choques, 9 Despistes
2018	9	9	0	5 Atropellos, 2 Choque, 2 Despistes	39	0	66	2 Atropellos,



---

2019	9	5	12	8 Despistes, 1 Choque	29	0	27	19 Choques, 13 Despistes 3 Atropellos, 17 Choques, 9 Despistes 3
2020	7	2	0	5 Despistes, 2 Choque	25	0	32	Atropellos, 15 Choques, 7 Despistes 2
2021	7	1	0	6 Despistes, 1 Choque	25	0	29	Atropellos, 18 Choques, 5 Despistes 4
2022	8	2	0	5 Atropellos, 1 Choque, 2 Despistes	27	0	33	Atropellos, 16 Choques, 7 Despistes

---

*Nota:* Elaboración propia



### **3.7. Plan de análisis de datos**

#### **3.7.1. *Cálculo del índice medio diario anual (I.M.D.A.)***

##### **3.7.1.1. Determinación de los factores de corrección estacional.**

La determinación de los factores de corrección promedio de una estación está en función al peaje más cercano al camino, en este caso se tomó el de Ccasacancha del mes de Julio.

- F.C.E. Vehículos Ligeros: 1.045055
- F.C.E. Vehículos Pesados: 1.02681



**Tabla 63**

*Factor de corrección promedio para vehículos ligeros/pesados (Estación Ccasacancha)*

COD.	PEAJE	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	PROM
PO 61	CCASACANCHA	1.012	0.962	1.064	1.292	1.179	1.171	1.045	0.979	0.931	1.056	1.067	0.987	1.045
	LIGEROS													
PO 61	CCASACANCHA	1.033	1.002	1.048	1.197	1.087	1.087	1.026	0.967	0.969	0.996	0.959	0.913	1.026
	PESADOS													

*Nota:* Estación – peaje Ccasacancha



### 3.7.1.2. Aplicación de la fórmula, para el conteo de 7 días.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en Índice Medio Diario (I.M.D), se ha empleado la siguiente fórmula:

$$\text{I.M.D.A.} = \text{I.M.D.S.} \times \text{F.C.E.}$$

**Dónde:**














**I.M.D.S.:** Índice medio diario semanal o promedio de tráfico diario.

**F.C.E.:** Factor de corrección estacional.





**Tabla 64**  
*Índice medio diario anual*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 													
<b>TESIS:</b>		“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”											
IMDA LIGERO / 7 días		1192	Fc LIGEROS (1.045055) x IMDA					1245					
IMDA PESADO / 7 días		331	Fc PESADOS (1.02681) x IMDA					340					
IMDA TOTAL		1523	IMDA x Fc TOTAL					1585					
CARRETERA:		CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA											
TIPO DE ESTUDIO:		CONTEO VEHICULAR											
ESTACION:		CHINLLAHUACHO - PAMPACONGA - CHALLABAMBA											
SENTIDO:		SUBIDA - BAJADA											
FECHA:		18 AL 24 DE JULIO DEL 2022											
TIPO DE VEHICULO	M	M	M	M	M	M	M	N	N	L	TOTAL		
	AUTO	STATION VAGON	PICK UP	MINI BUS	MICRO BUS	BUS 2 E	BUS >= 3 E	2 E	3 E	2 S 3	MOTOS		
DIA	FECHA												
LUNES	4/07/2022	402	109	231	188	1	22	33	73	44	122	41	1266
MARTES	5/07/2022	405	99	221	183	2	25	47	92	60	136	51	1321
MIERCOLES	6/07/2022	411	91	209	196	1	30	50	95	65	155	38	1341
JUEVES	7/07/2022	396	88	206	202	1	24	49	121	80	121	37	1325
VIERNES	8/07/2022	545	102	258	214	1	19	47	148	64	147	36	1581



SABADO	9/07/2022	456	160	185	210	2	21	40	110	42	117	41	1384
DOMINGO	10/07/2022	494	287	211	172	2	11	41	99	52	126	29	1524
TOTAL DE VEHICULOS SEMANAL		3109	936	1521	1365	10	152	307	738	407	924	273	<b>9742</b>
TOTAL DE VEHICULOS LIGEROS + conteo de noche				<b>8341</b>									
TOTAL DE VEHICULOS PESADOS + conteo de noche										<b>2319</b>			

*Nota.* Elaboración propia.



### 3.7.1.3. Demanda actual.

Del análisis llevado a cabo, se tiene el siguiente Índice Medio Diario: **1585** vehículos diarios, compuesto por el **78.55 %** de vehículos ligeros y **21.45 %** de vehículos pesados.

### 3.7.1.4. Demanda proyectada.

Para realizar la demanda proyectada se deberá desarrollar la siguiente formula:

$$T_n = T_0(1+r)^{n-1}$$

Dónde:

**T<sub>n</sub>** = Tránsito proyectado al año en vehículo por día.

**T<sub>0</sub>** = Tránsito actual (año base) en vehículo por día.

**n** = Año futuro de proyección.

**r** = Tasa anual de crecimiento de tránsito.

### 3.7.1.5. Tasa de crecimiento por región en porcentaje.

- rvp = Tasa de Crecimiento Anual de la Población (para vehículos de pasajeros)
- rvp= Tasa de Crecimiento Anual del PBI Regional (para vehículos de carga)

**Tabla 65**

*Proyección de tráfico normal (para vehículos de pasajeros).*

CARRETERA	CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA	Tasa de crecimiento Poblacional	1%
TIPO DE ESTUDIO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL	Tasa de crecimiento PBI	4.30%
IMDA (2022)	1578	Periodo de Diseño (n)	1 años
$T_n = T_0(1+r)^{n-1}$			
AÑO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL	n	
2025	1578	1	

*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 66**

*Proyección de tráfico normal (para vehículos de carga).*

<b>CARRETERA</b>	<b>CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA</b>	Tasa de crecimiento Poblacional	1%
<b>TIPO DE ESTUDIO</b>	<b>PROYECCION DE TRAFICO GENERADO</b>	Tasa de crecimiento PBI	4.30%
IMDA (2022)	1578	Periodo de Diseño (n)	1 años
$T_n = T_0(1+r)^{(n-1)}$			
<b>AÑO</b>	<b>PROYECCION DE TRAFICO NORMAL</b>		<b>n</b>
2025	1578		1

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 67**

*Tráfico generado por tipo de vehículo*

<b>Tipo de Intervención</b>	<b>% de Trafico Normal</b>
Mejoramiento	15

*Nota.* Elaboración propia

**Tabla 68**

*Tráfico generado por tipo de vehículo.*

<b>AÑO</b>	<b>PROYECCION DE TRAFICO NORMAL</b>	<b>n</b>	<b>TRAFICO NORMAL</b>	<b>TRAFICO GENERAL</b>
2025	1578	1	237	1815

*Nota:* Elaboración propia

**Tabla 69**

*Proyección de tráfico generado (para vehículos de pasajeros).*

<b>AÑO</b>	<b>PROYECCION DE TRAFICO NORMAL</b>	<b>n</b>	<b>TRAFICO NORMAL</b>	<b>TRAFICO GENERAL</b>
2025	1578	1	237	1815

*Nota:* Elaboración propia



**Tabla 70**

*Proyección de tráfico normal del expediente técnico (para vehículos de pasajeros).*

PROYECCION TRAFICO NORMAL DEL EXPEDIENTE TECNICO (PARA VEHICULOS DE PASAJEROS)			
CARRETERA	LIMATAMBO	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	1%
TIPO DE ESTUDIO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL	TASA DE CRECIMIENTO PBI	2.20%
IMDA (2017)	629	PERIODO DE DISEÑO (n)	10 años
$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$			
AÑO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL		n
2017	629		1
2018	635		2
2019	640		3
2020	647		4
2021	652		5
2022	660		6
2023	666		7
2024	672		8
2025	679		9
2026	686		10

*Nota.* Elaboración propia

Para el cálculo del Tráfico generado por tipo de vehículo se tomó en cuenta la tabla 14.

**Tabla 71**

*Proyección de tráfico normal del expediente técnico (para vehículos de carga).*

PROYECCION TRAFICO NORMAL DEL EXPEDIENTE TECNICO (PARA VEHICULOS DE CARGA)			
CARRETERA	LIMATAMBO	TASA DE CRECIMIENTO POBLACIONAL	1%
TIPO DE ESTUDIO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL	TASA DE CRECIMIENTO PBI	2.20%
IMDA (2017)	629	PERIODO DE DISEÑO (n)	10 años
$T_n = T_o(1 + i)^{n-1}$			
AÑO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL		n
2017	629		1
2018	664		2
2019	701		3
2020	738		4
2021	776		5



2022	815	6
2023	855	7
2024	897	8
2025	940	9
2026	984	10

Nota: Elaboración propia

**Tabla 72**

*Proyección de tráfico generado por tipo de vehículo del expediente técnico (para vehículos de pasajeros).*

**PROYECCION DE TRAFICO GENERADO POR TIPO DE VEHICULO  
DEL EXPEDIENTE TECNICO (para vehículo de pasajeros)**

AÑO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL	n	TRAFICO NORMAL	TRAFICO GENERADO
2017	629	1	94	723
2018	635	2	95	730
2019	640	3	96	736
2020	647	4	97	744
2021	652	5	98	750
2022	660	6	99	759
2023	666	7	100	766
2024	672	8	101	773
2025	679	9	102	781
2026	686	10	103	789

Nota: Elaboración propia

**Tabla 73**

*Proyección de tráfico generado por tipo de vehículo del expediente técnico (para vehículos de carga).*

**PROYECCION DE TRAFICO GENERADO POR TIPO DE  
VEHICULO DEL EXPEDIENTE TECNICO (para vehículos de carga)**

AÑO	PROYECCION DE TRAFICO NORMAL	n	TRAFICO NORMAL	TRAFICO GENERADO
2017	629	1	126	755
2018	664	2	131	795
2019	701	3	137	838
2020	738	4	143	881
2021	776	5	149	925
2022	815	6	155	970



2023	855	7	161	1016
2024	897	8	168	1065
2025	940	9	175	1115
2026	984	10	182	1166

*Nota:* Elaboración propia

### 3.7.2. *Clasificación de la vía y velocidad de diseño*

#### 3.7.2.1. 3.7.2.1 Proceso de calculo.

De acuerdo al IMDA (índice medio diario anual) igual a 1585

veh/díacalculado del tráfico vehicular y del Manual de Diseño

Geométrico de Carreteras DG-2018 se tuvo:

Clasificación:

- según su demanda: una carretera de segunda clase.
- Según su orografía: una carretera de terreno accidentado (tipo 3)

#### **Velocidad de diseño:**

Para la elección de la velocidad de diseño, se considero aquella que permita tener control sobre los radios en las curvas mas pronunciadas para ello la velocidad de diseño es igual a 30 km/h.

### 3.7.3. *Velocidades de Operación Estimadas en Curvas y Tangentes*

#### 3.7.3.1. Proceso de calculo.



Para llevar a cabo el proceso de cálculo de las velocidades de operación en campo, de las 100 observaciones de velocidades de cada curva y tangente se realizó un promedio, a continuación, se muestra las velocidades en las tablas N° 64 y N° 65.



3.7.3.2. tablas.

**Tabla 74**

*velocidades de operación medias en campo (tangente).*

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b>			
<b>TESIS:</b>		<b>“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”</b>			
<b>CARETERA</b>		<b>CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA</b>			
<b>VELOCIDADES EN TANGENTE DE LA CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA</b>					
<b>SITIOS</b>	<b>ELEMENTO</b>	<b>V. DE DISEÑO (km/h)</b>	<b>V. MEDIA SUBIDA (km/h)</b>	<b>V. MEDIA BAJADA(km/h)</b>	
1	TANGENTE	30	41	56	
2	TANGENTE	30	48	35	
3	TANGENTE	30	45	56	
4	TANGENTE	30	41	48	
5	TANGENTE	30	38	49	
6	TANGENTE	30	38	65	
7	TANGENTE	30	38	60	
8	TANGENTE	30	39	55	
9	TANGENTE	30	47	51	
10	TANGENTE	30	47	46	
11	TANGENTE	30	44	54	
12	TANGENTE	30	44	52	
13	TANGENTE	30	37	47	
14	TANGENTE	30	42	48	
15	TANGENTE	30	44	48	
16	TANGENTE	30	32	49	
17	TANGENTE	30	36	59	
18	TANGENTE	30	40	56	
19	TANGENTE	30	46	57	
20	TANGENTE	30	47	46	
21	TANGENTE	30	44	56	
22	TANGENTE	30	46	61	
23	TANGENTE	30	43	56	





---

24	TANGENTE	30	42	45
25	TANGENTE	30	47	54
26	TANGENTE	30	39	58
27	TANGENTE	30	44	59
28	TANGENTE	30	37	54
29	TANGENTE	30	48	57
30	TANGENTE	30	48	51
31	TANGENTE	30	46	48
32	TANGENTE	30	46	54
33	TANGENTE	30	38	54
34	TANGENTE	30	41	60
35	TANGENTE	30	35	44
36	TANGENTE	30	41	45
37	TANGENTE	30	48	40
38	TANGENTE	30	43	47
39	TANGENTE	30	45	50
40	TANGENTE	30	48	46
41	TANGENTE	30	40	50
42	TANGENTE	30	41	50
43	TANGENTE	30	38	47
44	TANGENTE	30	41	55
45	TANGENTE	30	39	40
46	TANGENTE	30	34	43
47	TANGENTE	30	38	50
48	TANGENTE	30	39	54
49	TANGENTE	30	31	64
50	TANGENTE	30	32	47
51	TANGENTE	30	40	49
52	TANGENTE	30	47	52
53	TANGENTE	30	45	58
54	TANGENTE	30	39	51
55	TANGENTE	30	33	50
56	TANGENTE	30	35	60
57	TANGENTE	30	32	60
58	TANGENTE	30	34	45
59	TANGENTE	30	47	51
60	TANGENTE	30	35	43
61	TANGENTE	30	41	46
62	TANGENTE	30	34	38
63	TANGENTE	30	43	54

---



---

64	TANGENTE	30	43	46
65	TANGENTE	30	44	58
66	TANGENTE	30	51	56
67	TANGENTE	30	47	54
68	TANGENTE	30	41	64
69	TANGENTE	30	49	56
70	TANGENTE	30	38	45
71	TANGENTE	30	40	48
72	TANGENTE	30	34	51
73	TANGENTE	30	38	52
74	TANGENTE	30	38	53
75	TANGENTE	30	33	48
76	TANGENTE	30	43	40
77	TANGENTE	30	43	50
78	TANGENTE	30	51	54
79	TANGENTE	30	47	48
80	TANGENTE	30	35	45
81	TANGENTE	30	42	44
82	TANGENTE	30	29	43
83	TANGENTE	30	49	42
84	TANGENTE	30	48	50
85	TANGENTE	30	44	58
86	TANGENTE	30	47	45
87	TANGENTE	30	33	53
88	TANGENTE	30	48	45
89	TANGENTE	30	39	33
90	TANGENTE	30	41	42
91	TANGENTE	30	43	51
92	TANGENTE	30	43	49
93	TANGENTE	30	46	55
94	TANGENTE	30	38	51
95	TANGENTE	30	32	44
96	TANGENTE	30	43	44
97	TANGENTE	30	43	39
98	TANGENTE	30	37	56
99	TANGENTE	30	43	46
100	TANGENTE	30	47	39

---

*Nota:* Elaboracion propia

**Tabla 75**

*Velocidades de operación medias en campo (curvas).*



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL



TESIS

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA

VELOCIDADES EN CURVAS DE LA CARRETERA CHINLLAHUACHO -  
CHALLABAMBA

SITIO	ELEMENTO	V. DISEÑO (km/h)	V. MEDIA SUBIDA (km/h)	V. MEDIA BAJADA (km/h)
1	CURVA	30	31	29
2	CURVA	30	35	34
3	CURVA	30	36	32
4	CURVA	30	36	32
5	CURVA	30	34	37
6	CURVA	30	36	31
7	CURVA	30	32	41
8	CURVA	30	37	39
9	CURVA	30	35	40
10	CURVA	30	37	38
11	CURVA	30	33	30
12	CURVA	30	35	39
13	CURVA	30	35	40
14	CURVA	30	32	37
15	CURVA	30	33	31
16	CURVA	30	32	35
17	CURVA	30	36	32
18	CURVA	30	34	31
19	CURVA	30	33	42
20	CURVA	30	40	43
21	CURVA	30	27	42
22	CURVA	30	39	35
23	CURVA	30	36	32
24	CURVA	30	36	35
25	CURVA	30	39	38
26	CURVA	30	41	33
27	CURVA	30	34	34



---

28	CURVA	30	41	35
29	CURVA	30	43	36
30	CURVA	30	41	36
31	CURVA	30	37	31
32	CURVA	30	38	36
33	CURVA	30	30	31
34	CURVA	30	29	39
35	CURVA	30	32	40
36	CURVA	30	33	31
37	CURVA	30	36	34
38	CURVA	30	34	39
39	CURVA	30	38	36
40	CURVA	30	38	29
41	CURVA	30	38	31
42	CURVA	30	31	31
43	CURVA	30	35	41
44	CURVA	30	30	38
45	CURVA	30	31	38
46	CURVA	30	34	35
47	CURVA	30	35	40
48	CURVA	30	38	37
49	CURVA	30	37	37
50	CURVA	30	33	40
51	CURVA	30	36	38
52	CURVA	30	32	37
53	CURVA	30	41	35
54	CURVA	30	39	32
55	CURVA	30	36	33
56	CURVA	30	27	30
57	CURVA	30	36	40
58	CURVA	30	39	36
59	CURVA	30	37	40
60	CURVA	30	34	37
61	CURVA	30	36	29
62	CURVA	30	39	27
63	CURVA	30	36	30
64	CURVA	30	27	42
65	CURVA	30	29	35
66	CURVA	30	35	33
67	CURVA	30	36	39
68	CURVA	30	35	35

---



---

69	CURVA	30	34	40
70	CURVA	30	36	33
71	CURVA	30	31	35
72	CURVA	30	32	39
73	CURVA	30	34	35
74	CURVA	30	33	37
75	CURVA	30	35	30
76	CURVA	30	29	37
77	CURVA	30	34	39
78	CURVA	30	38	39
79	CURVA	30	37	40
80	CURVA	30	36	39
81	CURVA	30	34	41
82	CURVA	30	35	39
83	CURVA	30	38	37
84	CURVA	30	41	38
85	CURVA	30	33	31
86	CURVA	30	30	34
87	CURVA	30	33	27
88	CURVA	30	35	34
89	CURVA	30	39	42
90	CURVA	30	38	32
91	CURVA	30	32	33
92	CURVA	30	37	38
93	CURVA	30	36	41
94	CURVA	30	37	37
95	CURVA	30	37	33
96	CURVA	30	33	37
97	CURVA	30	36	42
98	CURVA	30	35	34
99	CURVA	30	39	34
100	CURVA	30	36	32

---

*Nota:* Elaboración propia

#### **3.7.4. Perfil de velocidades de operación**

##### **3.7.4.1. Proceso de calculo.**

Para la construcción del perfil de velocidades, se tomaron los 16+00 km de la longitud de la carretera Chinllahuacho - Challabamba, para demostrar los límites de aplicación del modelo, y que no se haga mal uso de éste.



### **Perfil de velocidades de operación.**

El perfil de velocidad de operación obtenido a partir de los modelos propuestos corresponde a un perfil teórico, para su construcción fue necesario conocer la geometría del tramo, dado que no se contaba con los planos de construcción, se realizó la restitución de la geometría, para obtener las variables independientes y a partir de ello obtener las velocidades estimadas.

### **Perfil de velocidades medidas.**

Para construir del perfil de velocidad de operación real se realizó una ronda de mediciones en cada sitio que forman el tramo estudiado, el cual se presentó en las tablas N°64 y N° 65.

### **Comparación de velocidad estimada vs. Velocidad medida.**

Se realizó una comparación entre la velocidad medida y estimada, con el objetivo de obtener diferencias entre estas en la vía de estudio para posteriormente realizar el análisis de la seguridad vial según el Manual de seguridad vial del MTC – 2017, los perfiles se mostraron en las tablas N°64 y N° 65.

## **3.7.5. Puntos de riesgo en la carretera Chinllahuacho - Challabamba**

### **3.7.5.1. Proceso de calculo.**

De la progresiva 896+00 al 912+00, se pudo determinar de acuerdo a la consistencia de diseño y perfil de velocidades que los puntos de riesgo son 43 sitios entre tangentes y curvas horizontales, a partir de aquello se determinó el porcentaje de tramos de inseguridad vial – nominal en función a toda la longitud de la vía estudiada. Como se muestra en la tabla 66.

**Tabla 76**

*Análisis de la seguridad vial en porcentaje.*

<b>DISEÑO</b>	<b>PUNTOS DE RIESGO</b>	<b>LONGITUD (M)</b>	<b>INSEGURIDAD (%)</b>
<b>Pobre</b>	30	11200	70
<b>Tolerable</b>	13	4800	30
<b>TOTAL</b>	43	16000	100

*Nota.* Elaboración propia

Para analizar los sitios inseguros viales se tomó como criterios y preceptos, las guías y



normativas de diseño siguiendo el manual DG-2018, el cual viene establecido por el grado de cumplimiento.

### **3.7.6. Cumplimiento de los requerimientos y normas del reglamento con el DG-2018**

#### **3.7.6.1. Evaluación del alineamiento horizontal.**

El diseño geométrico en planta es la proyección sobre un plano horizontal de su eje real o espacial, dicho eje horizontal está constituido por una serie de tramos rectos denominados tangentes, enlazados entre sí por curvas.

Para la evaluación del alineamiento horizontal se consideraron los siguientes parámetros:

- Necesidad de curva horizontal. Según el Manual DG-2014, para la velocidad de diseño  $V_d = 30$  Km/h, existe necesidad de curva horizontal cuando la deflexión es mayor a  $2,5^\circ$ . Conforme a este criterio se encontró que en toda la vía existe la necesidad de proyectar curvas de enlace a excepción del sitio 83.
- Longitud mínima y máxima para tramos en tangente. Según el manual DG – 2014, existen longitudes mínimas y máximas para tramos en tangente comprendidos entre curvas consecutivas, dependiendo si la curvatura tiene el mismo sentido (Curvas en “O”) o sentido contrario (Curvas en “S”); para la velocidad de diseño de 30 Km/h, la longitud mínima en curvas en “S” es 42 m, la longitud mínima en curvas en “O” es 84 m y la longitud máxima es 500 m. Conforme a este criterio, se identificó que las tangentes comprendidas entre los sitios 30, 36, 58, 68, 76, 82, 84 y 109, cuentan con la longitud mínima para curvas en “S” y “O”. En todos los casos no sobrepasan la longitud máxima.

#### **3.7.6.2. Tablas y figuras**



**Tabla 77**

*Elementos del alineamiento horizontal de la vía evaluada.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: "EVALUACION DE LA SEGURIDAD VIAL – SUSTANTIVA, DE LA VIA PRINCIPAL DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), EN FUNCION AL DISEÑO GEOMETRICO DG-2018"

TIPO DE ESTUDIO:

FECHA:

ENERO DEL 2020

DATOS DE ENTRADA

L MIN S (m)	69.00	RADIO MINIMO	85.00
L MIN O (m)	139.00	NECESIDAD DE CURVA HORIZONTAL (m)	
L MAX (m)	835.00	VELOCIDAD DE DISEÑO	50.00

**DATOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL**

**EVALUACION DE PARAMETROS**

PI	Km PI	ELEMEN TO	L (m)	RADIO (m)	DEFLEXION		TIPO DE TANGENTE EN CURVA	SOBRE ANCHO CAMPO (m)	NECESIDAD DE CURVA HORIZONTAL L (m)	L.C MIN.	VERIF. R MIN.	VERI F. L. TG.	SOBR E ANCH O (m)
					D	SENTID O							
1	0+043.3 5	curva	75.12	110.00	39°07'38.6	298°06'5	CURVA	60.41	C	73.67	cumple	OK	
2	0+184.1 0	curva	48.94	38.00	73°47'05.3	315°26'4	CURVA	-11.51	C	45.62	no cumple	Lmin.	
3	0+302.5 0	curva	79.61	52.00	87°43'09.4	308°28'4	CURVA	2.46	C	72.06	no cumple	OK	
4	0+490.6 4	curva	85.01	63.00	77°18'41.5	225°57'4	CURVA	13.44	C	78.70	no cumple	OK	
5	0+643.8 3	curva	90.09	200.00	25°48'28.1	200°12'3	CURVA	150.39	C	89.33	no cumple	OK	
6	0+702.0 3	curva	11.24	200.00	3°13'11.0"	214°43'2	CURVA	150.39	C	11.24	no cumple	Lmin.	
7	0+926.9 5	curva	100.4	200.00	28°46'03.4	201°57'0	CURVA	150.39	C	99.37	no cumple	Lmin.	
			2		"	1"	CERRADA						





8	1+247.2 7	curva	146.2 5	330.00	25°23'31.1 "	200°15'4 5"	CURVA CERRADA	280.38	C	145.0 5	no cumple	OK
9	1+567.4 4	curva	107.4 5	125.00	49°15'08.0 "	237°35'0 4"	CURVA CERRADA	75.40	C	104.1 7	cumple	Lmin.
10	1+784.5 7	curva	89.19	125.00	40°52'47.2 "	241°46'1 5"	CURVA CERRADA	75.40	C	87.31	cumple	OK
11	1+975.0 9	curva	61.60	105.00	33°36'57.6 "	204°31'2 3"	CURVA CERRADA	55.41	C	60.72	cumple	Lmin.
12	2+116.4 0	curva	113.9 4	87.00	75°02'05.6 "	225°13'5 7"	CURVA CERRADA	37.42	C	105.9 7	cumple	Lmin.
13	2+245.6 0	curva	90.90	63.00	82°39'56.2 "	221°25'0 1"	CURVA CERRADA	13.44	C	83.21	no cumple	Lmin.
14	2+405.0 3	curva	117.1 1	87.00	77°07'25.9 "	141°31'2 0"	CURVA CERRADA	37.42	C	108.4 6	cumple	Lmin.
15	2+505.8 5	curva	94.21	95.00	56°49'02.1 "	74°33'06 "	CURVA CERRADA	45.41	C	90.39	cumple	OK
16	2+758.8 5	curva	108.1 2	61.00	101°33'11. 6"	96°55'11 "	CURVA CERRADA	11.44	C	94.51	no cumple	Lmin.
17	2+971.5 5	curva	70.97	39.00	104°15'49. 5"	199°49'4 1"	CURVA CERRADA	-10.51	C	61.58	no cumple	OK
18	3+039.4 1	curva	68.20	40.00	97°41'30.9 "	300°48'2 2"	CURVA CERRADA	-9.51	C	60.24	no cumple	Lmin.
19	3+150.2 4	curva	68.94	52.00	75°57'41.4 "	311°40'1 6"	CURVA CERRADA	2.46	C	64.00	no cumple	Lmin.
20	3+209.9 2	curva	56.05	55.00	58°23'08.6 "	244°29'5 1"	CURVA CERRADA	5.45	C	53.65	no cumple	Lmin.
21	3+353.1 0	curva	63.97	70.00	52°21'49.4 "	241°29'1 2"	CURVA CERRADA	20.43	C	61.77	no cumple	Lmin.
22	3+705.6 1	curva	74.56	43.00	99°20'55.2 "	317°20'3 4"	CURVA CERRADA	-6.52	C	65.56	no cumple	OK
23	3+927.2 4	curva	64.31	215.00	17°08'17.7 "	358°26'5 3"	CURVA CERRADA	165.38	C	64.07	no cumple	Lmin.
24	4+081.1 2	curva	118.5 4	149.00	45°35'03.1 "	12°40'15 "	CURVA CERRADA	99.39	C	115.4 4	cumple	Lmin.
25	4+186.0 9	curva	74.27	70.00	60°47'19.4 "	65°51'27 "	CURVA CERRADA	20.43	C	70.83	no cumple	OK
26	4+297.2 6	curva	43.70	45.00	55°38'23.5 "	68°25'55 "	CURVA CERRADA	-4.53	C	42.00	no cumple	Lmin.



27	4+376.2 8	curva	39.27	47.00	47°52'14.4 "	16°40'36 "	CURVA CERRADA	-2.53	C	38.14	no cumple	Lmin.
28	4+454.8 0	curva	41.94	68.00	35°20'15.7 "	10°24'36 "	CURVA CERRADA	18.43	C	41.28	no cumple	Lmin.
29	4+855.9 7	curva	128.8 4	75.00	98°25'46.8 "	338°51'5 1"	CURVA CERRADA	25.43	C	113.5 7	no cumple	Lmin.
30	5+288.3 0	curva	83.31	56.00	85°14'29.5 "	332°16'1 2"	CURVA CERRADA	6.45	C	75.84	no cumple	OK
31	5+435.0 6	curva	94.89	97.00	56°02'58.6 "	346°51'5 8"	CURVA CERRADA	47.41	C	91.15	cumple	OK
32	5+627.1 3	curva	108.1 0	103.00	60°07'51.5 "	288°46'3 3"	CURVA CERRADA	53.41	C	103.2 0	cumple	Lmin.
33	5+769.4 6	curva	88.71	65.00	78°11'38.2 "	219°36'4 8"	CURVA CERRADA	15.44	C	81.98	no cumple	OK
34	5+845.2 3	curva	70.78	64.00	63°22'11.2 "	148°49'5 3"	CURVA CERRADA	14.44	C	67.23	no cumple	OK
35	5+903.5 1	curva	50.15	65.00	44°12'31.6 "	95°02'32 "	CURVA CERRADA	15.44	C	48.92	no cumple	Lmin.
36	6+011.1 6	curva	85.56	69.00	71°02'37.8 "	108°27'3 5"	CURVA CERRADA	19.43	C	80.18	no cumple	OK
37	6+076.8 2	curva	54.87	70.00	44°54'39.2 "	166°26'1 3"	CURVA CERRADA	20.43	C	53.48	no cumple	Lmin.
38	6+239.8 4	curva	77.96	78.00	57°15'52.0 "	160°15'3 7"	CURVA CERRADA	28.43	C	74.75	no cumple	OK
39	6+459.3 1	curva	48.79	28.00	99°50'04.9 "	181°32'4 3"	CURVA CERRADA	-21.46	C	42.85	no cumple	Lmin.
40	6+509.5 7	curva	49.18	28.00	100°37'54. 1"	281°46'4 3"	CURVA CERRADA	-21.46	C	43.10	no cumple	Lmin.
41	6+601.6 7	curva	52.22	160.00	18°42'05.1 "	322°44'3 7"	CURVA CERRADA	110.39	C	51.99	cumple	Lmin.
42	6+713.0 7	curva	43.91	77.00	32°40'21.2 "	329°43'4 5"	CURVA CERRADA	27.43	C	43.32	no cumple	Lmin.
43	6+853.7 3	curva	104.6 2	90.00	66°36'11.4 "	312°45'5 0"	CURVA CERRADA	40.42	C	98.83	cumple	Lmin.
44	6+993.1 5	curva	81.00	83.00	55°55'00.6 "	307°25'1 5"	CURVA CERRADA	33.42	C	77.83	cumple	OK
45	7+301.5 7	curva	123.9 8	620.00	11°27'25.0 "	341°06'2 8"	CURVA CERRADA	570.37	C	123.7 7	no cumple	Lmin.



46	7+507.9 6	curva	62.58	72.00	49°48'10.3 "	321°56'0 5"	CURVA CERRADA	22.43	C	60.63	no cumple	Lmin.
47	7+657.9 9	curva	102.7 3	240.00	24°31'32.7 "	309°17'4 6"	CURVA CERRADA	190.38	C	101.9 5	no cumple	Lmin.
48	7+876.8 9	curva	55.43	36.00	88°13'32.1 "	277°26'4 7"	CURVA CERRADA	-13.50	C	50.12	no cumple	Lmin.
49	7+938.8 4	curva	61.27	36.00	97°31'18.9 "	184°34'2 1"	CURVA CERRADA	-13.50	C	54.14	no cumple	Lmin.
50	8+102.5 7	curva	12.64	250.00	2°53'45.8" "	137°15'3 5"	CURVA CERRADA	200.38	C	12.64	no cumple	Lmin.
51	8+136.6 8	curva	35.22	200.00	10°05'27.1 "	143°45'1 1"	CURVA CERRADA	150.39	C	35.18	no cumple	Lmin.
52	8+198.7 2	curva	79.68	200.00	22°49'34.3 "	160°12'4 2"	CURVA CERRADA	150.39	C	79.15	no cumple	OK
53	8+259.1 7	curva	23.93	200.00	6°51'16.0" "	175°03'0 7"	CURVA CERRADA	150.39	C	23.91	no cumple	Lmin.
54	8+407.8 0	curva	82.30	97.00	48°36'46.8 "	154°10'2 2"	CURVA CERRADA	47.41	C	79.85	cumple	OK
55	8+474.1 4	curva	42.49	400.00	6°05'10.9" "	126°49'2 3"	CURVA CERRADA	350.37	C	42.47	no cumple	Lmin.
56	8+560.1 5	curva	58.46	400.00	8°22'23.9" "	127°57'5 9"	CURVA CERRADA	350.37	C	58.40	no cumple	Lmin.
57	8+654.4 8	curva	105.7 3	125.00	48°27'50.2 "	156°23'0 6"	CURVA CERRADA	75.40	C	102.6 1	cumple	Lmin.
58	8+727.4 6	curva	45.39	165.00	15°45'41.3 "	188°29'5 2"	CURVA CERRADA	115.39	C	45.25	no cumple	Lmin.
59	8+824.3 8	curva	82.38	89.00	53°01'52.8 "	169°51'4 6"	CURVA CERRADA	39.42	C	79.47	cumple	OK
60	8+879.8 9	curva	34.29	86.00	22°50'40.5 "	131°55'3 0"	CURVA CERRADA	36.42	C	34.06	cumple	Lmin.
61	8+980.3 5	curva	68.65	40.00	98°20'18.0 "	169°40'1 8"	CURVA CERRADA	-9.51	C	60.53	no cumple	Lmin.
62	9+107.2 1	curva	22.96	250.00	5°15'42.9" "	221°28'1 9"	CURVA CERRADA	200.38	C	22.95	no cumple	Lmin.
63	9+260.2 0	curva	50.96	33.00	88°28'46.6 "	268°20'3 3"	CURVA CERRADA	-16.49	C	46.05	no cumple	Lmin.
64	9+313.8 6	curva	51.77	32.00	92°42'03.0 "	358°55'5 8"	CURVA CERRADA	-17.48	C	46.31	no cumple	Lmin.



65	9+525.2 0	curva	134.6 3	87.00	88°39'46.0 "	0°57'07" "	CURVA CERRADA	37.42	C	121.5 9	cumple	Lmin.
66	9+720.5 7	curva	66.91	78.00	49°09'05.9 "	341°11'4 7"	CURVA CERRADA	28.43	C	64.88	no cumple	Lmin.
67	9+857.4 4	curva	81.88	59.00	79°31'02.4 "	326°00'4 9"	CURVA CERRADA	9.45	C	75.47	no cumple	OK
68	9+982.4 9	curva	63.06	93.00	38°51'05.9 "	305°40'5 0"	CURVA CERRADA	43.42	C	61.86	cumple	Lmin.
69	10+128. 50	curva	54.55	33.00	94°42'59.3 "	277°44'5 4"	CURVA CERRADA	-16.49	C	48.55	no cumple	Lmin.
70	10+193. 31	curva	62.43	33.00	108°23'42. 6"	176°11'3 3"	CURVA CERRADA	-16.49	C	53.53	no cumple	Lmin.
71	10+321. 49	curva	81.73	90.00	52°01'50.6 "	148°00'3 7"	CURVA CERRADA	40.42	C	78.95	cumple	OK
72	10+480. 36	curva	82.49	110.00	42°57'59.4 "	152°32'3 2"	CURVA CERRADA	60.41	C	80.57	cumple	OK
73	10+745. 02	curva	94.48	40.00	135°19'37. 8"	198°43'2 2"	CURVA CERRADA	-9.51	C	74.00	no cumple	OK
74	10+901. 38	curva	91.14	133.00	39°15'53.1 "	246°45'1 4"	CURVA CERRADA	83.40	C	89.37	cumple	OK
75	11+124. 09	curva	80.56	101.00	45°42'10.9 "	204°16'1 2"	CURVA CERRADA	51.41	C	78.45	cumple	OK
76	11+240. 77	curva	5.02	500.00	0°34'32.2" "	181°42'2 3"	CURVA CERRADA	450.37	C	5.02	no cumple	Lmin.
77	11+343. 78	curva	81.64	150.00	31°11'04.1 "	166°24'0 7"	CURVA CERRADA	100.39	C	80.64	cumple	OK
78	11+513. 00	curva	48.58	28.00	99°24'07.8 "	200°30'3 8"	CURVA CERRADA	-21.46	C	42.71	no cumple	Lmin.
79	11+573. 88	curva	56.75	29.00	112°07'37. 8"	306°16'3 1"	CURVA CERRADA	-20.47	C	48.12	no cumple	Lmin.
80	11+652. 73	curva	62.02	98.00	36°15'40.9 "	344°12'3 0"	CURVA CERRADA	48.41	C	60.99	no cumple	Lmin.
81	11+931. 12	curva	83.70	83.00	57°46'34.0 "	354°57'5 6"	CURVA CERRADA	33.42	C	80.19	no cumple	OK
82	12+032. 34	curva	85.15	190.00	25°40'41.0 "	36°41'34 "	CURVA CERRADA	140.39	C	84.44	no cumple	OK
83	12+188. 34	curva	52.00	28.00	106°24'24. 0"	356°19'4 2"	CURVA CERRADA	-21.46	C	44.84	no cumple	Lmin.



84	12+234. 57	curva	46.85	28.00	95°51'46.5 "	255°11'3 7"	CURVA CERRADA	-21.46	C	41.57	no cumple	Lmin.
85	12+348. 18	curva	132.3 8	220.00	34°28'38.7 "	224°30'0 3"	CURVA CERRADA	170.38	C	130.4 0	no cumple	Lmin.
86	12+583. 64	curva	93.28	58.00	92°08'47.8 "	195°39'5 8"	CURVA CERRADA	8.45	C	83.55	no cumple	OK
87	12+741. 00	curva	75.77	58.00	74°51'09.9 "	187°01'1 0"	CURVA CERRADA	8.45	C	70.50	no cumple	OK
88	12+832. 10	curva	91.48	59.00	88°50'26.8 "	268°51'5 8"	CURVA CERRADA	9.45	C	82.59	no cumple	OK
89	12+969. 13	curva	88.27	57.00	88°43'33.2 "	268°55'2 5"	CURVA CERRADA	7.45	C	79.71	no cumple	OK
90	13+064. 90	curva	95.40	57.00	95°53'51.2 "	176°36'4 3"	CURVA CERRADA	7.45	C	84.65	no cumple	OK
91	13+332. 11	curva	67.41	94.00	41°05'15.4 "	149°12'2 5"	CURVA CERRADA	44.41	C	65.97	cumple	Lmin.
92	13+379. 77	curva	30.39	115.00	15°08'21.7 "	177°19'1 3"	CURVA CERRADA	65.40	C	30.30	no cumple	Lmin.
93	13+428. 35	curva	57.29	120.00	27°21'12.6 "	171°12'4 8"	CURVA CERRADA	70.40	C	56.75	no cumple	Lmin.
94	13+540. 62	curva	46.99	28.00	96°08'58.3 "	205°36'4 1"	CURVA CERRADA	-21.46	C	41.66	no cumple	Lmin.
95	13+589. 62	curva	47.68	28.00	97°34'11.7 "	302°28'1 6"	CURVA CERRADA	-21.46	C	42.13	no cumple	Lmin.
96	13+655. 54	curva	39.62	37.00	61°20'47.2 "	320°34'5 8"	CURVA CERRADA	-12.50	C	37.75	no cumple	Lmin.
97	13+740. 85	curva	46.34	48.00	55°18'32.0 "	317°33'5 0"	CURVA CERRADA	-1.53	C	44.56	no cumple	Lmin.
98	13+840. 04	curva	77.28	50.00	88°33'32.4 "	300°56'2 0"	CURVA CERRADA	0.46	C	69.82	no cumple	OK
99	13+941. 76	curva	55.09	50.00	63°07'47.9 "	288°13'2 8"	CURVA CERRADA	0.46	C	52.35	no cumple	Lmin.
10	14+103. 0 33	curva	138.4 1	152.00	52°10'18.9 "	345°52'3 1"	CURVA CERRADA	102.39	C	133.6 7	no cumple	Lmin.
10	14+385. 1 98	curva	45.16	50.00	51°45'11.7 "	346°05'0 5"	CURVA CERRADA	0.46	C	43.64	no cumple	Lmin.
10	14+535. 2 52	curva	101.8 3	85.00	68°38'34.2 "	354°31'4 6"	CURVA CERRADA	35.42	C	95.85	cumple	Lmin.



10	14+660.	curva	48.32	27.50	100°40'08.	338°30'5	CURVA	-21.96	C	42.34	no	Lmin.
3	79				0"	9"	CERRADA				cumple	
10	14+709.	curva	49.92	29.00	98°38'01.5	238°51'5	CURVA	-20.47	C	43.98	no	Lmin.
4	89				"	4"	CERRADA				cumple	
10	14+897.	curva	73.88	120.00	35°16'32.8	171°54'3	CURVA	70.40	C	72.72	no	OK
5	39				"	7"	CERRADA				cumple	
10	14+994.	curva	43.45	60.00	41°29'20.0	175°01'0	CURVA	10.44	C	42.50	no	Lmin.
6	93				"	1"	CERRADA				cumple	
10	15+304.	curva	81.68	150.00	31°12'03.8	180°09'3	CURVA	100.39	C	80.68	no	OK
7	29				"	9"	CERRADA				cumple	
10	15+495.	curva	41.74	200.00	11°57'24.0	170°32'1	CURVA	150.39	C	41.66	no	Lmin.
8	75				"	9"	CERRADA				cumple	
10	15+625.	curva	119.1	120.00	56°52'39.8	148°04'4	CURVA	70.40	C	114.2	no	Lmin.
9	17				"	1"	CERRADA			9	cumple	
11	15+906.	curva	140.2	94.00	85°28'19.3	162°22'3	CURVA	44.41	C	127.5	cumple	OK
0	32				"	1"	CERRADA			8		
11	16+166.	curva	116.4	52.50	127°05'53.	268°39'3	CURVA	2.96	C	94.01	no	Lmin.
1	24				2"	7"	CERRADA				cumple	
11	16+244.	curva	21.76	30.00	41°33'29.2	311°25'4	CURVA	-19.47	C	21.29	no	Lmin.
2	15				"	9"	CERRADA				cumple	

Nota. Elaboracion Propia

PI: Punto de intersección.

L.C: Longitud de curva.

Δ DELTA: Angulo de deflexión.

L TG: Longitud de tangente.

L MAX: Longitud de tangente máxima.

Vdis: Velocidad de diseño.

L MIN S: Longitud mínima de tangente en tipo de curvas en S.

L MIN O: Longitud mínima de tangente en tipo de curvas en O.

R: Radio.



**Tabla 78**

*Evaluación de la carretera con visibilidad adecuada para adelantar.*

CONDICION OROGRAFICA		ONDULADO TIPO 2		CONDICION OROGRAFICA		ACCIDENTADO TIPO 3	
LONGITUD TOTAL				LONGITUD TOTAL			
Dp (m)	%	Da (m)	%	Dp (m)	%	Da (m)	%
911+900 al 912+000	2	912+000 al 912+200	3	903+720 al 904+000	2	904+000 al 904+500	3
911+800 al 911+850	3	911+850 al 911+900	3	903+170 al 903+300	3	903+300 al 903+720	4
911+500 al 911+700	5	911+700 al 911+800	4	902+840 al 902+950	2	902+950 al 903+170	3
910+900 al 911+100	3	911+100 al 911+500	4	901+960 al 902+300	3	902+300 al 902+840	4
910+050 al 910+450	4	910+450 al 910+900	5	901+650 al 901+750	3	901+750 al 901+960	3
909+900 al 909+950	2	909+950 al 910+050	3	901+423 al 901+550	3	901+550 al 901+650	2
909+790 al 909+850	1	909+820 al 909+900	2	901+000 al 901+200	3	901+200 al 901+420	4
909+400 al 909+500	2	909+590 al 909+790	2	900+580 al 900+700	2	900+700 al 901+000	3
909+200 al 909+250	3	909+275 al 909+400	3	899+990 al 900+300	5	900+300 al 900+580	4
908+750 al 908+900	4	908+950 al 909+200	4	899+110 al 899+500	2	899+500 al 899+990	3



908+000 al 908+300	3	908+300 al 908+750	3	898+700 al 898+900	2	898+900 al 899+110	3
907+800 al 907+850	3	907+875 al 908+000	4	897+550 al 898+000	2	898+000 al 898+700	4
906+700 al 907+100	2	907+100 al 907+800	3	896+600 al 897+000	4	897+000 al 897+550	4
905+900 al 906+200	4	906+200 al 906+700	5	896+300 al 896+450	3	896+450 al 896+600	3
904+500 al 905+000	5	905+000 al 905+900	6	896+000 al 896+100	2	896+100 al 896+300	2
<b>TOTAL</b>	<b>46</b>	<b>TOTAL</b>	<b>54</b>	<b>TOTAL</b>	<b>41</b>		<b>49</b>

De acuerdo a la tabla 205.05 del DG 2018 el porcentaje de la carretera Chinllahuacho (0+000) a Pampaconga (08+000) con visibilidad adecuada de adelamiento cumple con el minimo establecido que es de 15 %

De acuerdo a la tabla 205.05 del DG 2018 el porcentaje de la carretera Pampaconga (08+000) a Challabamba (16+000) con visibilidad adecuada de adelamiento cumple con el minimo establecido que es de 25 %

MAXIMAS LONGITUDES SIN VISIBILIDAD DE ADELAMIENTO O PASO ES DE	CUMPLE	MAXIMAS LONGITUDES SIN VISIBILIDAD DE ADELANTAMIENTO PASO ES DE	CUMPLE
---	--------	--	--------

*Nota:* Elaboración propia

Dp: Distancia de Parada.

Da: Distancia de adelantamiento.





### 3.7.6.3. Evaluación del alineamiento en perfil.

El diseño geométrico vertical, es la proyección del eje real o espacial de la vía sobre una superficie vertical paralela al mismo, debido a este paralelismo, dicha proyección mostrará la longitud real del eje de la vía, el perfil longitudinal añade datos imprescindibles para la construcción de carreteras. Para la evaluación del alineamiento en perfil se identificaron los siguientes parámetros:

- Pendiente mínima. Teóricamente, lo ideal sería construir las carreteras a nivel, puesto que el vehículo no tuviese que vencer resistencias propias a las pendientes, las carreteras a nivel tienen como inconveniente el drenaje pluvial a no ser que se adecuen cunetas con la suficiente pendiente que garantice el drenaje. Se recomienda usar como mínimo una pendiente igual a 0,50 %. Conforme a lo mencionado se identificó que toda la vía cumple con la pendiente mínima.
- Pendiente máxima. Según el DG-2018, para la velocidad de diseño de 30 Km/h, la pendiente máxima para una carretera tipo 3 según su orografía, es igual a 10%, así mismo el reglamento consigna que para altitudes mayores a 3000 metros y de tipo 3 y 4 de orografía se reducirán en 1% excepcionalmente. Conforme a este criterio se identificó que todas las pendientes cumplen con lo establecido en el manual.
- Asimismo, indica que para velocidades menores a 80 Km/h, los criterios de drenaje y operación no tienen relevancia. Para casos donde  $D_a > L$ , la longitud puede ser negativa, significando que no necesitaría curva, sin embargo se exige, considerando que para procedimiento de campo finalmente se producen curvas verticales. Conforme a lo mencionado se identificó que todas las curvas cumplen con la longitud mínima.

### 3.7.6.4. Evaluación de peraltes máximos.

- Para efectos de la investigación se realizó el análisis de peraltes máximos en sitios



seleccionados a criterio de los investigadores, llegado a los resultados como se muestra en la tabla 69. De aquello se puede deducir que las mediciones realizadas en campo no cumplen con los obtenidos de acuerdo a la formula, a excepción de varios sitios que se mostraran en la siguiente tabla.



**Tabla 79**

*Análisis de peraltes máximos*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS:

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

TIPO DE ESTUDIO	PERALTES MÁXIMOS Y PERALTES EN LAS ZONAS DONDE HAY MÁS ACCIDENTES
FECHA:	AGOSTO DEL 2022
	V 50 km/h

FORMATO N°

**CUADRO DE PERALTES MÁXIMOS Y PERALTES EN LAS ZONAS DONDE HAY MÁS ACCIDENTES**

DATOS DEL ALINEAMIENTO HORIZONTAL				ANÁLISIS DE PARÁMETROS					
SITIOS	PI (km)	ELEMENTO	RADIO (m)	VELOCIDAD (km/h)	PERALTE SEGÚN EL TIPO DE OROGRAFIA		MEDICION CON EL ECLIMETRO (°)	CONVERSIÓN DE PENDIENTE EN (°) A PENDIENTE EN (%)	VERIFICACION
					NORMAL	OBSOLETO			
1	911+900	curva	110.00	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
2	911+800	curva	38.00	50	6%	8%	4°	6.99	cumple
3	911+500	curva	52.00	50	6%	8%	4°	6.99	cumple



4	910+900	curva	63.00	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
H	KM 910 + 800	curva	200.00	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
5	910+050	curva	200.00	50	6%	8%	4°7'	8.22	no cumple
6	909+900	curva	200.00	50	6%	8%	4°	6.99	cumple
7	909+790	curva	330.00	50	6%	8%	3°8'	6.64	cumple
8	909+400	curva	125.00	50	6%	8%	3°8'	6.64	cumple
9	909+200	curva	125.00	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
A	KM 909 + 180	curva	105.00	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
10	908+750	curva	87.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
I	KM 908 + 650	curva	63.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
11	908+000	curva	87.00	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
12	907+800	curva	95.00	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
J	KM 907 + 100	curva	61.00	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
13	906+700	curva	39.00	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
B	KM 906 + 330	curva	40.00	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
14	905+900	curva	52.00	50	6%	8%	5°5'	9.57	no cumple
C	KM 905 + 660	curva	55.00	50	6%	8%	5°5'	9.57	no cumple
15	904+500	curva	70.00	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
D	KM 904 + 310	curva	43.00	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
16	903+720	curva	215.00	50	6%	8%	3°9'	6.82	cumple
17	903+170	curva	149.00	50	6%	8%	5°3'	9.28	no cumple
18	902+840	curva	70.00	50	6%	8%	3°7'	6.47	cumple
19	901+960	curva	45.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
20	901+650	curva	47.00	50	6%	8%	4°7'	8.22	no cumple
21	901+423	curva	68.00	50	6%	8%	3°3'	5.77	no cumple
22	901+000	curva	75.00	50	6%	8%	3°8'	6.64	cumple
23	900+580	curva	56.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
24	899+990	curva	97.00	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple



E	KM 899 + 910	curva	103.00	50	6%	8%	5°	8.75	no cumple
25	899+110	curva	65.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
F	KM 898 + 800	curva	64.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple
26	898+700	curva	65.00	50	6%	8%	4°	6.99	cumple
27	897+550	curva	69.00	50	6%	8%	4°5'	7.87	cumple
G	897+550	curva	70.00	50	6%	8%	4°5'	7.87	no cumple
28	896+600	curva	78.00	50	6%	8%	3°	5.24	no cumple
29	896+300	curva	28.00	50	6%	8%	3°3'	5.77	no cumple
30	896+000	curva	28.00	50	6%	8%	3°5'	6.12	cumple

*Nota:* Elaboración Propia



### ***3.7.7. Procesamiento de Datos en AutoCAD Civil 3D 2019 del Levantamiento***

#### ***Topografico con Dron***

##### **3.7.7.1. Procedimiento.**

Una vez obtenidos los datos en campo, apoyándose del dron, se procesó los datos y se obtuvo el plano en AutoCAD CIVIL 3D 2018 de acuerdo a los siguientes pasos:

- Importación de puntos, el cual estuvo en formato (P N E Z D).
- Generación de curvas de nivel, el cual sirve para identificar los desniveles que se presentan en el área de estudio.
- Alineamiento del eje de la vía, el cual permitió identificar las características de diseño de curvas horizontales y tangentes.
- Perfil del eje de la vía, permitió identificar las diferentes pendientes en la carretera de estudio. Incluyendo curvas verticales (cóncavas y convexas).

##### **3.7.7.2. Tablas.**



**Tabla 80**

*Elementos de alineamiento horizontal.*



UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**TESIS:** “ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

**TIPO DE ESTUDIO:** LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON DRONE

**TRAMO:** CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (16+000 KM)

**INTRUMENT O:** Dron Phantom 3 Professional Quadcopter 4K UHD y GPS DIFERENCIAL Leica Viva G5 16

**FECHA:** ENERO DEL 2022

**PUNTOS DEL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO CON DRONE, DEL SECTOR DE CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA**

N° PI	DIRECC ION	DELTA	RADIO (m)	T (m)	L (m)	LC (m)	EXT. (m)	M	PI	PC	PT	PI	PI NORTE (Y)	PI ESTE (X)
1	298°06'59"	39°07'38".6"	110	39.09	75.12	73.67	6.74	6.35	0+043.35	0+004.26	0+079.38	0+043.35	8512039.51	783283.70
2	315°26'42"	73°47'05".3"	38	28.52	48.94	45.62	9.51	7.61	0+184.10	0+155.57	0+204.51	0+184.10	8512060.89	783141.50
3	308°28'40"	87°43'09".4"	52	49.97	79.61	72.06	20.12	14.51	0+302.50	0+252.53	0+332.14	0+302.50	8512186.28	783124.70
4	225°57'44"	77°18'41".5"	63	50.39	85.01	78.70	17.67	13.80	0+490.64	0+440.25	0+525.26	0+490.64	8512166.72	782917.10
5	200°12'38"	25°48'28".1"	200	45.82	90.09	89.33	5.18	5.05	0+643.83	0+598.01	0+688.10	0+643.83	8511999.12	782895.60



6	214°43'27"	3°13'11.0"	200	5.62	11.2	11.2	0.08	0.0	0+702.	0+696.	0+707.	0+702.	8511949.0	782863.0
7	201°57'01"	28°46'03.4"	200	51.2	100.	99.3	6.47	6.2	0+926.	0+875.	0+976.	0+926.	8511767.8	782729.7
8	200°15'45"	25°23'31.1"	330	74.3	146.	145.	8.27	8.0	1+247.	1+172.	1+319.	1+247.	8511448.2	782687.3
9	237°35'04"	49°15'08.0"	125	57.3	107.	104.	12.51	11.	1+567.	1+510.	1+617.	1+567.	8511177.5	782511.7
10	241°46'15"	40°52'47.2"	125	46.5	89.1	87.3	8.40	7.8	1+784.	1+737.	1+827.	1+784.	8511147.1	782289.5
11	204°31'23"	33°36'57.6"	105	31.7	61.6	60.7	4.69	4.4	1+975.	1+943.	2+004.	1+975.	8511001.0	782161.1
12	225°13'57"	75°02'05.6"	87	66.8	113.	105.	22.69	17.	2+116.	2+049.	2+163.	2+116.	8510859.2	782141.9
13	221°25'01"	82°39'56.2"	63	55.4	90.9	83.2	20.90	15.	2+245.	2+190.	2+281.	2+245.	8510840.4	781994.2
14	141°31'20"	77°07'25.9"	87	69.3	117.	108.	24.26	18.	2+405.	2+335.	2+452.	2+405.	8510661.0	781993.9
15	74°33'06"	56°49'02.1"	95	51.3	94.2	90.3	13.01	11.	2+505.	2+454.	2+548.	2+505.	8510633.6	782113.2
16	96°55'11"	101°33'11.6"	61	74.7	108.	94.5	35.47	22.	2+758.	2+684.	2+792.	2+758.	8510814.8	782301.8
17	199°49'41"	104°15'49.5"	39	50.1	70.9	61.5	24.53	15.	2+971.	2+921.	2+992.	2+971.	8510600.1	782437.6
18	300°48'22"	97°41'30.9"	40	45.7	68.2	60.2	20.78	13.	3+039.	2+993.	3+061.	3+039.	8510570.0	782345.2
19	311°40'16"	75°57'41.4"	52	40.6	68.9	64.0	13.97	11.	3+150.	3+109.	3+178.	3+150.	8510701.9	782321.1
20	244°29'51"	58°23'08.6"	55	30.7	56.0	53.6	8.00	6.9	3+209.	3+179.	3+235.	3+209.	8510706.6	782249.3
21	241°29'12"	52°21'49.4"	70	34.4	63.9	61.7	8.00	7.1	3+353.	3+318.	3+382.	3+353.	8510585.3	782163.4





22	317°20'34"	99°20'55".2"	43	50.6	74.5	65.5	23.45	15.	3+705.	3+654.	3+729.	3+705.	8510570.8	781806.4
	"	.2"		6	6	6		17	61	95	51	61	1	0
23	358°26'53"	17°08'17".7"	215	32.4	64.3	64.0	2.43	2.4	3+927.	3+894.	3+959.	3+927.	8510817.3	781836.7
	"	.7"		0	1	7		0	24	85	16	24	5	0
24	12°40'15"	45°35'03".1"	149	62.6	118.	115.	12.62	11.	4+081.	4+018.	4+137.	4+081.	8510969.3	781809.6
	"	.1"		1	54	44		63	12	51	05	12	0	0
25	65°51'27"	60°47'19".4"	70	41.0	74.2	70.8	11.15	9.6	4+186.	4+145.	4+219.	4+186.	8511060.2	781874.3
	"	.4"		6	7	3		2	09	03	30	09	4	0
26	68°25'55"	55°38'23".5"	45	23.7	43.7	42.0	5.88	5.2	4+297.	4+273.	4+317.	4+297.	8511047.2	781992.7
	"	.5"		5	0	0		0	26	52	22	26	8	0
27	16°40'36"	47°52'14".4"	47	20.8	39.2	38.1	4.42	4.0	4+376.	4+355.	4+394.	4+376.	8511110.1	782046.6
	"	.4"		6	7	4		4	28	42	69	28	4	0
28	10°24'36"	35°20'15".7"	68	21.6	41.9	41.2	3.37	3.2	4+454.	4+433.	4+475.	4+454.	8511190.4	782036.3
	"	.7"		6	4	8		1	80	14	08	80	6	0
29	338°51'51"	98°25'46".8"	75	86.9	128.	113.	39.82	26.	4+855.	4+769.	4+897.	4+855.	8511545.6	782225.8
	"	.8"		3	84	57		01	97	04	88	97	4	0
30	332°16'12"	85°14'29".5"	56	51.5	83.3	75.8	20.10	14.	5+288.	5+236.	5+320.	5+288.	8511706.1	781776.3
	"	.5"		3	1	4		79	30	77	08	30	5	0
31	346°51'58"	56°02'58".6"	97	51.6	94.8	91.1	12.88	11.	5+435.	5+383.	5+478.	5+435.	8511867.0	781819.1
	"	.6"		3	9	5		37	06	43	32	06	7	0
32	288°46'33"	60°07'51".5"	103	59.6	108.	103.	16.01	13.	5+627.	5+567.	5+675.	5+627.	8512017.9	781687.1
	"	.5"		2	10	20		86	13	51	60	13	8	0
33	219°36'48"	78°11'38".2"	65	52.8	88.7	81.9	18.75	14.	5+769.	5+716.	5+805.	5+769.	8511987.9	781536.6
	"	.2"		2	1	8		55	46	64	35	46	3	0
34	148°49'53"	63°22'11".2"	64	39.5	70.7	67.2	11.21	9.5	5+845.	5+805.	5+876.	5+845.	8511895.2	781535.8
	"	.2"		0	8	3		4	23	72	51	23	4	0
35	95°02'32"	44°12'31".6"	65	26.4	50.1	48.9	5.16	4.7	5+903.	5+877.	5+927.	5+903.	8511864.9	781595.0
	"	.6"		0	5	2		8	51	11	26	51	0	0
36	108°27'35"	71°02'37".8"	69	49.2	85.5	80.1	15.78	12.	6+011.	5+961.	6+047.	6+011.	8511897.2	781700.4
	"	.8"		6	6	8		84	16	91	46	16	6	0
37	166°26'13"	44°54'39".2"	70	28.9	54.8	53.4	5.74	5.3	6+076.	6+047.	6+102.	6+076.	8511833.6	781746.6
	"	.2"		3	7	8		1	82	89	75	82	8	0



38	160°15'37"	57°15'52.0"	78	42.5	77.9	74.7	10.87	9.5	6+239.	6+197.	6+275.	6+239.	8511669.6	781721.0
39	181°32'43"	99°50'04.9"	28	33.2	48.7	42.8	15.49	9.9	6+459.	6+426.	6+474.	6+459.	8511519.0	781890.4
40	281°46'43"	100°37'54.1"	28	33.7	49.1	43.1	15.85	10.	6+509.	6+475.	6+525.	6+509.	8511476.7	781837.2
41	322°44'37"	18°42'05.1"	160	26.3	52.2	51.9	2.15	2.1	6+601.	6+575.	6+627.	6+601.	8511574.2	781785.5
42	329°43'45"	32°40'21.2"	77	22.5	43.9	43.3	3.24	3.1	6+713.	6+690.	6+734.	6+713.	8511651.1	781704.2
43	312°45'50"	66°36'11.4"	90	59.1	104.	98.8	17.68	14.	6+853.	6+794.	6+899.	6+853.	8511788.8	781670.1
44	307°25'15"	55°55'00.6"	83	44.0	81.0	77.8	10.97	9.6	6+993.	6+949.	7+030.	6+993.	8511814.0	781519.1
45	341°06'28"	11°27'25.0"	620	62.2	123.	123.	3.11	3.1	7+301.	7+239.	7+363.	7+301.	8512100.8	781387.6
46	321°56'05"	49°48'10.3"	72	33.4	62.5	60.6	7.38	6.6	7+507.	7+474.	7+537.	7+507.	8512302.2	781340.5
47	309°17'46"	24°31'32.7"	240	52.1	102.	101.	5.60	5.4	7+657.	7+605.	7+708.	7+657.	8512372.3	781203.1
48	277°26'47"	88°13'32.1"	36	34.9	55.4	50.1	14.14	10.	7+876.	7+841.	7+897.	7+876.	8512545.0	781066.0
49	184°34'21"	97°31'18.9"	36	41.0	61.2	54.1	18.61	12.	7+938.	7+897.	7+959.	7+938.	8512499.4	781004.8
50	137°15'35"	2°53'45.8"	250	6.32	12.6	12.6	0.08	0.0	8+102.	8+096.	8+108.	8+102.	8512367.1	781133.5
51	143°45'11"	10°05'27.1"	200	17.6	35.2	35.1	0.78	0.7	8+136.	8+119.	8+154.	8+136.	8512341.4	781156.0
52	160°12'42"	22°49'34.3"	200	40.3	79.6	79.1	4.03	3.9	8+198.	8+158.	8+238.	8+198.	8512288.3	781188.2
53	175°03'07"	6°51'16.0"	200	11.9	23.9	23.9	0.36	0.3	8+259.	8+247.	8+271.	8+259.	8512227.4	781197.1



54	154°10'22 "	48°36'46 .8"	97	43.8 1	82.3 0	79.8 5	9.43	8.6 0	8+407. 80	8+363. 99	8+446. 29	8+407. 80	8512078.8 6	781201.1 0
55	126°49'23 "	6°05'10. 9"	400	21.2 7	42.4 9	42.4 7	0.56	0.5 6	8+474. 14	8+452. 88	8+495. 37	8+474. 14	8512032.9 2	781256.1 0
56	127°57'59 "	8°22'23. 9"	400	29.2 8	58.4 6	58.4 0	1.07	1.0 7	8+560. 15	8+530. 86	8+589. 32	8+560. 15	8511985.0 8	781327.6 0
57	156°23'06 "	48°27'50 .2"	125	56.2 6	105. 73	102. 61	12.08	11. 01	8+654. 48	8+598. 22	8+703. 95	8+654. 48	8511921.7 0	781397.6 0
58	188°29'52 "	15°45'41 .3"	165	22.8 4	45.3 9	45.2 5	1.57	1.5 6	8+727. 46	8+704. 62	8+750. 01	8+727. 46	8511841.9 4	781396.8 0
59	169°51'46 "	53°01'52 .8"	89	44.4 0	82.3 8	79.4 7	10.46	9.3 6	8+824. 38	8+779. 98	8+862. 36	8+824. 38	8511748.6 7	781369.3 0
60	131°55'30 "	22°50'40 .5"	86	17.3 8	34.2 9	34.0 6	1.74	1.7 0	8+879. 89	8+862. 51	8+896. 80	8+879. 89	8511698.9 8	781406.3 0
61	169°40'18 "	98°20'18 .0"	40	46.2 9	68.6 5	60.5 3	21.18	13. 85	8+980. 35	8+934. 06	9+002. 71	8+980. 35	8511647.7 5	781493.3 0
62	221°28'19 "	5°15'42. 9"	250	11.4 9	22.9 6	22.9 5	0.26	0.2 6	9+107. 21	9+095. 72	9+118. 68	9+107. 21	8511530.3 1	781398.7 0
63	268°20'33 "	88°28'46 .6"	33	32.1 4	50.9 6	46.0 5	13.06	9.3 6	9+260. 20	9+228. 07	9+279. 03	9+260. 20	8511420.4 3	781292.2 0
64	358°55'58 "	92°42'03 .0"	32	33.5 5	51.7 7	46.3 1	14.36	9.9 1	9+313. 86	9+280. 31	9+332. 09	9+313. 86	8511465.7 4	781242.9 0
65	0°57'07" "	88°39'46 .0"	87	84.9 9	134. 63	121. 59	34.63	24. 77	9+525. 20	9+440. 21	9+574. 83	9+525. 20	8511625.2 2	781404.0 0
66	341°11'47 "	49°09'05 .9"	78	35.6 7	66.9 1	64.8 8	7.77	7.0 7	9+720. 57	9+684. 90	9+751. 81	9+720. 57	8511792.9 2	781245.5 0
67	326°00'49 "	79°31'02 .4"	59	49.0 8	81.8 8	75.4 7	17.75	13. 64	9+857. 44	9+808. 36	9+890. 24	9+857. 44	8511933.5 0	781259.7 0
68	305°40'50 "	38°51'05 .9"	93	32.8 0	63.0 6	61.8 6	5.61	5.2 9	9+982. 49	9+949. 69	10+01 2.76	9+982. 49	8511973.0 6	781124.0 0
69	277°44'54 "	94°42'59 .3"	33	35.8 3	54.5 5	48.5 5	15.71	10. 65	10+12 8.50	10+09 2.67	10+14 7.22	10+12 8.50	8512094.9 0	781039.1 0



70	176°11'33 "	108°23'4 2.6"	33	45.7 5	62.4 3	53.5 3	23.41	13. 70	10+19 3.31	10+14 7.56	10+20 9.99	10+19 3.31	8512042.6 7	780975.9 0
71	148°00'37 "	52°01'50 .6"	90	43.9 3	81.7 3	78.9 5	10.15	9.1 2	10+32 1.49	10+27 7.56	10+35 9.29	10+32 1.49	8511959.3 5	781109.3 0
72	152°32'32 "	42°57'59 .4"	110	43.2 9	82.4 9	80.5 7	8.21	7.6 4	10+48 0.36	10+43 7.07	10+51 9.56	10+48 0.36	8511795.2 5	781126.5 0
73	198°43'22 "	135°19'3 7.8"	40	97.3 5	94.4 8	74.0 0	65.25	24. 80	10+74 5.02	10+64 7.67	10+74 2.14	10+74 5.02	8511618.7 2	781329.1 0
74	246°45'14 "	39°15'53 .1"	133	47.4 4	91.1 4	89.3 7	8.21	7.7 3	10+90 1.38	10+85 3.94	10+94 5.08	10+90 1.38	8511602.5 5	781073.1 0
75	204°16'12 "	45°42'10 .9"	101	42.5 6	80.5 6	78.4 5	8.60	7.9 3	11+12 4.09	11+08 1.53	11+16 2.09	11+12 4.09	8511448.4 6	780907.1 0
76	181°42'23 "	0°34'32. 2"	500	2.51 2.51	5.02 5.02	5.02 5.02	0.01	0.0 1	11+24 0.77	11+23 8.26	11+24 3.28	11+24 0.77	8511327.2 6	780904.1 0
77	166°24'07 "	31°11'04 .1"	150	41.8 6	81.6 4	80.6 4	5.73	5.5 2	11+34 3.78	11+30 1.92	11+38 3.56	11+34 3.78	8511224.3 1	780900.5 0
78	200°30'38 "	99°24'07 .8"	28	33.0 2	48.5 8	42.7 1	15.29	9.8 9	11+51 3.00	11+47 9.99	11+52 8.56	11+51 3.00	8511074.7 6	780984.1 0
79	306°16'31 "	112°07'3 7.8"	29	43.1 0	56.7 5	48.1 2	22.95	12. 81	11+57 3.88	11+53 0.79	11+58 7.54	11+57 3.88	8511048.2 4	780910.4 0
80	344°12'30 "	36°15'40 .9"	98	32.0 9	62.0 2	60.9 9	5.12	4.8 7	11+65 2.73	11+62 0.64	11+68 2.66	11+65 2.73	8511156.4 4	780914.8 0
81	354°57'56 "	57°46'34 .0"	83	45.8 0	83.7 0	80.1 9	11.80	10. 33	11+93 1.12	11+88 5.33	11+96 9.02	11+93 1.12	8511389.2 4	780758.2 0
82	36°41'34" "	25°40'41 .0"	190	43.3 0	85.1 5	84.4 4	4.87	4.7 5	12+03 2.34	11+98 9.04	12+07 4.19	12+03 2.34	8511489.0 3	780802.3 0
83	356°19'42 "	106°24'2 4.0"	28	37.4 3	52.0 0	44.8 4	18.75	11. 23	12+18 8.34	12+15 0.90	12+20 2.90	12+18 8.34	8511591.2 2	780922.1 0
84	255°11'37 "	95°51'46 .5"	28	31.0 2	46.8 5	41.5 7	13.79	9.2 4	12+23 4.57	12+20 3.55	12+25 0.40	12+23 4.57	8511628.9 8	780864.2 0
85	224°30'03 "	34°28'38 .7"	220	68.2 6	132. 38	130. 40	10.35	9.8 8	12+34 8.18	12+27 9.92	12+41 2.30	12+34 8.18	8511514.4 9	780805.2 0



86	195°39'58 "	92°08'47 .8"	58	60.2 1	93.2 8	83.5 5	25.61	17. 76	12+58 3.64	12+52 3.43	12+61 6.71	12+58 3.64	8511401.0 4	780594.2 0
87	187°01'10 "	74°51'09 .9"	58	44.3 9	75.7 7	70.5 0	15.04	11. 94	12+74 1.00	12+69 6.61	12+77 2.38	12+74 1.00	8511241.9 1	780687.6 0
88	268°51'58 "	88°50'26 .8"	59	57.8 2	91.4 8	82.5 9	23.61	16. 86	12+83 2.10	12+77 4.28	12+86 5.76	12+83 2.10	8511167.5 9	780614.7 0
89	268°55'25 "	88°43'33 .2"	57	55.7 5	88.2 7	79.7 1	22.73	16. 25	12+96 9.13	12+91 3.38	13+00 1.65	12+96 9.13	8511278.1 1	780497.4 0
90	176°36'43 "	95°53'51 .2"	57	63.1 9	95.4 0	84.6 5	28.10	18. 82	13+06 4.90	13+00 1.71	13+09 7.11	13+06 4.90	8511193.3 3	780413.9 0
91	149°12'25 "	41°05'15 .4"	94	35.2 3	67.4 1	65.9 7	6.38	5.9 8	13+33 2.11	13+29 6.88	13+36 4.29	13+33 2.11	8511007.0 4	780646.7 0
92	177°19'13 "	15°08'21 .7"	115	15.2 8	30.3 9	30.3 0	1.01	1.0 0	13+37 9.77	13+36 4.49	13+39 4.87	13+37 9.77	8510957.1 4	780655.7 0
93	171°12'48 "	27°21'12 .6"	120	29.2 0	57.2 9	56.7 5	3.50	3.4 0	13+42 8.35	13+39 9.15	13+45 6.44	13+42 8.35	8510908.5 5	780651.6 0
94	205°36'41 "	96°08'58 .3"	28	31.1 8	46.9 9	41.6 6	13.91	9.2 9	13+54 0.62	13+50 9.44	13+55 6.43	13+54 0.62	8510803.7 8	780694.9 0
95	302°28'16 "	97°34'11 .7"	28	31.9 7	47.6 8	42.1 3	14.50	9.5 5	13+58 9.62	13+55 7.65	13+60 5.33	13+58 9.62	8510785.7 0	780633.1 0
96	320°34'58 "	61°20'47 .2"	37	21.9 5	39.6 2	37.7 5	6.02	5.1 8	13+65 5.54	13+63 3.60	13+67 3.21	13+65 5.54	8510866.9 2	780620.6 0
97	317°33'50 "	55°18'32 .0"	48	25.1 5	46.3 4	44.5 6	6.19	5.4 8	13+74 0.85	13+71 5.70	13+76 2.04	13+74 0.85	8510897.4 3	780536.4 0
98	300°56'20 "	88°33'32 .4"	50	48.7 6	77.2 8	69.8 2	19.84	14. 20	13+84 0.04	13+79 1.28	13+86 8.56	13+84 0.04	8510997.1 6	780510.1 0
99	288°13'28 "	63°07'47 .9"	50	30.7 2	55.0 9	52.3 5	8.68	7.4 0	13+94 1.76	13+91 1.04	13+96 6.14	13+94 1.76	8510969.0 2	780391.4 0
100	345°52'31 "	52°10'18 .9"	152	74.4 2	138. 41	133. 67	17.24	15. 48	14+10 3.33	14+02 8.91	14+16 7.32	14+10 3.33	8511097.2 6	780283.0 0
101	346°05'05 "	51°45'11 .7"	50	24.2 5	45.1 6	43.6 4	5.57	5.0 1	14+38 5.98	14+36 1.72	14+40 6.89	14+38 5.98	8511383.9 7	780343.7 0



102	354°31'46"	68°38'34.2"	85	58.0	101.	95.8	17.92	14.	14+53	14+47	14+57	14+53	8511501.4	780245.9
	"	.2"		3	83	5		80	5.52	7.49	9.32	5.52	4	0
103	338°30'59"	100°40'08.0"	27.5	33.1	48.3	42.3	15.58	9.9	14+66	14+62	14+67	14+66	8511623.6	780313.2
	"	8.0"		6	2	4		5	0.79	7.62	5.94	0.79	2	0
104	238°51'54"	98°38'01.5"	29	33.7	49.9	43.9	15.49	10.	14+70	14+67	14+72	14+70	8511644.5	780249.4
	"	.5"		4	2	8		10	9.89	6.16	6.08	9.89	6	0
105	171°54'37"	35°16'32.8"	120	38.1	73.8	72.7	5.92	5.6	14+89	14+85	14+93	14+89	8511442.3	780215.4
	"	.8"		5	8	2		4	7.39	9.23	3.12	7.39	6	0
106	175°01'01"	41°29'20.0"	60	22.7	43.4	42.5	4.16	3.8	14+99	14+97	15+01	14+99	8511352.3	780258.8
	"	.0"		3	5	0		9	4.93	2.21	5.65	4.93	0	0
107	180°09'39"	31°12'03.8"	150	41.8	81.6	80.6	5.74	5.5	15+30	15+26	15+34	15+30	8511052.6	780174.2
	"	.8"		8	8	8		3	4.29	2.41	4.09	4.29	4	0
108	170°32'19"	11°57'24.0"	200	20.9	41.7	41.6	1.09	1.0	15+49	15+47	15+51	15+49	8510866.0	780225.8
	"	.0"		4	4	6		9	5.75	4.81	6.54	5.75	9	0
109	148°04'41"	56°52'39.8"	120	64.9	119.	114.	16.47	14.	15+62	15+56	15+67	15+62	8510736.7	780233.6
	"	.8"		9	12	29		48	5.17	0.18	9.31	5.17	5	0
110	162°22'31"	85°28'19.3"	94	86.8	140.	127.	33.98	24.	15+90	15+81	15+95	15+90	8510592.3	780487.4
	"	.3"		5	23	58		96	6.32	9.47	9.69	6.32	5	0
111	268°39'37"	127°05'53.2"	52.5	105.	116.	94.0	65.36	29.	16+16	16+06	16+17	16+16	8510326.6	780362.9
	"	3.2"		52	46	1		11	6.24	0.72	7.18	6.24	8	0
112	311°25'49"	41°33'29.2"	30	11.3	21.7	21.2	2.09	1.9	16+24	16+23	16+25	16+24	8510479.2	780282.5
	"	.2"		8	6	9		5	4.15	2.77	4.53	4.15	8	0

Nota: Elaboracion propia



- PI: Punto de intersección.
- PC: Principio de curva.
- PT: Principio de tangente.
- DELTA: Ángulo de deflexión.
- R: Radio.
- T: Tangente.
- LC: Longitud de curva.
- C: Longitud de cuerda.
- EXT: External.

### ***3.7.8. Cálculo de Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) en la Carretera, Conforme al Método Empírico de Bayes***

El método de valor esperado de exceso de frecuencia de choques con corrección de Bayes empírico es ampliamente reconocido como uno de los métodos más efectivos para la clasificación de sitios de concentración de choques, debido a que puede corregir por regresión a la media y puede determinar si un sitio presenta un exceso de choques estadísticamente significativo, con respecto al valor esperado para sitios similares.

La Carretera Chinllahuacho - Challabamba es parte de la vía principal de acceso al Distrito de Limatambo, pues permite en transporte de personas y mercancías con el departamento de Apurímac. Pese a su importancia, la carretera Chinllahuacho – Challabamba se considera peligrosa ya que posee algunas características que la alejan de las condiciones ideales.

El método de Bayes empírico busca realizar una estimación del número de choques esperado en un sitio usando tanto los datos de frecuencia de choques observados en el sitio, así como la evidencia proveniente de otros sitios con características similares. Para tal efecto se utiliza la función de desempeño de seguridad vial. Para la estimación de la función de desempeño de seguridad vial se deben realizar los análisis estadísticos que se detallan a continuación.

Dado que la mayoría de los choques viales ocurren por errores humanos al momento



de maniobrar el vehiculo, las medidas de ingeniería en seguridad vial actuales deben buscar la mejor interacción entre el usuario, la carretera y su entorno al momento de conducir su vehiculo para lo cual se aplicara el Teorema de Bayes.





**3.7.8.1. Cantidad de Choques, Carretera Chinllahuacho - Challabamba en Kilómetros con Curvas Normales desde el Año 2006 al 2022.**

**Tabla 81**

*Cantidad de Choques, Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilometros con Curvas Normales desde el Año 2006 al 2022.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

RESPONSA BLES: EDUARDO QUISPE ATAUCURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

BLES:

FECHA:

SETIEMBRE DEL 2022

AÑO	CANTIDAD DE CHOQUES, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)															TOTAL		
	CURVAS NORMALES DONDE OCURRIERON CHOQUES PARA APLICAR EL TEOREMA DE BAYES POR KILOMETRO																	
	911+ 820	911+ 720	911+ 520	910+ 440	910+ 220	909+ 900	909+ 780	909+ 560	909+ 260	908+ 300	907+ 160	906+ 720	905+ 960	903+ 020	902+ 140	896+ 100		
2006			1												1	1	3	
2007	1										1	2	1				1	6
2008				1							1	1	1					4
2009		1		1					1					3	1	1		8
2010			1		1		1			1			1					5
2011	1																	1
2012														1	1			2



---

2013												1					1
2014	1													2			3
2015				1													1
2016							1					1		1		3	6
2017									2		2		3				7
2018									1	1	2			1		1	6
2019							1						1				2
2020										1					2		3
2021											1			1		1	3
2022							1			2		1		1			5
TOT AL	2	2	2	2	1	1	1	3	1	2	8	10	8	6	9	8	66

---

*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco, Oficina de Estadística.



**Formulas.-**

**# Total de Choques  
del Año 2006 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2007 en Curva**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2008 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2009 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2010 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2011 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2012 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$



**# Total de Choques  
del Año 2013 en Curvas**

= Km [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]

**# Total de Choques  
del Año 2014 en Curvas**

= Km [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]

**# Total de Choques  
del Año 2015 en Curvas**

= Km [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]

**# Total de Choques  
del Año 2016 en Curvas**

= Km [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]

**# Total de Choques  
del Año 2017 en Curvas**

= Km [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]

**# Total de Choques  
del Año 2018 en Curvas**

= Km [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]



**# Total de Choques  
del Año 2019 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2020 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2021 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2022 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

#### **Comentario Personal. -**

Se observa en la tabla N° 71 que los kilómetros con más Choques en los últimos años del periodo 2017 a 2019 han sido el km 906+720, km 905+960 y seguido del km 907+160. Los kilómetros con mínimos choques son el km 911+820, km 909+900 y km 911+820. Se apreció en la tabla N° 71 un aumento drástico de Choques en el 2017 y 2018 reduciéndose fuertemente en el 2019 para posteriormente incrementarse el 2022.



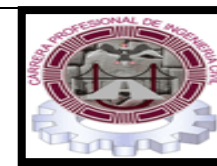
**3.7.8.2. Cantidad de Choques, Carretera Chinllahuacho - Challabamba en Kilómetros con Curvas Cerradas desde el Año 2006 al 2022.**

**Tabla 82**

*Cantidad de Choques, Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilometros con Curvas Cerradas desde el Año 2006 al 2022.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS: “ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

RESPONSABLES: EDUARDO QUISPE ATAUQUI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

FECHA:

SEPTIEMBRE DEL 2022

AÑO	CANTIDAD DE CHOQUES, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)														TOTAL
	CURVAS CERRADAS DONDE OCURRIERON CHOQUES PARA APLICAR EL TEOREMA DE BAYES POR KILOMETRO														
	909+0 00	908+8 20	906+1 80	905+5 20	904+1 00	902+7 20	901+8 60	901+3 00	900+4 60	899+8 00	899+2 20	899+0 00	898+4 40	897+3 20	
2006					1							1	1		3
2007		2						1	2	1			1		7
2008		2						1	1						4
2009	1	1				1					1		1	1	6
2010		1		1	1	1	1								5
2011															0
2012											1				1



2013				1	1			1							3
2014			1												1
2015					1										1
2016								1							1
2017			2												2
2018	1		1	1			1	1			1		1		7
2019			2		1	1									4
2020		1									1				2
2021					1			1					1		3
2022				1			1			1					3
TOT AL	2	7	5	4	5	5	3	4	5	2	4	1	5	1	53

*Nota:* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco, Oficina de Estadística.



**Formulas.-**

**# Total de Choques  
del Año 2006 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2007 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2008 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2009 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2010 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2011 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2012 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720)+(905+960)+(903+020)+(902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2013 en Curvas**





$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2014 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2015 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2016 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2017 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2018 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

**# Total de Choques  
del Año 2019 en Curvas**

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$



# Total de Choques  
del Año 2020 en Curvas

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

# Total de Choques  
del Año 2021 en Curvas

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

# Total de Choques  
del Año 2022 en Curvas

$$= \text{Km} [(911+820) + (911+720) + (911+520) + (910+220) + (909+900) + (909+780) + (909+560) + (909+260) + (908+300) + (907+160) + (906+720) + (905+960) + (903+020) + (902+140) + (896+100) ]$$

#### **Comentario Personal. -**

Se observa en la tabla N° 72 que el kilómetro con más Choques en curvas cerradas en los últimos años del periodo 2017 a 2019 ha sido el km 906+180. Los kilómetros con mínimos choques son el km 899+800, 899+000 y km 897+320.

Se apreció en la tabla N° 72 un aumento drástico de Choques en el año 2018 reduciéndose fuertemente en el 2020 y posteriormente manteniéndose en cifras mínimas hasta el 2022.



**3.7.8.3. Aplicación del Teorema de Bayes, en tramos de la Carretera  
Chinllahuacho – Challabamba, en Curvas Normales donde Ocurrieron  
Choques**

$$P(A_i/B) = \frac{P(B/A_i)P(A_i)}{P(B)}$$

Donde:

$P(A_i)$  = Probabilidad a priori

$P(B/A_i)$  = Probabilidad condicional

$P(B)$  = Probabilidad Total

$P(A_i/B)$  = Probabilidad a posteriori

En la siguiente tabla se sacó un extracto del total de Accidentes que pasaron en los últimos 17 años (2006 al 2022) de la base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco, Oficina de Estadística. Para poder así aplicar el método empírico de Bayes, para determinar los puntos de concentración de colisiones en base a los resultados de aplicar dicho teorema en curvas normales de la carretera Chinllahuacho – Challabamba.

**Tabla 83**

*Cantidad Total de Accidentes en los últimos 17 años de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilómetros con Curvas Normales desde el Año 2006 al 2022.*

#	CURVAS NORMALES	total de accidentes en los últimos 17 años
1	911+820	9
2	911+720	6
3	911+520	10
4	910+440	11
5	910+220	13
6	909+900	16
7	909+780	26
8	909+560	13
9	909+260	18
10	908+300	18
11	907+160	9
12	906+720	18
13	905+960	10
14	903+020	12
15	902+140	7
16	896+100	10

*Nota:* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco, Oficina de Estadística.



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 911+820**

Kilómetro 911+820	#	%
ACCIDENTES	9	100%
CHOQUES	2	22.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 911+820 y que ocurra un choque es 0.22 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.22$$

$$P(\bar{C}) = 0.22*0.03 + 0.78*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.22}{0.22 * 0.03 + 0.78 * 0.98}$$

$$0.22 * 0.03 + 0.78 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \underline{0.0066}$$

$$0.771$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.0085 (0.8\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 911+720**

Kilómetro 911+720	#	%
ACCIDENTES	9	100%
CHOQUES	2	22.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 911 +720 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.22$$

$$P(\bar{C}) = 0.22*0.03 + 0.78*0.98$$

$$P(A/C) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.22}{0.22 * 0.03 + 0.78 * 0.98}$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0066}{0.771}$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.0085 (0.8\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 911+520**

Kilómetro 911+520	#	%
ACCIDENTES	9	100%
CHOQUES	2	22.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 911+520 y que ocurra un choque es 0.22 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.22$$

$$P(\bar{C}) = 0.22*0.03 + 0.78*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.22}{0.22 * 0.03 + 0.78 * 0.98}$$

$$0.22 * 0.03 + 0.78 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0066}{0.771}$$

$$0.771$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.0085 (0.8\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 910+440**

Kilómetro 910+440	#	%
ACCIDENTES	6	100%
CHOQUES	2	33.3%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 910+440 y que ocurra un choque es 0.333 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.33$$

$$P(\bar{C}) = 0.33*0.03 + 0.67*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.33}{0.33 * 0.03 + 0.67 * 0.98}$$

$$0.33 * 0.03 + 0.67 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0099}{0.666}$$

$$0.666$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.015 (1.5 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 910+220**

Kilómetro 910+220	#	%
ACCIDENTES	6	100%
CHOQUES	1	16.7%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 910+220 y que ocurra un choque es 0.167 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.16$$

$$P(\bar{C}) = 0.16*0.03 + 0.84*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.16}{0.16 * 0.03 + 0.84 * 0.98}$$

$$0.16 * 0.03 + 0.84 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0048}{0.828}$$

$$0.828$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.006 (0.6 \%)$$





**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 909+900**

Kilómetro 909+900	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	1	10.0%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 909+900 y que ocurra un choque es 0.10 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0030}{0.885}$$

$$0.885$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.003 (0.3 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 909+780**

Kilómetro 909+780	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	1	10.0%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 909+780 y que ocurra un choque es 0.10 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0030}{0.885}$$

$$0.885$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.003 (0.3 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 909+560**

Kilómetro 909+560	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	2	20.0%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 909+560 y que ocurra un choque es 0.20 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.20$$

$$P(\bar{C}) = 0.20*0.03 + 0.80*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.20}{0.20 * 0.03 + 0.80 * 0.98}$$

$$0.20 * 0.03 + 0.80 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0060}{0.790}$$

$$0.790$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.007 (0.7 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 909+260**

Kilómetro 909+260	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	1	10.0%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 909+260 y que ocurra un choque es 0.10 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0030}{0.885}$$

$$0.885$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.003 (0.3 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 908+300**

Kilómetro 908+300	#	%
ACCIDENTES	11	100%
CHOQUES	2	18.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 908+300 y que ocurra un choque es 0.182 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.003}{0.809}$$

$$0.809$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.006 (0.6 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 907+160**

Kilómetro 907+160	#	%
ACCIDENTES	13	100%
CHOQUES	5	38.4%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 907+160 y que ocurra un choque es 0.384 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.38$$

$$P(\bar{C}) = 0.38*0.03 + 0.62*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.38}{0.38 * 0.03 + 0.62 * 0.98}$$

$$0.38 * 0.03 + 0.62 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0114}{0.619}$$

$$0.619$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.018 (1.8 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 906+720**

Kilómetro 906+720	#	%
ACCIDENTES	16	100%
CHOQUES	9	56.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 906+720 y que ocurra un choque es 0.562 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.56$$

$$P(\bar{C}) = 0.56*0.03 + 0.44*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.56}{0.56 * 0.03 + 0.44 * 0.98}$$

$$0.56 * 0.03 + 0.44 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0168}{0.448}$$

$$0.448$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.037 (3.7 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 905+960**

Kilómetro 905+960	#	%
ACCIDENTES	26	100%
CHOQUES	7	26.9%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 905+960 y que ocurra un choque es 0.269 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.27$$

$$P(\bar{C}) = 0.27*0.03 + 0.73*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.27}{0.27 * 0.03 + 0.73 * 0.98}$$

$$0.27 * 0.03 + 0.73 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0081}{0.7235}$$

$$0.7235$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.011 (1.1 \%)$$





**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 903+020**

Kilómetro 903+020	#	%
ACCIDENTES	18	100%
CHOQUES	5	27.7%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 903+020 y que ocurra un choque es 0.277 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.27$$

$$P(\bar{C}) = 0.27*0.03 + 0.73*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.27}{0.27 * 0.03 + 0.73 * 0.98}$$

$$0.27 * 0.03 + 0.73 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0081}{0.7235}$$

$$0.7235$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.011 (1.1 \%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 902+140**

Kilómetro 902+140	#	%
ACCIDENTES	18	100%
CHOQUES	8	44.4%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 902+140 y que ocurra un choque es 0.444 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.44$$

$$P(\bar{C}) = 0.44*0.03 + 0.56*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.44}{0.44 * 0.03 + 0.56 * 0.98}$$

$$0.44 * 0.03 + 0.56 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0132}{0.562}$$

$$0.562$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.023 (2.3\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 896+100**

Kilómetro 896+100	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	7	70.0%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva normal de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 896+100 y que ocurra un choque es 0.70 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.70$$

$$P(\bar{C}) = 0.70*0.03 + 0.30*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.70}{0.70 * 0.03 + 0.30 * 0.98}$$

$$0.021$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.021}{0.315}$$

$$0.06666666666666667$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.06 (6.6\%)$$



**3.6.6.4 Aplicación del Teorema de Bayes, en tramos de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba, en Curvas Cerradas donde Ocurrieron Choques**

$$P(A_i/B) = \frac{P(B/A_i)P(A_i)}{P(B)}$$

Donde:

$P(A_i)$  = Probabilidad a priori

$P(B/A_i)$  = Probabilidad condicional

$P(B)$  = Probabilidad Total

$P(A_i/B)$  = Probabilidad a posteriori

En la siguiente tabla se sacó un extracto del total de Accidentes que pasaron en los últimos 17 años (2006 al 2022) de la base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco, Oficina de Estadística. Para poder así aplicar el método empírico de Bayes, para determinar los puntos de concentración de colisiones en base a los resultados de aplicar dicho teorema en curvas cerradas de la carretera Chinllahuacho – Challabamba.

**Tabla 84**

*Cantidad Total de Accidentes en los últimos 17 años de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en Kilómetros con Curvas Cerradas desde el Año 2006 al 2022.*

#	CURVAS CERRADAS	Total de accidentes en los últimos 17 años
1	909+000	10
2	908+820	11
3	906+180	16
4	905+520	26
5	904+100	13
6	902+720	18
7	901+860	9
8	901+300	9
9	900+460	18
10	899+220	10
11	899+000	10
12	898+440	12
13	897+320	7

*Nota:* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco, Oficina de Estadística.



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 909+000**

Kilómetro 909+000	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	2	20%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 909+000 y que ocurra un choque es 0.20 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.20}{0.20 * 0.03 + 0.80 * 0.98}$$

$$0.20 * 0.03 + 0.80 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.006}{0.790}$$

$$0.790$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.001 (0.1\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 908+820**

Kilómetro 908+820	#	%
ACCIDENTES	11	100%
CHOQUES	6	54.5%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 908+820 y que ocurra un choque es 0.545 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.54}{0.54 * 0.03 + 0.46 * 0.98}$$

$$0.54 * 0.03 + 0.46 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.016}{0.467}$$

$$0.467$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.03 (3.4\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 906+180**

Kilómetro 906+180	#	%
ACCIDENTES	16	100%
CHOQUES	5	31.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 906+180 y que ocurra un choque es 0.312 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.31$$

$$P(\bar{C}) = 0.31*0.03 + 0.69*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.31}{0.31 * 0.03 + 0.69 * 0.98}$$

$$0.31 * 0.03 + 0.69 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0093}{0.685}$$

$$0.685$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.01 (1.3\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 905+520**

Kilómetro 905+520	#	%
ACCIDENTES	26	100%
CHOQUES	3	11.5%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 905+520 y que ocurra un choque es 0.115 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.11$$

$$P(\bar{C}) = 0.11*0.03 + 0.89*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)* P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.11}{0.11 * 0.03 + 0.89 * 0.98}$$

$$0.11 * 0.03 + 0.89 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.0033}{0.875}$$

$$0.875$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.003 (0.3\%)$$





**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 904+100**

Kilómetro 904+100	#	%
ACCIDENTES	13	100%
CHOQUES	4	30.7%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 904+100 y que ocurra un choque es 0.307 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.30$$

$$P(\bar{C}) = 0.30*0.03 + 0.70*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.30}{0.30 * 0.03 + 0.70 * 0.98}$$

$$0.009$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.009}{0.695}$$

$$0.013$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.013 (1.3\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 902+720**

Kilómetro 902+720	#	%
ACCIDENTES	18	100%
CHOQUES	5	27.7%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 902+720 y que ocurra un choque es 0.277 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.27}{0.27 * 0.03 + 0.73 * 0.98}$$

$$0.27 * 0.03 + 0.73 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.008}{0.723}$$

$$0.723$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.011 (1.1\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 901+860**

Kilómetro 901+860	#	%
ACCIDENTES	9	100%
CHOQUES	2	22.2%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 901+860 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.22 * 0.03 + 0.78 * 0.98}$$

$$0.006$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.006}{0.771}$$

$$0.0077$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.007 (0.7\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 901+300**

Kilómetro 901+300	#	%
ACCIDENTES	9	100%
CHOQUES	3	33.3%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 901+300 y que ocurra un choque es 0.333 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.33$$

$$P(\bar{C}) = 0.33*0.03 + 0.67*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.33}{0.33 * 0.03 + 0.67 * 0.98}$$

$$0.33 * 0.03 + 0.67 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.009}{0.666}$$

$$0.666$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.013 (1.3\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 900+460**

Kilómetro 900+460	#	%
ACCIDENTES	18	100%
CHOQUES	5	27.7%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 900+460 y que ocurra un choque es 0.277 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.27$$

$$P(\bar{C}) = 0.27*0.03 + 0.63*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A)*P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.27}{0.27 * 0.03 + 0.63 * 0.98}$$

$$0.27 * 0.03 + 0.63 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.008}{0.625}$$

$$0.625$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.012 (1.2\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 899+800**

Kilómetro 899+800	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	1	10%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 899+800 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.003}{0.885}$$

$$0.885$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.003 (0.3\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 899+220**

Kilómetro 899+220	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	3	30%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 899+220 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.30$$

$$P(\bar{C}) = 0.30*0.03 + 0.70*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.30}{0.30 * 0.03 + 0.70 * 0.98}$$

$$0.30 * 0.03 + 0.70 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.009}{0.695}$$

$$0.695$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.013 (1.3\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 899+000**

Kilómetro 899+000	#	%
ACCIDENTES	10	100%
CHOQUES	1	10%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 899+000 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.003}{0.885}$$

$$0.885$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.003 (0.3\%)$$





**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 898+440**

Kilómetro 899+000	#	%
ACCIDENTES	12	100%
CHOQUES	4	33.3%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 898+400 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.010}{0.666}$$

$$0.666$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.015 (1.5\%)$$



**- Aplicación del Teorema de Bayes Km 897+320**

Kilómetro 897+320	#	%
ACCIDENTES	7	100%
CHOQUES	1	14.3%

La probabilidad que haya un accidente en una Curva cerrada de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba en el Km 897+320 y que ocurra un choque es 0.222 ; La probabilidad de que haya un choque si se ha producido algun accidente es de 0.97 y la probabilidad de que haya un choque si no ha sucedido ningun Accidente es 0.02.

En el supuesto de que haya un Accidente ¿Cuál es la probabilidad de que no haya habido ningun choque?

**Diagrama de Arbol**

**A = Se produce un Accidente**

**$\bar{A}$  = No se produce un Accidente**

**C = Es un Choque**

**$\bar{C}$  = No es un Choque**

$$P(\bar{C}/A) = 0.03$$

$$P(A) = 0.10$$

$$P(\bar{C}) = 0.10*0.03 + 0.90*0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{P(\bar{C}/A) * P(A)}{P(\bar{C})}$$

$$P(\bar{C})$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.03 * 0.10}{0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98}$$

$$0.10 * 0.03 + 0.90 * 0.98$$

$$P(A/\bar{C}) = \frac{0.004}{0.847}$$

$$0.847$$

$$P(A/\bar{C}) = 0.005 (0.5\%)$$



### 3.7.9. Puntos de Riesgo de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba

#### 3.7.9.1. Proceso de Calculo.

De la progresiva 912+000 a 896+000, se pudo determinar de acuerdo a la consistencia de diseño y perfil de velocidades que los puntos de riesgo son 30 sitios entre tangentes y curvas horizontales, a partir de aquello se determino el porcentaje de tramos de inseguridad vial en funcion a toda la longitud de la via estudiada como se encuentra en la siguiente imagen:

**Tabla 85**

*Análisis de la seguridad vial porcentaje.*

ANÁLISIS DE LA LONGITUD TOTAL EN METROS			16000.00
DISEÑO	PUNTOS DE RIESGO	LONGITUD (M)	INSEGURIDAD (%)
Pobre	14	984.48	6.15%
Tolerable	16	1045.32	6.53%
<b>Total</b>	30	2029.80	12.69%

*Nota.* Elaboración propia

Para el analisis de los sitios Inseguros Viales se tomó como criterios y preceptos, las guías y normativas de diseño del manual DG-2018, el cual viene establecido por el grado de cumplimiento.

### 3.7.10. Cálculo de Señales de Tránsito (Inventario Vial)

Con la utilización del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito, en las tareas de diseño, construcción y mantenimiento vial, no solo se logró uniformizar los dispositivos de control de tránsito para su estudio y evaluación, sino que se contribuirá a mejorar la seguridad de la carretera Chinllahuacho – Challabamba.

También cabe destacar, el propósito del MTC de actualizar periódicamente el Manual como resultado de las experiencias que se recojan en su utilización y la adopción de innovaciones producto de los adelantos en la ingeniería vial.

Finalmente se decidió dividir la vía en estudio en 16 tramos de 1 Km cada uno. Encontrando los siguientes datos que lo describen la señalización en el tramo de estudio.



### 3.7.10.1. Señalización según el Manual de Dispositivos de control de Tránsito.

Encontrando que en los 16+000 km del tramo Chinllahuacho – Challabamba, en estudio los 16+000 km presentan la debida señalización. El 100% de la vía está señalizada debidamente según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito.

### 3.7.10.2. Tipo de señal por Km de estudio.

**Tabla 86**

*Conteo de Tipos de Señales de Tránsito de la Carretera Chinllahuacho – Challabamba (16+000 km).*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**

TESIS: “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

TIPO DE ESTUDIO: CONTEO DE TIPOS DE SEÑALES DE TRANSITO

TRAMO: Chinllahuacho - Challabamba (16+000 km)

FECHA: Del 23 de Setiembre al 24 de Setiembre del 2022

#### TIPOS DE SEÑALES

Km	Señal Preventiva	Señal Reguladora	Señal Informativa	Total
896 a 897 km	6	2	3	11
897 a 898 km	7	2	1	10
898 a 899 km	7	0	1	8
899 a 900 km	7	1	0	8
900 a 901 km	9	0	0	9
901 a 902 km	8	0	0	8
902 a 903 km	7	0	0	7
903 a 904 km	5	3	0	8
904 a 905 km	7	1	2	10
905 a 906 km	7	3	3	13
906 a 907 km	6	1	2	9
907 a 908 km	3	3	0	6
908 a 909 km	5	1	0	6
909 a 910 km	7	1	0	8
910 a 911 km	6	0	0	6
911 a 912 km	8	1	0	9



<b>Total</b>	105	19	12	136
--------------	-----	----	----	-----

Nota. Elaboración Propia

Se aprecia que el tipo de señal más utilizado son las señales preventivas, siendo la más alta en el km 905+000 a 906+000 donde se presenta 7 señales preventivas 3 señales reguladoras y 3 señales informativas.

También se aprecia alta señalización en el Km 896+000 a 897+000 se verifica que en este tramo de estudio puede presentar un alto riesgo.

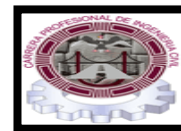
### Señales por su dirección en cada Km en estudio.

**Tabla 87**

Conteo de las Direcciones de las Señales de Tránsito de la carretera Chinllahuacho – Challabamba (16+000 km).



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



TESIS:	“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”
TIPO DE ESTUDIO:	CONTEO DE LAS DIRECCIONES DE LAS SEÑALES DE TRANSITO
TRAMO:	Chinllahuacho - Challabamba (16+000 km)
FECHA:	Del 23 de Setiembre al 24 de Setiembre del 2022

Km	DIRECCION DE SEÑALES		TOTAL
	BAJADA	SUBIDA	
896 a 897 km	5	6	11
897 a 898 km	5	5	10
898 a 899 km	4	4	8
899 a 900 km	5	3	8
900 a 901 km	4	5	9
901 a 902 km	4	4	8
902 a 903 km	4	3	7
903 a 904 km	3	5	8
904 a 905 km	5	5	10
905 a 906 km	7	6	13
906 a 907 km	5	4	9
907 a 908 km	3	3	6



908 a 909 km	2	4	6
909 a 910 km	5	3	8
910 a 911 km	2	4	6
911 a 912 km	5	4	9
<b>Total</b>	<b>68</b>	<b>68</b>	<b>136</b>

*Nota.* Elaboración propia

Se aprecia la mayor diferencia entre el número de señales de subida y bajada en el Km 899+000 al Km 900+000 donde se presenta 5 señales de bajada y solo 3 de subida indicando que este tramo puede ser de peligrosa bajada.

En promedio no se distingue ninguna diferencia notable entre el número de señalizaciones de subida y bajada encontrado un total de 68 señales de bajada y 68 señales de subida ambas en igual cantidad, siendo el caso más peligroso para los carros de bajada.

### ***3.7.11. Cálculo del Índice de Mortalidad y Peligrosidad***



#### **3.7.11.1. Número de accidentes registrados desde el Año 2006 al Año 2022.**

Para lo cual se requirió como fuente el informe policial de accidentes en el tramo estudiado durante el periodo del 2006 al 2022 encontrado en la sede Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.



**Tabla 88**

*Cantidad de accidentes de la carretera Chinllahuacho – Challabamba por meses desde el año*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 													
<b>TESIS:</b> “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”													
<b>RESPONSABLES:</b> EDUARDO QUISPE ATAUCURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ													
<b>FECHA:</b> SETIEMBRE DEL 2022													
AÑO	CANTIDAD DE ACCIDENTES, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADÍSTICA)												TOTAL
	MESES												
	ENE RO	FEBRE RO	MAR ZO	ABR IL	MA YO	JUN IO	JULI O	AGOS TO	SETIEM BRE	OCTUB RE	NOVIEM BRE	DICIEM BRE	
2006	2	2		1	2	1			1				9
2007	1		2		1		2		1	1	2	2	12
2008		2	3	1	2	6			3		1	3	21
2009		1	1			2	1	1		2		1	9
2010	2	2	1		1	1		1	1	1			10
2011		1						1					2
2012			1	1	1		1						4
2013		2		1		4	1	3				1	12
2014			1		1		1						3
2015		1				1		1			1		4
2016						1	1			1			3
2017			6	3	3	3	3	3	4		10	10	45
2018	2	2	6	8	2	5	2	4	4	5	4	4	48



2019	2	3	3	2	3	2	1	4	4				24
2020		2	2	1	2	2	1	3	3	1	3	2	22
2021		2	3	1	2	3			3		1	3	18
2022	2	3	1	2	3			3		1	3		18
TOTA L	11	23	30	21	23	31	14	24	24	12	25	26	264

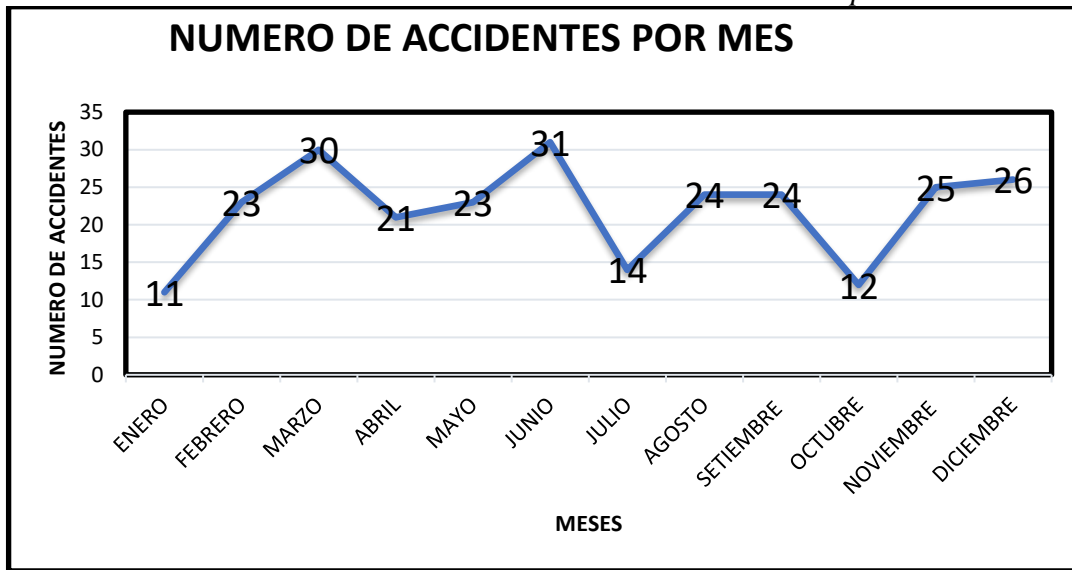
*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.





**Figura 41**

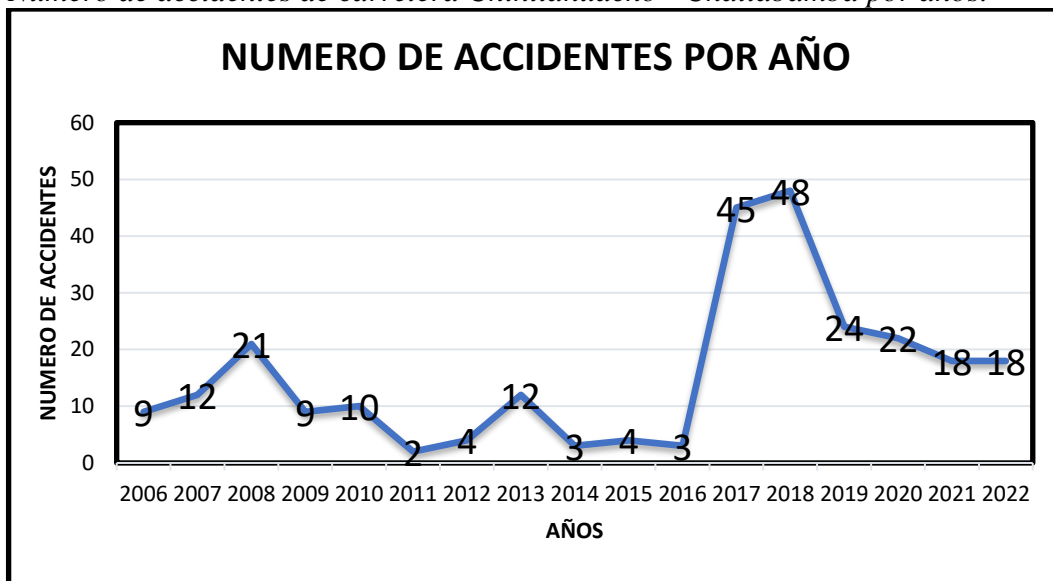
*Número de accidentes de carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 42**

*Número de accidentes de carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística

Se observa en la figura N° 34 que el mes con más accidentes en los últimos años del periodo 2017 a 2022 ha sido el mes de junio seguido de marzo y diciembre. Los meses más seguros son de enero y octubre.



Se apreció en la figura N° 35 un aumento drástico de accidentes en el 2018 y 2017 reduciéndose fuertemente en el 2022.



3.7.11.2. Número de Choques registrados por meses desde el Año 2006 al Año 2022.

**Tabla 89**

*Cantidad de choques en la carretera Chinllahuacho – Challabamba.*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL</b> 													
<b>TESIS:</b> “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”													
<b>RESPONSABLES:</b> EDUARDO QUISPE ATAUCURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ													
<b>FECHA:</b> SETIEMBRE DEL 2022													
AÑO	CANTIDAD DE CHOQUES, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)											TOTAL	
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2006	1					1							2
2007			2				2			1	2	1	8
2008		1	2			2				1	1	1	8
2009		1	1					1					3
2010	1		1		1	1		1	1			1	7
2011													0
2012													0
2013						1	1	1	4		1		8
2014		1			1					2			4
2015								1	1			1	3
2016						1	1				1		3



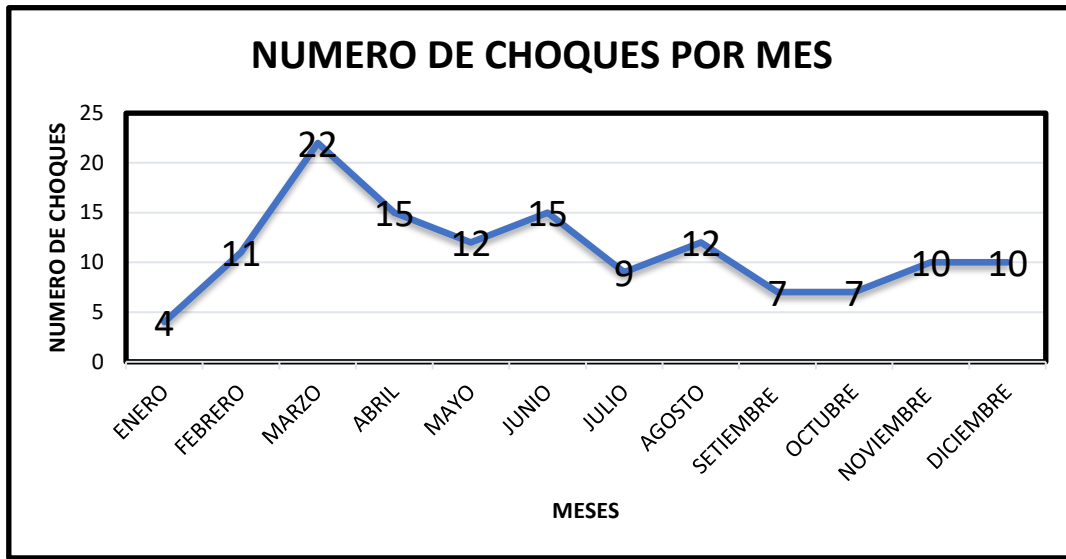
2017		4	2	2	2	1	2		2	2	3	20	
2018		1	3	5	1	3		3	1	1	2	20	
2019		2	3	2	3	1	1	1			1	14	
2020	2	1	2	3	1	1	1			1		12	
2021		2	1	2	2	1	1	1			1	11	
2022		2	3	1	1	1	1	1			1	11	
TOTAL	4	11	22	15	12	15	9	12	7	7	10	10	134

*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.



**Figura 43**

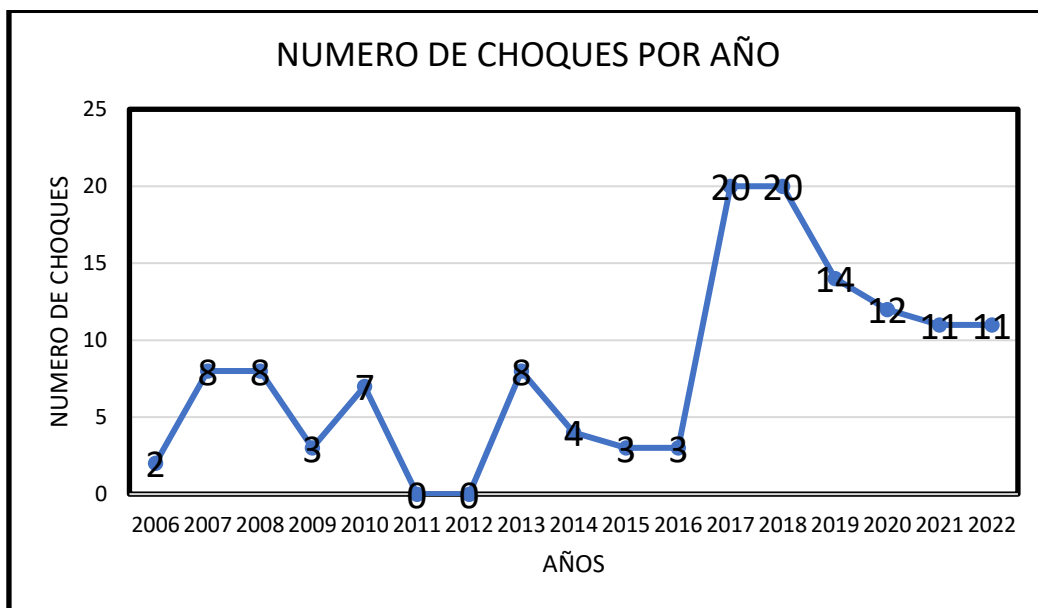
*Número de Choques de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 44**

*Número de Choques de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística

Encontrando un total de 88 accidentes de choques del 2017 a 2022 siendo el año con más número de choques el 2017 y 2018. Y los meses más peligrosos para choques son febrero, junio y agosto.



3.7.11.3. Cantidad de Despistes Registrados por meses desde el Año 2006 al Año 2022.

**Tabla 90**

*Cantidad de despistes en la carreta Chinllahuacho – Challabamba*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**TESIS:** “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

**RESPONSABLES:** EDUARDO QUISPE ATAUACURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**FECHA:** SETIEMBRE DEL 2022

AÑO	CANTIDAD DE DESPISTES, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)												TOTAL
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2006												1	1
2007													0
2008				1									1
2009						1	1		2		1		5
2010		1											1
2011													0
2012			1	1									2
2013		1		1				1					3
2014			1				1						2



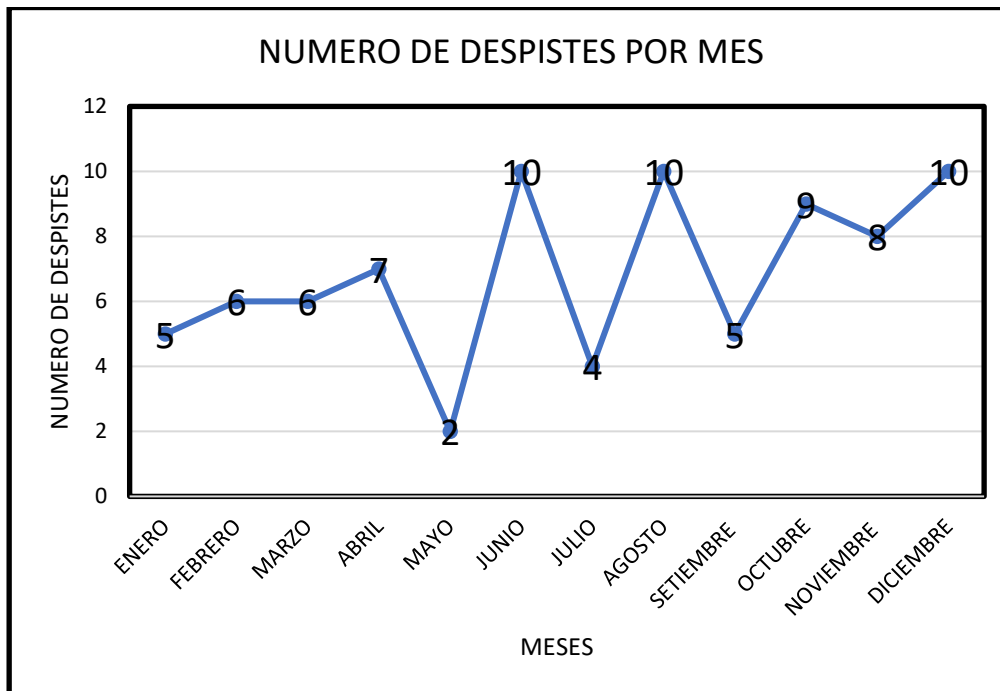
2015						1					1		2
2016										1			1
2017			2	1	1	1	2	1		5	5	1	19
2018	1		2	2	1	2		1	3	2	1	3	18
2019	1	1				1		3				2	8
2020	1	1				1		2				2	7
2021	1	1				2		1				1	6
2022	1	1		1		1		1		1			6
TOTAL	5	6	6	7	2	10	4	10	5	9	8	10	82

*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística



**Figura 45**

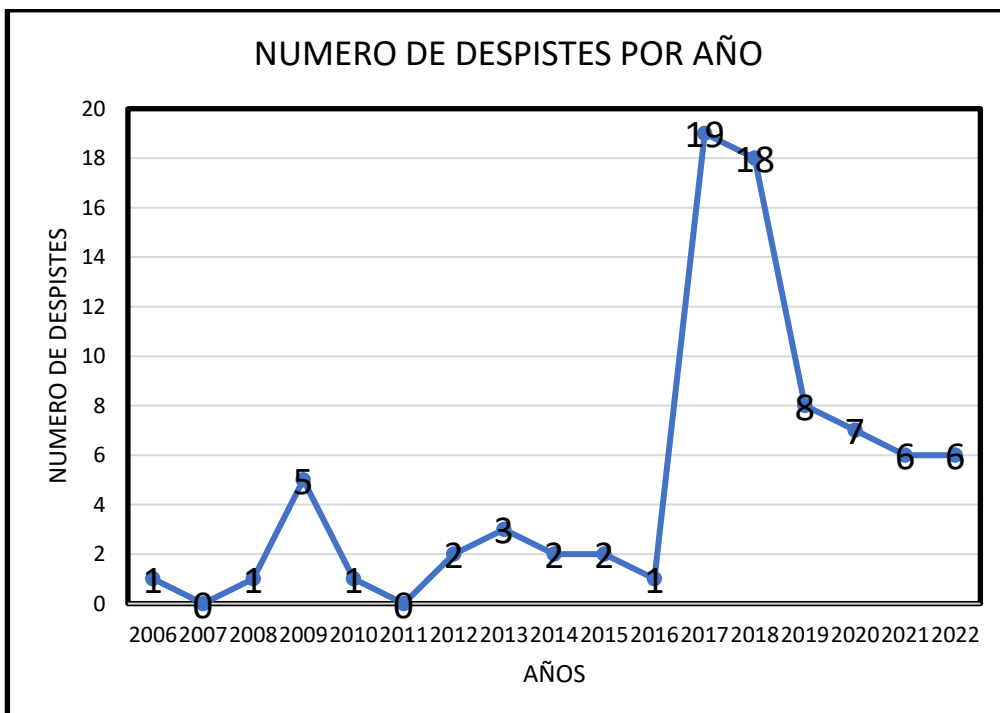
*Número de Despistes de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 46**

*Número de Despistes de la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística



El Despiste de un vehículo, sucede cuando se sale de la calzada por factores que contribuyen a dicho suceso que incluyen la pérdida de control del vehículo o mal juicio al juzgar una curva y no disminuir la velocidad por el mismo hecho que se tiene una curva, o intentar evitar chocar con otro vehículo, obstáculo o animal.

Encontrando un total de 65 accidentes de despistes del 2016 a 2022 siendo el año con más número de despistes el 2017 y 2018. Y los meses más peligrosos para despistes son junio, agosto y diciembre.

Cabe recalcar que la temporada de lluvias inicia en el mes de noviembre causando una fuerte neblina en algunos tramos de la carretera Chinllahuacho – Challabamba lo cual hace que existan más despistes en esta época del Año.





3.7.11.4. Cantidad de Atropellos Registrados por meses desde el Año 2006 al Año 2022.

**Tabla 91**

*Cantidad de atropellos en la carreta Chinllahuacho-Challabamba*

AÑO	UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL												TOTAL
	CANTIDAD DE ATROPELLOS, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)												
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2006	1	2		1	2								6
2007	1				1					1	1		4
2008		1	1		2	4			2			2	12
2009						1							1
2010	1												1
2011		1						1					2
2012					1		1						2
2013		1				1		1					3
2014													0
2015		1											1
2016													0
2017											1	1	2



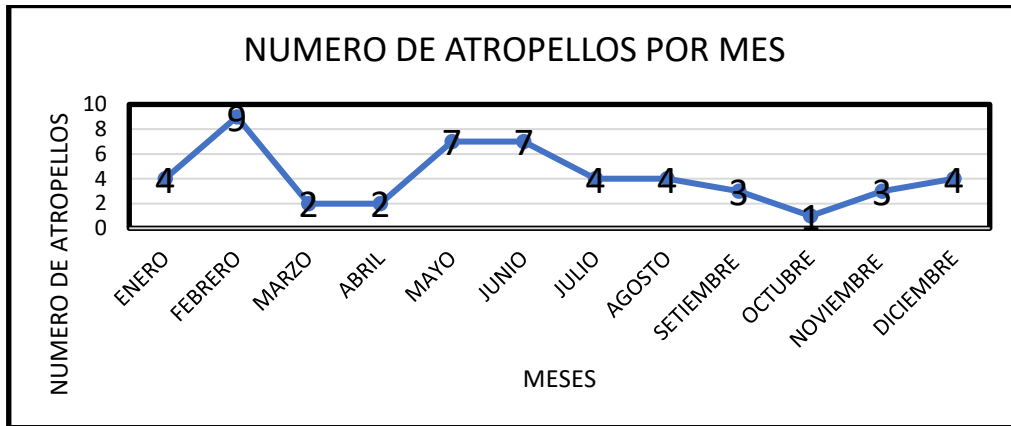
2018	1	1	1	1			2				1	1	8
2019									1				1
2020		1					1						2
2021					1		1						2
2022		1				1		1					3
TOTAL	4	9	2	2	7	7	4	4	3	1	3	4	50

*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística



**Figura 47**

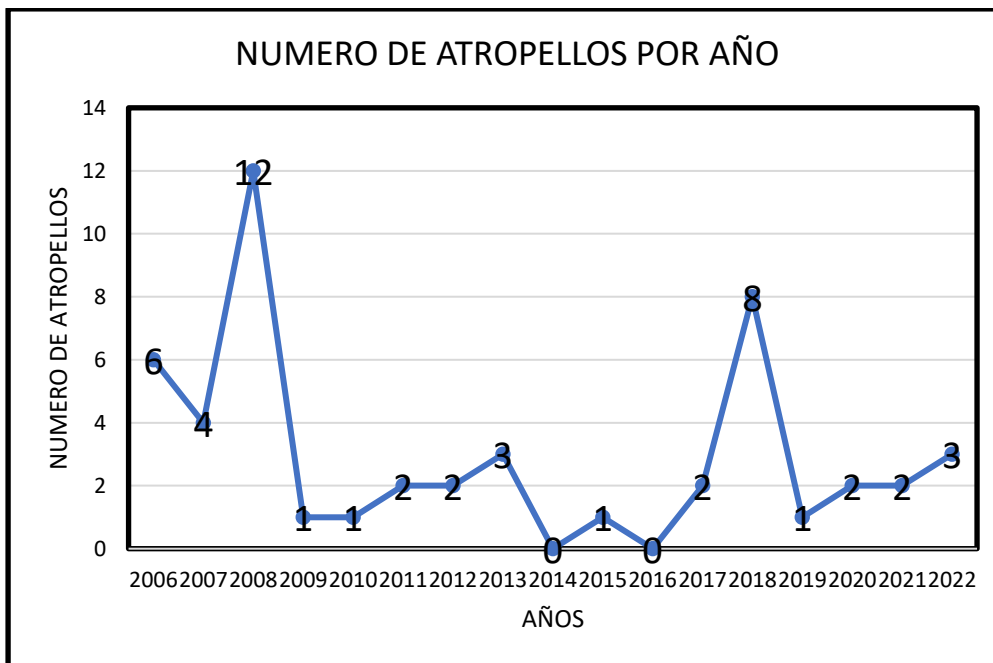
*Número de Atropellos de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 48**

*Número de Atropellos de la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística

Encontrando un total de 18 accidentes de atropellos del 2017 a 2022 siendo el año con más número de atropellos el 2008 y 2018. Y los meses más peligrosos para atropellos son febrero, mayo y junio.



3.7.11.5. Cantidad de Damnificados por meses desde el Año 2006 al Año 2022.

**Tabla 92**

*Cantidad de Damnificados en la carreta Chinllahuacho - Challabamba.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS:** “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

**RESPONSABLES:** EDUARDO QUISPE ATAUCURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**FECHA:** SETIEMBRE DEL 2022

AÑO	CANTIDAD DE DAMNIFICADOS, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)												TOTAL
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2006	2	2		1	2	1			1				9
2007	1		3		1		2		1	1	2	3	14
2008		2	4	2	2	7			4		2	3	26
2009		1	1			2	2	1		2		2	11
2010	5		2		2	4		2	4	4			23
2011		1						1					2
2012			2	1	1		1						5
2013		2		2		5	5	2				2	18
2014			3		10		1						14
2015		1				6						3	10



2016						1	9						10
2017			5	3	3	5	5	5	8		21	22	77
2018	5	1	13	13	4	9	2		1	2		25	75
2019	3		3	3	3	3		6	5				26
2020		2	4	2	2	7			4		2	3	26
2021	5		2		2	4		2	4	4			23
2022	4		2		2	4		4	2	4			22
TOTAL	25	12	44	27	34	58	27	23	34	17	27	63	391

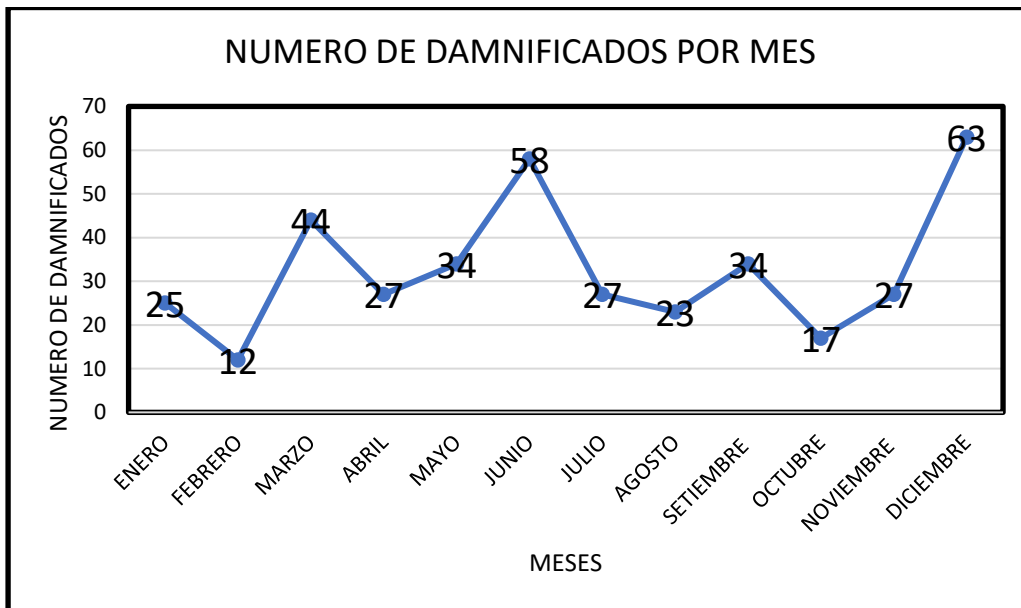
*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

El número de damnificados incluye a los heridos de los accidentes como a los muertos.



**Figura 49**

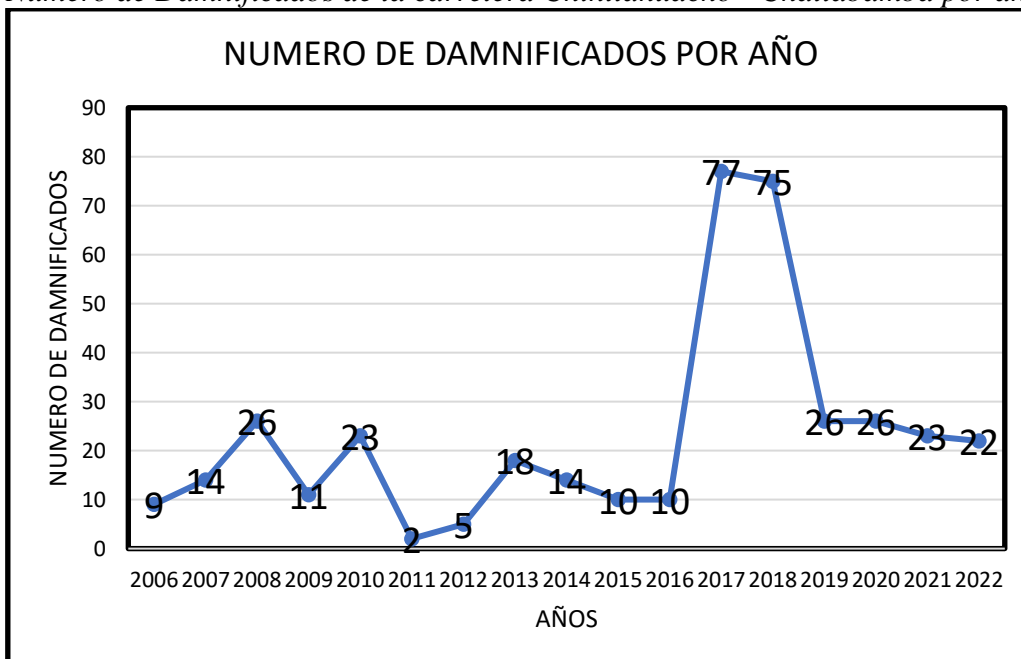
*Número de Damnificados de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 50**

*Número de Damnificados de la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística

En la figura N° 42: Los años con más damnificados son el 2017 y 2018.



Se aprecia en la figura N° 43 Siendo los meses más peligrosos noviembre seguido de junio y marzo.



3.7.11.6. Cantidad de Muertos Registrados por meses desde el Año 2006 al Año 2022.

**Tabla 93**

*Cantidad de muertos de carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*

 <b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b> <b>ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL</b> 													
<b>TESIS:</b>		“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”											
<b>RESPONSABLES:</b>		EDUARDO QUISPE ATAUCURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ											
<b>FECHA:</b>		SETIEMBRE DEL 2022											
AÑO	CANTIDAD DE MUERTOS, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)												TOTAL
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV	DIC	
2006		2				1						1	4
2007					1							1	2
2008		1	1			3					2	4	11
2009		1	1			1			2		2		7
2010	2												2
2011		1											1
2012				1			1						2
2013													0
2014					3								3
2015		1				3							4
2016													0
2017			2							6	7		15



2018	1	1	1	1			2		2			1	9
2019						2							2
2020		2				1						1	4
2021					1							1	2
2022				1			1						2
TOTAL	3	9	5	3	5	11	4	0	4	6	11	9	70

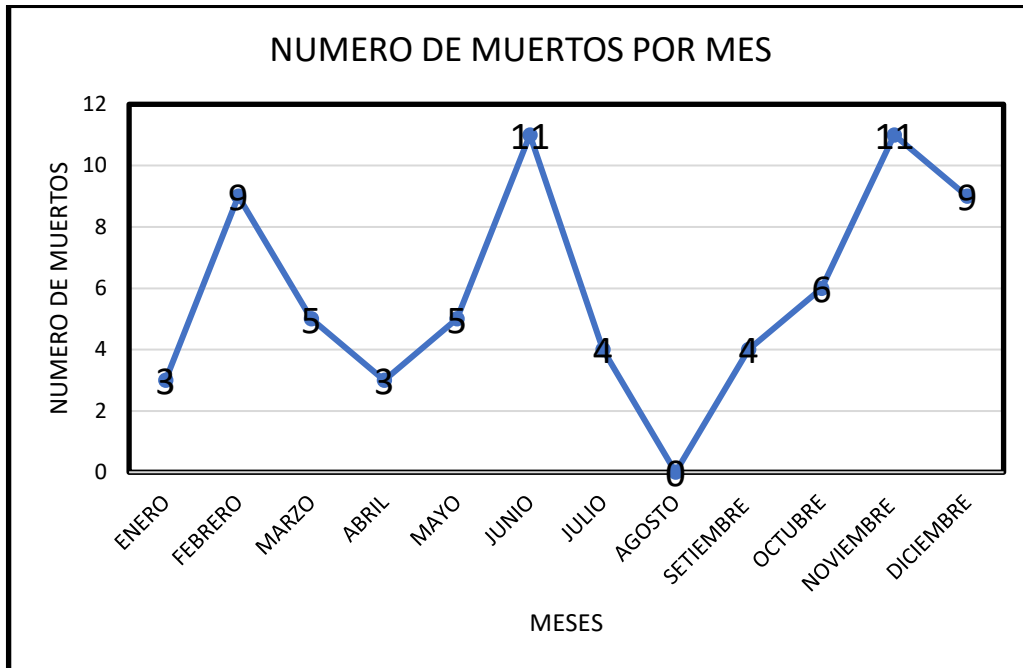
*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística





**Figura 51**

*Número de Muertos en la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 52**

*Número de Muertos en la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística



Se aprecia en la figura N° 44 que en los años con más muertos son el 2008 y 2017.

También se aprecia que los meses más peligrosos son noviembre seguido de junio.

Se puede verificar que en la figura N° 45 que en el año 2011 se dio un mínimo de muertos, siendo el más bajo dentro de las estadísticas manejadas de estos 17 años de estudio.

Se puede verificar que en la figura N° 45 que en los años 2013 y 2016 no existió ningún muerto, manteniéndose así sus cifras en cero dentro de las estadísticas manejadas de estos 17 años de estudio.



3.7.11.7. Cantidad de Heridos Registrados por meses desde el Año 2006 al Año 2022.

**Tabla 94**

*Cantidad de heridos de carretera Chinllahuacho-Challabamba por años.*



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL**



**TESIS:** “ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

**RESPONSABLES:** EDUARDO QUISPE ATAUCURI - JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**FECHA:** SETIEMBRE DEL 2022

AÑO	CANTIDAD DE HERIDOS, CARRETERA: CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA (BASE DE DATOS DE LA PNP - SEDE REGIONAL CUSCO, OFICINA DE ESTADISTICA)											TOTAL	
	MESES												
	ENE	FEB	MAR	ABR	MAY	JUN	JUL	AGO	SET	OCT	NOV		DIC
2006	2			1	2								5
2007	1		3				2		1	2	3		12
2008		1	3	2	2	4				2	1		15
2009						1	2	1					4
2010	3		2		2	4		2	4			4	21
2011								1					1
2012			2		1								3
2013		2		2		5	5	2			2		18
2014			3		7		1						11
2015						3					3		6

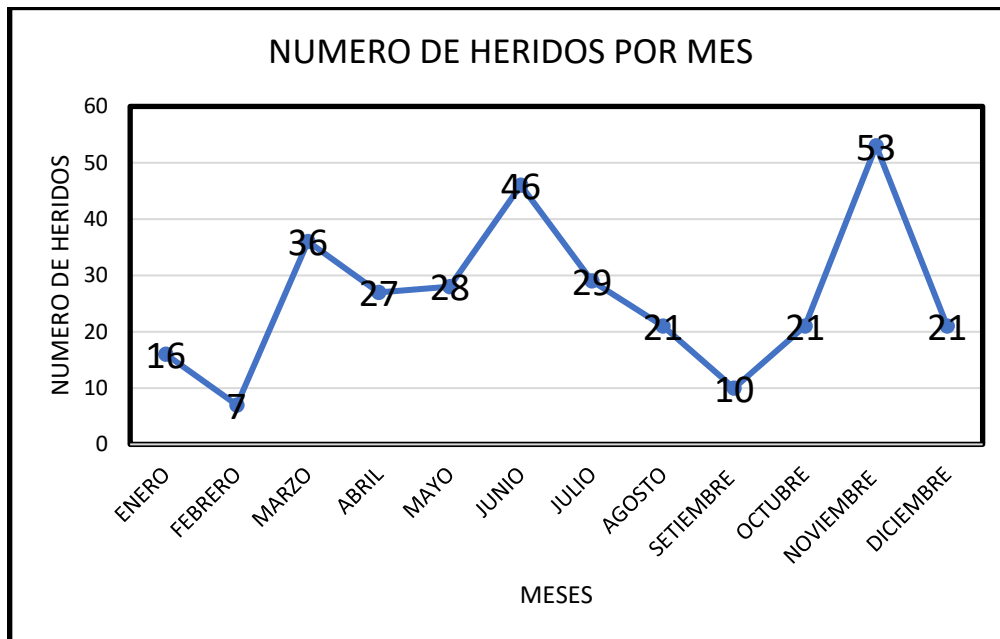


2016						1	9						10
2017			3	3	3	5	5	5		15	15	8	62
2018	4		12	12	4	9					25		66
2019	3		3	3	3	1		6				5	24
2020	3		2		2	4		2	4			4	21
2021		2		2		5	5	2			2		18
2022		2	3	2	2	4			1	2	2		18
<b>TOTAL</b>	<b>16</b>	<b>7</b>	<b>36</b>	<b>27</b>	<b>28</b>	<b>46</b>	<b>29</b>	<b>21</b>	<b>10</b>	<b>21</b>	<b>53</b>	<b>21</b>	<b>315</b>

*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística

**Figura 53**

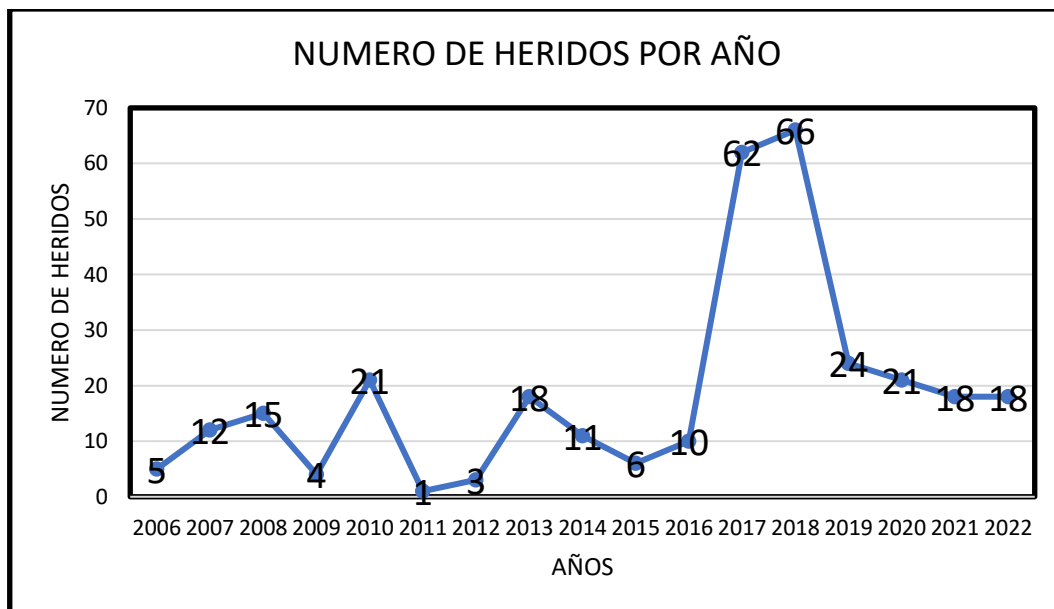
*Número de Heridos en la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

**Figura 54**

*Número de Heridos en la carretera Chinllahuacho - Challabamba por años.*



*Nota.* Base de datos de la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística

Se aprecia en la figura N° 46 que en los años con más heridos son el 2017 y 2018.

También se aprecia que los meses más peligrosos son noviembre seguido de junio y marzo.



3.7.12. Fichas de inspección de seguridad vial en campo

**Tabla 95**

Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales verticales preventivas).



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



TESIS:

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”

TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUCURI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

TRAMO	CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA			
		Via principal Cusco - Abancay (Inicio:Chinllahuacho - Final:Challabamba)			
FECHA	21/07/2022	HORA	8:00 a. m.	CLIMA	soleado
		SEÑALES VERTICALES	REVISADO	COMENTARIO u OBSERVACION	
<b>PRESENCIA Y EFECTIVIDAD DE LAS SEÑALES VERTICALES REGLAMENTARIAS</b>					
1	¿Se encuentran y son visibles todas las señales verticales reglamentarias requeridas?		<b>SI</b>	Algunas son visibles y otras no son visibles porque existe otra señal delante de ella	



FOTO



2

¿están ubicadas correctamente? (altura, distancia de berma y lugar apropiado)

SI

la altura de algunas señales no corresponde

FOTO



Nota. Elaboración propia



3

¿Son visibles de día a una distancia adecuada?

SI

Si son visibles a una distancia determinada o prudente

FOTO



4

¿Son legibles de día a una distancia adecuada?

SI

si son legibles a 45 m

FOTO



Nota. Elaboración propia





5 ¿Hay suficiente señalización preventiva para que un conductor que no sea de la zona, pueda prevenirse?

SI

Si existen las señales preventivas necesarias.

FOTO



6 ¿En las curvas y tangentes de la carretera? ¿se otorga prevención suficiente y oportuna a los usuarios para evitar accidentes?

SI

Si, las señalizaciones preventivas son oportunas tanto en curvas como en las tangentes de la carretera en estudio.



FOTO



Señal  
preventiva en  
una curva  
cerrada



*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 96**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales verticales informativas)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

TESIS:



“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUCURI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

TRAMO: CORREDOR: CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA  
Vía principal Cusco - Abancay (Inicio: Chinllahuacho - Final: Challabamba)  
FECHA: 20/07/2022 HORA: 8:00 a. m. CLIMA: soleado  
SEÑALES VERTICALES REVISADO: COMENTARIO u OBSERVACION

**PRESENCIA Y EFECTIVIDAD DE LAS SEÑALES VERTICALES INFORMATIVAS**

1	¿Se encuentran y son visibles todas las señales verticales informativas requeridas?	SI	Algunas son visibles y otras no son visibles por la maleza
---	---	----	--



FOTO



2

¿están ubicadas correctamente? (altura, distancia de berma y lugar apropiado)

SI

la altura de algunas señales no corresponde

FOTO



*Nota:* Elaboración propia



3

¿Son visibles de día a una distancia adecuada?

SI

si son visibles a una distancia determinada o prudente

FOTO



4

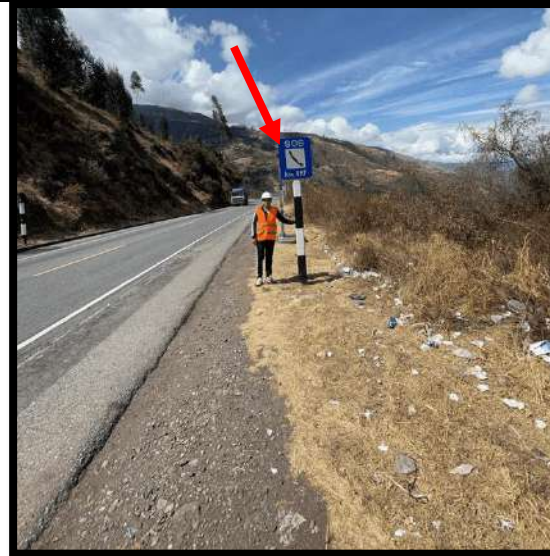
¿Son legibles de día a una distancia adecuada?

SI

si son legibles a 45 m



FOTO



5 ¿hay suficiente señalización informativa para que un conductor no familiar en el lugar, pueda informarse?

SI

es muy escasa las señales informativas

FOTO





6

En los enlaces o salidas de la carretera ¿se otorga información suficiente y oportuna a los usuarios para encauzar y navegar a su destino?

SI

NO, la señalización es muy escasa y muchos accesos no presentan información

FOTO



*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 97**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales verticales reglamentarias)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

TESIS:



“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUQUI

JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA		
TRAMO	Via principal Cusco - Abancay (Inicio:Chinllahuacho - Final:Challabamba)		
FECHA	21/07/2022	HORA 8:00 a. m.	CLIMA soleado
	SEÑALES VERTICALES	REVISADO	COMENTARIO u OBSERVACION

**PRESENCIA Y EFECTIVIDAD DE LAS SEÑALES VERTICALES REGLAMENTARIAS**

1	¿Se encuentran y son visibles todas las señales verticales reglamentarias requeridas?	SI	Algunas son visibles y otras no son visibles porque existe otra señal delante de ella
---	---	----	---

FOTO





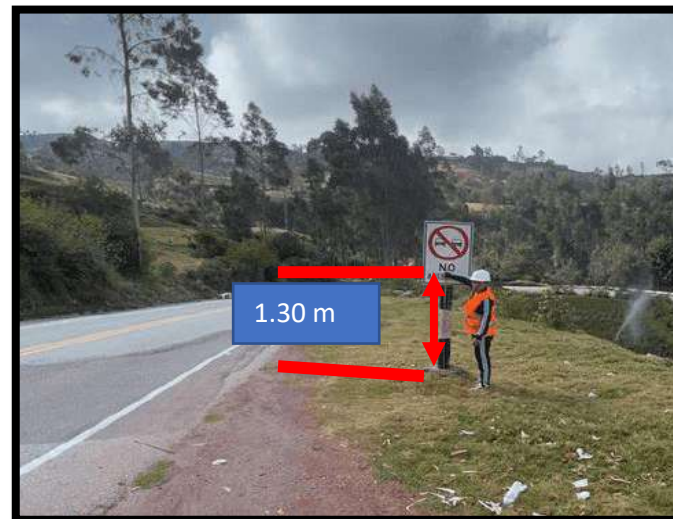
2

¿Están ubicadas correctamente? (altura, distancia de berma y lugar apropiado)

SI

la altura de algunas señales no corresponde

FOTO





3

¿Son visibles de día a una distancia adecuada?

SI

si son visibles a una distancia  
determinada o prudente

FOTO





4

¿Son legibles de día a una distancia adecuada?

SI

si son legibles a 40 m

FOTO



*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 98**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones Generales)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

TESIS:



“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUQUI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA		
TRAMO	Via principal Cusco - Abancay (Inicio:Chinllahuacho - Final:Challabamba)		
FECHA	21/07/2022	HORA	8:00 a. m.
		CLIMA	soleado
	SEÑALES HORIZONTALES	REVISADO	COMENTARIO u OBSERVACION
<b>DEMARCACIONES GENERALES</b>			
1	¿Proporcionan las marcas viales el más alto grado de seguridad a todos los grupos de usuarios de la via?	<b>SI</b>	en su mayoría no presentan seguridad a los usuarios, por el desgaste que presentan

FOTO



2

¿Se asegura una continuidad en la señalización de entre las secciones nuevas y antiguas de la carretera o al menos una transición adecuada?

SI

no existe señalización de transicion

FOTO





3

¿Existen contradicciones entre demarcaciones?

**SI**

si existen contradicciones entre las demarcaciones y la señal vertical

FOTO





4

¿Es adecuado el contraste de la marca vial con el pavimento?

SI

si es adecuado el contraste

FOTO





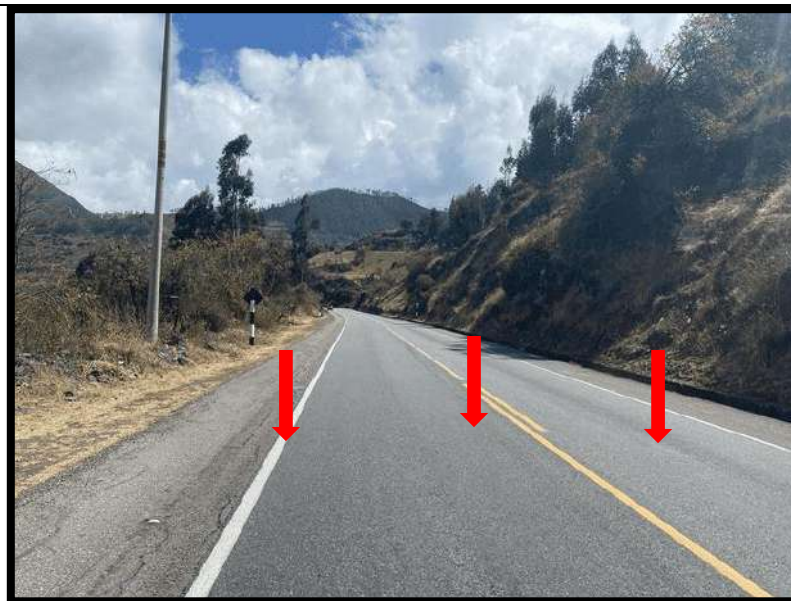
5

¿son de color correcto las demarcaciones en el pavimento?

**SI**

SI, son de color correcto

FOTO



*Nota.* Elaboración propia





**Tabla 99**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones Longitudinales Planas)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



**TESIS:**

“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUCURI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA				
TRAMO	Via principal Cusco - Abancay (Inicio:Chinllahuacho - Final:Challabamba)				
FECHA	21/07/2022	HORA	8:00 a. m.	CLIMA	soleado
SEÑALES HORIZONTALES		REVISADO	COMENTARIO u OBSERVACION		
<b>DEMARCACIONES LONGITUDINALES PLANAS</b>					
1	¿es la demarcacion longitudinal consistente y adecuada?		<b>SI</b>	la demarcacion es adecuada y consistente con excepcion de algunos tramos en los cuales presenta desgaste	

FOTO



2

¿son visibles de día las demarcaciones longitudinales?  
(central, borde y pista de la vía)

**SI**

si son visibles

FOTO





3

¿están indicadas adecuadamente las zonas de "no adelantar"?

**SI**

si están indicadas

FOTO





---

4 ¿existe concordancia entre la señalización vertical y horizontal?

SI

no existe concordancia, puesto que la señal vertical indica prohibido adelantar y la señal horizontal que esta permitido adelantar

---

FOTO



---

*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 100**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones Elevadas)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



TESIS:

“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS EDUARDO QUISPE ATAUCURI

: JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA			
TRAMO	Via principal Cusco - Abancay (Inicio:Chinllahuacho - Final:Challabamba)			
FECHA	21/07/2022	HOR	8:00 a. m.	CLIMA
		A		soleado
		SEÑALES HORIZONTALES	REVISAD	COMENTARIO u OBSERVACION
			O	

**DEMARCACIONES ELEVADAS**

1	¿son visibles las demarcaciones elevadas en la via?	SI	la demarcacion es adecuada y consistente con excepcion de algunos tramos en los cuales presenta desgaste
---	---	----	--

FOTO



2	¿Son suficientes en número para complementar adecuadamente las demarcaciones planas?	SI	son escasas o nulas se podría decir a lo largo de toda la vía en estudio
3	¿Existe concordancia de color entre demarcaciones planas y las demarcaciones elevadas?	SI	si existe concordancia

*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 101**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Señales Horizontales Demarcaciones de otros Elementos)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**



**TESIS:**

“ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



**TESISTAS:** EDUARDO QUISPE ATAUCURI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

TRAMO	CORREDOR			FECHA		HORA	CLIMA	COMENTARIO u OBSERVACION
	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA			21/07/2022		8:00 a. m.	soleado	
	Vía principal Cusco - Abancay (Inicio: Chinllahuacho - Final: Challabamba)			SEÑALES HORIZONTALES		REVISADO	COMENTARIO u OBSERVACION	

**DEMARCAACION DE OTROS ELEMENTOS**

1	¿Son claramente visibles los reductores de velocidad a una distancia adecuada?	SI	NO son visibles, falta realizar el mantenimiento y señalar de mejor manera
---	--	----	--

FOTO



*Nota.* Elaboración propia



**Tabla 102**

*Listas de chequeo de la carretera Chinllahuacho - Challabamba (Visibilidad y Distancia de Visibilidad)*

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**TESIS:**



“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUCURI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**LISTA DE CHEQUEO, INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL**

CORREDOR	CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA				
TRAMO	Vía principal Cusco - Abancay (Inicio: Chinllahuacho - Final: Challabamba)				
FECHA	21/07/2022	HORA	8:00 a. m.	CLIMA	soleado
	VISIBILIDAD Y VELOCIDAD		REVISADO	COMENTARIO u OBSERVACION	

**VISIBILIDAD Y DISTANCIA DE VISIBILIDAD**

1	¿la distancia de visibilidad es adecuada para la velocidad de transito que esta usando la ruta?	<b>SI</b>	si es adecuada en algunos tramos, se logra divisar a 80m.
---	---	-----------	---

FOTO





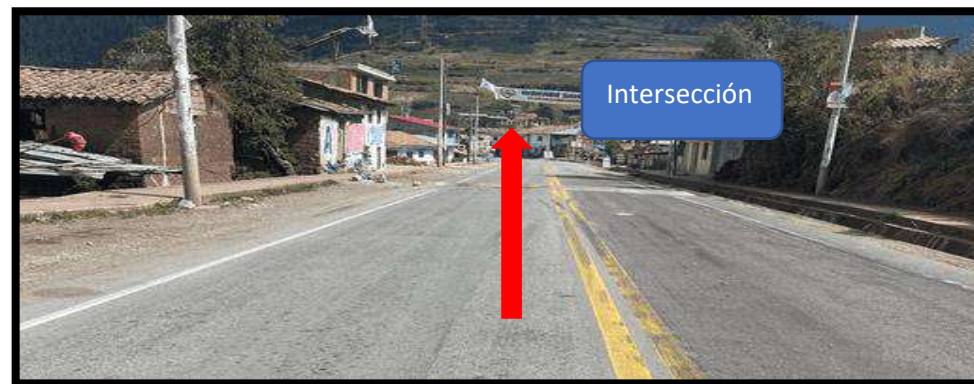
2

¿Son visibles a una distancia adecuada de intersecciones?

SI

NO son visibles o no existe señalización alguna

FOTO





3

¿Es adecuada la distancia de visibilidad entre las calzadas y accesos a propiedades privadas?

SI

no existe propiedades cercanas a la vía, más que terrenos agrícolas

FOTO





4

¿Existen taludes de corte que limitan la distancia de visibilidad?

SI

SI existen taludes de corte que limitan la visibilidad

FOTO





5

¿Existen barreras de contencion que limitan la distancia de visibilidad?

**SI**

NO limitan la distancia de visibilidad

FOTO



6

¿Existen combinaciones de curvatura horizontal y vertical que generan limitaciones de visibilidad?

**SI**

no existen dichas curvaturas

7

Los accesos a áreas de descanso y áreas de estacionamiento para vehículos pesados ¿son adecuados para el tamaño de los vehículos esperados?

**SI**

no existe estacionamiento para ningún tipo de vehículo en el tramo de estudio



8	¿La distancia de visibilidad es adecuada en los puntos de entrada y salida de las áreas de descanso y estacionamiento de camiones en cualquier momento del día?	SI	no existe estacionamiento para ningún tipo de vehículo en el tramo de estudio
9	¿Existe en la vía señalización publicitaria que limita la distancia de visibilidad?	SI	no existe señales publicitarias de ningún tipo
10	¿Son visibles a una distancia adecuada los cruces formales e informales entre calzadas?	SI	si son visibles dichos cruces a distancias prudentes

FOTO





11

¿Las alineaciones propuestas satisfacen la distancia de visibilidad en tramos libres?

SI

si satisfacen

FOTO



*Nota:* Elaboración propia



## CAPITULO IV: RESULTADOS DE LA INVESTIGACION

### 4.1. Resultados Respecto a los Objetivos Específicos

#### 4.1.1. Características del Diseño Geométrico en Planta

##### **Características Geométricas de la carretera Chinllahuacho – Challabamba**

Se obtuvo datos de toda la carretera Chinllahuacho – Challabamba mediante el levantamiento topográfico con Dron y las mediciones realizadas en campo para posteriormente realizar la inspección para lo cual se tomó en cuenta las siguientes características:

- Curvas Horizontales (m)
- Sobreechancho (m)
- Pendiente Longitudinal (%)
- Curvas Verticales (m)
- Peralte (%)
- Tipo de Berma (m)
- Cunetas (m)

Según los datos del levantamiento topográfico con Dron y la visita a campo se realizaron las siguientes fichas de características geométricas:



**Tabla 103**

Resultados del índice medio diario anual proyectado al año 2022.

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA								
TESIS:								
	“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”							
	TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUCURI JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ							
<b>CARACTERISTICAS DEL DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA</b>								
CORREDOR CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA								
TRAMO	Via principal Cusco - Abancay (Inicio:Chinllahuacho - Final:Challabamba)							
FECHA	Setiembre del 2022	CLIMA		soleado				
PROGR ESIVA	CURVAS HORIZO NTALES (m)	SOBRE ANCHO (m)	PENDIE NTE mi n.	ma x.	CURVA S VERTI CALES (m)	PERAL TE %	TIP O DE BER MA (m)	CUNET AS (m)
0+000 - 1+000	C.H.	0.8	6.9 9%	8.7 5%	-	6.99%	0.80	Cumplen
1+000 - 2+000	C.H.	0.6	5.2 4%	8.2 2%	-	8.22%	0.80	Cumplen
2+000 - 3+000	C.H.	0.7	6.6 4%	7.8 7%	C.V.	7.87%	1.00	Cumplen
3+000 - 4+000	C.H.	0.7	5.2 4%	6.1 2%	-	5.24%	1.00	Cumplen
4+000 - 5+000	C.H.	0.6	5.2 4%	5.2 4%	-	7.87%	1.00	Cumplen
5+000 - 6+000	-	0.5	7.8 7%	7.8 7%	C.V.	9.57%	0.80	Cumplen
6+000 - 7+000	-	0.7	9.5 7%	9.5 7%	C.V.	9.28%	0.80	Cumplen
7+000 - 8+000	-	0.9	8.7 5%	8.7 5%	C.V.	6.47%	0.80	Cumplen
8+000 - 9+000	C.H.	0.9	6.8 2%	9.2 8%	C.V.	6.12%	0.80	Cumplen
9+000 - 10+000	C.H.	0.6	6.4 7%	6.4 7%	-	8.22%	0.80	Cumplen
10+000 - 11+000	C.H.	0.7	5.7 7%	8.2 2%	C.V.	6.64%	1.00	Cumplen







11+000 -	-	1.5	6.1	6.1	C.V.	8.75%	1.00	Cumplen
12+000			2%	2%				
12+000 -	-	0.9	6.1	8.7	C.V.	7.87%	1.00	Cumplen
13+000			2%	5%				
13+000 -	-	1.8	6.9	6.9	C.V.	5.24%	1.00	Cumplen
14+000			9%	9%				
14+000 -	-	2.1	7.8	7.8	C.V.	5.77%	0.80	Cumplen
15+000			7%	7%				
15+000 -	C.H.	1.6	5.2	6.1	-	6.12%	0.80	Cumplen
16+000			4%	2%				

Nota. Elaboración propia del 2022

### Comentarios de la Tabla N° 92

- De acuerdo a la tabla se hace una descripción kilómetro a kilómetro del estudio de la carretera Chinllahuacho – Challabamba, teniendo en cuenta las Curvas horizontales y Curvas verticales, también teniendo en cuenta el sobreancho pendientes mínimas y máximas, peralte, bermas y cunetas según la progresiva que corresponda dentro de la carretera en estudio. Asimismo, de acuerdo a nuestra evaluación la seguridad de la vía desde el punto de diseño geométrico en planta cumple con un 80% según los parámetros establecidos para una carretera segura.
- De acuerdo a los estudios realizados en campo y el levantamiento topográfico con Dron nos brindan características del diseño geométrico de la carretera Chinllahuacho - Challabamba nunca antes estudiadas, con el fin de establecer si cumplen con los parámetros establecidos en el DG – 2018 y sacando conclusiones respecto a los accidentes de tránsito suscitados en dicha carretera.

### Índice Medio Diario Anual (IMDA) de la carretera Chinllahuacho - Challabamba



**Tabla 104**

*Resultados del índice medio diario anual proyectado al año 2025.*

PROYECCIÓN DE TRÁFICO	EVALUACIÓN	EXPEDIENTE TÉCNICO
PROYECCIÓN DE TRAFICO NORMAL (VEHÍCULOS DE PASAJEROS)	1585 veh/día	635
PROYECCIÓN DE TRAFICO NORMAL (VEHÍCULOS DE CARGA)	1585 veh/día	664
TRÁFICO GENERADO (15%) PARA VEHÍCULOS DE PASAJEROS	1823 veh/día	730
TRÁFICO GENERADO (15%) PARA VEHÍCULOS DE CARGA	1823 veh/día	795

*Nota:* Elaboración propia del 2022

**Comentario de la tabla N° 93**

- El IMDA según el conteo vehicular y su respectivo factor de corrección estacional es de 1585 veh/día, así mismo la proyección para el tráfico normal de vehículos de pasajeros es igual a 1585 veh/día por ser proyectado para el mismo año. En comparación con el IMDA del expediente técnico del año 2014 respecto a lo proyectado para el año 2025, se observa que los resultados son totalmente distintos.
- El IMDA según el conteo vehicular y su respectivo factor de corrección estacional es de 1585 veh/día, así mismo su proyección para el tráfico normal de vehículos de carga es igual a 1585 veh/día por ser proyectado para el mismo año. En comparación con el IMDA del expediente técnico del año 2014 respecto a lo proyectado para el año 2025, se observa que los resultados son totalmente distintos.
- Para obtener el tráfico generado para vehículos de pasajeros se le asigna el 15% del IMDA, por el tipo de intervención (mejoramiento), obteniendo como resultado 1823 veh/día. En comparación con el IMDA del expediente técnico del año 2014, proyectado para el año 2025, se observa que los resultados son totalmente distintos.



- Para obtener el tráfico generado para vehículos de carga se le asigna el 15% del IMDA, por el tipo de intervención (mejoramiento), obteniendo como resultado 1823 veh/día. En comparación con el IMDA del expediente técnico del año 2014, proyectado para el año 2025, se observa que los resultados son totalmente distintos.
- De la tabla 93, se infiere que la proyección del tráfico normal y generado del año 2022 respecto al tráfico proyectado en el expediente técnico para el mismo año, son totalmente distintos.

#### 4.1.2. Velocidades de Operación en la carretera Chinllahuacho - Challabamba

##### Clasificación de la vía y velocidad de operación

**Tabla 105**

*Resultados de la clasificación de la vía y de la selección de la velocidad de operación.*

EXP. TÉCNICO			EVALUACIÓN – DG 2018		
IMDA	635	Veh/día	IMDA	1585	Veh/día
	Clasificación de vía			Clasificación de vía	
Según su demanda	Carretera de tercera clase		Según su demanda	Carretera de segunda clase	
Según su orografía	Terreno ondulado tipo (2)		Según su orografía	Terreno accidentado (tipo 3)	
	Velocidad de diseño 30 km/h			Velocidad de diseño 50 km/h	

*Nota.* Elaboración propia del 2022

##### Comentarios de la tabla N° 94

- De acuerdo al expediente técnico la clasificación de la vía según su demanda de la carretera de Chinllahuacho - Challabamba, es carretera de tercera clase, clasificación que no corresponde, por cuanto según el IMDA del expediente técnico (635 veh/d) correspondía a una carretera de segunda clase por superar los 400 veh/día, establecidos por el DG – 2018, vigente a la fecha de formulación del expediente. Asimismo, de acuerdo a nuestra evaluación la clasificación de la vía es carretera de segunda clase.
- De acuerdo al expediente técnico, la clasificación de la vía según su orografía,



corresponde a terreno ondulado (tipo 2); sin embargo, según la presente evaluación se clasifica en terreno accidentado (tipo 3), debido a que la mayor parte de sus pendientes longitudinales se encuentra entre 6% y 8%.

- Existiendo clasificaciones diferenciadas de la vía tanto por el expediente técnico como por lo evaluado en la presente investigación, las velocidades de diseño serán diferentes.
- Es importante recalcar que para la investigación se tomó en cuenta la velocidad de diseño adoptada del expediente técnico debido a que con esta velocidad se diseñó y ejecutó todos los elementos geométricos.

### Resultados de estudio de velocidades

#### ➤ Tabla de frecuencia de velocidades de subida en Curvas

**Tabla 106**

*Tabla de frecuencia de velocidades de subida en Curvas*

RESUMEN DE DATOS (SUBIDA - CURVA)					
INTERVALO DE CLASE	VI (km/hr)	fi	fi (%)	Fi	Fi (%)
25 - 30	27.5	6	6.00%	6	6.00%
30 - 35	32.5	25	25.00%	31	31.00%
35 - 40	37.5	53	53.00%	84	84.00%
40 - 45	42.5	13	13.00%	97	97.00%
45 - 50	47.5	3	3.00%	100	100.00%
	n=	100	100.00%		

*Nota.:* Elaboración propia

**Figura 55**

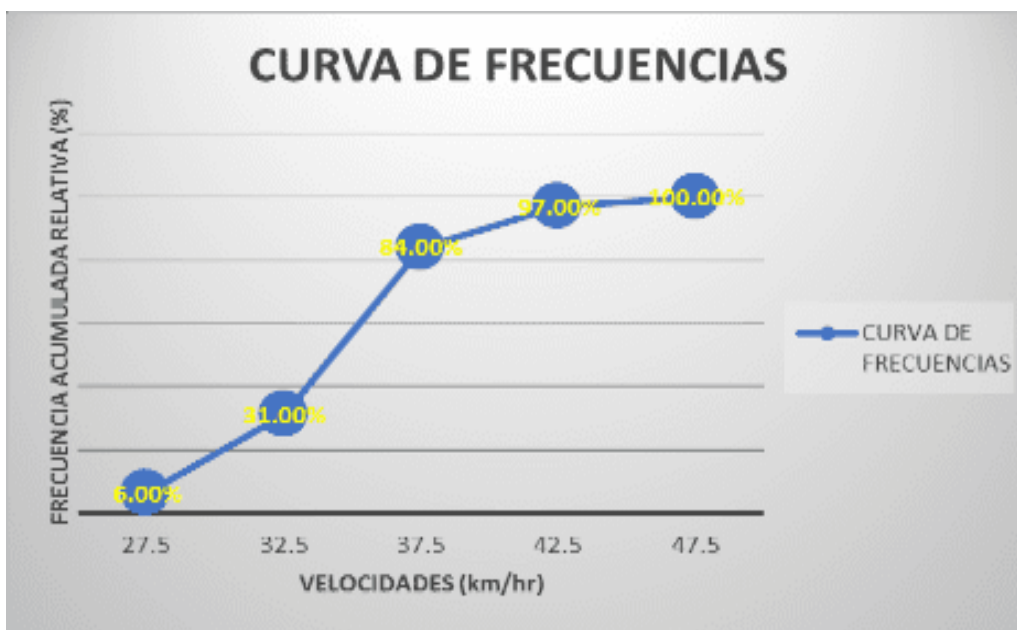
*Histograma y polígono de frecuencia de velocidades*



Nota. Elaboración propia

**Figura 56**

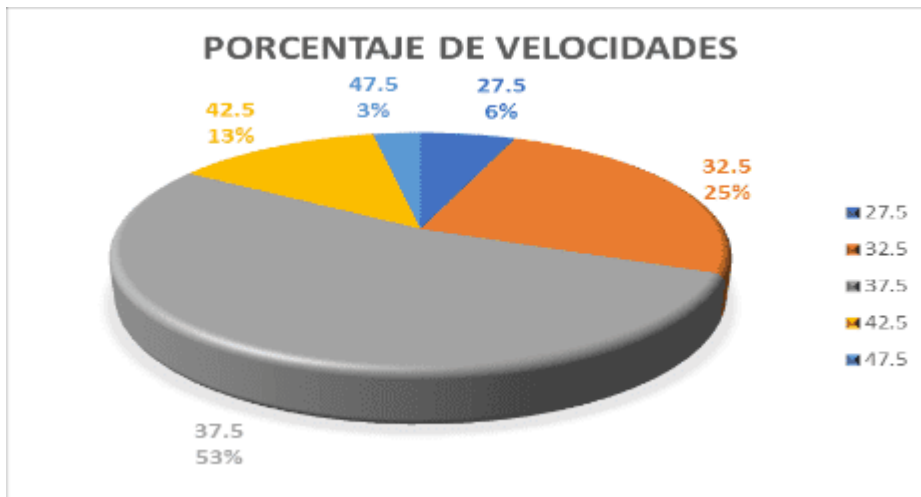
*Curva de frecuencia de velocidades*



Nota. Elaboración propia

**Figura 57**

*Porcentaje de Velocidades de subida en curvas*



Nota. Elaboración propia

➤ **Tabla de frecuencia de velocidades de subida en Tangentes**

**Tabla 107**

*Tabla de frecuencia de velocidades de subida en tangentes*

RESUMEN DE DATOS (SUBIDA - TANGENTE)					
INTERVALO DE CLASE	VI (km/hr)	fi	fi (%)	Fi2	Fi (%)3
25 - 30	27.5	1	1.00%	1	1.00%
30 - 35	32.5	15	15.00%	16	16.00%
35 - 40	37.5	30	30.00%	46	46.00%
40 - 45	42.5	34	34.00%	80	80.00%
45 - 50	47.5	14	14.00%	94	94.00%
50 - 55	52.5	6	6.00%	100	100.00%
	n=	100	100.00%		

Nota. Elaboración propia

**Figura 58**

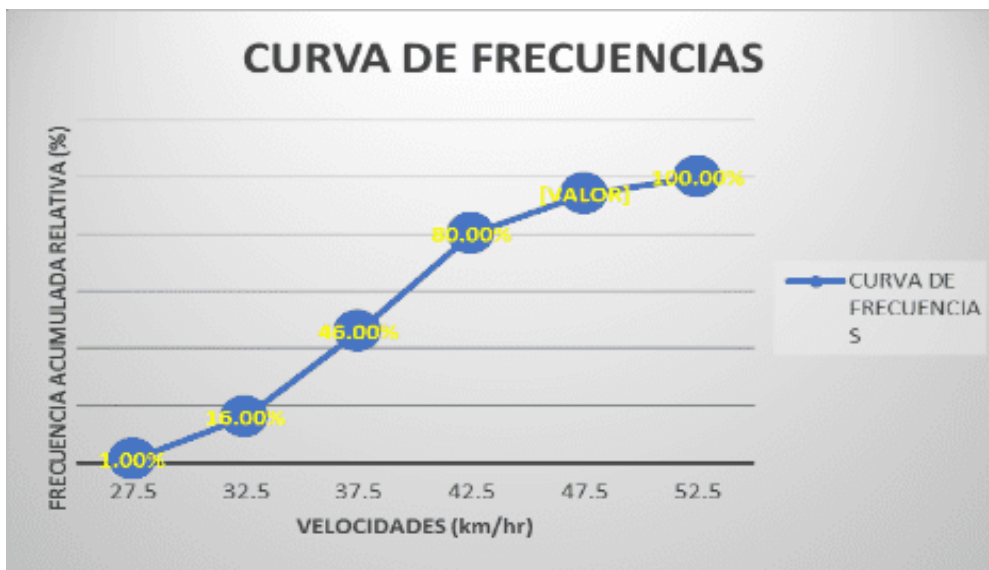
*Histograma y polígono de frecuencia de velocidades*



Nota. Elaboración propia

**Figura 59**

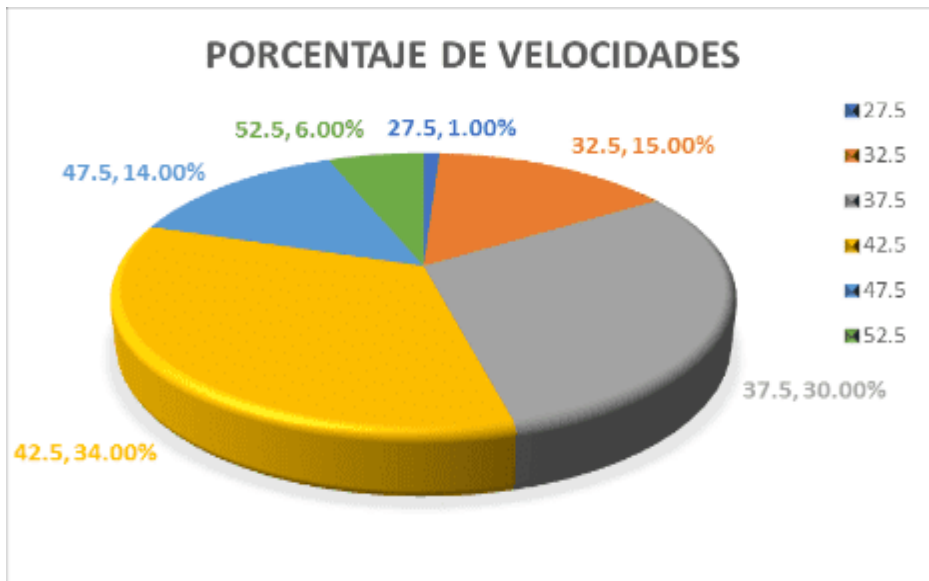
*Curva de frecuencia de velocidades*



Nota. Elaboración propia

**Figura 60**

*Porcentaje de Velocidades de subida en tangentes*



Nota: Elaboración propia

➤ **Tabla de frecuencia de velocidades de bajada en Curvas**

**Tabla 108**

*Tabla de frecuencia de velocidades de bajada en Curvas*

RESUMEN DE DATOS (BAJADA - CURVA)					
INTERVALO DE CLASE	VI (km/hr)	fi	fi (%)	Fi2	Fi (%)3
25 - 30	27.5	10	10.00%	10	10.00%
30 - 35	32.5	34	34.00%	44	44.00%
35 - 40	37.5	43	43.00%	87	87.00%
40 - 45	42.5	12	12.00%	99	99.00%
45 - 50	47.5	1	1.00%	100	100.00%
	n=	100	100.00%		

Nota. Elaboración propia

**Figura 61**





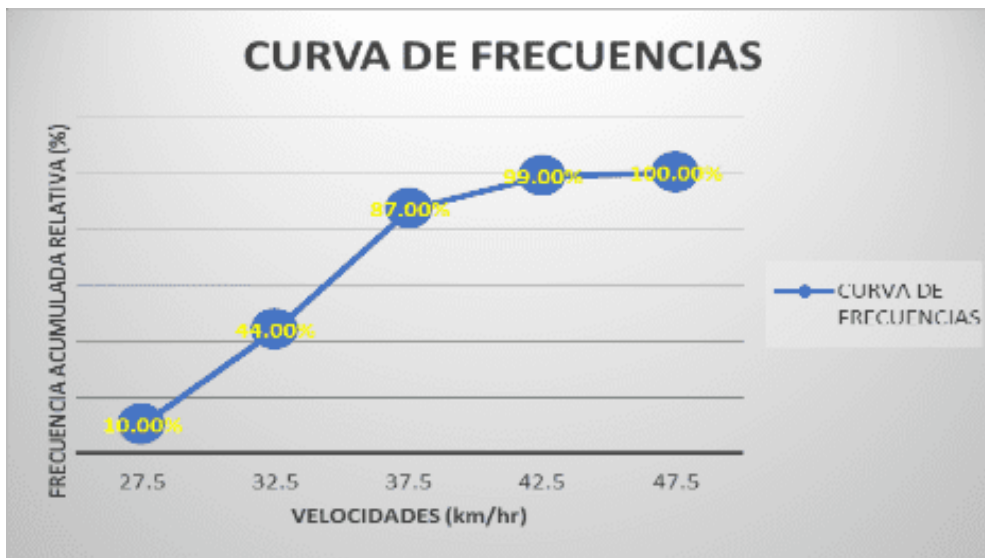
*Histograma y polígono de frecuencia de velocidades*



*Nota.* Elaboración propia

**Figura 62**

*Curva de frecuencia de velocidades*

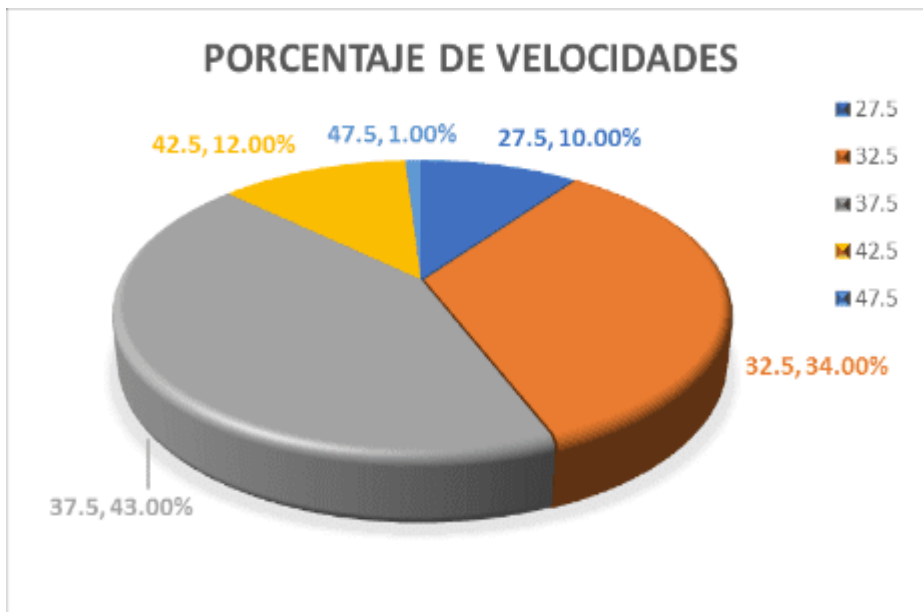


*Nota.* Elaboración propia

**Figura 63**



*Porcentaje de Velocidades de bajada en curvas*



*Nota.* Elaboración propia

➤ **Tabla de frecuencia de velocidades de bajada en Tangentes**

**Tabla 109**

*Tabla de frecuencia de velocidades de bajada en tangentes*

RESUMEN DE DATOS (BAJADA - TANGENTE)					
INTERVALO DE CLASE	VI (km/hr)	fi	fi (%)	Fi2	Fi (%)3
35 - 40	27.5	1	1.00%	1	1.00%
40 - 45	32.5	10	10.00%	11	11.00%
45 - 50	37.5	28	28.00%	39	39.00%
50 - 55	42.5	30	30.00%	69	69.00%
55 - 60	47.5	24	24.00%	93	93.00%
60 - 65	52.5	7	7.00%	100	100.00%
n=		100	100.00%		

*Nota:* Elaboración propia

**Figura 64**

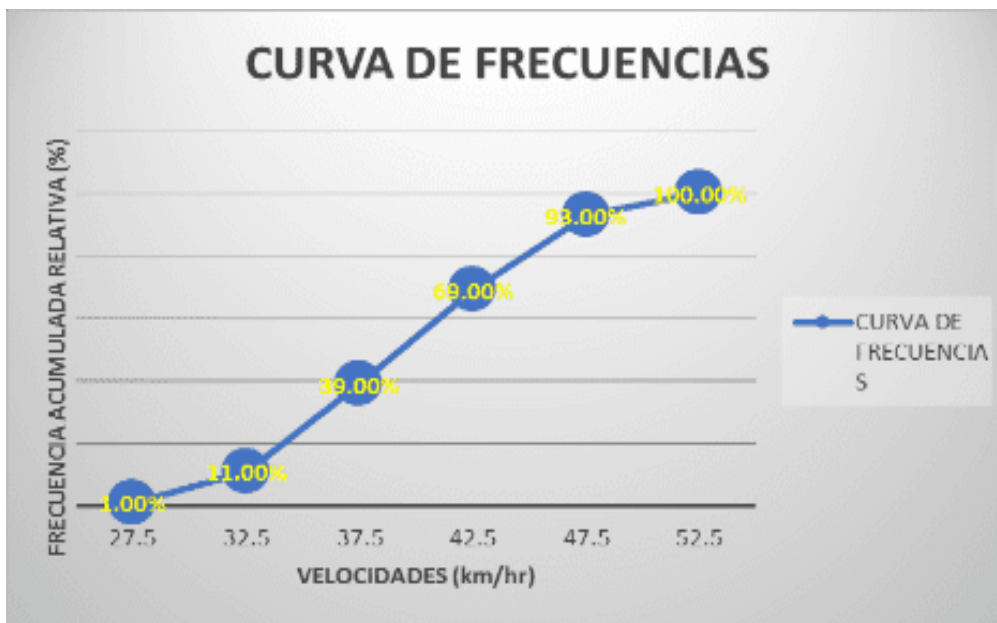
*Histograma y polígono de frecuencia de velocidades*



Nota: Elaboración propia

**Figura 65**

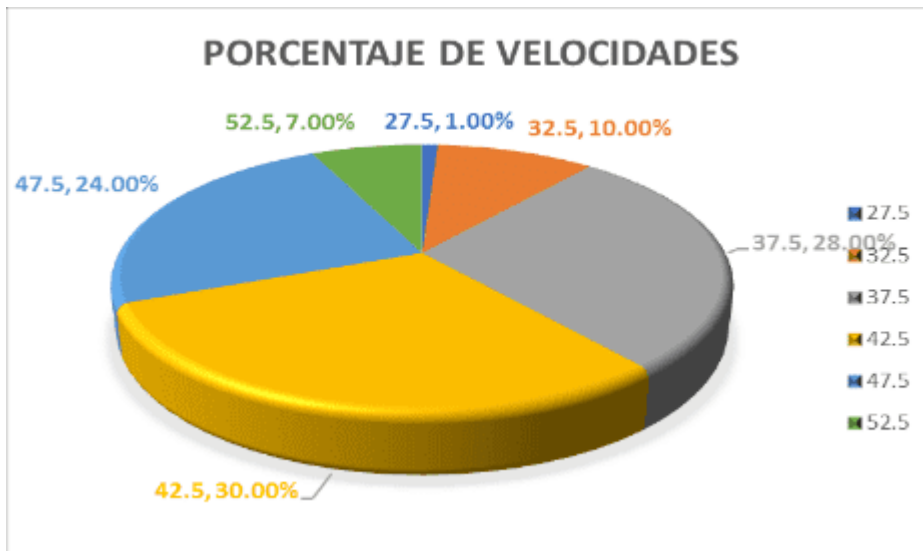
*Curva de frecuencia de velocidades*



Nota. Elaboración propia

**Figura 66**

*Porcentaje de Velocidades de bajada en tangentes*



*Nota.* Elaboración propia

#### ***4.1.3. Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) Conforme al Método Empírico de Bayes y Seguridad Vial***



4.1.4. Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) Conforme al Método Empírico de Bayes y Seguridad Vial

**Tabla 110**

Resumen de Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) en curvas Normales.

KM	ACCIDENTES	% ACCIDENTES	CHOQUES	% CHOQUES	TIPO	TIPO DE TERRENO	ESTADO DE TRANSPORTES.	LA PREDICCIÓN SEGÚN METODO EMPIRICO DE BAYES.	PROBABILIDAD DE QUE NO HAYA HABIDO NINGUN CHOQUE	PROBABILIDAD DE QUE HAYA CHOQUE
911+8 20	9	100%	2	22.20%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0085	0.80%	99.20%
911+7 20	9	100%	2	22.20%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0085	0.80%	99.20%
911+5 20	9	100%	2	22.20%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0085	0.80%	99.20%
910+4 40	6	100%	2	33.33%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	REGULAR	0.0150	1.50%	98.50%
910+2 20	6	100%	1	16.70%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	REGULAR	0.0060	0.60%	99.40%
909+9 00	10	100%	1	10.00%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0030	0.30%	99.70%
909+7 80	10	100%	1	10.00%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0030	0.30%	99.70%
909+5 60	10	100%	2	20.00%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0070	0.70%	99.30%
909+2 60	10	100%	1	10.00%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0030	0.30%	99.70%
908+3 00	11	100%	2	18.20%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0060	0.60%	99.40%



907+1 60	13	100%	5	38.40%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0180	1.80%	98.20%
906+7 20	16	100%	9	56.20%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0370	3.70%	96.30%
905+9 60	26	100%	7	26.90%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0110	1.10%	98.90%
903+0 20	18	100%	5	27.70%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0110	1.10%	98.90%
902+1 40	18	100%	8	44.40%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0230	2.30%	97.70%
896+1 00	10	100%	7	70.00%	CURVA NORMAL	ONDULA DO	BUENO	0.0600	6.60%	93.40%

*Nota.* Elaboración Propia del 2022



### Comentarios de la tabla N° 99

- En la tabla se puede observar que las 16 curvas normales que fueron ubicadas a lo largo de la carretera Chinllahuacho – Challabamba, clasificadas según el tipo de terreno y su estado de transitabilidad en función al método empírico de Bayes la probabilidad general de que no haya habido ningún choque es de 1.45 % y la probabilidad general de que haya choques es de 98.55 %.
- Para la presente investigación se consideró como puntos de riesgo en estas 16 curvas normales, evaluadas en función al método empírico de Bayes este método utilizado es el más coherente y se asemeja más a la realidad vista en campo y datos estadísticos corroborados por la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.



**Tabla 111**

*Resumen de Puntos de Concentración de Colisiones (BSM) en curvas Cerradas.*

KM	ACCIDENTES	% ACCIDENTES	CHOQUES	% CHOQUES	TIPO	TIPO DE TERRENO	ESTADO DE TRANS.	LA PREDICCIÓN SEGÚN METODO EMPIRICO O DE BAYES.	PROBABILIDAD DE QUE NO HAYA HABIDO NINGUN CHOQUE	PROBABILIDAD DE QUE HAYA CHOQUE
909+00	9	100%	2	22.20%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0010	0.10%	99.90%
908+820	11	100%	6	54.50%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0300	3.40%	96.60%
906+180	16	100%	5	31.20%	CURVA CERRADA	ONDULADO	REGULAR	0.0100	1.30%	98.70%
905+520	26	100%	3	11.50%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0030	0.30%	99.70%
904+100	13	100%	4	30.70%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0130	1.30%	98.70%
902+720	18	100%	5	27.70%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0110	1.10%	98.90%
901+820	9	100%	2	22.20%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0010	0.10%	99.90%
901+300	9	100%	3	33.30%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0130	1.30%	98.70%
900+460	18	100%	5	27.70%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0120	1.20%	98.80%
899+800	10	100%	1	10.00%	CURVA CERRADA	ONDULADO	BUENO	0.0030	0.30%	99.70%





899+2 20	10	100%	3	30.00%	CURVA CERRADA	ONDUL ADO	BUEN O	0.0130	1.30%	98.70%
899+0 00	10	100%	1	10.00%	CURVA CERRADA	ONDUL ADO	BUEN O	0.0030	0.30%	99.70%
898+4 40	12	100%	4	33.30%	CURVA CERRADA	ONDUL ADO	BUEN O	0.0150	1.50%	98.50%
897+3 20	7	100%	1	14.30%	CURVA CERRADA	ONDUL ADO	BUEN O	0.0050	0.50%	99.50%

*Nota:* Elaboración Propia del 2022.







### Comentarios de la tabla N° 100

- En la tabla se puede observar que las 14 curvas cerradas que fueron ubicadas a lo largo de la carretera Chinllahuacho – Challabamba, clasificadas según el tipo de terreno y su estado de transitabilidad en función al método empírico de Bayes la probabilidad general de que no haya habido ningún choque es de 0.82 % y la probabilidad general de que haya choques es de 99.18 %.
- Para la presente investigación se consideró como puntos de riesgo en estas 14 curvas cerradas, evaluadas en función al método empírico de Bayes este método utilizado es el más coherente y se asemeja más a la realidad vista en campo y datos estadísticos corroborados por la PNP – Sede Regional Cusco Oficina de Estadística.

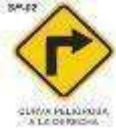









#### 4.1.5. Evaluación de los Dispositivos de Control

**Tabla 112**



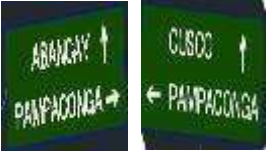
*Tabla de distribución de los Dispositivos de control de tránsito en la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.*

Señal	Descripción	Numero	%
 CURVA (contracurva)	Curva contra curva	10	7%
 CURVA (en "S")	Curva en s	16	12%
 CAMINO SINUOSO	Camino sinuoso	9	7%
 CURVA MUY CERRADA	Curva muy cerrada	26	19%



	Curva peligrosa a la derecha e izquierda	30	22%
	SOS	9	7%
	Cruce de peatones	4	3%
	Prohibido adelantarse	11	8%
	Mantenga su derecha	4	3%
	Velocidad máxima de 35 Km por hora	5	4%
	Zona urbana	2	1%
	Animales sueltos	2	1%
	Curva y Contra Curva Pronunciada a la Izquierda	2	1%
	Cruce de peatones	2	1%



 DERRUMBES	Zona de derrumbes	2	1%
 CICLISTAS	Ciclistas	1	1%
	Señal de desvío	2	1%

*Nota.* Elaboración Propia del 2022.

### Comentarios de la tabla N° 101

- Se aprecia que las señales más significativas son de curva peligrosa a la derecha e izquierda representando el 22% de las señales que conforman la ruta en estudio.
- Seguido de un 19% de las señales de curvas muy cerradas, un 12% de curvas en s y un 8% de señales de prohibido adelantar.



**Tabla 113**

*Tabla de distribución de las Señales Preventivas de tránsito de la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.*

KILOMETRO	SEÑALES PREVENTIVAS	CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS SEGÚN SU UBICACIÓN EN CAMPO	CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS SEGÚN SU FORMA Y COLOR	% QUE CUMPLE CON EL MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO	% TOTAL
912+000 al 911+000 (0+000 al 1+000)	CURVA Y CONTRA CURVA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	91.67%
	CURVA EN "S" CICLISTAS	NO CUMPLE	SI CUMPLE	50.00%	
	DERRUMBES	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	ANIMALES SUELTOS	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	PRESENCIA DE PEATONES	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
911+000 al 910+000 (1+000 al 2+000)	CURVA Y CONTRA CURVA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	ANIMALES SUELTOS	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	PRESENCIA DE PEATONES	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
910+000 al 909+000 (2+000 al 3+000)	CURVA MUY CERRADA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	90.00%
	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	



	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	PRESENCIA DE PEATONES	NO CUMPLE	SI CUMPLE	50.00%	
909+000 al 908+000 (3+000 al 4+000)	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	PRESENCIA DE PEATONES	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
908+000 al 907+000 (4+000 al 5+000)	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
907+000 al 906+000 (5+000 al 6+000)	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
906+000 al 905+000 (6+000 al 7+000)	CURVA CONTRACURVA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	



905+000 al 904+000 (7+000 al 8+000)	ZONA URBANA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CONTRACURVA				
	SEÑAL ZONA ESCOLAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
904+000 al 903+000 (8+000 al 9+000)	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	ZONA URBANA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
903+000 al 902+000 (9+000 al 10+000)	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	90.00%
	CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SI CUMPLE	NO CUMPLE	50.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
902+000 al 901+000 (10+000 al 11+000)	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	



	CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
901+000 al 900+000 (11+000 al 12+000)	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
900+000 al 899+000 (12+000 al 13+000)	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
899+000 al 898+000 (13+000 al 14+000)	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	91.67%
	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	NO CUMPLE	SI CUMPLE	50.00%	





	CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	ZONA DE DERRUMBE	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
898+000 al 897+000 (14+000 al 15+000)	CURVA Y CONTRA CURVA PRONUNCIADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	90.00%
	CURVA EN "S"	NO CUMPLE	SI CUMPLE	50.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA MUY CERRADA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
897+000 al 896+000 (15+000 al 16+000)	CURVA PELIGROSA A LA DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	CURVA PELIGROSA A LA IZQUIERDA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CAMINO SINUOSO	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	CURVA EN "S"	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	

Nota. Elaboración Propia del 2022.



### **Comentarios de la tabla N° 102**

- Se aprecia que dentro de los 16+000 km donde se realizó el estudio de las señales Preventivas en función a las características según su ubicación vista en campo y características según su forma y color se determinó que el 97.08 % de las señales preventivas se encuentran dentro de los correctos parámetros según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.
- Seguido de un 2.92 % de las señales Preventivas que no se encuentran dentro de los correctos parámetros según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.



**Tabla 114**

*Tabla de distribución de las Señales Regulatoras de tránsito de la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.*

KILOMETRO	SEÑALES REGULADORAS	CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS SEGÚN SU UBICACIÓN EN CAMPO	CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS SEGÚN SU FORMA Y COLOR	% QUE CUMPLE CON EL MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO	% TOTAL
912+000 al 911+000 (0+000 al 1+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
911+000 al 910+000 (1+000 al 2+000)	NINGUNA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
910+000 al 909+000 (2+000 al 3+000)	MANTENGA SU DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
909+000 al 908+000 (3+000 al 4+000)	MANTENGA SU DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
908+000 al 907+000 (4+000 al 5+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	MANTENGA SU DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
907+000 al 906+000 (5+000 al 6+000)	VELOCIDAD MAXIMA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
906+000 al 905+000 (6+000 al 7+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	VELOCIDAD MAXIMA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
905+000 al 904+000 (7+000 al 8+000)	VELOCIDAD MAXIMA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%



904+000 al 903+000 (8+000 al 9+000)	MANTENGA SU DERECHA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
	VELOCIDAD MAXIMA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	
903+000 al 902+000 (9+000 al 10+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
902+000 al 901+000 (10+000 al 11+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
901+000 al 900+000 (11+000 al 12+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
900+000 al 899+000 (12+000 al 13+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
899+000 al 898+000 (13+000 al 14+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
898+000 al 897+000 (14+000 al 15+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
897+000 al 896+000 (15+000 al 16+000)	PROHIBIDO ADELANTAR	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%

Nota. Elaboración Propia del 2022.



### **Comentarios de la tabla N° 103**

- Se aprecia que dentro de los 16+000 km donde se realizó el estudio de las señales Reguladoras en función a las características según su ubicación vista en campo y características según su forma y color se determinó que el 100.00 % de las señales reguladoras se encuentran dentro de los correctos parámetros según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.
- Se puede determinar que las Señales Reguladoras en los 16+000 km de estudio se encuentran en un parámetro Excelente de acuerdo a la evaluación realizada en campo según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.



**Tabla 115**

*Tabla de distribución de las Señales Informativas de tránsito de la carretera de Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16 km.*

KILOMETRO	SEÑALES INFORMATIVAS	CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS SEGÚN SU UBICACIÓN EN CAMPO	CUMPLE CON LAS CARACTERISTICAS SEGÚN SU FORMA Y COLOR	% QUE CUMPLE CON EL MANUAL DE DISPOSITIVOS DE CONTROL DE TRANSITO	% TOTAL
912+000 al 911+000 (0+000 al 1+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
911+000 al 910+000 (1+000 al 2+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
910+000 al 909+000 (2+000 al 3+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
909+000 al 908+000 (3+000 al 4+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
908+000 al 907+000 (4+000 al 5+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
907+000 al 906+000 (5+000 al 6+000)	SERVICIO TELEFONICO DE EMERGENCIA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
906+000 al 905+000 (6+000 al 7+000)	SERVICIO TELEFONICO DE EMERGENCIA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
905+000 al 904+000 (7+000 al 8+000)	SEÑALES DE DIRECCION	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
904+000 al 903+000 (8+000 al 9+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
903+000 al 902+000 (9+000 al 10+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%



902+000 al 901+000 (10+000 al 11+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
901+000 al 900+000 (11+000 al 12+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
900+000 al 899+000 (12+000 al 13+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
899+000 al 898+000 (13+000 al 14+000)	NINGUNA	NINGUNA	NINGUNA	0.00%	0.00%
898+000 al 897+000 (14+000 al 15+000)	SERVICIO TELEFONICO DE EMERGENCIA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%
897+000 al 896+000 (15+000 al 16+000)	SERVICIO TELEFONICO DE EMERGENCIA	SI CUMPLE	SI CUMPLE	100.00%	100.00%

*Nota.* Elaboración Propia del 2022.



#### Comentarios de la tabla N° 104

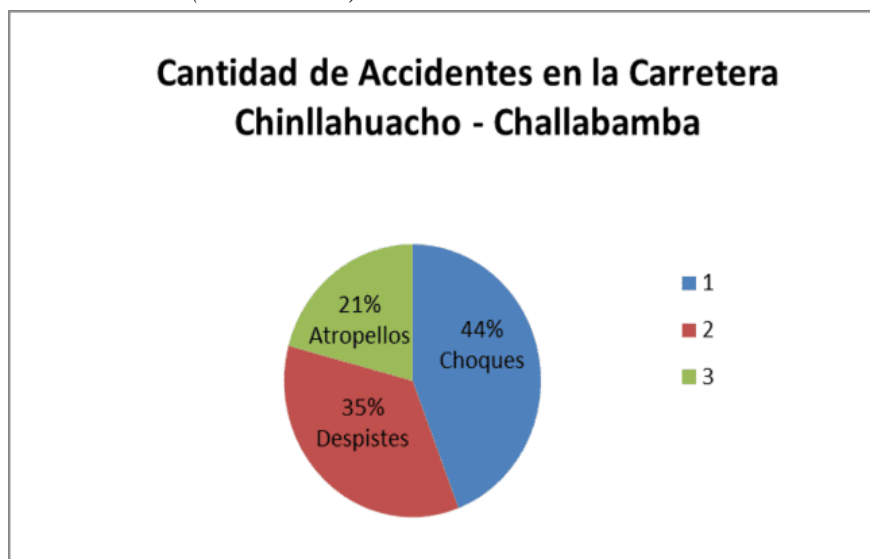
- Se aprecia que dentro de los 16+000 km donde se realizó el estudio de las señales Informativas en función a las características según su ubicación vista en campo y características según su forma y color se determinó que el 100.00 % de las señales informativas se encuentran dentro de los correctos parámetros según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.
- Se puede determinar que las Señales Informativas en los 16+000 km de estudio se encuentran en un parámetro Excelente de acuerdo a la evaluación realizada en campo según el Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para calles y carreteras.

#### 4.1.6. Evaluación de los índices de Mortalidad y Peligrosidad

De los distintos tipos de accidentes en general que suceden en la carretera Chinllahuacho – Challabamba dentro de los 16+000 km en estudio, nos encontramos que el más probable es con 91 de 206 o 44.18 % de los accidentes son de choques; seguido de 72 de 206 o 34.95 % de los accidentes son de despistes y solo el 20.87 % o 43 de 206 de los accidentes son atropellos.

#### Figura 67

Porcentaje de Atropellos, Despistes y Choques de la carretera Chinllahuacho-Challabamba (16+000 km).



Nota. Elaboración Propia del 2022.





### Comentarios de la Figura N° 67

Como se muestra en el gráfico de la figura N°67 lo más probable que pueda suceder en la carretera Chinllahuacho – Challabamba (16+000 km) es sufrir de un choque entre dos autos.

### Figura 68

*Número de muertos y heridos de la carretera Chinllahuacho-Challabamba determinado por años.*



*Nota.* Elaboración Propia del 2022

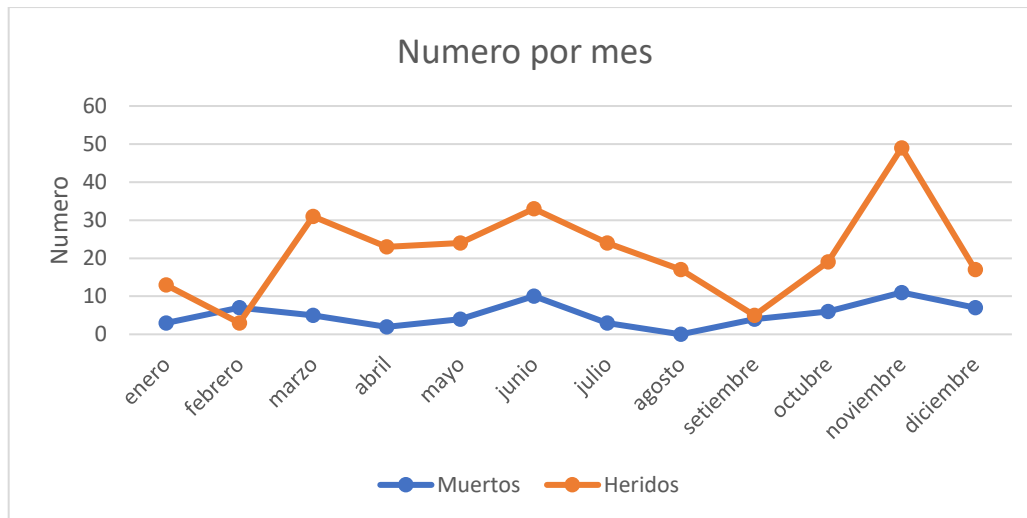
### Comentarios de la Figura N° 68

Como se muestra en la Figura N°68 la proporción de muertos y heridos por año se observa que el año 2009 el número de muertos fue más alto que el número de heridos.

También se muestra en la Figura N°68 que la brecha más alta entre heridos y muertos se encuentran en los años 2010, 2013, 2017 y 2018 donde se presentó más heridos que muertos.

### Figura 69

*Número de muertos y heridos de la carretera Chinllahuacho-Challabamba por meses.*



Nota. Elaboración Propia del 2022

### Comentarios de la Figura N° 69

Se aprecia en la Figura N°69 que en el mes de febrero la cantidad de muertos es más alto que la cantidad de los heridos, siendo febrero un mes de época de lluvias y neblina por lo cual hace que la carretera Chinllahuacho – Challabamba sea peligrosa, cabe indicar que este grafico fue realizado agrupando todos los febreros desde el año 2006 hasta el año 2022.

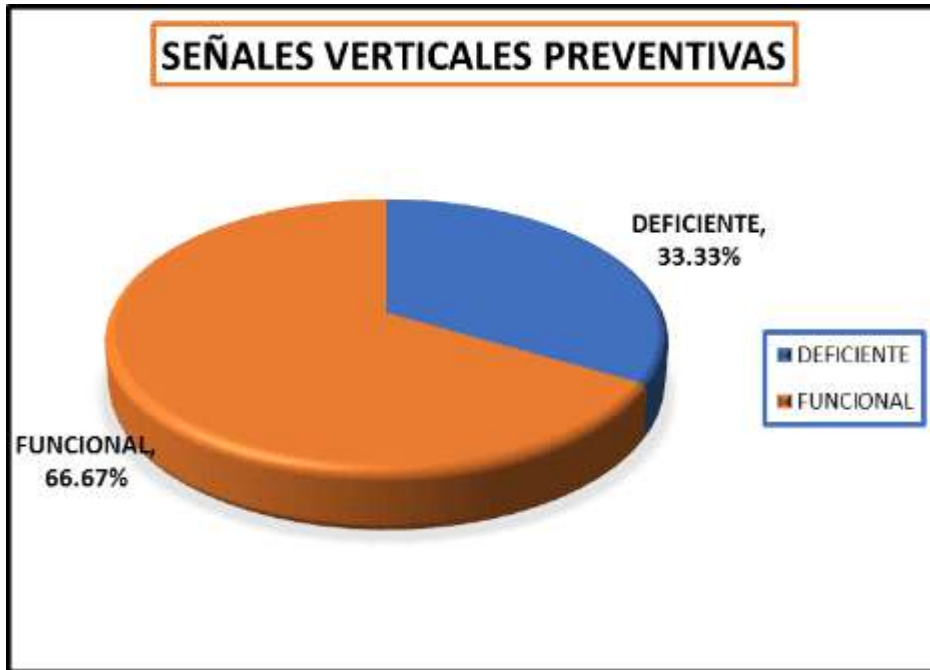
El resto de valores que se observan en la Figura N°69 siguen la tendencia siendo los meses más peligrosos junio, marzo y Noviembre; cabe indicar que este grafico fue realizado agrupando todos los junios, marzos y noviembre desde el año 2006 al 2022.

## 4.2. Resultados Respecto al Objetivo General

### 4.2.1. 4.2.1 Carretera principal en Estudio, Inicio: Chinllahuacho - Fin: Challabamba

### Figura 70

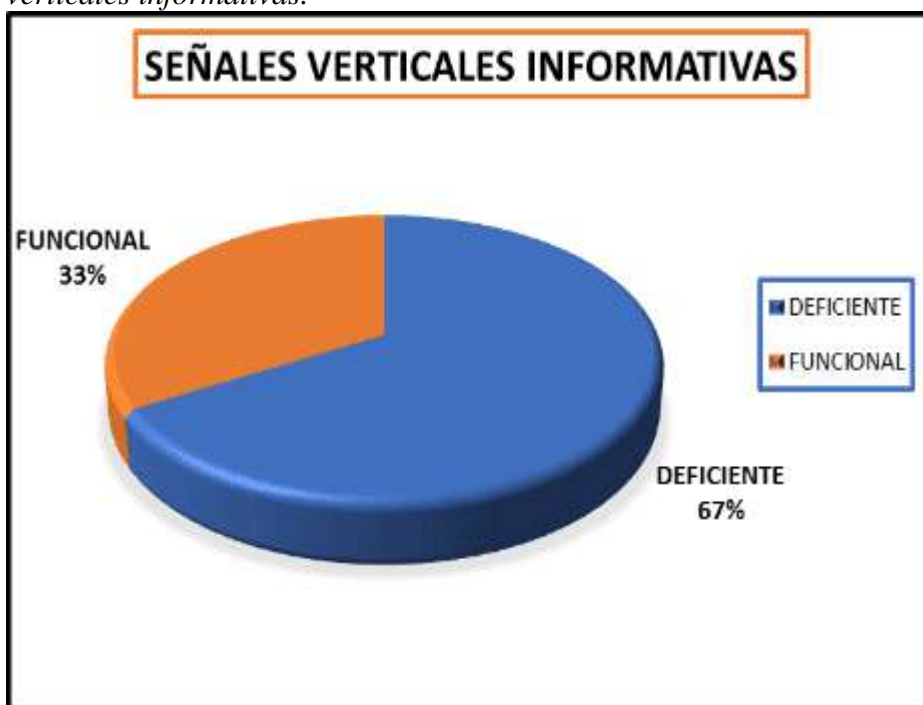
Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de señales verticales preventivas.



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 71**

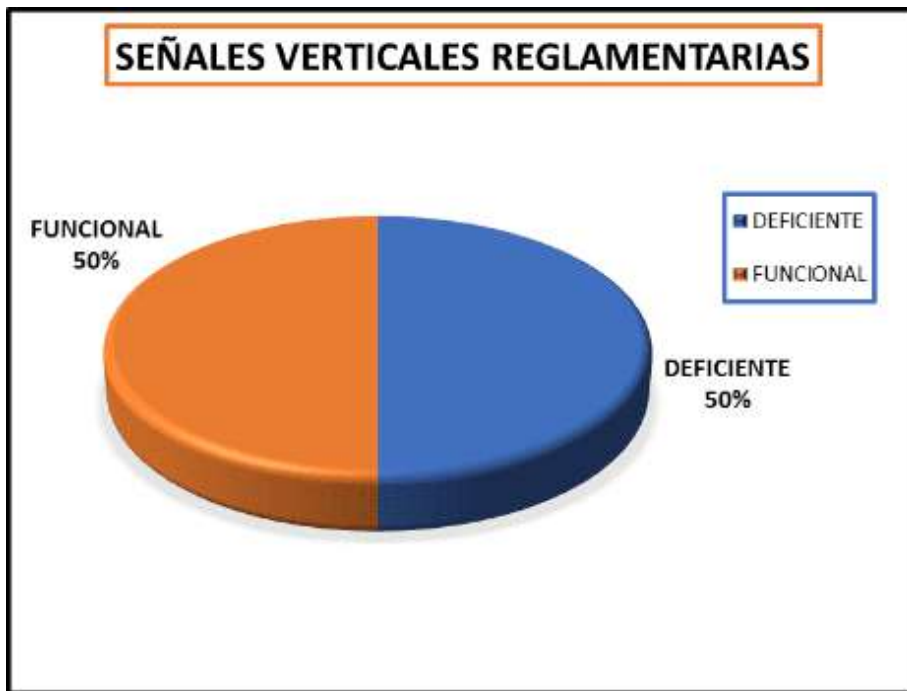
Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de señales verticales informativas.



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 72**

Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de señales verticales reglamentarias.



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 73**

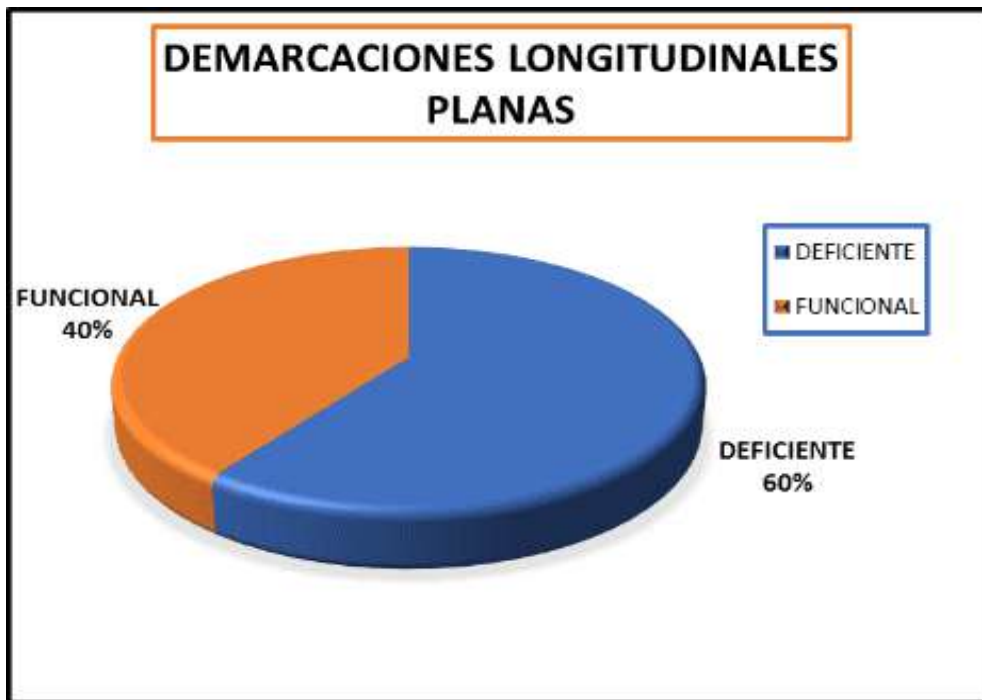
*Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones generales.*



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 74**

*Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones longitudinales planas.*



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 75**

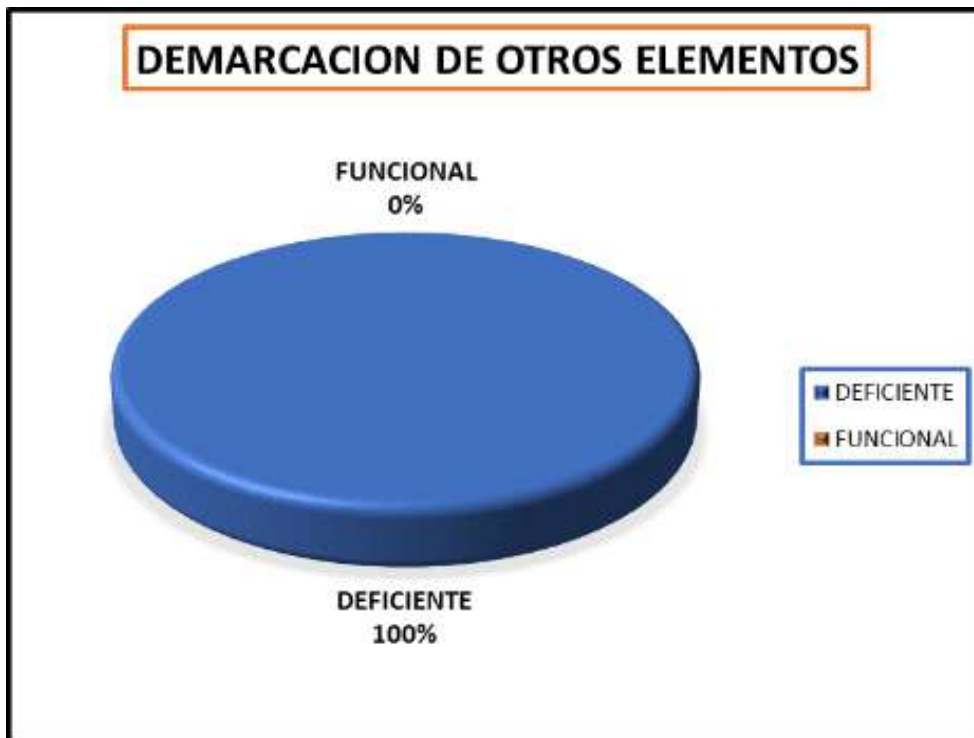
Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones elevadas.



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 76**

Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de demarcaciones de otros elementos.



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 77**

Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 de visibilidad y distancia de visibilidad.



Nota. Elaboración Propia del 2022

**Figura 78**

Porcentaje post-inspección mediante el Manual de Seguridad Vial – 2017 resumen final.



Nota: Elaboración Propia del 2022

### Comentarios de la Figura N° 78

Se aprecia en la Figura N°78 que en cuanto al estado post – inspección del tramo Chinllahuacho – Challabamba, algunas de las señales preventivas, informativas, reglamentarias, entre otras que se pudo estudiar, muchas de ellas son funcionales así como también deficientes, esto nos indica que en cuanto a señalización en el tramo en estudio, la vía no es segura y es peligrosa y esto es causal de muchos accidentes de tránsito, cabe indicar también que el presente grafico se realizó agrupando todo los datos de las señales que se pudo observar a lo largo de toda la vía en estudio.

Asimismo, se puede comentar que las señales con mayor deficiencia que se observan en la Figura N°78 son las señales informativas y reglamentarias, así como las demarcaciones planas y visibilidad y velocidad, las cuales son causantes de muchos accidentes de tránsito que ocurren en esta vía.



4.3. Propuestas de mejora por progresivas



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO - FACULTAD DE INGENIERIA Y ARQUITECTURA**

**TESIS:**

“ANALISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL, DE LA CARRETERA NACIONAL PE-3S DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR (CHINLLAHUACHO – CHALLABAMBA), SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGIA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017”



TESISTAS: EDUARDO QUISPE ATAUQUI  
JESUS XAVIER PUMA SANTA CRUZ

**PROPUESTAS DE MEJORA**

CORREDOR

CARRETERA CHINLLAHUACHO - CHALLABAMBA

**Km 00+000 al 01+000 (Km 912+000 al 911+000)**

PROPUESTAS

PROGRESIVA

TIPO

NOMBRE EN EL PLANO

CANT.

IMAGEN

Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales

0+000

Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas

0+000

Señalética que prohíba adelantar en curvas 0+354

0+354

POSTE

Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"

1



PROHIBIDO ADELANTAR

**Km 01+000 al 02+000 (Km 911+000 al 910+000)**

Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales




1+000






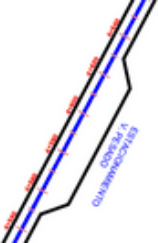
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	1+000				
Señalética que prohíba adelantar en curvas 1+303	1+303	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
Señalética que prohíba adelantar en curvas 1+790	1+790	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
<b>Km 02+000 al 03+000 (Km 910+000 al 909+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	2+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	2+000				
Instalar un GUARDAVIA EN CURVA	2+930 a 3+060		GUARDAVIA EN CURVA	1	
Señalética que prohíba adelantar en curvas 2+295	2+295	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
					 PROHIBIDO ADELANTAR



Señalética que prohíba adelantar en curvas 2+580	2+580	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	
<b>Km 03+000 al 04+000 (Km 909+000 al 908+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	3+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	3+000				
Instalar un GUARDAVIA EN CURVA	3+630 a 3+740		GUARDAVIA EN CURVA	1	
Señalética que prohíba adelantar en curvas 3+150	3+150	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
Señalética que prohíba adelantar en curvas 3+950	3+950	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR





**Km 04+000 al 05+000 (Km 908+000 al 907+000)**



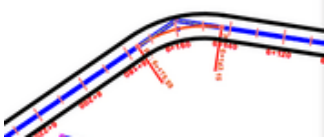

Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	4+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	4+000				
Repintar marcas en el pavimento	4+000				
Señalética que prohíba adelantar en curvas 4+205	4+205	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
Estacionamiento de Vehicula Pesado	4+550 a 4+630		ESTACIONAMIENTO V. PESADO	1	



**Km 05+000 al 06+000 (Km 907+000 al 906+000)**

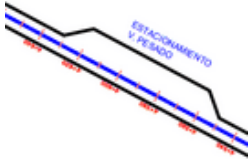


Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	5+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	5+000				
Repintar marcas en el pavimento	5+000				
Señalética que prohíba adelantar en curvas 5+010	5+010	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"		 PROHIBIDO ADELANTAR
Señalética que prohíba adelantar en curvas 5+945	5+945	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR



Km 06+000 al 07+000 (Km 906+000 al 905+000)						
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	6+000					
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	6+000					
Señalética que prohíba adelantar en curvas 6+095	6+095	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1		
					PROHIBIDO ADELANTAR	
Señalética que prohíba adelantar en curvas 6+490	6+490	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1		
					PROHIBIDO ADELANTAR	
MODIFICACION EN TANGENTE	6+160 a 6+380		Modificación de Tangente	1		
Instalar GUARAVIA EN CURVA	6+400 a 6+520		GUARAVIA EN CURVA	1		





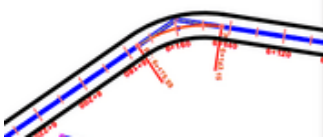
---

<b>Km 07+000 al 08+000 (Km 905+000 al 904+000)</b>				
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	7+000			
Estacionamiento de Vehicula Pesado	7+220 a 7+300	ESTACIONAMIENTO V. PESADO	1	
Colocar Un Puente Peatonal	7+520	PUENTE PEATONAL	1	
Giba de Concreto	7+540	GIBA DE CONCRETO	1	
Instalar GUARDAVIA EN CURVA	7+820 a 7+980	GUARDAVIA EN CURVA	1	

---




---



<b>Km 08+000 al 09+000 (Km 904+000 al 903+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	8+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	8+000				
Repintar marcas en el pavimento	8+000				
<b>Km 09+000 al 10+000 (Km 903+000 al 902+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	9+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	9+000				
Repintar marcas en el pavimento	9+000				
Señalética que prohíba adelantar en curvas 9+168	9+168	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	
Instalar GUARDAVIA EN CURVA	9+200 a 9+320		GUARDAVIA EN CURVA	1	
MODIFICACION EN TANGENTE	9+880 a 10+060		Modificación de Tangente	1	



---

<b>Km 10+000 al 11+000 (Km 902+000 al 901+000)</b>						
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	10+000					
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	10+000					
Repintar marcas en el pavimento	10+000					
Instalar GUARDAVIA EN CURVA	10+060 a 10+200		GUARDAVIA EN CURVA	1		
Señalética que prohíba adelantar en curvas 10+225	10+225	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR	
Señalética que prohíba adelantar en curvas 10+890	10+890	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR	




---

---





**Km 11+000 al 12+000 (Km 901+000 al 900+000)**





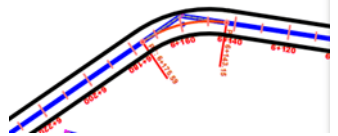
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	11+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	11+000				
Señalética que prohíba adelantar en curvas 11+170	11+170	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
Instalar GUARDAVIA EN CURVA	11+460 a 11+580		GUARDAVIA EN CURVA	1	
Señalética que prohíba adelantar en curvas 11+901	11+901	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR

**Km 12+000 al 13+000 (Km 900+000 al 899+000)**




Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales

12+000




Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	12+000				
Instalar GUARDAVIA EN CURVA	12+130 a 12+255		GUARDAVIA EN CURVA	1	
Instalar GUARDAVIAS EN CURVAS	12+350		GUARDAVIAS EN CURVAS	1	
Instalar GUARDAVIAS EN CURVAS	12+900		GUARDAVIAS EN CURVAS	1	
<b>Km 13+000 al 14+000 (Km 899+000 al 898+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	13+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	13+000				
Repintar marcas en el pavimento	13+000				
Señalética que prohíba adelantar en curvas 13+100	13+100	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	
MODIFICACION DE TANGENTE	13+595 a 13+780		Modificación de Tangente		



Instalar GUARDAVIA EN CURVA	13+480 a 13+600		GUARDAVIA EN CURVA	1	
<b>Km 14+000 al 15+000 (Km 898+000 al 897+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	14+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	14+000				
Instalar GUARDAVIA EN CURVA	14+560 a 14+690		GUARDAVIA EN CURVA	1	
Señalética que prohíba adelantar en curvas 14+790	14+790	POSTE	Señal de "PROHIBIDO ADELANTAR EN CURVAS"	1	 PROHIBIDO ADELANTAR
<b>Km 15+000 al 16+000 (Km 897+000 al 896+000)</b>					
Mantenimiento de la señalización existente verticales e horizontales	15+000				
Limpieza de bermas, alcantarillas y cunetas	15+000				



---

Repintar marcas en el pavimento	15+000			
Implementación de tachas reductoras de velocidad y su señalización respectiva en el km	15+810	DISPOSITIVO DE REDUCCIÓN DE VELOCIDAD	1	

---



## CAPITULO V: DISCUSIÓN

- **Discusión N° 1** ¿Cómo puede influir el método de inspección de seguridad vial en la presencia de accidentes de tránsito en la carretera en estudio?

Influye de gran manera puesto que, en la presente investigación desarrollada, se estudian factores basados en las fichas de ISV, así como características de diseño geométrico, velocidades, señalización, dispositivos de control vial que todos estos son factores importantes que inciden en la ocurrencia de un accidente en la carretera Chinllahuacho – Challabamba si no están correctamente señalizadas, es por tal motivo la importancia de las fichas de inspección de seguridad vial.

- **Discusión N° 2** ¿Las fichas de inspección del manual de seguridad vial - 2017 incluyen todos los elementos necesarios para un estudio y evaluación completa?

Contienen elementos escasos los cuales no son necesarios para su completa evaluación, sin embargo, cabe resaltar que se tienen fichas que no son exclusivamente para estudios de zonas urbanas, en ese entender dichas formatos deberían de ser clasificadas por secciones para su mejor comprensión, estos formatos deben de ser clasificados, para zonas urbanas y para zonas rurales y así mismo para poder realizar un estudio integro se debería de incluir formatos de accidentabilidad que nos podrían ayudar a ubicar puntos negros de colisiones de la carretera en estudio.

- **Discusión N° 3** ¿Es aplicable el diseño geométrico en planta en este proyecto de nuestra carretera Chinllahuacho - Challabamba y cómo se puede utilizar la consistencia de diseño?

La evaluación de diseño geométrico en planta se puede utilizar para este tipo de proyectos que tenemos en estudio y para proyectos de nuevos trazados, porque durante la etapa de diseño el formulador del proyecto (proyectista) puede modificar los tramos defectuosos o inconsistentes que el evalué.



Así mismo se identificó que se puede utilizar este diseño para proyectos de mejoramiento puntual, que es en nuestro caso; porque de esa manera podemos modificar el eje existente de nuestra carretera después de una evaluación de su consistencia, para de esta manera mejorar el diseño geométrico y hacer que la vía sea mas segura.

- **Discusión N° 4** ¿Cómo comprobar si la pistola radar medidor de velocidades, Bushnell Speedster III, está calibrada y es precisa para la medición y toma de velocidades de operación en campo?

Para probar la calibración y precisión del equipo empleado, los tesisistas emplearon un vehículo ligero particular (pick up), en donde con la ayuda de una persona en este caso el copiloto, se tomó fotos al velocímetro del vehículo y estos se registraron, por otro lado en el mismo punto de paso del vehículo, se midió la velocidad con la pistola radar, llegando a la conclusión que el error del equipo utilizado, estaba de acuerdo a sus especificaciones y dentro de lo establecido.

- **Discusión N° 5** ¿Por qué es necesario y bajo que aspectos se debe aislar las mediciones de velocidades en campo, de las zonas urbanas?

Este criterio se pudo identificar y observar debido a que en zonas urbanas existen o hay presencia de diversos factores que interfieren en la medición de velocidades de operación en campo, dichas interferencias son: cruces clandestinos, intersecciones no señalizadas, vehículos estacionados invadiendo el carril, transitabilidad de peatones, congestión de vehículos, etc.

- **Discusión N° 6** ¿Cuál es la consideración a tener en cuenta para medir velocidades de operación en campo a todos los vehículos que circulan por la vía? ¿Por qué?

La recolección de datos de velocidad se realiza a todos los vehículos que circulan por la vía en estudio y que transiten a flujo libre sin interrupción, durante la luz del día, cuando el pavimento se encuentra en buen estado y completamente seco, se utiliza la pistola láser. La toma de datos de velocidad se debe dar en el lugar de la curva donde se produce un aumento



de la velocidad de operación y así mismo donde la persona que realiza la medición se encuentre segura y tenga buena visibilidad del vehículo que transita, según los trabajos desarrollados dichos lugares se encuentran ubicados en el centro para curvas horizontales donde estos tienden a aumentar las velocidades de operación.

- **Discusión N° 7** ¿Qué velocidad debió emplearse para la velocidad de diseño de la carretera Chinllahuacho - Challabamba según los elementos geométricos y en base a la comparación de la velocidad máxima permitida y observada en la vía?

En base a las mediciones de velocidades realizadas en campo, se realizó el cálculo la velocidad media aritmética, tanto en el sentido de subida como de bajada, obteniendo velocidades de 45 km/h y 52 km/h respectivamente, en ese entender a criterio de los investigadores y en base al manual del DG-2018 y en comparación con la velocidad máxima permitida observada en la vía (35 km/h), la velocidad de diseño para dicha carretera debió ser 50 km/h, debido a que las Normas Peruanas consignan velocidades de diseño que varían de 10 en 10 km/h.

- **Discusión N° 8** ¿Cuáles son las consideraciones que se debe tener en cuenta para un levantamiento topográfico con drone y por qué?

Las consideraciones a tener en cuenta antes de realizar un levantamiento topográfico con drone es primeramente la calibración del equipo, seguidamente debemos realizar un plan de vuelo del drone, así mismo debemos ubicar tres puntos geodésicos al inicio, medio y final del tramo en estudio para una correcta ubicación del drone y finalmente debemos tener en cuenta la altura de vuelo del drone para evitar el choque de este con los cables o árboles que pueda haber en la zona de estudio.

Todas estas consideraciones son necesarias aplicarlas para un correcto y preciso levantamiento topográfico con drone y poder obtener datos más exactos y precisos sobre la topografía del terreno.



- **Discusión N° 9** ¿De qué manera afecta a la seguridad vial de la carretera Chinllahuacho - Challabamba los cruces de vehículos por ingresos no autorizados?

Estos cruces afectan en gran medida a la seguridad vial de la carretera en estudio, puesto que la visibilidad en dichos cruces informales es muy escasa, así mismo dichos cruces no se encuentran señalizados y tampoco contemplan una adecuada infraestructura vial, por lo cual los conductores realizan maniobras para poder ingresar a dichos cruces y esto es muy propenso a que ocurra accidentes de tránsito en dichos sectores.

En ese entender se aplicó algunas medidas para la mejora y corrección de estos cruces, con el fin de evitar lo mas posible la ocurrencia de algún accidente de tránsito.

- **Discusión N° 10** ¿De qué manera afecta a la seguridad vial de la carretera Chinllahuacho - Challabamba los desperfectos mecánicos de los vehículos y la carencia de zonas de estacionamiento para la solución de estos desperfectos mecánicos?

Es importante y cabe señalar que uno de los aspectos identificados en la investigación, tiene que ver con la carencia de zonas de estacionamiento a lo largo de todo el tramo en estudio, se pudo observar que vehículos pesados invaden gran parte de la vía para solucionar algún desperfecto mecánico y esto es causal de que puedan suscitar accidentes de tránsito en la carretera, así mismo y frente a esta problemática se aplicó medidas correctivas con el fin de incorporar zonas de estacionamiento o pare, para evitar en lo posible la ocurrencia de accidentes de tránsito.

## **5.1. Descripción de los hallazgos más relevantes y significantes**

### **5.1.1. Accidentabilidad**

- Así mismo se pudo observar como un dato relevante que las zonas urbanas donde están ubicados colegios y hay gran presencia de peatones, no cuentan con un puente





peatonal o con gibas que ayuden a disminuir la velocidad de los vehículos para el cruce adecuado de los peatones.

- Otro hallazgo relevante y significativo es que, los accidentes de tránsito se suscitan con mayor frecuencia en fechas importantes en las cuales hay festividades, por ejemplo, en fiestas patrias, navidad y año nuevo, esto debido a la gran afluencia de vehículos en la vía por estas fechas y fiestas.

#### **5.1.2. *Diseño Geométrico en Planta***

- Algunas de las curvas de dicha carretera no cumplen con los radios mínimos establecidos por el DG – 2018 y esto significa un porcentaje alto de riesgo de accidentes en la carretera en estudio.
- Así mismo otro hallazgo relevante y significativo que se pudo apreciar y obtener es que la gran mayoría de curvas cerradas no cumplen con el radio mínimo y máximo establecido en el manual de diseño geométrico para poder tener una carretera segura.

#### **5.1.3. *Velocidades de Operación***

- Un hallazgo relevante y significativo que se pudo verificar en la investigación realizada es que, los vehículos aplican velocidades superiores a la velocidad de diseño hallada y a la velocidad máxima permitida indicada en las señales verticales de la vía.
- Los vehículos al momento de ingresar a las curvas no reducen en gran medida su velocidad y esto puede ser causal de un accidente de tránsito.

#### **5.1.4. *Puntos de Concentración de Colisiones (BSM)***

- Los puntos de concentración de colisiones (BSM) representaran 30 sitios en la carretera Chinllahuacho – Challabamba, conforme al método empírico Bayes, así mismo cabe recalcar que dichas colisiones se presentan más que todo en curvas



cerradas, debido a la baja visibilidad al momento del volteo y debido a la invasión del otro carril por parte de los vehículos pesados o de gran tamaño.

- Así mismo también cabe indicar que estas colisiones se presentan al momento de realizar los adelantamientos de los vehículos, puesto que en esta zona o en este tramo de estudio no se cuenta con muchas zonas o tramos de adelantamiento para el sobrepaso de los vehículos.

#### **5.1.5. Puntos donde los dispositivos de Control Influirán**

- Otro hallazgo relevante y significativo que se pudo observar es que la vía cuenta con una adecuada señalización horizontal y vertical a lo largo de toda la vía en estudio, pero se podría proponer aumentar las señales en zonas urbanas que atraviesa la vía.
- La señalización a lo largo de toda la carretera es óptima puesto que un 92 % se encuentra en perfectas condiciones y en un 8 % en pésimas condiciones esto conlleva a deducir que la señalización a lo largo de toda la carretera en estudio es correcta según el Manual de Dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras – 2016.

#### **5.1.6. Índice de Mortalidad y Peligrosidad**

- Así mismo otro dato relevante y significativo es que, en la comisaria de Limatambo no se cuenta con toda la información correcta y precisa sobre los accidentes de tránsito que suscitan en el sector, los cuales son fundamentales para el desarrollo de la investigación, dichos datos tienen que ser obtenidos en la dependencia central de estadísticas del policía ubicado en Cusco para determinar la Mortalidad y Peligrosidad.
- Existe una cantidad considerable de índice de mortandad y peligrosidad debido al diseño geométrico de la carretera, así mismo se puede deducir que estos índices



aumentan en épocas de lluvia debido a las condiciones de la carretera y finales de año debido a que existe mayor afluencia de tránsito vehicular por fiestas de fin de año.

- Así mismo otro dato relevante y significativo es que la mayor afluencia de vehículos por esta vía es la de vehículos ligeros a pesar de que esta vía la utilizan los buses y vehículos pesados de carga para el traslado de pasajeros y carga hacia Abancay y Lima, esta vía es más transcurrida por vehículos ligeros.

## **5.2. Limitaciones del Estudio**

### **5.2.1. Limitaciones Respecto a la Accidentabilidad**

La limitación con respecto a la obtención de datos de Accidentabilidad y todos sus indicadores en la carretera en estudio fueron al momento de la recolección de dicha información, ya que al dirigirnos a la comisaria de Limatambo para la obtención de esta información, nos manifestaron que no contaban con esa información por lo cual se tuvo que recurrir a la oficina de estadísticas de la PNP de la macro región Cusco, en la cual tuvimos también varios inconvenientes para obtener dicha información puesto que para ello tuvimos que realizar un trámite burocrático por tratarse de una institución del estado.

### **5.2.2. Limitaciones Respecto al Diseño Geométrico en Planta**

Las limitaciones con respecto al Diseño Geométrico en planta de la carretera Chinllahuacho – Challabamba, fueron en el aspecto del levantamiento topográfico con dron, ya que al momento de realizar el levantamiento no se contaba con un clima adecuado por la presencia de lluvias y neblina lo cual imposibilitaba el levantamiento topográfico.

En algunos puntos de aterrizaje del Dron que ya estaban marcados en aspa con yeso en terrenos colindantes a la carretera se tubos inconvenientes con algunos pobladores, ya que ellos suponían que este trabajo afectaría a su propiedad, para continuar con los trabajos de levantamiento topográfico se tuvo que contar con la presencia del presidente de la comunidad para continuar con los trabajos de investigación.



En la toma de bombeos y peraltes con eclímetro a lo largo del tramo en estudio se tuvo cierto peligro de riesgo de sufrir un accidente ya que el tránsito vehicular en dicha carretera era continua a sí mismo en curvas no se tenía visibilidad de la presencia de vehículos.

En la toma de sobreelevar de la vía que se realizó manualmente con wincha de 50 metros se tuvo el riesgo de sufrir un accidente por el tránsito continuo de vehículos en dicha carretera lo cual dificultó a la toma de datos.

### ***5.2.3. Limitaciones Respecto a las Velocidades de Operación***

Las Limitaciones con respecto a medir las velocidades de operación de curvas y tangentes en campo, de la carretera Chinllahuacho – Challabamba., fueron que en algunas mediciones de las velocidades se presentaban vehículos de manera consecutiva, en las cuales era imposible tomar las mediciones a todos los vehículos que transitaban en ese momento y solo se hacía el registro del primer vehículo que venía delante.

Las mediciones de velocidades en campo, especialmente en curvas eran peligrosas al momento de hacer el registro de velocidades, puesto que no se contaba con un espacio adecuado ya que nos encontrábamos en un área reducida y al borde de la carretera lo cual en algunos tramos se dificultó para la toma de datos.

Al momento de realizar la toma de velocidades en campo, la población de la comunidad campesina de Pampaconga puso oposición en algunos tramos al trabajo de investigación que se venía realizando, pese a tener una aprobación por parte del presidente y su junta directiva de dicha comunidad, para lo cual se tuvo que contar con la presencia del presidente de la comunidad para continuar con la investigación con total normalidad.

### ***5.2.4. Limitaciones Respecto a los Puntos de Concentración de Colisiones (BSM)***

La Limitación que se tuvo al identificar los puntos de concentración de colisiones (BSM) en la carretera Chinllahuacho – Challabamba conforme al método empírico de Bayes, es que se tuvo problemas para la recolección de datos de los accidentes de tránsito que se suscitan en dicha zona ya que la PNP de dicha zona no contaba con la información necesaria



ni registro estadístico alguno para facilitarnos por lo que se nos sugirió pedir dicha información en la PNP central de Cusco.

Para acceder a dicha información se tuvo que realizar un trámite documentario presentando una solicitud en la PNP central de Cusco, a lo cual en un inicio se nos restringió dicha información, por lo cual nuestro asesor tuvo que intervenir para que se nos facilite dicha información y continuar con nuestra investigación.

#### **5.2.5. Limitaciones Respecto a los dispositivos de control**

La Limitación al Evaluar la correcta señalización de la carretera Chinllahuacho - Challabamba, fue que un porcentaje mínimo de las señales se encontraban borrosas y en mal estado lo cual fue casi irrelevante, así mismo algunas de estas señales se encontraban muy al borde de la vía, lo cual era peligroso para realizar las mediciones porque se corría el riesgo de sufrir un accidente de tránsito.

#### **5.2.6. Limitaciones Respecto al Índice de Mortalidad y Peligrosidad**

La limitación de medir y evaluar los índices de mortalidad fue al momento de recolección de datos ya que la PNP de dicha zona no contaba con la información necesaria ni registro estadístico alguno para facilitarnos por lo que se nos sugirió pedir dicha información en la PNP central de Cusco, donde también nos pusieron ciertas travas para el acceso a dicha información, por tratarse de una entidad del estado.

### **5.3. Comparación Crítica con la Literatura Existente**

- **Título:** “ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL EN LA AVENIDA DE EVITAMIENTO DE LA CIUDAD DEL CUSCO APLICANDO UNA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL MSV-2017” (2021)

**Por:** Alcázar Holguín, Jean Carlos y Cornejo Mayhua, Franklin Efraín

**Institución:** Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil (Cusco - Perú).



**Conclusión:** Se logró demostrar la hipótesis general que indica: “Realizando una inspección de seguridad vial utilizando el MSV - 2017 optimizaremos la seguridad vial de la avenida de Evitamiento de la ciudad del Cusco” de acuerdo a los resultados en la tabla de hallazgos de la Inspección de Seguridad Vial observados en los anexos y en el Capítulo IV donde se encuentra el análisis post-inspección, que hace referencia a la velocidad de circulación en la Av. de Evitamiento que hacen referencia al porcentaje post-inspección de la vía principal izquierda y derecha respectivamente mediante una Inspección de Seguridad Vial. Donde se planteó las propuestas de mejora que están indicadas estas están directamente relacionadas con las deficiencias encontradas en la tabla de hallazgos de la Inspección de Seguridad Vial en base al “MSV - 2017” que utiliza las fichas de inspección para determinar el estado actual de una infraestructura vial.

**Comparacion:** Al igual que en la tesis mencionada anteriormente, se llegó a la conclusión de que en función al manual de inspección de seguridad vial se puede mejorar las condiciones en la vía en estudio, para así de esta manera lograr reducir el porcentaje de accidentes que suceden en esta vía.

**Antecedente N°2:**

- **Título:** “EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL - NOMINAL DE LA CARRETERA ENACO - ABRA CCORAO DE ACUERDO A LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO”, (2017)

**Por:** Gómez Allende, Gary Rossano y Quispe Mejía, José Luis.

**Institución:** Universidad Andina del Cusco, Escuela Profesional de Ingeniería Civil (Cusco - Perú).

**Conclusión:** Se concluye, exponiendo que para la demostración se recorrió a el segundo Criterio (II) de acuerdo a Lamm y el respectivo perfil de velocidad, se determinaron 56 zonas de riesgo que contaban con un diseño tolerable y pobre, desde el cual fue posible analizar el nivel de cumplimiento en seguridad nominal – vial con relación a todo parámetro



definido dentro del manual de diseños geométricos de las vías DG – 2014, con los resultados que se mencionan: perfil, peraltes y el alineamiento de la planta incumplen los parámetros totalmente. Con los resultados obtenidos, se evidencio que la vía que va entre Enaco y Abra Ccorao no brinda seguridad y es inconsistente. En la misma línea, se visualizó la necesidad de una evaluación de la consistencia del diseño geométrico que ayuda en la determinación de la seguridad nominal y vial, a través del perfil de velocidades y los parámetros, los resultados conseguidos son óptimos y vitales en la configuración de una vía, a fin de prevenir la ocurrencia de accidentes en las carreteras.

**Comparacion:** Al igual que en la tesis mencionada anteriormente, pudimos evidenciar y ubicar las zonas o puntos donde se suscitan la mayor cantidad de accidentes, tambien se puso observar que dichos accidentes se producen debido a que la via no cumple con el diseño geometrico adecuado, en cuanto a los peraltes, radios, velocidades de diseño, entre otros.

- **Título:** “GRADO DE CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA CUSCO – URCOS, (2018)”.

**Por:** EDUARDO CÁCERES MAÑUICO y CARLOS ALBERTO YUCRA YUCRA

**Institución:** UNIVERSIDAD NACIONAL DE SAN ANTONIO ABAD DEL CUSCO  
FACULTAD DE ARQUITECTURA E INGENIERIA CIVIL ESCUELA PROFESIONAL  
DE INGENIERIA CIVIL

**Conclusión:** De la investigación se concluye que es relevante evaluar y analizar el diseño de índole geométrico de las vías de tránsito, considerando que la homogeneidad en las particularidades geométricas de una carretera es importante para no afectar las expectativas de los transeúntes y por consiguiente prevenir la ocurrencia de accidentes automovilísticos.

**Comparación:** De la tesis presentada anteriormente y en la investigación realizada en esta tesis, se pudo asemejar los resultados y conclusiones a las cuales se llegó, ya que al igual que la tesis anterior, logramos obtener parámetros geométricos de la vía para poder evaluar la geometría y seguridad y así poder prevenir la ocurrencia de accidentes de tránsito y dar



propuestas de mejora a estas.

#### **5.4. Implicancias del Estudio**

En pro de mejorar la seguridad vial en la carretera Chinllahuacho – Challabamba tenemos que trabajar en el aumento de algunos dispositivos de control de tránsito y la colaboración de la seguridad Vial”, según el Manual de Seguridad Vial del MTC – 2017 “cumplir con los parámetros será fundamental para evitar futuros accidentes de tránsito”

Ratificando lo expuesto, para la presente investigación se tuvo que tener conocimiento a profundidad de datos estadísticos de los accidentes suscitados en dicha carretera, para poder realizar el procesamiento con cuadros estadísticos y parametrizar los valores encontrados de los resultados de todos los datos estadísticos.

A su vez el estudio implicó tener conocimientos previos de ingeniería de transportes en el contexto de zonas urbanas y zonas rurales, para ello se cuenta con una experiencia de 01 año en el rubro de apertura de carreteras y pavimentación de pistas y veredas. Esta experiencia sirvió para notar que en la ciudad del Cusco no se cuenta con el alcance suficiente del Manual de Seguridad Vial MTC – 2017 de forma rápida y accesible.

El trabajo en campo demostró a su vez que los procesos de Diseño Geométrico y velocidad de Diseño se realizaron en su mayoría de forma tradicional, utilizando referencias en 2D y hojas de cálculo, ya que al momento de realizar los estudios a la carretera se llegaron a otros resultados con la pistola medidor de Velocidades, fichas de inspección de la seguridad vial, el levantamiento topográfico con Dron y complementando con el Software Civil 3D.

Esta investigación implicó el apoyo y colaboración de la empresa de Concart a cargo del mantenimiento de dicha carretera, brindando planos de la señalética existente de dicha carretera dentro del distrito de Limatambo, para ello se visitó la oficina que se encuentra en la provincia de Abancay en reiteradas oportunidades para que nos brinden la información necesaria para los estudios.





## C. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

### CONCLUSIONES:

- **CONCLUSION GENERAL:**

Se logró demostrar la hipótesis general que indica: "Realizando una inspección de seguridad vial utilizando la metodología del manual de seguridad vial del MTC – 2017 optimizaremos la seguridad vial de la carretera PE-3S Chinllahuacho - Challabamba, del Distrito de Limatambo", de acuerdo a los resultados obtenidos y hallados en la inspección de seguridad vial observados en el capítulo IV y anexos en donde se encuentra y observa el análisis post - inspección, en las figuras N°50, N°53, N°56 y N°59 que muestran las velocidades de circulación en el tramo en estudio y en las figuras N°71 que hacen referencia al porcentaje post inspección de la vía principal de la carretera Chinllahuacho – Challabamba mediante una inspección de seguridad vial.

A esta inspección de seguridad vial se planteó propuestas de mejora, las cuales están indicadas en la sección 4.3, todas estas propuestas están directamente relacionadas con las deficiencias encontradas en las tablas de la Inspección de Seguridad Vial en base al "MSV – 2017", que utiliza las fichas de inspección de campo y gabinete para determinar el estudio actual de una infraestructura vial.

- **CONCLUSION ESPECIFICA N°1:**

Se logró demostrar la sub-hipótesis N°1 que indica: " Verificando las características del diseño geométrico de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba, del distrito de Limatambo, se mejoraría la seguridad vial", se apreció deficiencias en la intersección del ingreso a la comunidad campesina de Pampacongá que está ubicada en la prog. 07+520 (km 903+520) que se ve alterada en cuanto a sus características geométricas, es así que se planteó las propuestas de mejora como la implementación de un buen dissipador de velocidad, que estarían ubicados en las prog. 07+330 y 07+735 respectivamente, ya que con el que cuentan es



obsoleto, así mismo sugiere la construcción de un pontón adecuado para el ingreso peatonal y vehicular a dicha comunidad, también la señalización correcta indicando el desvío o ingreso a dicha comunidad según el Manual de Seguridad Vial del MTC 2017, de esta manera se garantiza la mejora de la seguridad vial.

- **CONCLUSION ESPECIFICA N°2:**

Se logró demostrar la sub-hipótesis N°2 que indica: "Las velocidades de operación en curvas y tangentes en la seguridad vial tendrían una incidencia alta en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba del distrito de Limatambo", de acuerdo a los datos obtenidos y observados en el estudio y medición de velocidades realizado en el tramo Chinllahuacho – Challabamba de la ciudad del Cusco, en la sección 4.1.2 en las figuras N°50, N°53, N°56 y N°59 se observa que existe un 86% de vehículos superan la velocidad máxima permitida, haciendo que la vía sea más insegura para el peatón y un 14% que si respeta la velocidad máxima permitida, cabe recalcar que dichas mediciones de velocidades se realizaron en curvas y tangentes, para reducir dicha inseguridad se plantea la mejora de señalizaciones.

- **CONCLUSION ESPECIFICA N°3:**

Se logró demostrar la sub-hipótesis N°3 que indica: "Los puntos de concentración de colisiones (BSM) representaran 43 sitios en la carretera nacional pe-3s de Chinllahuacho - Challabamba, conforme al método empírico de Bayes", según los estudios realizados y de acuerdo a los datos obtenidos, se logró determinar y verificar 30 puntos específicos de zonas de colisiones constantes, dichos puntos están detallados y se ven reflejados en las tablas N°73 y N°74, los cuales representan el 70% de puntos de colisiones identificados inicialmente, esto debido a la presencia de curvas cerradas las cuales no cumplen con los radios establecidos en los manuales, y 13 puntos en los cuales no se suscitan con frecuencia las colisiones y estos representan el 30% del total.



- **CONCLUSION ESPECIFICA N°4:**

Se logró demostrar la sub-hipótesis N°4 que indica: “ Los dispositivos de control influirán altamente en un 70 % en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba, conforme al Manual de seguridad vial MTC – 2017”, de acuerdo a los resultados obtenidos y observados en la sección 4.2.1 y en la figura N°71 y según el Manual de Seguridad Vial del MTC-2017, se observa y evidencia un alto porcentaje de deficiencias que tiene la carretera Chinllahuacho – Challabamba post - inspección, en cuanto a la señalización horizontal, se pudo observar que es casi nula con un 90%, en cuanto a la señalización vertical con un 6% de deficiencias, dicha evaluación se puede observar en el ítem 3.7.12 y se representa en la figura N°71.

Asimismo, se pudo identificar y verificar puntos negros en base a los datos recolectados, uno de ellos es el ingreso a la comunidad campesina de Pampaconga que no cuenta con las señalizaciones adecuadas, ubicada en la prog. 07+520 (km 903+520), así mismo otras intersecciones precarias o clandestinas creadas por los pobladores de la zona para el ingreso a sus terrenos o propiedades.

- **CONCLUSION ESPECIFICA N°5:**

Se logró demostrar la sub-hipótesis N°5 que indica: “El índice de mortalidad en la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba, es en promedio de 30 personas por año y la peligrosidad de la vía es del 45% debido a las características geométricas de la carretera”, de acuerdo al análisis y a los resultados obtenidos de los accidentes de tránsito que suscitan en el tramo en estudio, se pudo verificar que el índice de mortalidad promedio en el año es de 15 personas y la peligrosidad de la vía es de 42%, esto debido a que en esta vía no solo suscitan muertes, sino también varios accidentes de tránsito como choques, vuelcos, despistes, entre otros, los cuales hacen que esta vía sea peligrosa e insegura.

Así mismo dichos accidentes se producen por falta de distancia de visibilidad en curvas y por invasión de carriles de los vehículos pesados y de gran tamaño, las curvas que no cumplen



con la distancia de visibilidad están ubicadas en los km 896+643, km 898+245, km 899+705, km 900+288, km 902+076, km 904+259, km 906+745, km 908+969, km 910+709 y km 911+625.

Así mismo cabe indicar que la peligrosidad de la vía es también por la demanda vehicular de esta vía por tratarse de una vía nacional que conecta las ciudades de Cusco y Lima, por ende, es una vía donde circulan gran cantidad de vehículos pesados y livianos.

- **CONCLUSION ESPECIFICA N°6:**

Se logró demostrar la sub-hipótesis N°6 que indica: "Las propuestas de mejora de los dispositivos de control y diseño geométrico mejoraran en la seguridad vial de la carretera nacional pe-3s Chinllahuacho – Challabamba", de acuerdo a los resultados hallados y observados a lo largo del desarrollo de la presente investigación, se implementó las propuestas de mejora a lo largo de toda la carretera Chinllahuacho – Challabamba.

Dentro de las cuales se tiene y propone la implementación de señales horizontales a lo largo de toda la vía, ya que se pudo observar que no cuenta con dicha señalización y es casi nula, así mismo se propone la construcción de reductores de velocidad bien señalizados o puentes peatonales en la intersección con la comunidad campesina de Pampaconga en el km. 07+520, ya que es una zona muy transitada por escolares y público en general.

En cuanto a las zonas de adelantamiento se propone o plantea la construcción de espacios o zonas de descanso donde los vehículos pesados puedan estacionar para dar paso a los vehículos livianos y así evitar los accidentes de tránsito, dichas zonas de descanso se plantean construir en tramos rectos donde exista las distancias de adelantamiento correspondientes para los vehículos, esta propuesta es factible ya que existe el espacio necesario para la creación de dichas zonas de descanso.

En cuanto a las curvas cerradas, se plantea la construcción de barreras de seguridad o guardavías metálicos con el fin de evitar vuelcos o despistes de los vehículos que sufren accidentes en dichas curvas, esta implementación se debe realizar según el Manual de



Dispositivos de Control de Tránsito, las curvas están ubicadas en las prog. 02+930 al 03+060, prog. 03+630 al 03+740, prog. 06+400 al 06+520, prog. 07+820 al 07+980, prog. 09+200 al 09+320, prog. 10+060 al 10+200, prog. 11+460 al 11+580, prog. 12+130 al 12+255, prog. 13+480 al 13+600, prog. 13+880 al 13+960 y prog. 14+560 al 14+690 respectivamente de la carretera en estudio.

Así mismo se plantea la modificación de las tangentes, por ende, la modificación de los radios de giro en varias de las curvas a lo largo de toda la carretera en estudio, ya que se pudo comprobar que dichas curvas no cumplen con los radios mínimos establecidos por el manual.



## RECOMENDACIONES:

- **RECOMENDACIÓN N°1:**

Se recomienda que antes de realizar el estudio con la metodología de inspección de seguridad vial del MSV – 2017, se debe realizar un estudio preliminar in-situ o en la misma vía a estudiar, en allí se debe observar las características de esta, así como verificar el punto de inicio y final de nuestro tramo en estudio, verificar y ubicar los puntos de control donde se realizaran la toma de muestras cuando se haga el trabajo de inspección en campo, así mismo verificar si se podrá recopilar todo los datos necesarios y si están al alcance de los investigadores.

- **RECOMENDACIÓN N°2:**

Para realizar la inspección de seguridad vial en esta vía y en cualquier otra, se recomienda investigar acerca de los distintos tipos de manuales que puedan existir y ver si se pueden aplicar en algunos proyectos futuros de nuestra localidad, así mismo en temas de investigación futuras, así mismo verificar dichos manuales contemplan fichas mejor elaboradas las cuales se puedan aplicar.

- **RECOMENDACIÓN N°3:**

Se recomienda realizar inspecciones o controles de seguridad vial rutinarios o periódicos a lo largo de esta vía en esta estudio, ya que actualmente solo se está abarcando un tramo de la carretera, pero se recomienda realizarlo a lo largo de toda esta por ser una vía importante y por una vía nacional, estas inspecciones en esta vía a largo plazo nos permitirán ubicar zonas de riesgo e identificar puntos críticos, de esa manera dar soluciones de acuerdo a los resultados que se obtienen mediante el uso de las fichas de inspección, dicho estudio podría abarcar: estudios semafóricos, señalización vertical y horizontal, volúmenes vehiculares y peatonales, condiciones de circulación (Iluminación, obras hidráulicas, estado de superficie de



rodadura, etc).

- **RECOMENDACIÓN N°4:**

Se recomienda considerar aspectos para una señalización adecuada en la vía, tales como: el diseño, el emplazamiento, la ubicación, la operación, el mantenimiento, tamaño, color y uniformidad, que son establecidas en el (MTC, Manual de dispositivos de control de tránsito automotor para calles y carreteras, 2016)

- **RECOMENDACIÓN N°5:**

Se recomienda realizar una sensibilización por medio de orientadores sociales a todas las personas que colindan con la vía en estudio, para respetar las señalizaciones que presenta la vía en estudio y hacer el uso adecuado de toda la infraestructura vial, ya que se pudo observar que muchos de estos por habilitar un ingreso a su propiedad, dañan la vía y así mismo retiran algunas señales verticales para habilitar sus accesos.

- **RECOMENDACIÓN N°6:**

Así mismo se recomienda a los futuros investigadores sobre este tema y de esta carretera, realizar las coordinaciones previas con los pobladores o dirigentes a lo largo de la vía en estudio para poder desarrollar de manera normal la investigación, esto especialmente en zonas rurales, ya que algunos de los pobladores al no tener conocimiento sobre los estudios que se van a realizar mal interpretan los trabajos que se vienen realizando, causando problemas y muchas veces hasta paralizando la investigación.

- **RECOMENDACIÓN N°7:**

Se recomienda realizar los trabajos de levantamiento topográfico y trabajos de toma de datos en campo, ya sea con DRON o ESTACION TOTAL, en tiempos de sequía, ya que al realizar estos trabajos dificultan la visibilidad de la vía, perjudicando así el correcto levantamiento topográfico y así mismo alterando la toma de datos en campo.



- **RECOMENDACIÓN N°8:**

Al momento de realizar el inventario vial de la zona de estudio en esta vía, se recomienda tener mucho cuidado en las mediciones de las señales, mediciones en la vía y toma de datos, ya que al ubicarnos en muchos casos en una curva es imposible ver el tránsito de algún vehículo y esto podría generar accidentes de tránsito, así mismo se recomienda tomar las medidas necesarias para la toma de datos, como el uso de conos de seguridad, uso de chalecos reflectivos, cascos, entre otros, ya que estos nos ayudaran de alguna manera a llevar adelante la investigación en lo concerniente a nuestra seguridad.

- **RECOMENDACIÓN N°9**

Se recomienda implementar las propuestas de mejora que se detallan en el ítem 4.3, así mismo se recomienda implementar de mejor manera las señalizaciones horizontales, puesto que se pudo observar que a lo largo del tramo en estudio dichas señalizaciones son casi nulas, así mismo se recomienda repintar las señalizaciones verticales, realizar el mantenimiento e implementar reductores de velocidad en los km. 07+330 y 07+735 respectivamente, ya que son zonas donde se pudo apreciar bastante afluencia de peatones, así mismo construir un puente peatonal en el km 07+520 en el sector de Pampaconga.

También se recomienda realizar la modificación de las tangentes por ende modificación del radio de giro en varias de las curvas de esta carretera, las cuales están ubicadas en las prog. 06+160 al 06+380, prog. 09+880 al 10+060 y prog. 13+595 al 13+780, ya que al realizar la verificación según el Manual de Seguridad Vial según MTC-2017, se pudo observar que dichas curvas no cumplen con el radio mínimo de giro, así mismo se plantea de implementación de guardavías metálicas en las prog. 02+930 al 03+060, prog. 03+630 al 03+740, prog. 06+400 al 06+520, prog. 07+820 al 07+980, prog. 09+200 al 09+320, prog. 10+060 al 10+200, prog. 11+460 al 11+580, prog. 12+130 al 12+255, prog. 13+480 al 13+600, prog. 13+880 al 13+960 y prog. 14+560 al 14+690 respectivamente.

También se plantea la construcción de dos zonas de estacionamiento o descanso para





vehículos ligeros y pesados, ya que en esta vía se pudo apreciar que no existe ninguna zona de estacionamiento en caso suceda algún desperfecto mecánico de los vehículos o si los conductores por un tema de cansancio quisieran estacionar sus vehículos, en ese entender se plantean dos zonas de estacionamiento a lo largo de toda la vía en estudio, estas zonas están ubicadas en las prog. 04+550 al 04+630 y prog. 07+220 al 07+300 respectivamente.



## Glosario:

### A

#### **Acceso**

Carril o grupo de carriles por el cual transita un flujo vehicular que colinda con otros accesos generando una intersección.

#### **Accidente de tránsito**

Cualquier hecho fortuito u ocurrencia entre uno o más vehículos en una vía pública o privada.

#### **Accidentalidad**

Circunstancias que favorecen la ocurrencia de accidentes.

#### **Ahuellamiento**

Surcos o huellas que se presentan en la superficie de rodadura de una carretera pavimentada o no pavimentada y que son el resultado de la consolidación o movimiento lateral de los materiales por efectos del tránsito.

#### **Ancho de Plataforma**

“Distancia de superficie superior de una carretera, incluye calzada, bermas y cunetas”.

#### **Arteria**

“Calle destinada primordialmente a facilitar el tránsito de paso. Su fin secundario es el acceso a las propiedades colindantes. Suele estar dominada por semáforos”.

### B

#### **Bache**

“Hueco que se hace en la capa de rodadura de una vía, por la acción del tránsito, el agua y otros agentes destructores”.

#### **Berma**

Borde longitudinal contiguo a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y es destinado como estacionamiento de vehículos en



caso de emergencia.

## **C**

### **Calle de doble sentido**

“Calle donde el tránsito circula en ambos sentidos”.

### **Calle de sentido único**

“Vía urbana donde sólo se permite la circulación del tránsito en un sentido”.

### **Calzada**

“Parte de la carretera destinada a la circulación de Vehículos. Se compone de un cierto número de carriles”.

### **Carretera**

“Vía de comunicación, generalmente interurbana, proyectada y construida fundamentalmente para la circulación de vehículos automóviles”.

### **Carril**

“Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito”.

### **Ciclo o Longitud de ciclo**

“Tiempo necesario para una secuencia completa de todas las indicaciones del semáforo”.

### **Conductor**

“Aquel sujeto que maneja el mecanismo de dirección o va al mando de un vehículo”.

### **Colisión**

“Impacto entre dos vehículos, un vehículo y un objeto, o un vehículo y una persona”.

### **Curva Horizontal**

“Arco circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal”.

### **Curva Vertical**

“Arco en elevación que conecta dos rasantes con diferente pendiente”.



## **D**

### **Derecho de vía**

Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

### **Dispositivos de control de tránsito**

Señales, marcas, semáforos y dispositivos auxiliares que tienen la función de facilitar al conductor la observancia estricta de las reglas que gobiernan la circulación vehicular, tanto en carreteras como en las calles de la ciudad.

### **Distancia de adelantamiento**

“Distancia necesaria para que, en condiciones de seguridad, un vehículo pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto. En el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto”.

## **E**

### **Estacionamiento**

“Lugar donde se proporciona espacio para estacionar fuera de la vía pública”.

### **Eje de la vía**

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

## **F**

### **Factor de Modificación de Accidentes**

“Factor utilizado para calcular el efecto de una contramedida sobre la accidentalidad”.



## **I**

### **Infraestructura vial**

“Es todo el conjunto de elementos que permite el desplazamiento de vehículos en forma confortable, segura y eficiente desde un punto a otro en un sistema vial”.

### **Intersecciones viales**

“Las intersecciones son áreas comunes a dos o más vías que se cruzan al mismo nivel o a desnivel”.

### **Intersección**

“Lugar en el que dos o más accesos se interceptan”.

### **Inventario Vial**

“Registro ordenado, sistemático y actualizado de una carretera en la cual se indica características físicas, ubicación y el estado operativo”.

## **M**

### **Marcas en el Pavimento**

“Demarcación de pavimento, son líneas y símbolos utilizados para reglamentar el movimiento de vehículos, estos pueden ser de color blanco o amarillo”.

## **P**

### **Peaje**

“Lugar donde se hace el pago correspondiente al derecho de tránsito o circulación”.

### **Peralte**

“Diferencia en la elevación de la parte exterior y la interior de una curva, en una carretera o vía”.

### **Pendiente**

“Inclinación de una rasante en el sentido de avance”.

## **R**

### **Radio**



“Es el valor límite de la curvatura para una velocidad de diseño dada, que se relaciona con la sobreelevación máxima y la máxima fricción lateral escogida para diseño”.

### **Ramal**

“Es un acceso a la intersección”.

### **Reductor de Velocidad**

“Tipo de dispositivo para el control de velocidad diseñado con la finalidad de obligar al conductor a disminuir la velocidad de operación”.

## **S**

### **Seguridad vial**

“Conjunto de acciones orientadas a prevenir o evitar los riesgos de accidentes de los usuarios de las vías y reducir los impactos sociales negativos por causa de la accidentalidad”.

### **Semáforos**

“Los semáforos son los elementos reguladores del tráfico por excelencia en las zonas urbanas”.

### **Señalización horizontal**

“Conjunto de rayas, marcas, símbolos y letras que se hacen con pintura o un material similar sobre el pavimento con el fin de regular el tránsito vehicular y de peatones”.

### **Señalización vertical**

“Es el conjunto de tableros de señalización vial fijados a postes, estructuras o construcciones, con símbolos o “leyendas” y que se instalan en la vía pública para regular el tránsito de vehículos y peatones. En cuanto a su función, la señalización vertical generalmente se clasifica en tres tipos: informativas, preventivas y reglamentarias”.

### **Superficie de Rodadura**

“Parte superior del pavimento, que soporta directamente las cargas del tráfico porque está destinada a la circulación de vehículos, no incluye berma”.

## **T**



### **Transito**

“Fenómeno ocasionado por la presencia de vehículos, personas y demás que circulan por una avenida, calle o autopista”.

### **Transitabilidad**

“Nivel de servicio de la infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo”.

### **V**

#### **Vehículo**

“Es el nexo entre el conductor que lo maneja y la vía que lo contiene”.

#### **Vehiculó Liviano**

“Vehículo automotor de peso bruto mayor a 1,5 t hasta 3,5 t”.

#### **Vehiculó Pesado**

“Vehículo automotor de peso bruto mayor a 3,5 t”.

#### **Velocidad**

“Se define como la relación entre el espacio recorrido y el tiempo que se tarda en recorrerlo”.

#### **Vía**

“Camino, arteria o calle destinada al paso de vehículos, comprende la plataforma y sus obras complementarias”.

#### **Volumen de tránsito**

“Volumen de Vehículos y peatones que transitan por una vía”.



## D.BIBLIOGRAFÍA

- Alcázar, J. C., & Cornejo, F. E. (2021). *Análisis y Propuesta de Mejora de la Seguridad Vial en la Avenida de Evitamiento de la Ciudad del Cusco Aplicando Una Inspección de Seguridad Vial de la Metodología del Manual de Seguridad Vial Msv-2017*. Cusco: Repositorio Universidad Andina del Cusco.
- Altamira, A. (2008). *Herramienta para la Evaluación del Diseño Geométrico de Caminos Rurales*. San Juan.
- Aroldo, F. C. (2014). “ANÁLISIS DE CONSISTENCIA DE TRAZADO EN CAMINOS DE MONTAÑA, EN LA REPÚBLICA DE GUATEMALA”. Guatemala: Universidad de San Carlos.
- Cardenas Grisales, J. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras*. Colombia: Ecoe Ediciones.
- Castelló, D. L. (2020). *Evaluación de la seguridad vial mediante modelos de consistencia*. Valencia: Universidad Politecnica de Valencia.
- Cespedes Abanto, J. (2001). *Carreteras Diseño Moderno*. Cajamarca.
- Echaveguren, T. (2013). *Perfiles de velocidad de Operacion en Curvas Horizontales Aisladas*. Concepción.
- Egg, E. (1987). *Técnicas de investigación social*. México: El Ateneo.
- Gomez Allende, G. R. (2017). *Evaluacion de la seguridad vial - Nominal de la carretera Enaco - Abra Ccorao de acuerdo a la consistencia del diseño geometrico*. Cusco: Universidad Andina del Cusco.
- Grisales, J. C. (2013). *Diseño Geometrico de Carreteras*. Bogota: ECOE EDICIONES.
- Hernández Sampieri, R. (2014). *Metodología de la investigación*. Mexico : McGRAW-HILL.
- Hernandez, R., & Fernández, C. B. (2014). *Metodología de la investigación (Quinta ed.)*. México: Mc Graw Hill.
- Hernández, R., Fernández, C., & Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGrawHill.



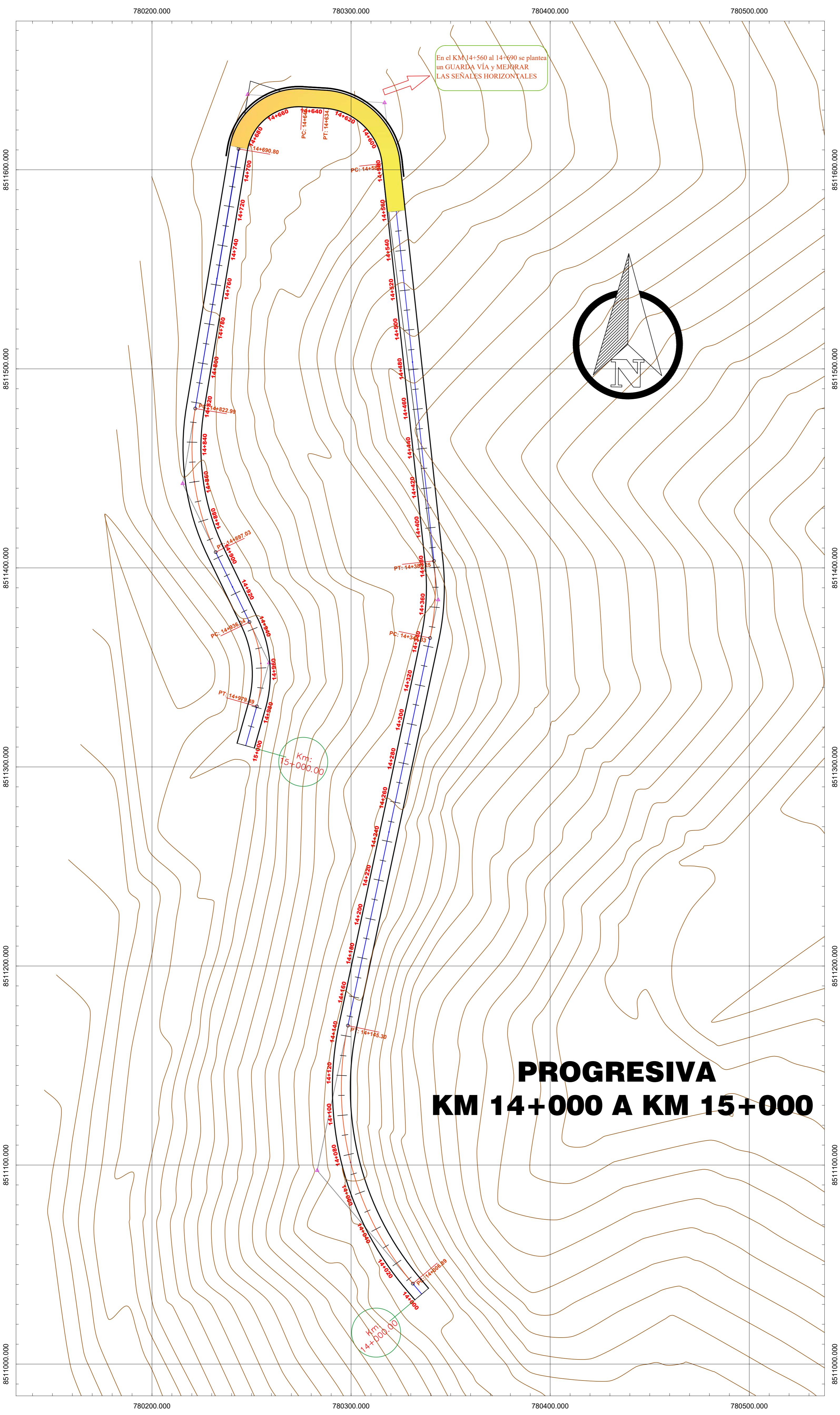


- Huaman, F. R. (2018). *“EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA.*  
Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca.
- Huaman, F. R. (2018). *“EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA.*  
Cajamarca: Universidad Nacional de Cajamarca .
- Hyman, H. (1984). *Diseño y análisis de las encuestas sociales.* Buenos Aires: Amorrortu.
- J.J. Posada-Henao, S. C.-A.-G. (2014). Consistencia en el diseño prediccion de la velocidad de operacion en carreteras. *Ingenieria Solidaria*, 30-47.
- Manual DG . (2018). *Manual DG 2018.* Lima: MTC.
- Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (2018). *Manual de Diseño Geometrico de Carreteras DG 2018.* Lima: MTC.
- MTC. (2016). *Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras.* Lima: MTC. Obtenido de [http://transparencia.mtc.gob.pe/idm\\_docs/normas\\_legales/1\\_0\\_3730.pdf](http://transparencia.mtc.gob.pe/idm_docs/normas_legales/1_0_3730.pdf)
- MTC. (2017). *Manual de Seguridad Vial.* Lima: MTC.
- Rodríguez, M. (2010). *Métodos de investigación.* México: Universidad Autónoma de Sinaloa.
- Rojas, V. A. (2013). *Analisis de las Caracteristicas geometricas de la ruta PE-06 A en el departamento de Lamabayeque con propuesta de solucion al empalme PE-1N en el area metropolitana de Chiclayo.* Lima: Universidad San Martin de Porras, Lima- Peru.
- Rondon Quintana, H., & Reyes Lizcano, F. (2015). *Pavimentos , Materiales, Construcción y Diseño .* Mexico: ECOE.
- Ximena Llanos Lopez, K. J. (2019). *Diseño Geometrico para la mejora de la seguridad vial del tramo con mayor concentracion de accidentes de transito en el distrito de el Agustino, Lima-Peru.* Lima: Universidad San Martin de Porres.
- Yucra, E. C. (2018). *GRADO DE CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA CUSCO – URCOS.* Cusco: Universidad Nacional San Antonio Abad del Cusco.



## **E. ANEXOS**





**PROGRESIVA  
KM 14+000 A KM 15+000**

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL SUPERIOR DE EDUCACIÓN TECNOLÓGICA Y PROFESIONAL  
UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO  
CALLE SAN DOMINGO DE LOS BAÑOS 1001, CUSCO, PERÚ

**PLANTA  
KM 14+000 AL KM 15+000**

PROFESOR: Ing. Edwin Quispe Alvarado  
PROFESORA: Ing. Yenny Yover Poma Soto Cruz  
ALUMNO: Ing. Helder Leon Acuña Caceres

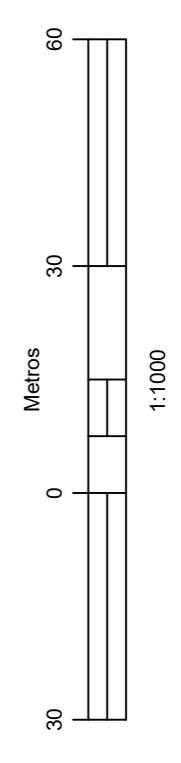
FECHA: 10/09/2023

ESCALA: 1:1000

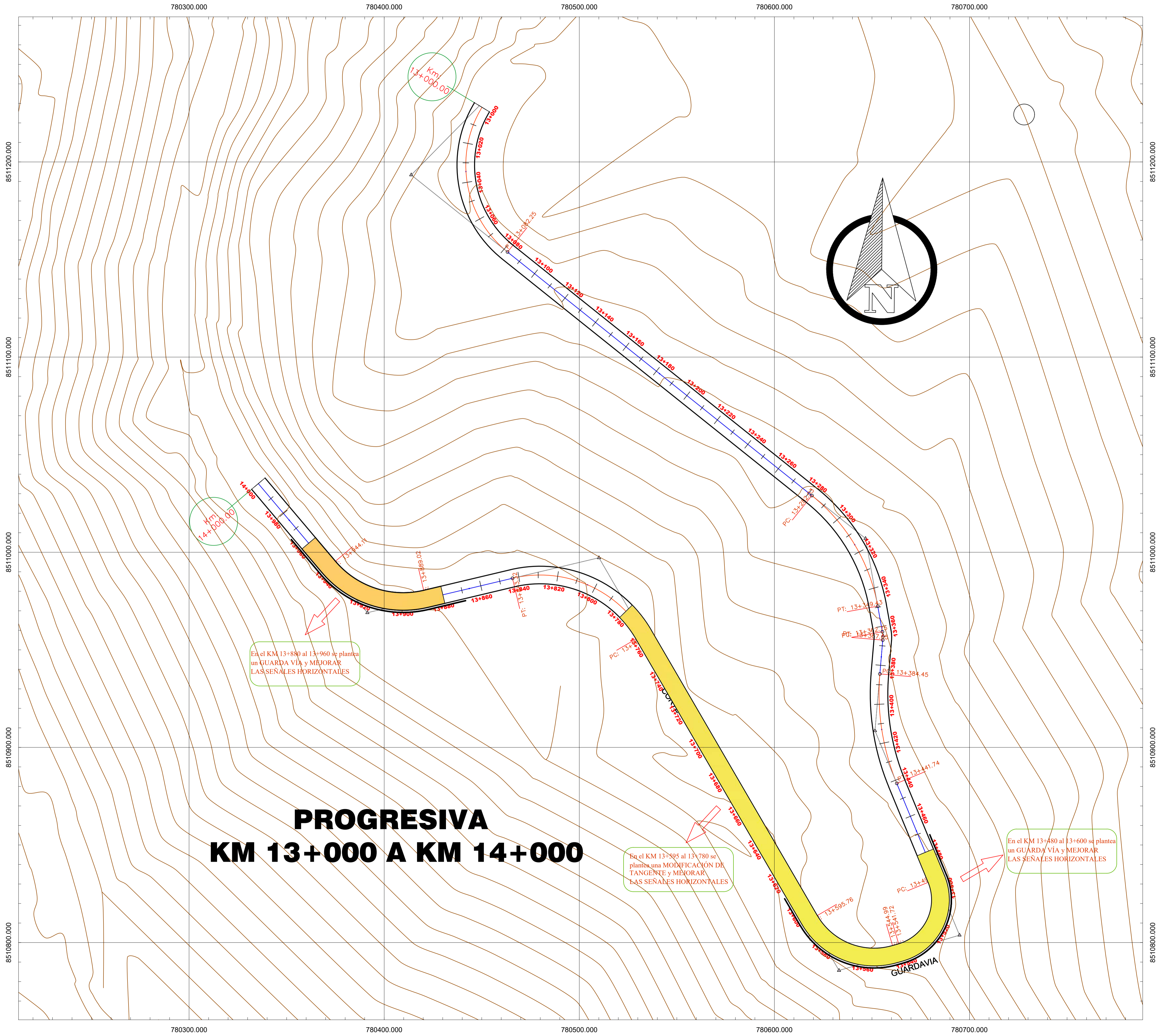
PROYECTO: E.P.A.

OPERA: E.P.A.

SECCION: PP-15

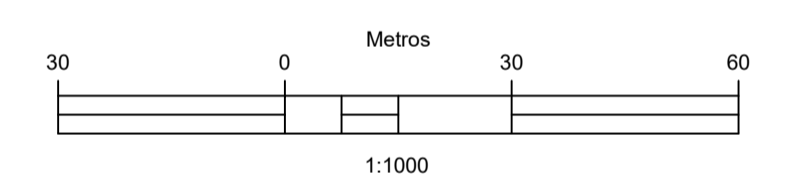


PROGRESIVA	PLANTEAMIENTO
INICIO 14+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
FINAL 14+600	GUARDA VÍA



**PROGRESIVA  
KM 13+000 A KM 14+000**

PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
13+000	14+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
13+480	13+600	GUARDA VIA
13+595	13+780	MODIFICACION DE TANGENTE
13+880	13+960	GUARDA VIA

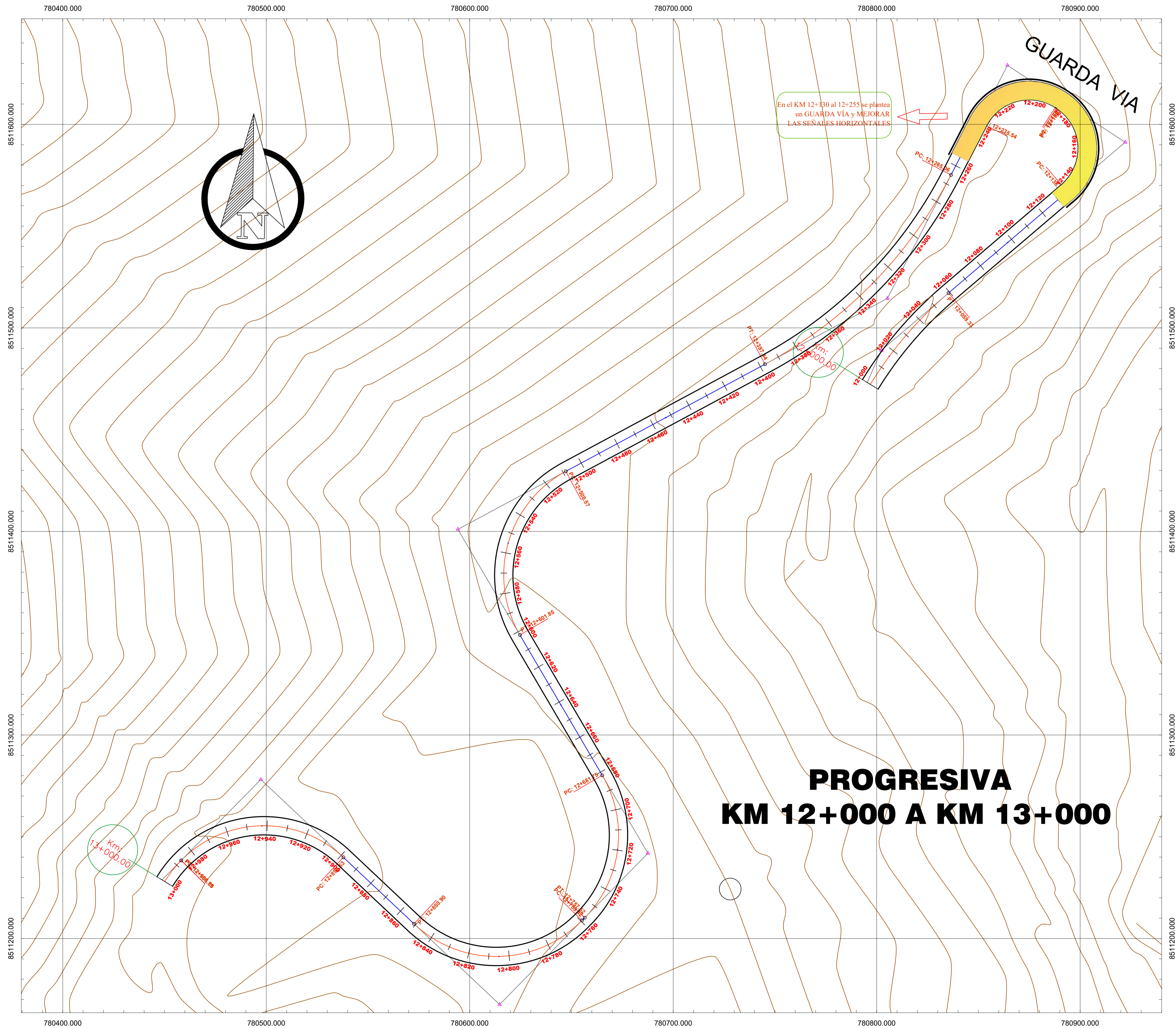


En el KM 13+880 al 13+960 se plantea un GUARDA VÍA y MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

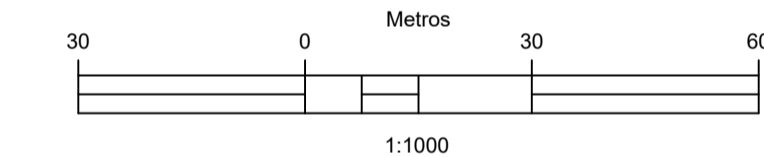
En el KM 13+595 al 13+780 se plantea una MODIFICACIÓN DE TANGENTE y MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

En el KM 13+480 al 13+600 se plantea un GUARDA VÍA y MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
		<small>                 TESIS:                  ANÁLISIS Y PROYECCIÓN DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA NACIONAL PELORE SECUNDO AL INTERSECCION                  1. LINEA AMBROSIO DE LA C. P. PARACALLA, SECTOR HUAYLAHUAYO - EN LA CARRETERA NACIONAL PELORE SECUNDO AL INTERSECCION DE                  RECORDAR VIAL DE LA RED VIAL DEL TALLER DE SEGURIDAD VIAL DEL 2017.             </small>		
<small>                 UBICACIÓN:                  REGION: CUSCO                  PROVINCIA: ANDA                  DISTRITO: UMBAYO                  C.P.: PARACALLA             </small>		<small>                 PRESENTADO:                  Bach. Eduardo Orrego Alvarado                  Bach. Jesús Xavier Pantoja Santos Cruz             </small>		<small>                 CÁMARA:             </small>
<small>                 PLANO:  <b>PLANTA                  KM 13+000 AL KM 14+000</b> </small>		<small>                 ASESOR:                  Ing. Hebert Iván Zavala Guzmán             </small>		<h1>PP-14</h1>
<small>                 ESCALA: 1:1000             </small>		<small>                 FECHA: Octubre del 2022                  TOPOGRAFIA: B.P.A.                  DIBUJO: B.P.A.             </small>		

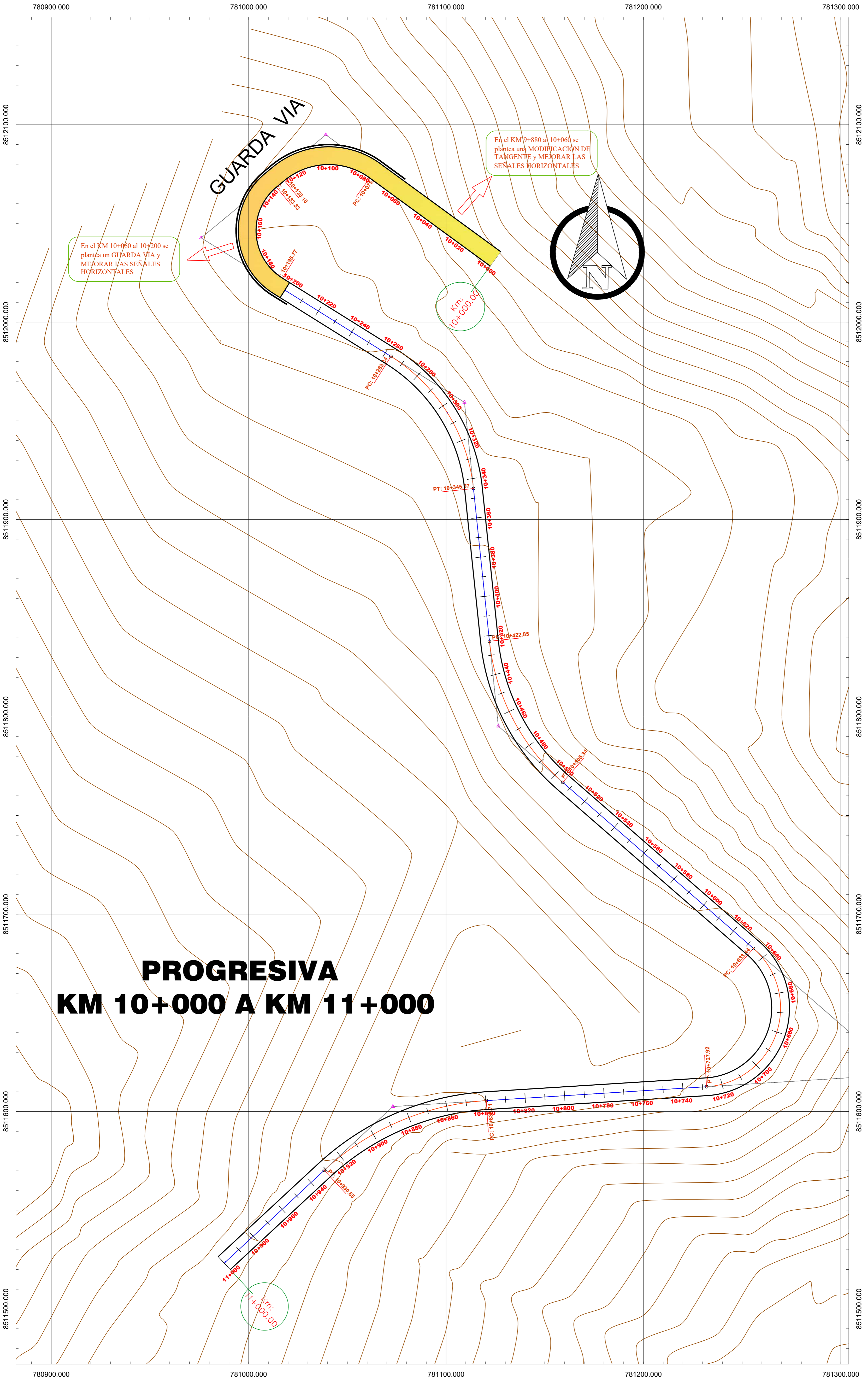


PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
12+000	13+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
12+130	12+255	GUARDA VÍA



		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
<small>TÍTULO: PLANTAS PROYECTO DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRERA NACIONAL PUNO DE ACCESO AL INTERIOR DE LOS ANDES MUNICIPIO DE SACO PAMPACOLA, DEPARTAMENTO DE URUBUJA, CUSCO. TÍTULO DEL MAPA: MEJORA DE LAS SEÑALES HORIZONTALES Y GUARDA VÍA DE LA RUTA NACIONAL DEL SACO - 2017</small>					
<b>PLANTA</b>					
<b>KM 12+000 AL KM 13+000</b>					
<small>UBICACION:</small> REGION: CUSCO PROVINCIA: URUBUJA DISTRITO: PAMPACOLA	<small>PRESENTADO:</small> Ing. Edwin Quiroz Alvarado Ing. Javier Pantoja Cruz	<small>LÁMINA:</small> <b>PP-13</b>			
<small>ESCALA:</small> 1:1000 <small>FECHA:</small> Octubre del 2022	<small>TOPOGRAFIA:</small> B.P.A. <small>DEBUI:</small> B.P.A.				





# PROGRESIVA KM 10+000 A KM 11+000

**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

INSTITUTO TECNOLÓGICO DE INGENIERÍA CIVIL

PROYECTO: **PLANTA**

ALINEAMIENTO: **KM 10+000 AL KM 11+000**

FECHA: 13/03/2022

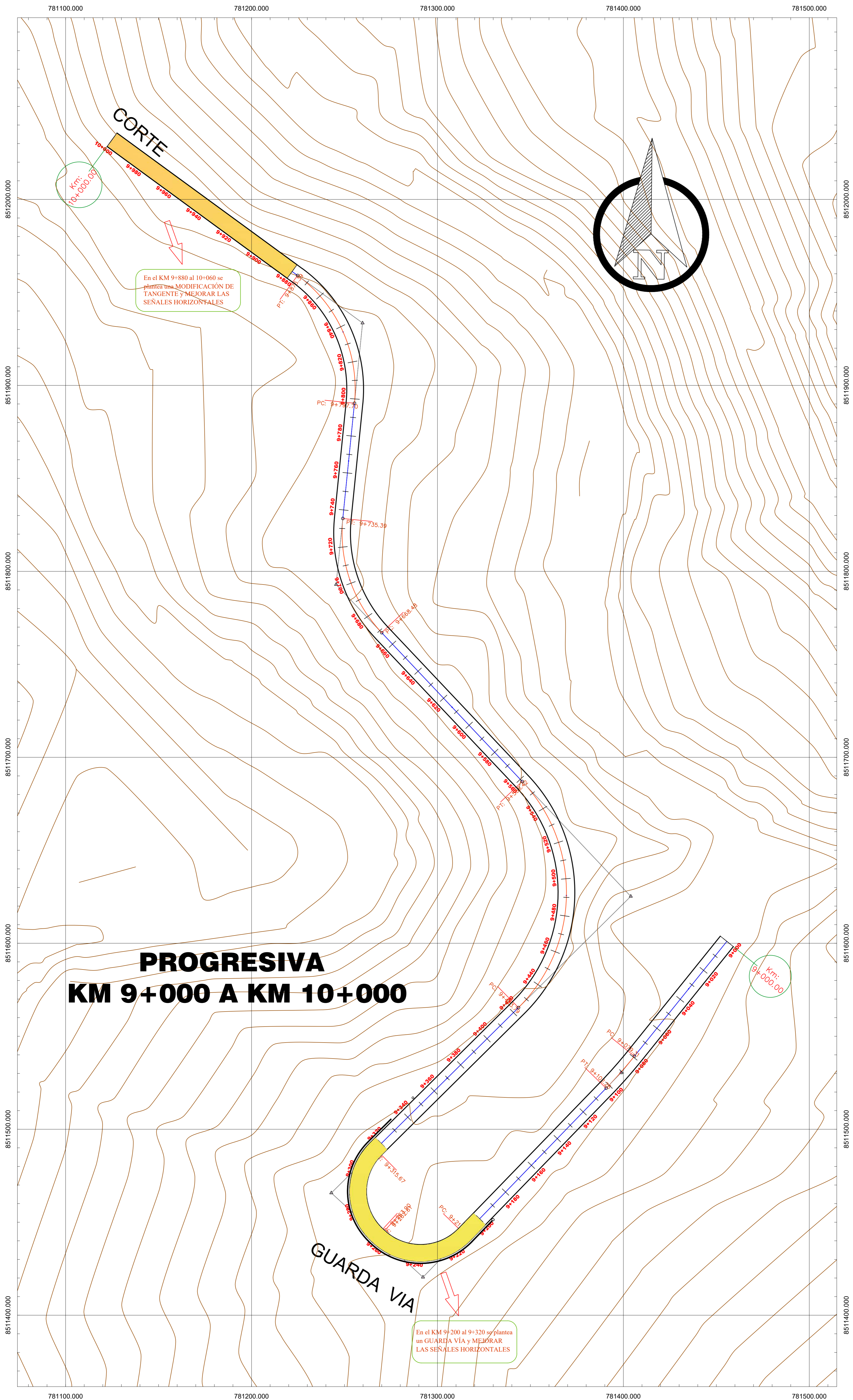
PROFESOR: Ing. Helder Acosta Zúñiga

ESTUDIANTE: E. P. A.

**PP-11**

PROGRESIVA	PLANTEAMIENTO
INICIO	10+000
FINAL	11+000
10+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
9+880	MODIFICACION DE TANGENTE
10+060	GUARDA VIA
10+200	



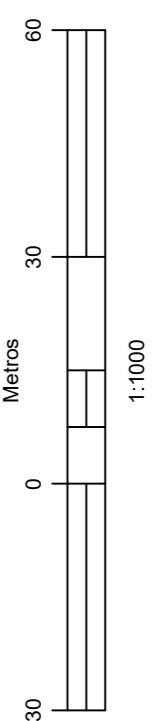


UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

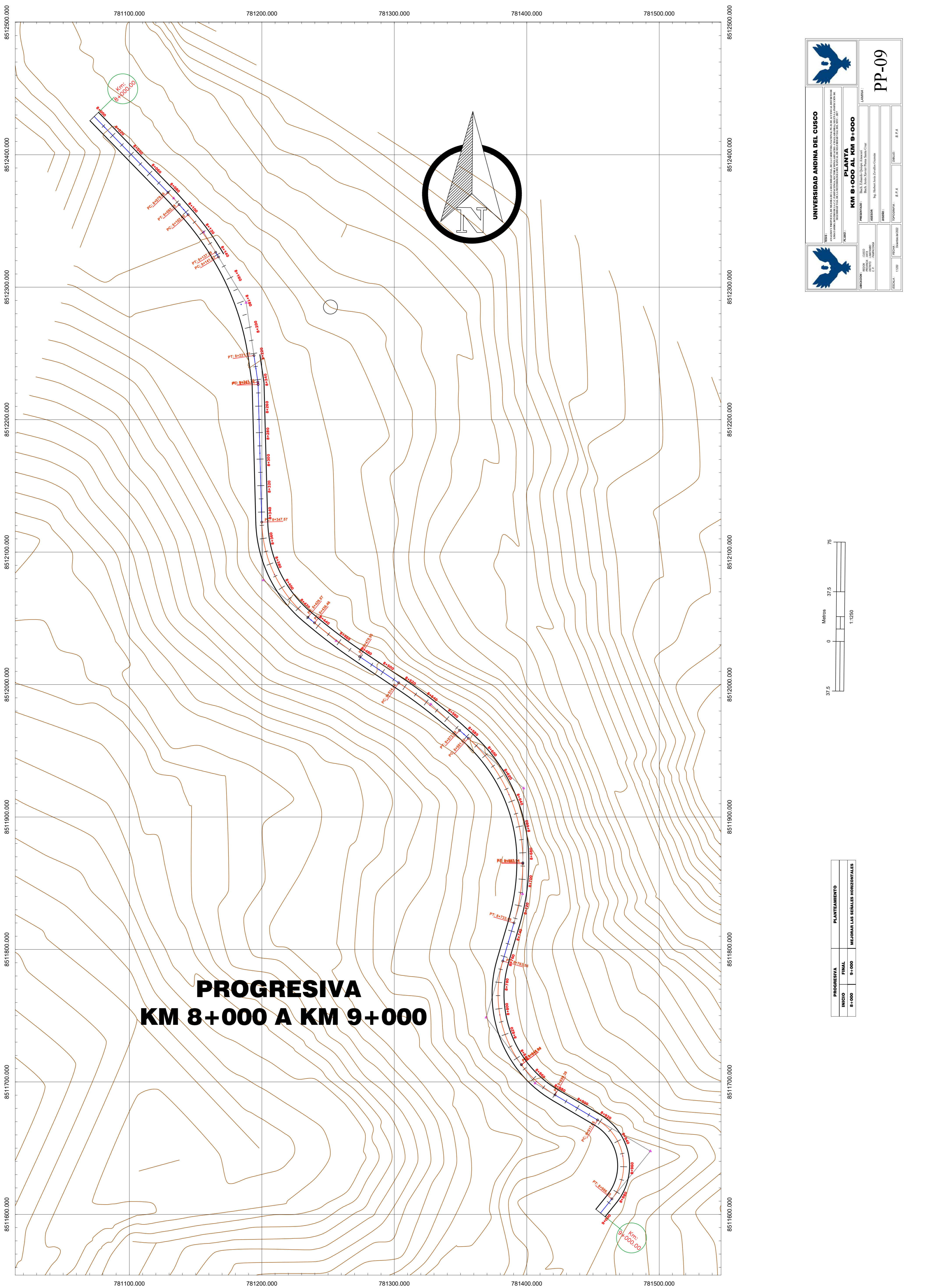
PLANTA  
KM 9+000 AL KM 10+000

PROFESOR: Ing. Edwin Ochoa Soto  
PROFESORA: Ing. Nancy Torres Torres  
ESTUDIANTE: Ing. Helder Anzoátegui



PP-10

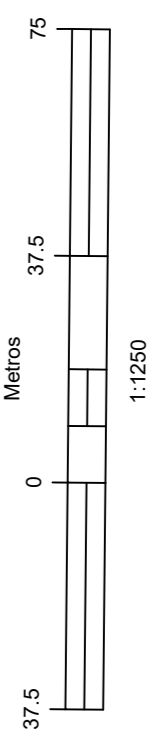


PROGRESIVA	PLANTEAMIENTO
INICIO 9+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
FINAL 10+000	GUARDA VIA
9+200	MODIFICACION DE TANGENTE
9+880	
10+000	



**PROGRESIVA  
KM 8+000 A KM 9+000**

			
<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
<small>INSTITUTO Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico                  Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico                  Vicerrectoría de Investigación y Desarrollo Científico y Tecnológico</small>			
PLANTA <b>KM 8+000 AL KM 9+000</b>		LAJUNTA: PRESENTADO: Bach. Eduardo Quispe Álvarez BACH. JUAN CARLOS PÉREZ SANCHEZ TITULAR: Ing. Roberto Flores Zúñiga DISEÑO:	
TÍTULO: PLAN DE C.P.:	FECHA: 1/2020	ESCALA: B.P.A.	B.P.A.



PROGRESIVA	PLANTEAMIENTO
INICIO 8+000	MEJORAR LAS SEMILLAS HORIZONTALES
FINAL 9+000	

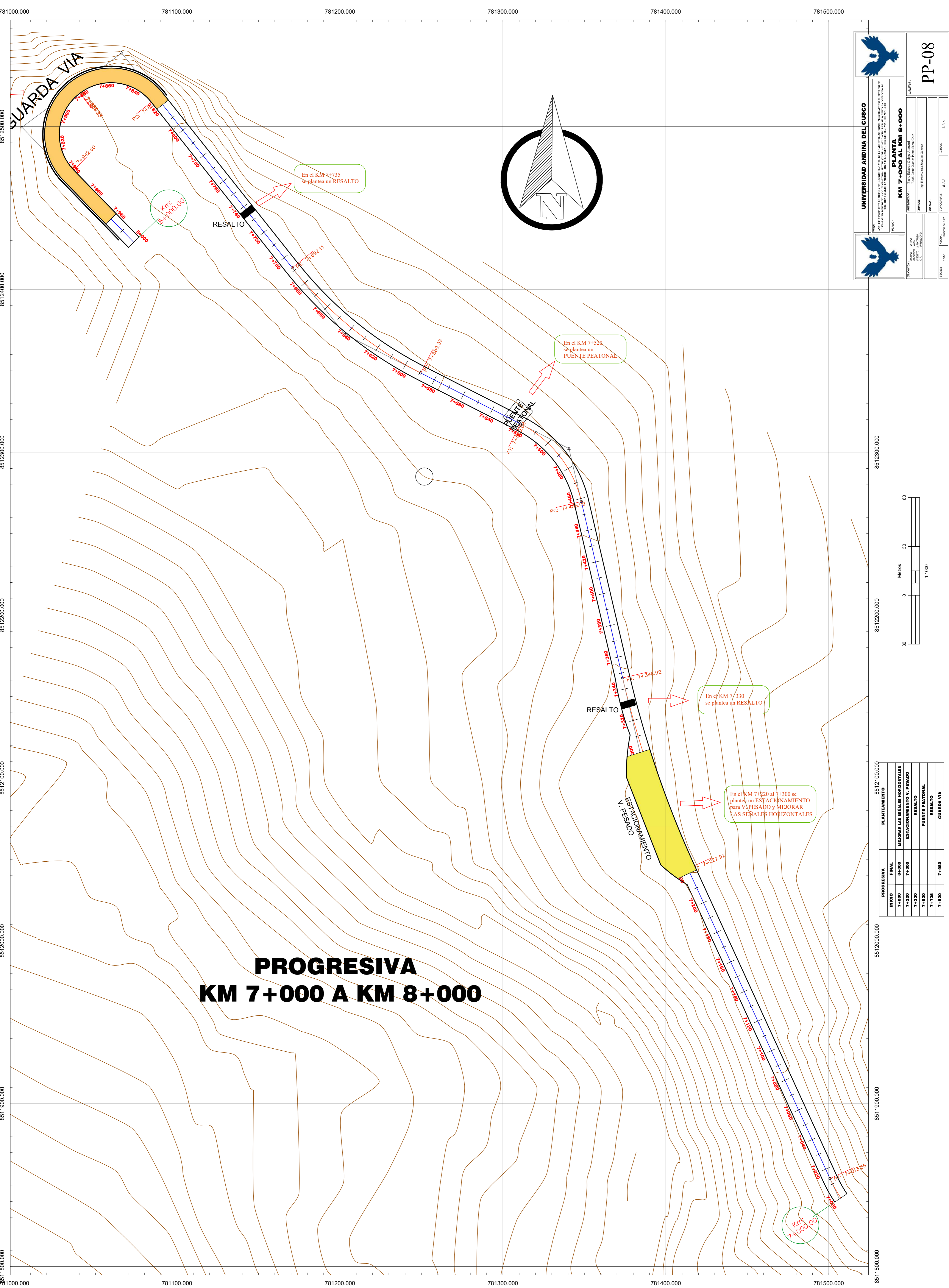
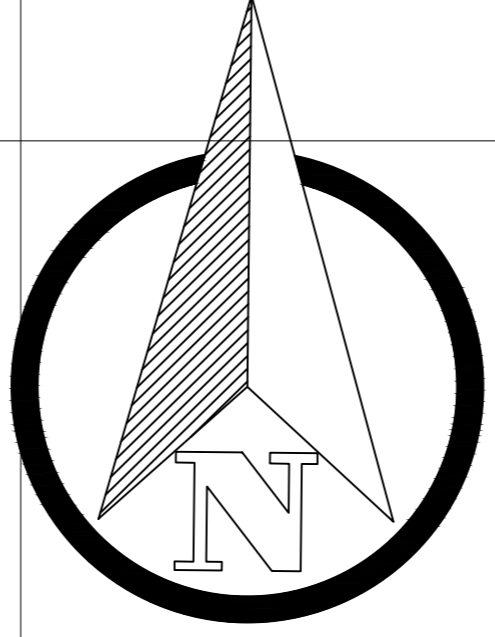
PP-09

UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO

PLANTA  
KM 7+000 AL KM 8+000

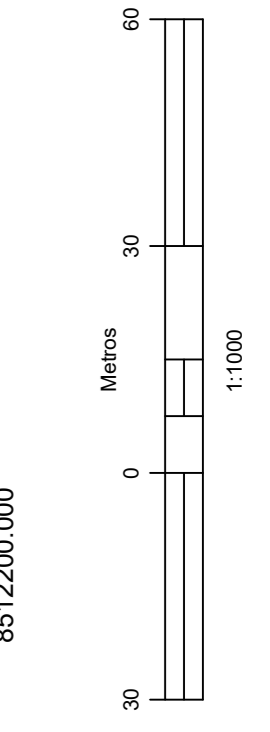
PP-08

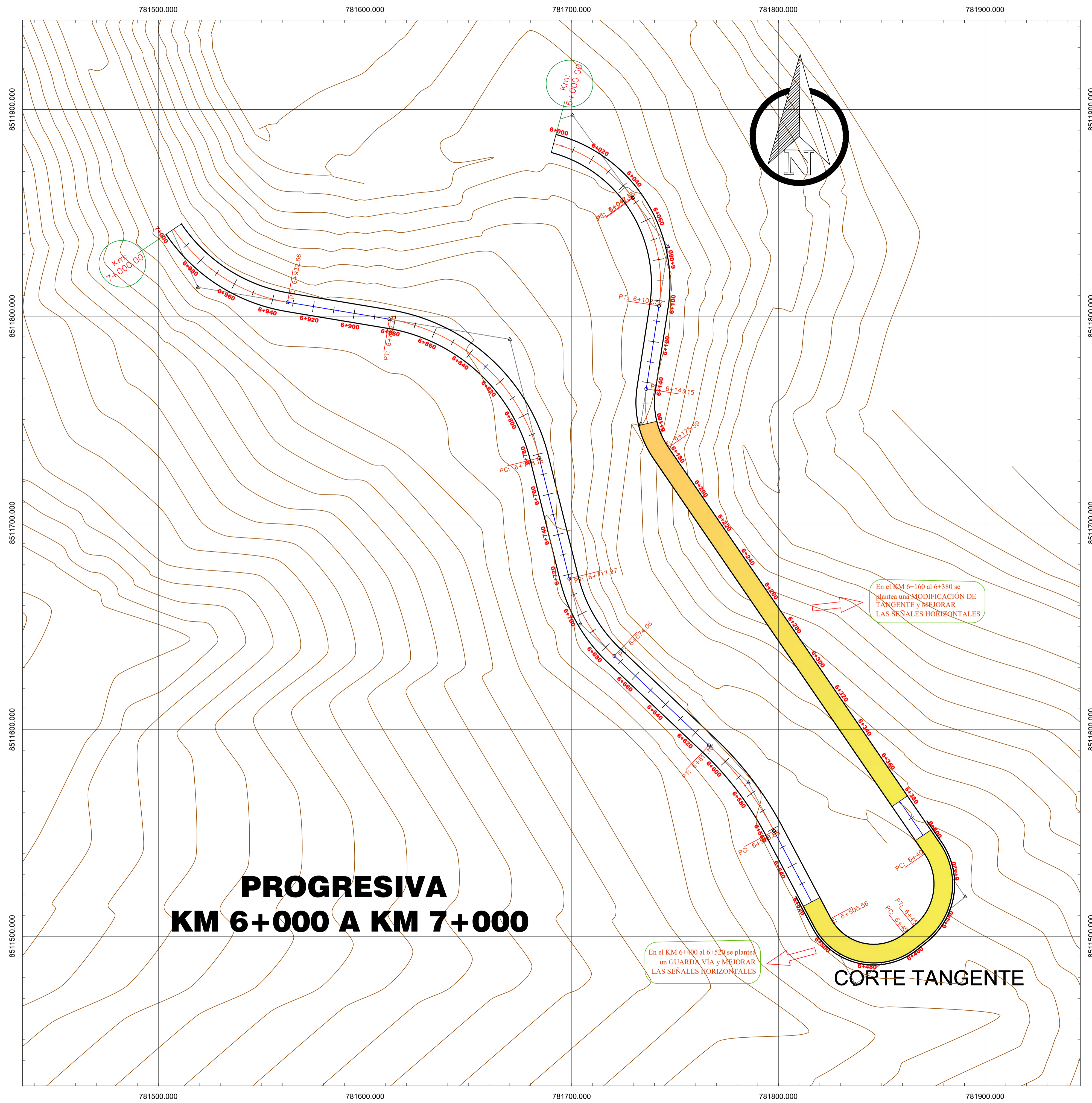
PROYECTO: ...  
PRESENTADO: ...  
ASISTENTE: ...  
DISEÑADO: ...  
REVISADO: ...  
AUTORIZADO: ...



**PROGRESIVA  
KM 7+000 A KM 8+000**

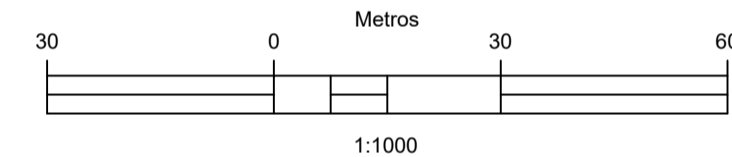
PROGRESIVA	FINAL	PLANTEAMIENTO
7+000	8+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
7+250	7+300	ESTACIONAMIENTO Y PEZAJEO
7+350	7+400	RESALTO
7+450	7+500	PUENTE PEATONAL
7+735	7+800	RESALTO
7+820	7+900	GUARDA VIA





**PROGRESIVA  
KM 6+000 A KM 7+000**

PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
6+000	7+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
6+160	6+380	MODIFICACION DE TANGENTE
6+400	6+520	GUARDA VIA

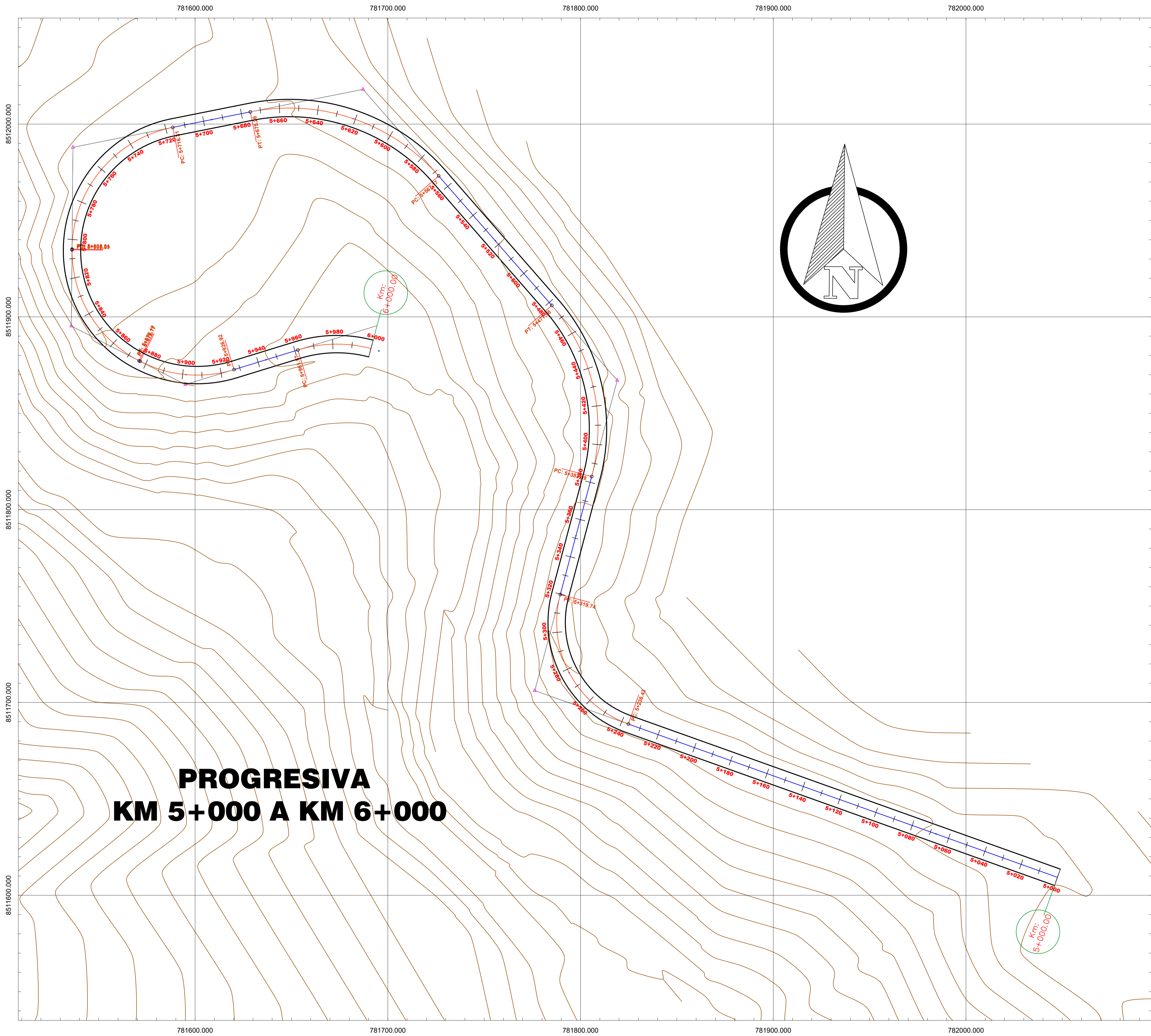


En el KM 6+000 al 6+520 se plantea un GUARDA VÍA y MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

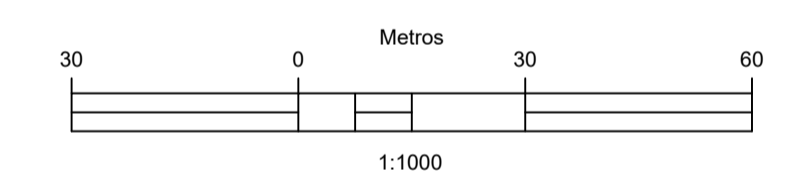
En el KM 6+160 al 6+380 se plantea una MODIFICACION DE TANGENTE y MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

**CORTE TANGENTE**

		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
TÍTULO: OBRAS DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA NACIONAL PLAN DE SECCION A DISTRITO DE LINDA AMBA, DISTRITO DE L.A.C. - PUNTA CANCHA, SECTOR PUNTA CANCHA - OVALO CANCHA, MEJORA LA INSPECCION DE SEGURIDAD VIAL DE LA METROLOGIA DEL MANEJO DE SEGURIDAD VIAL DEL ITCV. 2017					
<b>PLANTA KM 6+000 AL KM 7+000</b>					
UBICACION:	REGION: CUSCO	PRESENTADO:	Bach. Eduardo Chorro Atanasi	LAMINA:	
	PROVINCIA: ANDA		Bach. Jesús Xavier Palma Santa Cruz		
	DISTRITO: LINDA AMBA	ASESOR:	Ing. Hebert Jesús Zevallos Guzmán		
	C.P.: PUNTA CANCHA	DISEÑO:			
ESCALA:	1:1000	FECHA:	Diciembre del 2022	TOPOGRAFIA:	B. P. A.
				DEBUIO:	B. P. A.
					<b>PP-07</b>




PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
5+000	6+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES



**PROGRESIVA  
KM 5+000 A KM 6+000**

<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
<small>RESERVA DE DERECHOS. Queda permitida la reproducción parcial o total de esta obra en cualquier medio electrónico o impreso, siempre y cuando se cite la fuente original y se permita la distribución de esta obra en su totalidad. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad. No se permite la explotación económica ni la transformación de esta obra. Queda permitida la impresión en su totalidad.</small>		
<b>PLANTA KM 5+000 AL KM 6+000</b>		
<small>UBICACION:</small> REGION: CUSCO PROVINCIA: AJOJA DISTRITO: JAMPICORA	<small>PRESENTADO:</small> Bach. Roberto Olivero Acosta Bach. Jesús Xavier Pantoja Santa Cruz	<small>LAMINA:</small> <b>PP-06</b>
<small>ASERDOR:</small> Ing. Herbert Iván Zavellos Cordero	<small>ESCALA:</small> 1:1000	<small>FECHA:</small> Octubre del 2022
<small>TOPOGRAFIA:</small> B. P. A.	<small>DIBUJO:</small> B. P. A.	



**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

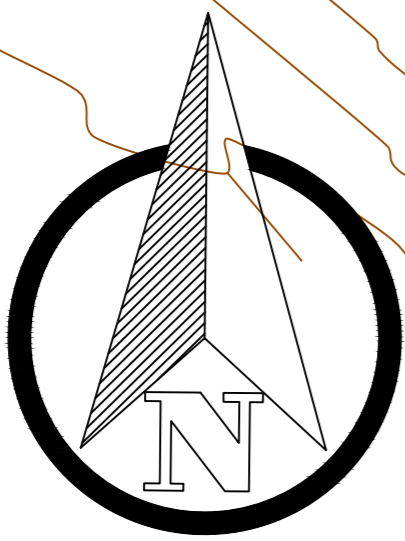
RECTOR: MSc. JUAN JOSÉ PÉREZ GARCÍA  
 VICERECTOR ADMINISTRATIVO: MSc. JUAN JOSÉ PÉREZ GARCÍA  
 VICERECTOR ACADÉMICO: MSc. JUAN JOSÉ PÉREZ GARCÍA  
 VICERECTOR DE INVESTIGACIÓN: MSc. JUAN JOSÉ PÉREZ GARCÍA  
 VICERECTOR DE EXTENSIÓN Y RELACIONES PÚBLICAS: MSc. JUAN JOSÉ PÉREZ GARCÍA

**PLANTA**  
**KM 4+000 AL KM 5+000**

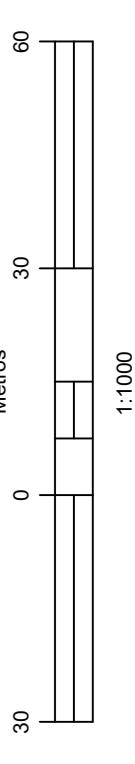
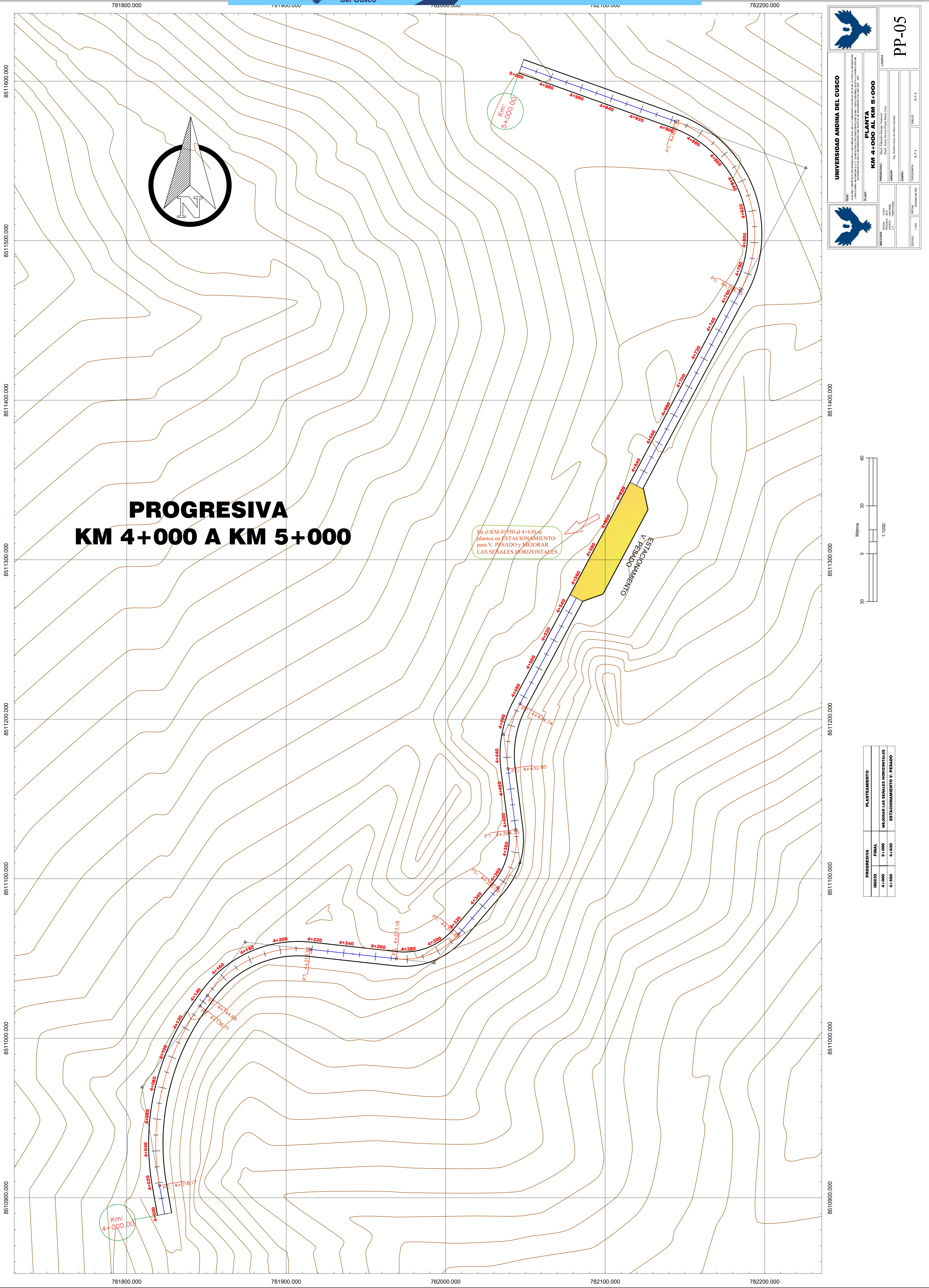
PROYECTADO: Ing. Víctor José Zavala Coronado  
 ASESOR: Ing. Víctor José Zavala Coronado  
 DISEÑO: Ing. Víctor José Zavala Coronado

FECHA: 10/08/2022  
 ESCALA: 1:1000  
 DIBUJO: B.P.A.  
 B.P.A.

**PP-05**

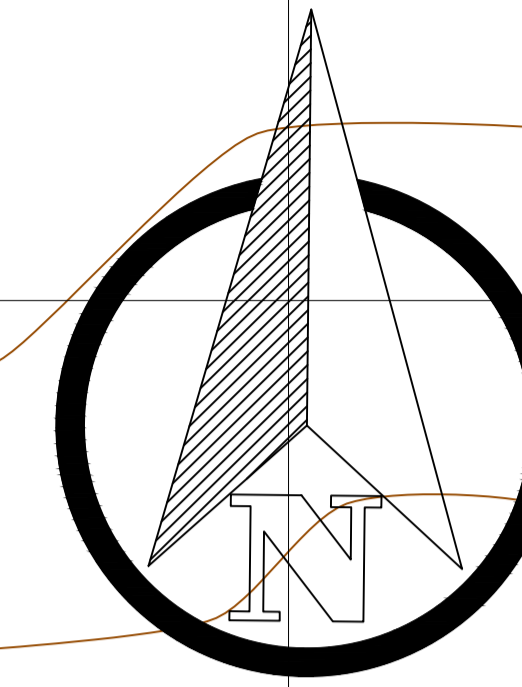


# PROGRESIVA KM 4+000 A KM 5+000

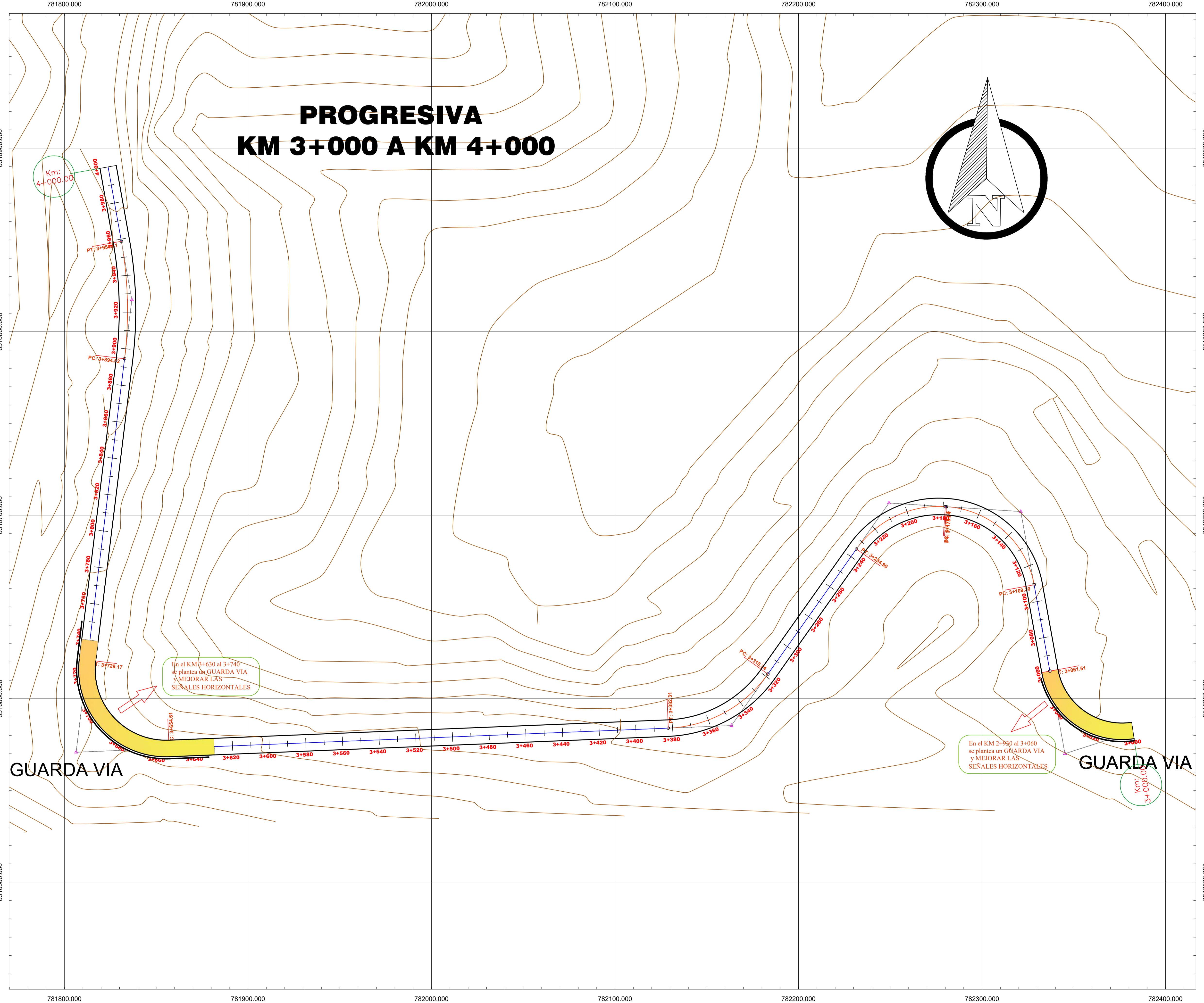
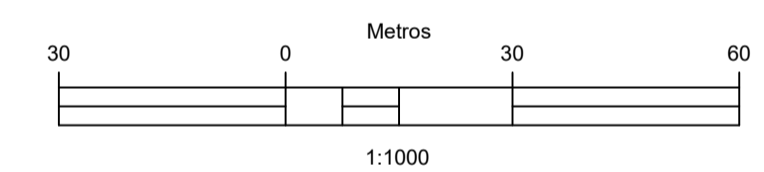


PROGRESIVA	PLANTEAMIENTO
INICIO	MEJORA LAS SEÑALES HORIZONTALES
4+000	ESTACIONAMIENTO V. PESADO
4+550	
4+630	

# PROGRESIVA KM 3+000 A KM 4+000



PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
3+000	4+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
2+930	3+060	GUARDA VIA
3+630	3+740	GUARDA VIA

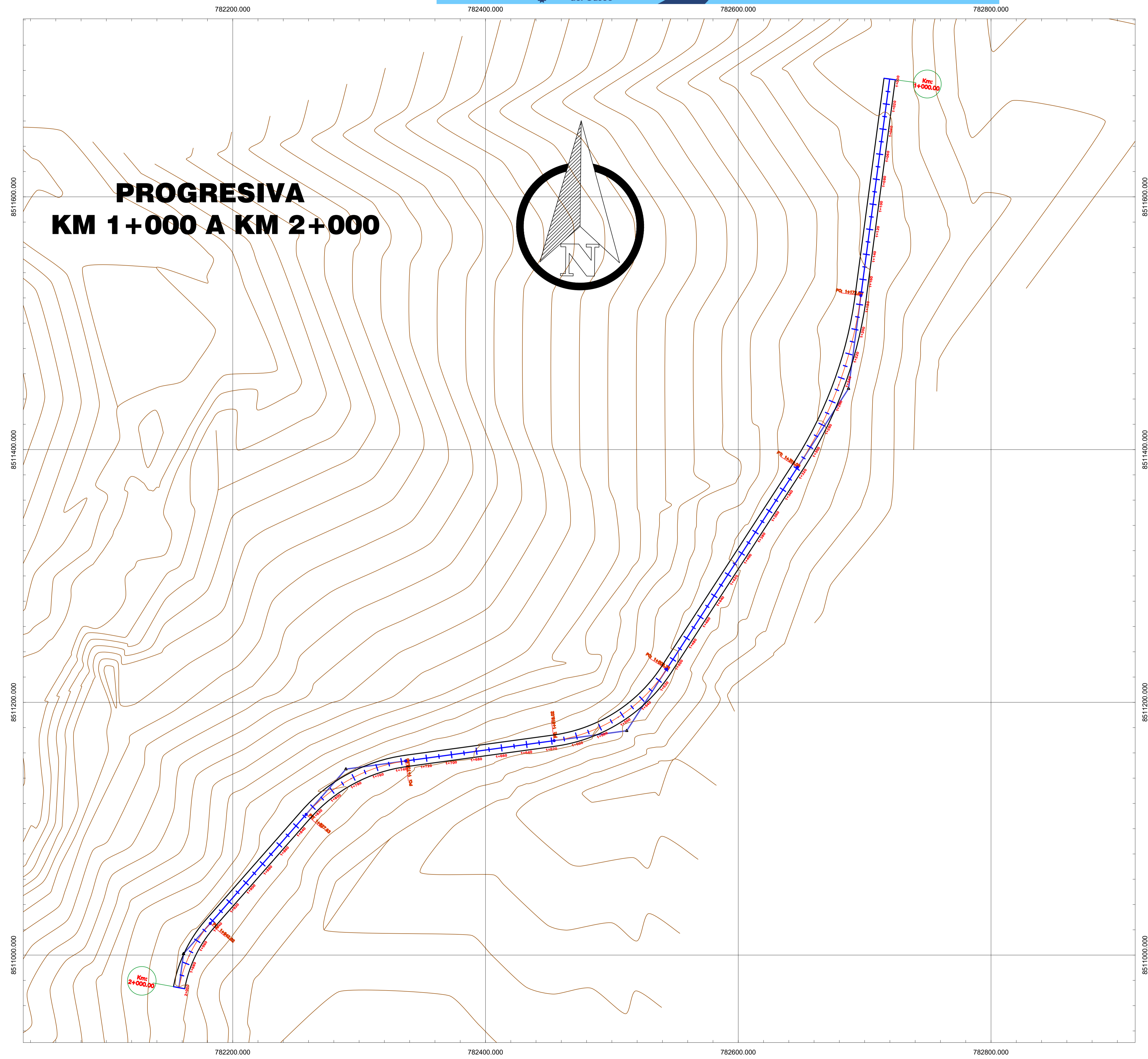
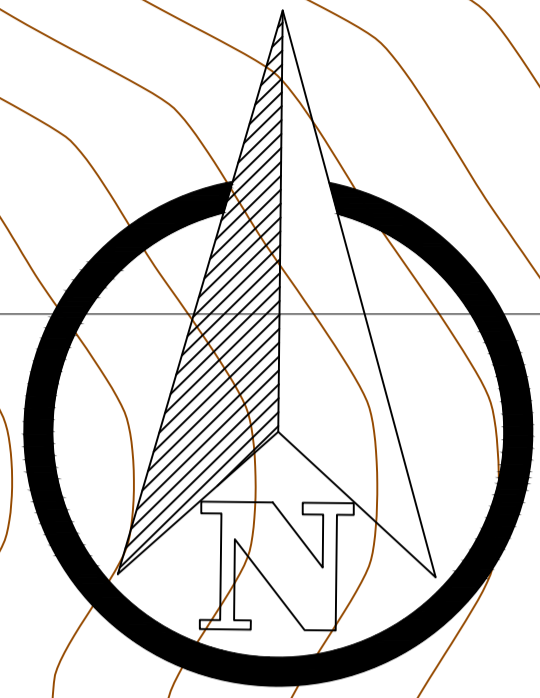


<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		
<small>FECHA: 15/05/2022                  PLANO: 1:1000</small>		
<b>PLANTA KM 3+000 AL KM 4+000</b>		
<small>UBICACION:                  REGION: CUSCO                  PROVINCIA: AJOJA                  DISTRITO: SAN RAMON                  C.C.: FARMACOLOGICA</small>	<small>PRESENTADO POR:                  Inge. Eduardo Quiroga Alvarado                  ASesorado por:                  Inge. Heriberto Zúñiga Cusillos</small>	<small>LAMINA:                  PP-04</small>
<small>ESCALA: 1:1000</small>	<small>FECHA: 05/05/2022</small>	<small>TOPOGRAFIA: B.P.A.                  DISEÑO: B.P.A.</small>

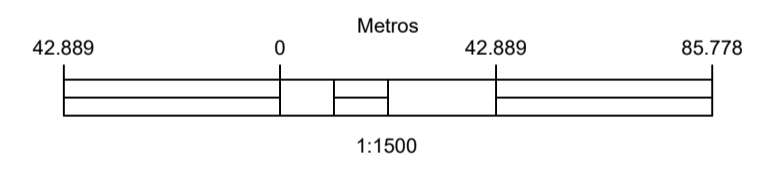




# PROGRESIVA KM 1+000 A KM 2+000

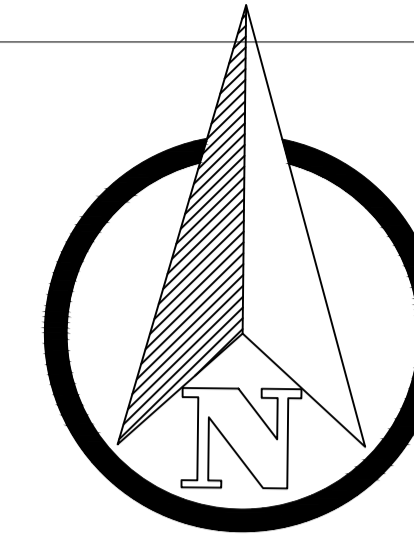


PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
1+000	2+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

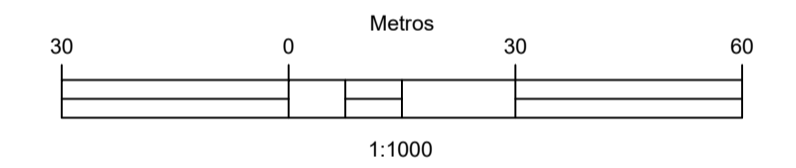


<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		<b>PLANTA KM 1+000 AL KM 2+000</b>	
<small>RECTOR: MSc. Edmundo Quirpe Alarcón  <small>PROCTOR: MSc. Juan Carlos Quirpe Alarcón  <small>DECANO: MSc. Juan Carlos Quirpe Alarcón  <small>C.F.: MSc. Juan Carlos Quirpe Alarcón</small> </small> </small> </small>		<small>PRESENTADO: Ing. Herbert José Zavalta Guzmán  <small>ASESOR: Ing. Herbert José Zavalta Guzmán  <small>DISEÑO: Ing. Herbert José Zavalta Guzmán</small> </small> </small>	
ESCALA: 1:1500	FECHA: Diciembre del 2022	TOPOGRAFIA: B.P.A.	DIBUJO: B.P.A.
			<b>PP-02</b>

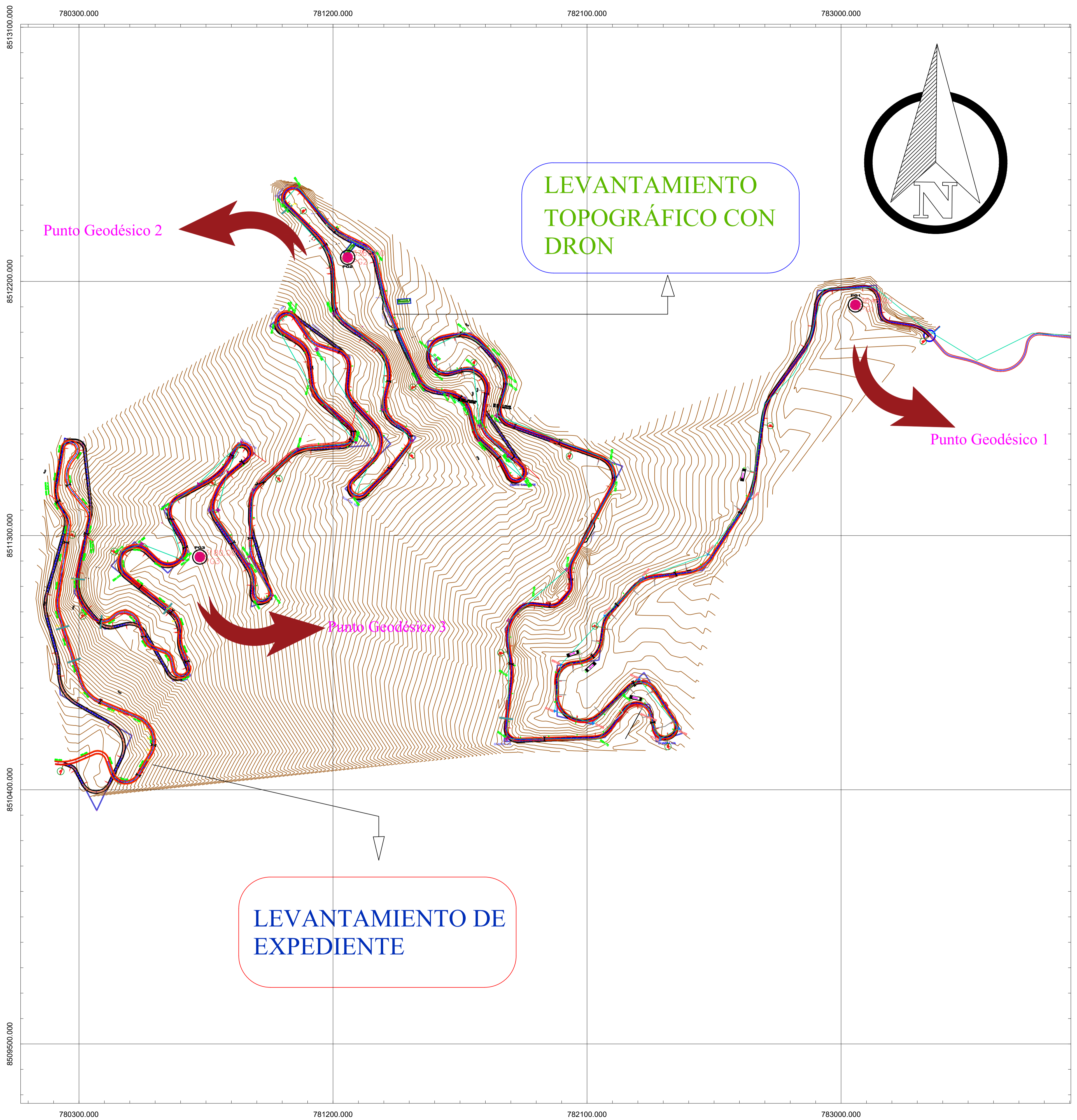
# PROGRESIVA KM 0+000 A KM 1+000



PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
0+000	1+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES



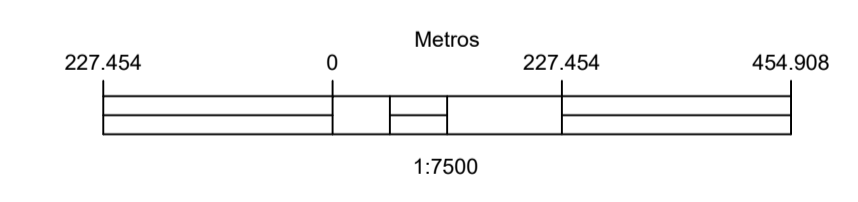
<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>		<b>PLANTA KM 0+000 AL KM 1+000</b>	<b>PP-01</b>
<small>FEEL: UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO. INSTITUCIÓN EDUCATIVA DE NIVEL SUPERIOR. AV. SAN PEDRO DE CAYMA 100. CUSCO. PERÚ. TEL: 051 052 222 222. WWW.UACUSCO.EDU.PE</small>			
<small>UBICACIÓN: REGION CUSCO, PROVINCIA AREMA, DISTRITO JAMPESQUE</small>	<small>PRESENTADO: Ing. Eduardo Quiroz Alvarado</small>	<small>ASESOR: Ing. Herbert Sotelo Escobedo</small>	<small>LÁMINA:</small>
<small>ESCALA: 1:1000</small>	<small>FECHA: Octubre del 2022</small>	<small>TOPOGRAFÍA: B.P.A.</small>	<small>DIBUJO: J.A.C.P.</small>



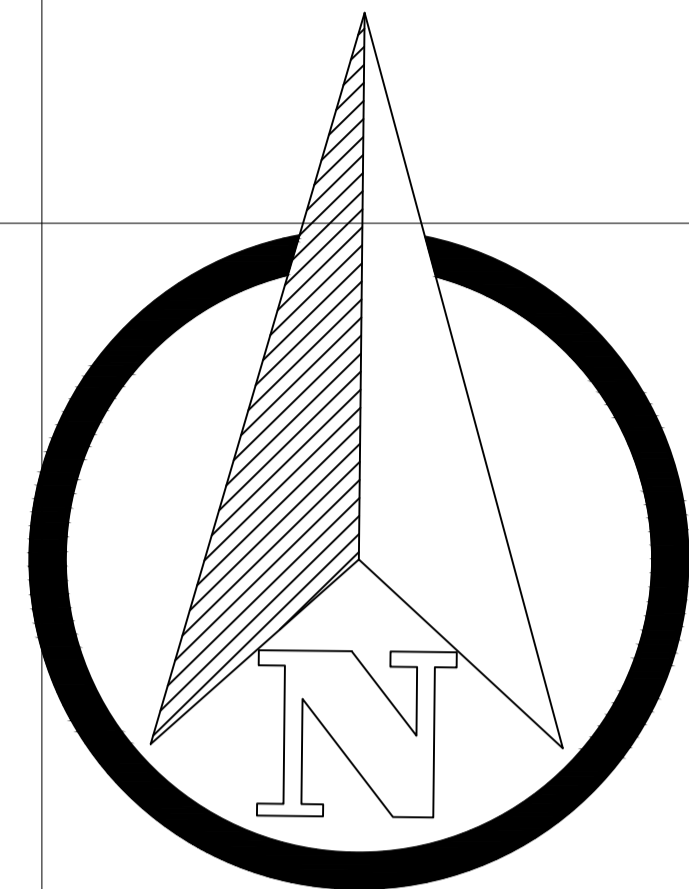
PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
2+930	3+060	GUARDA VIA
3+630	3+740	GUARDA VIA
4+550	4+630	ESTACIONAMIENTO V. PESADO
6+160	6+380	MODIFICACION DE TANGENTE
6+400	6+520	GUARDA VIA
7+220	7+300	ESTACIONAMIENTO V. PESADO
7+330		RESALTO
7+520		PUENTE PEATONAL
7+735		RESALTO
7+820	7+980	GUARDA VIA
9+200	9+320	GUARDA VIA
9+880	10+060	MODIFICACION DE TANGENTE
10+060	10+200	GUARDA VIA
11+460	11+580	GUARDA VIA
12+130	12+255	GUARDA VIA
13+480	13+600	GUARDA VIA
13+595	13+780	MODIFICACION DE TANGENTE
13+880	13+960	GUARDA VIA
14+560	14+690	GUARDA VIA

0+000	1+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
1+000	2+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
2+000	3+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
3+000	4+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
4+000	5+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
5+000	6+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
6+000	7+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
7+000	8+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
8+000	9+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
9+000	10+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
10+000	11+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
11+000	12+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
12+000	13+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
13+000	14+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
14+000	15+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
15+000	16+246.35	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

CUADRO DE COORDENADAS UTM				
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	8512116.93	783050.52	3646.00	PG1
2	8512285.02	781251.77	3360.00	PG2
3	8511224.30	780727.99	3180.00	PG3



		<b>UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO</b>			
<small>TESIS:</small> ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA NACIONAL PE-S-8 DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.C. PAMPACONGA, SECTOR CHINLAHUACHO - CHALLABAMBA, SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2017					
<small>PLANO:</small> <b>PLANO COMPARATIVO ENTRE LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO DE EXPEDIENTE TÉCNICO VS EL LEVANTAMIENTO REALIZADO CON DRON</b>					
<small>UBICACION:</small> REGION : CUSCO PROVINCIA : AYTA DISTRITO : LIMATAMBO C.P. : PAMPACONGA		<small>PRESENTADO:</small> Bach. Eduardo Quispe Ataucuri Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz		<small>LAMINA:</small> <div style="font-size: 2em; font-weight: bold; text-align: center;">P-1</div>	
<small>ZONA GEOGRÁFICA:</small> ZONA 18 - SUR		<small>ASESOR:</small> Ing. Herbert Jesús Zevallos Guzmán		<small>DISEÑO:</small> (Empty field)	
<small>ESCALA:</small> INDICADA		<small>FECHA:</small> DIC - 2022		<small>TOPOGRAFIA:</small> B.P.A	
				<small>DIBUJO:</small> J.A.C.P	



Punto Geodésico 1

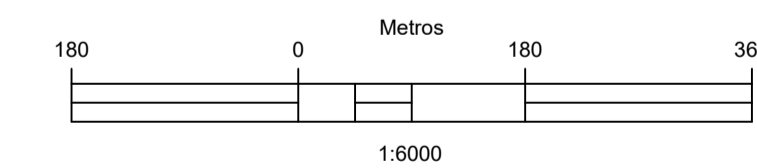
Punto Geodésico 2

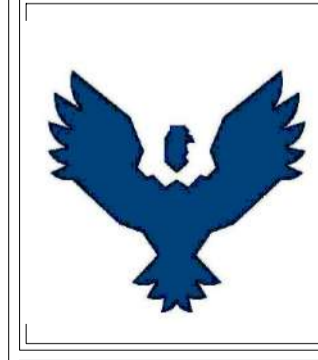
Punto Geodésico 3

CUADRO DE COORDENADAS UTM				
PUNTO	NORTE	ESTE	ELEVACIÓN	DESCRIPCIÓN
1	8512116.93	783050.52	3646.00	PG1
2	8512285.02	781251.77	3360.00	PG2
3	8511224.30	780727.99	3180.00	PG3

PROGRESIVA		PLANTEAMIENTO
INICIO	FINAL	
2+930	3+060	GUARDA VIA
3+630	3+740	GUARDA VIA
4+550	4+630	ESTACIONAMIENTO V. PESADO
6+160	6+380	MODIFICACION DE TANGENTE
6+400	6+520	GUARDA VIA
7+220	7+300	ESTACIONAMIENTO V. PESADO
7+330		RESALTO
7+520		PUENTE PEATONAL
7+735		RESALTO
7+820	7+980	GUARDA VIA
9+200	9+320	GUARDA VIA
9+880	10+060	MODIFICACION DE TANGENTE
10+060	10+200	GUARDA VIA
11+460	11+580	GUARDA VIA
12+130	12+255	GUARDA VIA
13+480	13+600	GUARDA VIA
13+595	13+780	MODIFICACION DE TANGENTE
13+880	13+960	GUARDA VIA
14+560	14+690	GUARDA VIA

0+000	1+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
1+000	2+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
2+000	3+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
3+000	4+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
4+000	5+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
5+000	6+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
6+000	7+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
7+000	8+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
8+000	9+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
9+000	10+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
10+000	11+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
11+000	12+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
12+000	13+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
13+000	14+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
14+000	15+000	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES
15+000	16+246.35	MEJORAR LAS SEÑALES HORIZONTALES

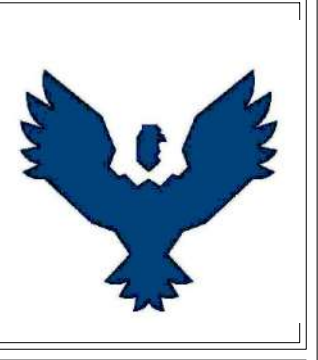




**UNIVERSIDAD ANDINA DEL CUSCO**

TESIS : ANÁLISIS Y PROPUESTA DE MEJORA DE LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRITERA NACIONAL PE-38 DE ACCESO AL DISTRITO DE LIMATAMBO, DENTRO DE LA C.A. PAMPACONGA, SECTOR CHIMILIBUETRO - CHALLARABIMBA, SEGÚN LA INSPECCIÓN DE SEGURIDAD VIAL DE LA METODOLOGÍA DEL MANUAL DE SEGURIDAD VIAL DEL MTC - 2015

PLANO : **TOPOGRÁFICO GEORREFERENCIADO PUNTOS GEODÉSICOS**



UBICACION : REGION : CUSCO PROVINCIA : ANTA DISTRITO : LIMATAMBO C. P. : PAMPACONGA	PRESENTADO : Bach. Eduardo Quispe Ataucuri Bach. Jesús Xavier Puma Santa Cruz	LAMINA :	
ZONA GEOGRÁFICA : ZONA 18 - SUR	ASESOR : Ing. Herbert Jesús Zevallos Guzmán	<h1>PG-1</h1>	
ESCALA : INDICADA	FECHA : Diciembre del 2022		TOPOGRAFIA : B.P.A



## ANALISIS DE RESULTADOS

Los resultados obtenidos son de acuerdo a los objetivos planteados en el presente trabajo de investigación, las soluciones adoptadas, el diseño o técnica utilizada en campo, así como el uso de software especializado, técnicas topográficas, estos mismos han sido integrados para obtener finalmente el estudio.

**Tabla de desviación de coordenadas entre Estación Total y DRON  
(FOTOGRAMETRIA)**

COMPARATIVO ESTACION TOTAL – DRON (FOTOGRAMETRIA)			
PUNTO	$\Delta X(m)$	$\Delta Y (m)$	$\Delta Elev (m)$
1	0.056	-0.006	-0.105
2	0.018	-0.007	-0.314
3	0.050	-0.035	0.142
4	0.036	-0.018	-0.013
5	0.055	-0.007	0.135
6	0.039	-0.015	-0.168
7	0.011	-0.003	0.032
8	0.032	-0.031	0.175

**Mayor desviación en X = 0.056 m**

**Mayor desviación en Y = 0.035 m**

**Mayor desviación en Elev = 0.314 m**



- Los datos obtenidos en campo tomados con el Dron y las medidas obtenidas con la estación total, ambos equipos georreferenciados, tienen resultados muy similares, sin embargo, el segundo método es el más viable por su versatilidad.
- La fotogrametría constituye una técnica que permite obtener datos de la superficie del terreno en un corto lapso de tiempo, mediante la toma de fotografías aéreas. El uso de las aeronaves no tripuladas (UAV o Dron) constituyen una herramienta adecuada para la obtención de estas fotografías, reduciendo el tiempo del trabajo de campo y permitiendo obtener resultados confiables y comparables con otros instrumentos topográficos convencionales, presentando muchas ventajas al campo fotogramétrico y dentro del área de la ingeniería civil.
- La elección adecuada del número de puntos de apoyo a utilizarse en el proyecto y la correcta ubicación de los mismos, permite obtener un modelo digital del terreno más preciso y mejores resultados en la georreferenciación del proyecto, permitiendo escalarlo y trasladarlo a su verdadera posición en el espacio reduciendo el error de la geolocalización de las imágenes.
- Para el levantamiento topográfico por medio de la fotogrametría se necesita del apoyo terrestre para mejorar los resultados, el uso de aparatos topográficos para la etapa de apoyo terrestre como GPS, estación total u otros utilizados tradicionalmente en el país, se convierte en un complemento de la técnica. Por lo que la metodología estudiada no constituye una solución definitiva a la necesidad de información topográfica ni excluye el uso de las técnicas topográficas tradicionales, sino que se apoya en ellas para compensar sus propias deficiencias.
- Las coordenadas obtenidas en el levantamiento de la **carretera nacional PE-3S de acceso al distrito de Limatambo, dentro de la C.C. Pampaconga, sector (Chinllahuacho – Challabamba)** realizado con estación total respecto a las obtenidas con Dron presentan desviaciones que varían en un rango de 1.00 a 5.00 cm. considerando que el uso de estación total conlleva más fuentes de errores, los resultados obtenidos son satisfactorios por presentar poca variación entre ellos.