

**UNIVERSIDAD NACIONAL DE CAJAMARCA**

**FACULTAD DE INGENIERÍA**

**ESCUELA ACADÉMICO PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL**



**ANÁLISIS DE LA CONSISTENCIA DE LA CARRETERA CENTRO  
POBLADO HUAMBOCANCHA ALTA – CENTRO POBLADO PORCÓN BAJO  
Y SU RELACIÓN CON LA SEGURIDAD VIAL**

**TESIS**

**Para optar por el Título Profesional de  
INGENIERO CIVIL**

**Presentada por:**

**Autor: Villena Herrera Max Franklin**

**Asesor: Ing. Cubas Becerra Alejandro**

**Cajamarca – Perú**

**2021**

Copyright © 2021 by  
Max Franklin Villena Herrera  
Todos los derechos Reservados

## **AGRADECIMIENTO**

A Dios por protegerme y guiarme con sabiduría y permitirme fortalecer los valores y conocimientos para culminar exitosamente mi etapa universitaria.

A mi asesor, Ingeniero Alejandro Cubas Becerra por el apoyo desinteresado y constante brindado durante el desarrollo de la tesis y brindarme no solo su tiempo si no los conocimientos necesarios para poder llevar a cabo el desarrollo óptimo de la investigación.

## **DEDICATORIA**

A mis padres Lorenza Loyola Herrera Vilcamango y Julio Absalón Villena Sáenz por todo el apoyo incondicional brindado, así como todo el esfuerzo realizado que me permitieron poder culminar satisfactoriamente mi formación profesional, así como los valores que me inculcaron y que siempre pusieron en práctica porque ese ejemplo me motivó y contribuyó a mi desarrollo personal.

## ÍNDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTO</b> .....	ii
<b>DEDICATORIA</b> .....	iii
<b>RESUMEN</b> .....	13
<b>ABSTRACT</b> .....	14
<b>CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN</b> .....	15
<b>1.1 Planteamiento del problema</b> .....	15
<b>1.2 Formulación del problema</b> .....	17
<b>1.3 Hipótesis</b> .....	17
<b>1.4 Matriz de consistencia</b> .....	18
<b>1.5 Justificación de la investigación</b> .....	18
<b>1.6 Alcances o delimitación de la investigación</b> .....	19
<b>1.7 Limitaciones</b> .....	19
<b>1.8 Objetivos</b> .....	19
<b>1.8.1 Objetivo General</b> .....	19
<b>1.8.2 Objetivos Específicos</b> .....	19
<b>1.9 Descripción de los capítulos de la investigación</b> .....	20
<b>1.9.1 Capítulo I: Introducción</b> .....	20
<b>1.9.2 Capítulo II: Marco teórico</b> .....	20
<b>1.9.3 Capítulo III: Materiales y Métodos</b> .....	20
<b>1.9.4 Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados</b> .....	20
<b>1.9.5 Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones</b> .....	21
<b>CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO</b> .....	21
<b>2.1 Antecedentes Teóricos</b> .....	21
<b>2.1.1 Antecedentes Internacionales</b> .....	21
<b>2.1.2 Antecedentes Nacionales</b> .....	23
<b>2.1.3 Antecedentes Locales</b> .....	25
<b>2.2 Bases Teóricas</b> .....	26
<b>2.2.1 Accidentes</b> .....	26
<b>2.2.2 Accidentes de tránsito</b> .....	26
<b>2.2.3 Bermas</b> .....	26
<b>2.2.4 Clasificación de Carreteras</b> .....	27
<b>2.2.4.1 Por su Demanda</b> .....	27
<b>2.2.4.2 Por su Orografía</b> .....	29
<b>2.2.4.3 Por su Jerarquía</b> .....	29
<b>2.2.5 Carretera</b> .....	30
<b>2.2.6 Calzada o superficie de rodadura:</b> .....	30
<b>2.2.7 Consistencia</b> .....	31
<b>2.2.8 Curvas circulares simples</b> .....	32

2.2.8.1	Elementos de la curva circular .....	32
2.2.9	Diseño geométrico de carreteras .....	33
2.2.10	Distancia de visibilidad .....	33
2.2.11	Distancia de visibilidad de parada .....	34
2.2.12	Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento .....	35
2.2.13	Enfoques del análisis de consistencia .....	37
2.2.13.1	Enfoques de la velocidad .....	37
2.2.13.2	Enfoques de las expectativas .....	38
2.2.14	Indicadores de consistencia bajo el enfoque de la velocidad .....	38
2.2.15	Indicadores de consistencia bajo el enfoque de las expectativas .....	39
2.2.15.1	Criterio I: Consistencia en Elementos Simples .....	39
2.2.15.2	Criterio II: Consistencia entre Elementos Sucesivos .....	40
2.2.15.3	Criterio III: Estabilidad Dinámica .....	41
2.2.16	Radios mínimos .....	41
2.2.17	Pendiente mínima .....	43
2.2.18	Peralte .....	43
2.2.18.1	Bombeo .....	43
2.2.19	Pendiente máxima .....	44
2.2.20	Pendientes máximas excepcionales .....	44
2.2.21	Perfiles de velocidad .....	45
2.2.22	Seguridad vial .....	46
2.2.23	Sobreechancho .....	46
2.2.23.1	Necesidad del sobreechancho .....	46
2.2.23.2	Valores del sobreechancho .....	47
2.2.23.3	Valores del sobreechancho para vehículos articulados .....	48
2.2.24	Transición del peralte .....	51
2.2.25	Tránsito .....	51
2.2.25.1	Volumen de tránsito .....	52
2.2.26	Vehículos ligeros .....	53
2.2.27	Vehículos pesados .....	54
2.2.28	Velocidad de diseño .....	55
2.2.29	Velocidad de marcha .....	56
2.2.30	Velocidad de operación .....	57
2.2.31	Velocidad del percentil 85 .....	57
<b>CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS .....</b>		<b>58</b>
3.1	Ubicación .....	58
3.1.1	Ubicación Política .....	58
3.1.2	Ubicación geográfica .....	59

3.1.2.1	Punto Inicial.....	59
3.1.2.2	Punto Final.....	59
3.2	Materiales y herramientas: .....	60
3.2.1	Estación total Leica TS – 09 Plus .....	60
3.2.2	GPS (Mobile Topographer) .....	60
3.2.3	Wincha Stanley 100 (m).....	61
3.2.4	Prisma.....	61
3.2.5	Bastones.....	61
3.2.6	Trípode.....	62
3.2.7	Areosol.....	63
3.2.8	Corrector.....	63
3.3	Procedimiento.....	63
3.3.1	Trabajo de campo.....	63
3.3.1.1	Reconocimiento de la vía de estudio .....	63
3.3.1.2	Levantamiento topográfico.....	64
3.3.1.3	Estudio de tránsito .....	64
3.3.1.4	Medición de velocidades de vehículos ligeros .....	65
3.3.2	Trabajo de gabinete .....	65
3.3.2.1	Modelamiento de la carretera .....	65
3.3.2.2	Elaboración del inventario vial existente en el tramo analizado.....	65
3.3.2.3	Determinación del tránsito existente en la carretera .....	65
3.3.2.4	Clasificación de la carretera.....	66
3.3.2.5	Evaluación de las características geométricas de la carretera según la norma 66	
3.3.2.6	Determinación del perfil de velocidad de la carretera .....	66
3.3.2.7	Evaluación la consistencia y seguridad vial .....	66
3.4	Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados .....	67
3.4.1	Tipo, nivel y método de investigación.....	67
3.4.1.1	Tipo.....	67
3.4.1.2	Nivel.....	67
3.4.1.3	Método de investigación.....	67
3.4.2	Población de estudio.....	67
3.4.3	Muestra .....	67
3.4.4	Unidad de análisis.....	67
3.5	Estudio de tránsito .....	68
3.5.1	Cálculo del índice medio diario semanal .....	71
3.5.2	Cálculo del índice medio diario anual .....	76
3.6	Clasificación de la carretera.....	79

3.6.1	<b>Demanda</b> .....	79
3.6.2	<b>Orografía</b> .....	79
3.6.3	<b>Función</b> .....	81
3.6.4	<b>Según su competencia</b> .....	81
3.6.5	<b>Según sus características</b> .....	81
3.7	<b>Determinación del vehículo de diseño</b> .....	81
3.8	<b>Determinación de la velocidad de diseño</b> .....	82
<b>CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS</b> .....		83
4.1	<b>Distancia de visibilidad</b> .....	83
4.1.1	<b>Distancia de visibilidad de parada</b> .....	83
4.1.2	<b>Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento</b> .....	87
4.2	<b>Diseño geométrico en planta</b> .....	90
4.2.1	<b>Tramos en tangente</b> .....	90
4.2.2	<b>Elementos de curvas</b> .....	92
4.2.3	<b>Radios mínimos</b> .....	92
4.2.4	<b>Curvas de vuelta</b> .....	94
4.2.5	<b>Transición de peralte</b> .....	96
4.2.6	<b>Sobrecancho</b> .....	100
4.2.7	<b>Verificación de distancias de visibilidad en curvas horizontales</b> .....	104
4.3	<b>Diseño geométrico en perfil</b> .....	108
4.3.1	<b>Pendiente</b> .....	108
4.3.2	<b>Longitud en pendiente</b> .....	109
4.3.3	<b>Curvas Verticales</b> .....	110
4.4	<b>Diseño geométrico de la sección transversal</b> .....	111
4.4.1	<b>Calzada</b> .....	111
4.4.2	<b>Bermas</b> .....	118
4.4.3	<b>Peralte y bombeo</b> .....	126
4.5	<b>Perfil de velocidad de la carretera</b> .....	134
4.6	<b>Análisis de consistencia</b> .....	136
4.6.1	<b>Enfoque de la velocidad</b> .....	136
4.6.2	<b>Enfoque de las expectativas</b> .....	139
4.7	<b>Presentación de resultados</b> .....	148
4.7.1	<b>Distancia de visibilidad</b> .....	148
4.7.2	<b>Diseño geométrico en planta</b> .....	148
4.7.3	<b>Diseño geométrico en perfil</b> .....	149
4.7.4	<b>Diseño geométrico de la sección transversal</b> .....	150
4.7.5	<b>Análisis de la consistencia</b> .....	151
4.8	<b>Contrastación de hipótesis</b> .....	152



<b>4.9</b>	<b>Discusión de resultados</b> .....	153
<b>CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES</b> .....		154
<b>5.1</b>	<b>Conclusiones</b> .....	154
<b>5.2</b>	<b>Recomendaciones</b> .....	154
<b>REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS</b> .....		155
<b>ANEXOS</b> .....		158
<b>Estudio Hidrológico</b> .....		158
<b>Datos Estación MTC</b> .....		172
<b>Estudio de clasificación vehicular</b> .....		173
<b>Panel fotográfico</b> .....		183

### ÍNDICE DE TABLAS:

Tabla 1:	Ancho de bermas.....	27
Tabla 2:	Anchos mínimos de calzada en tangente .....	31
Tabla 3:	Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo .....	36
Tabla 4:	Indicadores de consistencia bajo el enfoque de la velocidad .....	38
Tabla 5:	Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras .....	42
Tabla 6:	Valores de peralte máximo .....	43
Tabla 7:	Valores del bombeo de la calzada .....	44
Tabla 8:	Pendientes máximas (%).....	44
Tabla 9:	Holguras teóricas para vehículos comerciales de 2.60 m de ancho .....	47
Tabla 10:	dimensiones para el cálculo del sobreaño requerido por el vehículo articulado .....	50
Tabla 11:	valor de C en función del ancho de la calzada .....	50
Tabla 12:	Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras .....	55
Tabla 13:	Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera .....	56
Tabla 14:	Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km) .....	56
Tabla 15:	Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación .....	57
Tabla 16:	Coordenadas del punto inicial.....	59
Tabla 17:	Coordenadas UMT del punto final.....	59
Tabla 18:	Estudio vehicular de una semana organizado en días, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo .....	68
Tabla 19:	Estudio vehicular de una semana organizado en horas, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo .....	68
Tabla 20:	Estudio vehicular de una semana organizado en días, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta .....	69
Tabla 21:	Estudio vehicular de una semana organizado en horas, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta .....	69
Tabla 22:	Índice medio diario semanal organizado en días, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo .....	72
Tabla 23:	Índice medio diario semanal organizado en horas, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo .....	72

Tabla 24: Índice medio diario semanal organizado en días, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta .....	73
Tabla 25: Índice medio diario semanal organizado en hora, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta .....	73
Tabla 26: Índice medio diario semanal para ambos sentidos organizado en días .....	74
Tabla 27: Índice medio diario semanal para ambos sentidos organizado en hora .....	74
Tabla 28: Índice medio anual de la estación E012 - Porcón de la PE - 3N.....	77
Tabla 29: Clasificación de carreteras según su demanda .....	79
Tabla 30: Pendientes longitudinales existentes en la carretera .....	79
Tabla 31: Pendientes transversales presentes .....	80
Tabla 32: Características de los tipos de terreno por orografía .....	81
Tabla 33: Vehículos pesados que componen el IMDA .....	82
Tabla 34: Distancias de parada, sentido C.P Huambocancha Alta - C.P Porcón Bajo.....	84
Tabla 35: Distancias de parada, sentido C.P Porcón Bajo - C.P Huambocancha Alta.....	86
Tabla 36: Distancias de adelantamiento .....	88
Tabla 37: Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada.....	89
Tabla 38: Verificación de tramos en tangente.....	90
Tabla 39: Elementos de curvas y radios mínimos .....	93
Tabla 40: Elementos de curvas y radios mínimos para curvas de vuelta .....	95
Tabla 41: Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente .....	97
Tabla 42: Verificación de las longitudes de transición .....	98
Tabla 43: Sobreanchos existentes .....	102
Tabla 44: Verificación de visibilidad de curvas horizontales .....	106
Tabla 45: Verificación de Pendientes.....	108
Tabla 46: Longitudes en pendiente .....	109
Tabla 47: Elementos de curvas verticales .....	110
Tabla 48: Anchos de calzadas por progresivas .....	111
Tabla 49: Bermas por progresivas.....	118
Tabla 50: Peraltes y bombeos existentes.....	126
Tabla 51: Velocidad del percentil 85 obtenidas de los tramos .....	134
Tabla 52: Análisis de consistencia según el enfoque de la velocidad .....	137
Tabla 53: Análisis de consistencia por el enfoque de las expectativas .....	142
Tabla 54: Verificación de las distancias de visibilidad .....	148
Tabla 55: Verificación de elementos del diseño geométrico en planta .....	148
Tabla 56: Verificación de elementos del diseño geométrico en perfil .....	149
Tabla 57: Verificación de elementos del diseño de la sección transversal.....	150
Tabla 58: Verificación del análisis de consistencia.....	151
Tabla 59: Datos obtenidos del Senamhi .....	158
Tabla 60: Análisis Estación Weberbauer – Estación Aylambo.....	159
Tabla 61: Análisis Estación Weberbauer – Estación Granja Porcón .....	160
Tabla 62: Datos corregidos de estaciones .....	160
Tabla 63: Proceso ejemplo de completación .....	162
Tabla 64: Datos de las estaciones completados.....	164
Tabla 65: Valores de precipitación obtenido para los meses faltantes .....	165
Tabla 66: Datos corregidos, completados y extendidos .....	170
Tabla 67: Precipitación promedio por año .....	172
Tabla 68: IMDA de la estación E012 del año 2000, 2006,2008 y 2010 .....	172
Tabla 69: martes 18 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo .....	173

Tabla 70: miércoles 19 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo .....	173
Tabla 71: jueves 20 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo.....	174
Tabla 72: viernes 21 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo.....	175
Tabla 73: sábado 22 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo .....	175
Tabla 74: domingo 23 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo.....	176
Tabla 75: lunes 24 - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo.....	176
Tabla 76: martes 18 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta .....	177
Tabla 77: miércoles 19 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta .....	178
Tabla 78: jueves 20 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta.....	178
Tabla 79: viernes 21 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta.....	179
Tabla 80: sábado 22 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta.....	180
Tabla 81: domingo 23 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta.....	180
Tabla 82: lunes 24 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta.....	181
Tabla 83: Cuadro de coordenadas de BMs.....	181

### **ÍNDICE DE GRÁFICOS:**

Gráfico N° 1: Longitud crítica en pendiente .....	45
Gráfico N° 2: valores de sobreancho en función a “L” del tipo de vehículo de diseño .....	48
Gráfico N° 3: Número de vehículos por días .....	77
Gráfico N° 4: Número de vehículos por hora presentes en el IMDA .....	78
Gráfico N° 5: Porcentaje de vehículos existentes en el IMDA .....	78
Gráfico N° 6: Vehículos pesados que componen el IMDA .....	82
Gráfico N° 7: Cumplimiento de DP en el sentido C.P Huambocancha Alta - C.P Porcón Bajo 85	
Gráfico N° 8: Cumplimiento de DP en el sentido C.P Porcón Bajo - C.P Huambocancha Alta 87	
Gráfico N° 9: Cumplimiento de distancias en tramos tangentes.....	91
Gráfico N° 10: Porcentaje de cumplimiento de radios mínimos.....	94
Gráfico N° 11: Porcentaje de cumplimiento de curvas de vuelta.....	95
Gráfico N° 12: Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3).....	96
Gráfico N° 13: Verificación de longitudes de transición .....	100
Gráfico N° 14: Verificación de sobreanchos existentes.....	103
Gráfico N° 15: Verificación de visibilidad para la curva C1 .....	106
Gráfico N° 16: Verificación de visibilidad de curvas en planta.....	107
Gráfico N° 17: Verificación de pendientes longitudinales.....	109
Gráfico N° 18: Verificación de longitudes en pendiente .....	110
Gráfico N° 19: Verificación de anchos de calzada.....	118
Gráfico N° 20: Verificación de anchos de bermas .....	126
Gráfico N° 21: Verificación de bombeos.....	133
Gráfico N° 22: Verificación de peraltes.....	134
Gráfico N° 23: Perfil de velocidad de la carretera Huambocancha Alta - Porcón Bajo.....	136
Gráfico N° 24: Análisis de consistencia por enfoque de velocidad .....	138
Gráfico N° 25: Enfoque de las expectativas: Criterio I.....	146
Gráfico N° 26: Enfoque de las expectativas: Criterio II - Bavkov.....	146
Gráfico N° 27: Enfoque de las expectativas: Criterio II - Lamm.....	147
Gráfico N° 28: Enfoque de las expectativas: Estabilidad dinámica.....	147
Gráfico N° 29: Verificación de las distancias de visibilidad.....	148
Gráfico N° 30: Verificación de elementos del diseño geométrico en planta .....	149
Gráfico N° 31: Verificación de elementos del diseño geométrico en perfil.....	150

Gráfico N° 32: Verificación de elementos del diseño de la sección transversal .....	150
Gráfico N° 33: Verificación del análisis de consistencia .....	151
Gráfico N° 34: Precipitación según estaciones .....	159
Gráfico N° 35: Datos para precipitaciones de enero .....	166
Gráfico N° 36: Datos para precipitaciones de febrero .....	166
Gráfico N° 37: Datos para precipitaciones de marzo .....	166
Gráfico N° 38: Datos para precipitaciones de setiembre .....	167
Gráfico N° 39: Datos para precipitaciones de octubre .....	167
Gráfico N° 40: Datos para precipitaciones de noviembre .....	167
Gráfico N° 41: Datos para precipitaciones de diciembre .....	168
Gráfico N° 42: Comparación estación Aylambo - Weberbauer .....	168
Gráfico N° 43: Comparación estación Aylambo – Granja Porcón .....	168
Gráfico N° 44: Comparación estación Granja Porcón - Weberbauer.....	169
Gráfico N° 45: Comparación estación Granja Porcón - Aylambo .....	169
Gráfico N° 46: Comparación estación Weberbauer - Aylambo .....	169
Gráfico N° 47: Comparación estación Weberbauer - Granja Porcón.....	170

### **ÍNDICE DE FIGURAS:**

Figura N° 1: Simbología de la curva circular .....	33
Figura N° 2: dimensiones para el cálculo del sobreecho requerido por el vehículo articulado	50
Figura N° 3: Vehículos ligeros.....	53
Figura N° 4: Vehículos pesados .....	54
Figura N° 5: Ubicación en la RNV .....	58
Figura N° 6: Ubicación en la Provincia de Cajamarca.....	58
Figura N° 7: Ubicación en el distrito de Cajamarca.....	58
Figura N° 8: Tramo en la ruta PE 3N.....	58
Figura N° 9: Carretera C.P. Huambocancha Alta - C.P. Porcón Bajo .....	59
Figura N° 10: Interfaz de la aplicación Mobile Topographer .....	60
Figura N° 11: Wincha usada para el estacado del levantamiento .....	61
Figura N° 12: Longitudes para camión diseño B3 .....	101
Figura N° 13: Determinación gráfica de distancias de visibilidad en curvas en planta .....	104
Figura N° 14: Verificación de visibilidad para la curva horizontal C1 .....	105

### **ÍNDICE DE FOTOGRAFÍAS**

Fotografía N° 1: Estación total Leica TS - 09 Plus .....	60
Fotografía N° 2: Prismas utilizados para el levantamiento topográfico.....	61
Fotografía N° 3: Bastones usados en el levantamiento .....	62
Fotografía N° 4: Trípode usado durante el levantamiento .....	62
Fotografía N° 5: Areosol para poder marcar los BMs.....	63
Fotografía N° 6: Corrector para enumerar las estaciones.....	63
Fotografía N° 7: Primer día de levantamiento topográfico .....	183
Fotografía N° 8: Nivelación de estación total Leica TS- 09 Plus .....	183
Fotografía N° 9: Estación de equipo el segundo día de levantamiento .....	184
Fotografía N° 10: Estación en un tramo en curva de la carretera.....	184

Fotografía N° 11:Utilización del aerosol para dejar marcada la estación .....	185
Fotografía N° 12: Apoyo de mi amigo George Julca Abanto en el tercer día de levantamiento .....	185
Fotografía N° 13: Se retoma el levantamiento el 18 de enero de 2020.....	186
Fotografía N° 14: Estación en una curva de vuelta.....	186
Fotografía N° 15: Apoyo de mi madre Lorenza Herrera Vilcamango el cuarto día de levantamiento .....	187
Fotografía N° 16: Estación en un tramo curvo el quinto día de levantamiento .....	187
Fotografía N° 17: Apoyo de mi amigo Carlos Eduardo Chilón Terán.....	188
Fotografía N° 18: Apoyo de mi padre Julio Absalón Villena Sáenz en el quinto día de levantamiento .....	188
Fotografía N° 19: Último día que se realizó el levantamiento .....	189
Fotografía N° 20: Última estación I.E.P Porcón Bajo.....	189
Fotografía N° 21: Eje donde se realizó el estudio vehicular .....	190
Fotografía N° 22: Tercer día de estudio vehicular .....	190
Fotografía N° 23: Revisión del informe y avance de tesis .....	191
Fotografía N° 24: Revisión de planos por parte del asesor .....	191

## **RESUMEN**

El presente trabajo de investigación tuvo como objetivo el análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha alta – centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial. Para ello se realizó el levantamiento topográfico, el estudio de tránsito y la determinación del perfil de velocidad mediante las velocidades percentil 85 ( $V_{85}$ ). La vía analizada es una carretera de primera clase - tipo II, perteneciente a la Red Vial Nacional (PE-3N), cuya velocidad de diseño es de 60 km/h. Al evaluar la relación entre la consistencia y la seguridad vial se determinó que la mayoría de los tramos analizados son inconsistentes y por lo tanto inseguros; principalmente los tramos que presentan tangentes largas seguidos de curvas de vuelta, esto ocasiona un cambio brusco de velocidad que pone en riesgo al usuario de la vía, además las características geométricas del tramo en estudio incumplen con las indicadas por el Manual de Diseño Geométrico: DG 2018; por lo cual se debe considerar la implementación de señalizaciones y dispositivos de control para incrementar la seguridad existente, además de contemplar una posible ampliación de la vía ya que su clasificación hace a la vía deficiente en cuanto a sus parámetros geométricos.

**Palabras claves:** Seguridad vial, consistencia, diseño geométrico, perfil de velocidad, velocidad del percentil 85.

## **ABSTRACT**

The objective of this research work was to analyze the consistency of the Huambocancha Alta - Porcón Bajo road and its relationship with road safety. For this purpose, a topographic survey, a traffic study and the determination of the speed profile by means of the 85th percentile speeds (V85) were carried out. The road analyzed is a first class road - type II, belonging to the National Road Network (PE-3N), whose design speed is 60 km/h. When evaluating the relationship between consistency and road safety, it was determined that most of the analyzed sections are inconsistent and therefore unsafe; mainly the sections that present long tangents followed by turning curves, this causes an abrupt change in speed that puts the road user at risk, in addition the geometric characteristics of the section under study do not comply with those indicated by the Geometric Design Manual: DG 2018; therefore, the implementation of signaling and control devices should be considered to increase the existing safety, in addition to contemplating a possible widening of the road since its classification makes the road deficient in terms of its geometric parameters.

**Keywords:** Road safety, consistency, geometric design, speed profile, 85th percentile speed

## **CAPÍTULO I INTRODUCCIÓN**

### **1.1 Planteamiento del problema**

Los accidentes de tránsito son un problema con el que se convive en el contexto actual, según la organización mundial de la salud (OMS) cada día alrededor de 3500 personas fallecen en las carreteras. Decenas de millones de personas sufren heridas o discapacidades cada año. Estos índices son bastante preocupantes debido a que el Perú es un país que presenta un relieve muy variado, y la región más crítica y en donde existen más complicaciones es en la región de la sierra debido a su topografía accidentada gracias a la cordillera de los andes que atraviesa el País.

El departamento de Cajamarca posee una tasa de accidentes de tránsito de 144,1 por cada cien mil habitantes además se tiene que de éstos 111 personas pierdan la vida, obteniendo una tasa de fallecimiento de 7.3 por cada 10000 habitantes según el VI Censo Nacional de Comisarías realizado el 2017, publicado por el Instituto Nacional de Estadística e Informática.

Pero veamos con datos concretos cuál es la situación real que atraviesan las carreteras de Cajamarca, según el VI Censo Nacional de Comisarías en Cajamarca se reportaron 2210 accidentes de tránsito, de este total de accidentes se pueden agrupar en cinco indicadores importantes que permitirán enfocar el contexto del problema que se quiere investigar. El primer indicador es por el tipo de la vía de ocurrencia, dentro del cual se tiene que 797 ocurrieron en carreteras representando un porcentaje de 36.1 % del total de accidentes ocurridos. El segundo indicador es por el tipo de accidente de tránsito, obteniéndose que 708 ocurrieron debido a una colisión, 341 por despiste y 127 por despiste y volcadura. A estos tipos de accidentes se lo puede relacionar la discordancia entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación influyendo la transición de longitudes en tramo recto a curvas. El tercer indicador es el tipo de transporte involucrado en los accidentes, respecto a ellos tenemos que 1758 son ocasionados por vehículos privados representando un 79.6 % del total de accidentes. Como cuarto indicador se tiene el tipo de vehículo involucrado en accidentes y como se detalla a continuación la mayoría fue causado por los siguientes vehículos: 498 por automóviles, 108 por



station wagon, 289 por camionetas pick up y 515 por camionetas rurales. Finalmente, el quinto y último indicador es por el tipo de causas frecuentes y aquí caber resaltar que 237 ocurrieron por exceso de velocidad, un factor importante en el análisis que se busca realizar ya que es aquí que se debe de realizar una medición para poder tener la velocidad de operación de los vehículos que presentaron las incidencias descritas anteriormente.

Cajamarca es un departamento que presenta una topografía con fuertes pendientes y es por ello que muchas veces se dificulta el correcto trazo de las carreteras y eso se puede observar en las ya existentes, las cuales presentan deficiencias en su diseño geométrico y contribuyen a que las probabilidades que se generen accidentes aumenten, que como se puede contrastar con las estadísticas los accidentes en la zona rural y el exceso de velocidad son considerables respecto del total de accidentes.

El tramo de la vía analizada presenta una configuración sinuosa a lo largo de su recorrido, las alturas para los taludes de corte son variados afectando en algunas zonas la visibilidad principalmente en las curvas, además contempla en su inventario vial tramos con parachoques en estado no hábil debido a que la mayoría de ellos ya cumplieron su función lo cual indica que en la zona de estudio se han presentado accidentes de tránsito.

Es por ello que el problema que se pretende investigar es la relación entre la consistencia de la carretera y la seguridad vial. Pero por qué la consistencia estaría relacionada con la seguridad vial, esto se debe a que la consistencia se basa principalmente a cómo los conductores adaptan y evolucionan su velocidad en función a las características geométricas presentes en la carretera. Un claro ejemplo que relaciona a la consistencia con la seguridad vial es lo que ocurre cuando se tiene una gran longitud en tramo recto y el vehículo ingresa a una curva, la velocidad que presenta el vehículo como podemos obtener de los datos estadísticos supera a la velocidad de diseño ocasionando accidentes. La influencia de este cambio en la velocidad sumado a las deficiencias en las características geométricas incrementa las probabilidades de ocurrencia de accidentes y esto puede relacionarse a que la carretera sea menos segura. Establecer la relación consistencia de la carretera –

seguridad vial es fundamental ya que saber esta relación permitirá tomar acciones preventivas e implementar dispositivos de control en caso una carretera presenta una seguridad vial deficiente para poder mitigar la cantidad de accidentes que pueden ocasionarse.

Por ello es importante comparar la velocidad y las características geométricas con los estimados en el manual de diseño geométrico de carreteras, y comprobar si se encuentran en el rango que estos parámetros demarcan y de acuerdo a los índices de consistencia determinar si existe seguridad en la carretera.

Por tal motivo la carencia de estudios sobre la relación consistencia de carreteras - seguridad vial en dicha vía es una motivación ya que esta investigación permitirá determinar las velocidades de operación, las características geométricas y verificar si están acorde con las dispuestas por el manual de diseño geométrico de carreteras DG – 2018 para establecer un nivel seguridad vial aceptable.

Este aporte nos permitirá determinar la variación entre la relación entre la velocidad de operación y la velocidad de diseño, como una base para poder modificar ciertos parámetros en el diseño geométrico en los que influye la velocidad para que este cambio entre las velocidades esté incluido en el momento de realizar un diseño.

## **1.2 Formulación del problema**

¿Existe relación entre la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta - centro poblado Porcón Bajo y la seguridad vial?

## **1.3 Hipótesis**

La consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo tiene relación con la seguridad vial.

## 1.4 Matriz de consistencia

PROBLEMAS	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	METODOLOGÍA	VARIABLES
PROBLEMA PRINCIPAL	OBJETIVO PRINCIPAL	HIPÓTESIS PRINCIPAL	TIPO DE INVESTIGACIÓN	VARIABLES INDEPENDIENTES
¿Existe relación entre la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo y la seguridad vial?	Analizar la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial.	La consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo influye en la seguridad vial.	1. TIPO DE INVESTIGACIÓN Aplicada 2. NIVEL Investigación correlacional 3. MÉTODO Descriptivo Análisis comparativo Inductivo estadístico	Consistencia de las carreteras
PROBLEMAS SECUNDARIOS	OBJETIVOS SECUNDARIOS			VARIABLES DEPENDIENTES
¿Cuáles son las velocidades de operación reales de los vehículos livianos de la carretera analizada?	Determinar cuáles son las velocidades de operación existentes en la carretera de automóviles y camionetas y compararlas con las propuestas por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.			Seguridad vial de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo.
¿Cuáles son las características geométricas existentes de la carretera analizada?	Determinar las características de diseño geométrico existentes de la carretera analizada.			
¿Es posible desarrollar un modelo estadístico que relacione la velocidad de operación respecto a la velocidad de diseño?	Realizar un modelo estadístico que permita determinar la variación de la velocidad de operación respecto a la de diseño a ser considerada en el diseño.			

## 1.5 Justificación de la investigación

- **Valor práctico:** Determinar la influencia de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo en la seguridad vial.
- **Valor teórico:** Determinar nuevos conocimientos en cuanto a la influencia entre la consistencia de la carretera y la seguridad vial para poder generar una relación que

permita tener una base en la que se considere la variación de la velocidad de operación respecto a la de diseño y su influencia en sus características geométricas cuando se realice el diseño de una carretera.

## **1.6 Alcances o delimitación de la investigación**

El espacio considerado para este estudio fue el tramo de la carretera comprendida entre el centro poblado de Huambocancha Alta y el centro poblado Porcón Bajo; el plazo en el que se llevó a cabo la investigación fue entre los meses de enero de 2020 hasta agosto de 2020. Dentro del estudio se analizaron dos factores, el primero relacionado con las características geométricas de la carretera y en el segundo se analizaron las velocidades de operación para la evaluación de la consistencia. Los vehículos que se consideraron para el estudio fueron vehículos livianos correspondientes a automóviles, camionetas y combis.

Esta investigación está dirigida a estudiantes y docentes de ingeniería, así como también hacía entidades públicas y privadas relacionadas al área de transportes involucradas con el diseño, ejecución, supervisión y control de obras de carreteras.

## **1.7 Limitaciones**

No existen limitaciones en la presente investigación.

## **1.8 Objetivos**

### **1.8.1 Objetivo General**

Analizar la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo y su relación con la seguridad vial.

### **1.8.2 Objetivos Específicos**

- Realizar el levantamiento topográfico de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo.
- Realizar el estudio de tráfico y determinación de las velocidades de operación y compararlas con las propuestas por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.

- Determinar las características de diseño geométrico existentes de la carretera analizada y compararlas con las indicadas por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.
- Determinar la seguridad vial de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo.

## **1.9 Descripción de los capítulos de la investigación**

### **1.9.1 Capítulo I: Introducción**

En este capítulo se encuentra el planteamiento y formulación del problema de la investigación, así como la hipótesis y justificación de la investigación. Además, se encuentra descrito los alcances que enmarcan el tema a investigar, así como sus limitaciones y los objetivos de la investigación.

### **1.9.2 Capítulo II: Marco teórico**

En este capítulo se describen los antecedentes internacionales, nacionales y locales que permiten enfocar y sirven como referencia para poder tener en cuenta las investigaciones relacionadas que se han elaborado. Así como también las bases teóricas que se tendrán en cuenta en el desarrollo principalmente enfocadas y relacionadas con la consistencia y sus enfoques, diseño geométrico, perfiles de velocidad y seguridad vial.

### **1.9.3 Capítulo III: Materiales y Métodos**

En este capítulo se explica el lugar donde se llevó a cabo la investigación, el procedimiento y descripción de la metodología que se llevó para la toma de datos, así como los instrumentos y materiales para el desarrollo de la misma.

### **1.9.4 Capítulo IV: Análisis y discusión de resultados**

En este capítulo se desarrolla el análisis de la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo el cual incluye el análisis comparativo y la relación entre los elementos presentes en la carretera y los parámetros indicados en el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG – 2018 con los perfiles de velocidad obtenidos.

## **1.9.5 Capítulo IV: Conclusiones y recomendaciones**

En este capítulo se expone la discusión de los resultados, así como la respuesta a la hipótesis formulada y las recomendaciones finales resultado de la investigación.

## **CAPÍTULO II MARCO TEÓRICO**

### **2.1 Antecedentes Teóricos**

#### **2.1.1 Antecedentes Internacionales**

Según la investigación desarrollada por (Mora Ascencio, 2018), la filosofía del diseño geométrico ha evolucionado rápidamente en los últimos 30 años, es por ello que han surgido diferentes enfoques que han permitido ampliar la visión cinemática – mecanicista del diseño incorporando aspectos de costos de los usuarios, comportamiento del conductor, seguridad vial e impactos ambientales y sociales. Es así como el enfoque de consistencia en el diseño permite evaluar parte de la seguridad en las carreteras, tanto en la fase de diseño como en la de operación; identificando la variación de la velocidad de operación con respecto a la velocidad de diseño a lo largo de una carretera. Con base en lo anterior en este trabajo se hace un análisis de la consistencia en el diseño para una vía caso de estudio como lo es la vía Bogotá – Villavicencio. A través de un proceso de revisión de la literatura, complementado con un trabajo en campo y de recolección de velocidades en diferentes tramos previamente seleccionados y un posterior análisis estadístico se determina cuáles son los modelos existentes de estimación de velocidad de operación que mejor se ajustan a las condiciones de diseño en las que se encuentran gran parte de las vías en Colombia.

Además de ello (García Ramírez, Zárate, Segarra, & González, 2017) menciona que, en seguridad vial, la consistencia de diseño de una carretera puede ser estimada mediante el uso de perfiles de velocidad de operación de vehículos. Este perfil se obtiene a partir de modelos de velocidad y aceleración en rectas y curvas. Estos modelos son generados en base a las velocidades de operación recolectadas en campo. En la literatura previa, esta recolección de datos se ha realizado en diversos momentos del día. En este escenario, el presente trabajo tuvo por objetivo determinar si las velocidades de operación varían entre las horas del día y entre

los días de la semana en carreteras rurales de dos carriles; con el fin de recomendar los días y horas en donde se obtendrán las velocidades de operación más representativas. Para ello, se recolectaron velocidades con un contador de tráfico neumático MetroCount modelo 5600 plus. El equipo fue colocado en rectas para asegurar que los vehículos alcanzaran velocidades altas. Los resultados muestran que la velocidad de operación varía significativamente entre los días de la semana. También, se encontraron variaciones entre las horas de la noche y las horas del día, no obstante, durante el día no se encontraron variaciones significativas entre todas las horas. Este trabajo sugiere que la recolección de datos de velocidades se debiera realizar de lunes a viernes desde las 07h00 a 15h00, ya que en este período se obtienen las velocidades más altas. Estas velocidades son las más desfavorables, ya que afectan a la seguridad ofrecida por la carretera.

Adicionalmente (García García, Camacho Torregrosa, & Díaz García, 2016) analizaron que, los trazados que presentan rectas de elevada longitud fomentan que los conductores circulen a mayores velocidades, pudiendo alcanzar sus velocidades deseadas en la parte central de las mismas. Como consecuencia de ello, son grandes las reducciones de velocidad para afrontar las curvas posteriores. En cambio, con rectas cortas, las velocidades que se pueden desarrollar en las dos curvas de los extremos están condicionadas mutuamente para que no haya una reducción excesiva de la velocidad. Las reducciones excesivas de velocidad comprometen la adecuada consistencia de una carretera por lo que están correlacionadas con una mayor siniestralidad. La mayoría de modelos de velocidad de operación existentes han sido calibrados a partir de mediciones puntuales de velocidad. Para estimar los perfiles de velocidad de operación, se hace necesario incorporar unas reglas de construcción. La gran mayoría de ellas considera que los cambios de velocidad se producen solo a lo largo de la recta. Analizando la evolución de la velocidad de operación observada en 70 secciones curva-recta-curva de carreteras convencionales se ha encontrado que la variación de velocidad se produce en una longitud superior a la propia recta; esa nueva longitud efectiva está conformada por la longitud de la recta más un cierto desarrollo de las curvas adyacentes. Los resultados apuntan a que la longitud empleada para variar la velocidad antes y después de las rectas es de unos 145 m, independientemente de la configuración geométrica.

## 2.1.2 Antecedentes Nacionales

La investigación nacional desarrollada por (Sánchez Sánchez, 2017) detalla que, en la región Ancash, la seguridad vial no ha sido uno de los aspectos prioritarios a mejorar, por ello la cantidad de accidentes de tránsito y su severidad se ha incrementado debido al aumento del número de vehículos, el grado de motorización y la modernización del parque vehicular, permitiendo alcanzar altas velocidades y aumentando el nivel de exposición a un probable accidente. Esta investigación consiste en la verificación del cumplimiento de las recomendaciones y criterios establecidos en la norma peruana de diseño geométrico de la carretera Conococha - Huaraz (km 510+000 al km 570+000), ubicada en la región Ancash, para posteriormente realizar la evaluación de la consistencia del diseño geométrico y compararlas con los accidentes ocurridos del año 2011 al 2016. La evaluación de la consistencia del diseño geométrico que se obtuvo fue de regular a mala en todos los subtramos según los modelos locales y globales utilizados. Conociendo este análisis se puede reducir los accidentes considerablemente y mejorar la seguridad vial con proyectos de mejoramiento de trazado, sin ocasionar perjuicios de grandes costos, cuyo éxito depende en gran medida de los modelos calibrados y adaptados a nuestra realidad.

Además de ello, (Turpo Cayo, 2018) en su investigación, determinó la velocidad de operación de los vehículos que circulan por la carretera Puno – Juliaca, tramo Km 1349+000 – Km 1353+000. Las mismas que fueron evaluadas su consistencia de diseño geométrico según los criterios de Lamm propuestos en base a estudios realizados en Estados Unidos y Alemania. Finalmente ver las inconsistencias de diseño geométrico actual de la vía mediante un rediseño geométrico con la velocidad de operación determinada. El crecimiento económico, la globalización, la incursión de nuevas tecnologías en el desarrollo de automotor, al igual que el costo de construcción, deberían ser los ítems más relevantes a la hora de establecer un proyecto nuevo, los mismos que deberán condicionar la elección de la velocidad de diseño para que satisfaga las necesidades actuales al igual que las proyectadas hacia el futuro. El hecho que la velocidad de diseño sea inferior a la velocidad de operación determina que los cálculos del diseño geométrico realizados en la etapa de proyecto significan una inconsistencia del diseño



geométrico. En la ingeniería para todo estudio y/o diseño se recopila información en campo para la determinación de los valores, es por eso que para los cálculos de parámetros geométricos se consideró la velocidad de operación obtenidas en campo, de esa manera evitar discrepancias considerables entre la velocidad de operación y velocidades de diseño indicadas en el DG 2018

Por otra parte, según (Gómez Allende & Quispe Mejía, 2017) el Perú por su topografía diversa, la mayoría de sus carreteras son clasificadas, según su demanda, como carreteras de primera, segunda y tercera clase con una calzada de dos carriles de 3.60m, 3.30m y 3.00m de ancho como mínimo respectivamente. La presente investigación fue desarrollada en la región del Cusco, provincia del Cusco, distrito de San Sebastián, este estudio se basó en un análisis descriptivo y exploratorio con un enfoque de investigación no experimental y transversal, de tipo cuantitativo y de método hipotético-deductivo. La investigación tuvo como objetivo determinar la consistencia de diseño y seguridad vial – nominal (que viene dada por el grado de cumplimiento de los criterios y preceptos recogidos en las guías y normativas de diseño, concepto extraído de la Plataforma Tecnológica de la Carretera), de la carretera Enaco - Abra Ccorao. Para alcanzar el objetivo de la investigación se realizó previamente un conteo vehicular, el levantamiento topográfico y procesamiento de datos, del cual se obtuvo las características geométricas de la vía a detalle, tales como: curvas horizontales, tangentes, pendientes, curvas verticales, distancias de visibilidad, sobre anchos y peraltes máximos. Los procedimientos adoptados para la verificación de la hipótesis fueron: estimación de velocidades de operación del percentil 85 en curvas y tangentes a partir de las ecuaciones propuestas por Fitzpatrick y Lamm, asimismo se midió las velocidades de operación en campo con el fin de comparar las velocidades estimadas y medidas para la construcción de un perfil de velocidades de la vía en estudio. Se concluyó que los elementos geométricos inconsistentes o puntos de riesgo que representa el 41.66% de la longitud total de la carretera (seguridad vial – nominal), no están cumpliendo con los parámetros establecidos del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2014. Por lo que se recomienda contar con herramientas, como la evaluación de la consistencia, que permitan evaluar los diseños geométricos previos a la ejecución de los proyectos viales para obtener la seguridad vial deseada.

### 2.1.3 Antecedentes Locales

En la ciudad de Cajamarca (Morales & Steve, 2017) menciona que, la seguridad vial es uno de los temas más importantes de los últimos tiempos debido al incremento de los accidentes de tránsito en carreteras de la mayoría de países, entre ellos el Perú. Siendo el diseño geométrico la parte más importante del proyecto de una carretera, se debe evaluar su consistencia para mejorar la seguridad vial. La aplicación del análisis de consistencia del diseño geométrico en el tramo comprendido entre las progresivas 9+500 y 13+500 de la Carretera Chilete - San Pablo - Emp. R03N, muestra que la metodología identifica sectores con cierto grado de inconsistencia apoyado en el cálculo del perfil de velocidad de la carretera. Los perfiles de velocidad resultado del análisis, ayudara también a la ubicación de señalización para el control de la velocidad. La colocación de señalización se aplica en aquellos sectores, con cierto grado de inconsistencia, cuya modificación geométrica no sea posible o si la modificación no es la suficiente para reducir la significativa variación de velocidad. Esto demuestra que la aplicación de la Norma de Diseño Geométrico DG - 2001 no es suficiente para obtener diseños geométricos con una buena consistencia y por ende una buena seguridad vial.

Adicionalmente (Cueva Rodriguez, 2018) evaluó de las características geométricas de la carretera Paccha –Iglesia Pampa – Centro Poblado Laurel Pampa (Km 00.0+00 – Km 05.5+00), con los parámetros de la norma DG-2013, obteniendo que: de los tramos en tangente el 16% cumple y el 84% no cumple, de los radios mínimos el 63% cumple y el 37% no cumple, de las curvas horizontales el 100% no cumple, de la longitud de transición de peralte el 92% cumple y el 8% no cumple, de la evaluación de pendientes el 54% cumplen y el 46% no cumple, de la longitud de curvas verticales el 100% cumple, de las banquetas de visibilidad el 53% cumple y el 47% no cumple, sobre el ancho de plataforma el 24% cumple y el 76% no cumple, con respecto al sobreebanco el 62% cumple y el 38% no cumple, sobre los peraltes el 98% cumple y el 2% no cumple, talud de corte y relleno el 86% cumple y el 14% no cumple. La carretera no cumple con algunos parámetros de Diseño Geométrico dispuestos en el Manual de Diseño Geométrico

de Carreteras DG-2013, por lo que se plantea mejorar la calidad de ciertos dispositivos de control que ayuden a garantizar la seguridad vial.

## **2.2 Bases Teóricas**

### **2.2.1 Accidentes**

Un accidente es un suceso o acontecimiento anormal, casual y eventual, no querido, que se presenta de forma brusca, violenta e inesperada y que provoca una alteración del orden normal y regular de las cosas, ocasionando la muerte o lesiones en las personas y/o daños en las cosas. Los accidentes no son debidos al destino o a la fatalidad, sino que tienen causas naturales y explicables sobre las que es posible actuar para evitarlos, o al menos, para reducir su número o para mitigar sus consecuencias. Es necesario incidir en la diferencia con aquellos actos que se realizan de forma voluntaria. La voluntariedad o, más exactamente, su falta es la nota que diferencia al accidente frente a otros actos realizados por el hombre. (Vniversitat de València, 2015)

### **2.2.2 Accidentes de tránsito**

Accidente de tráfico sería cualquier acontecimiento casual o eventual, tanto de origen mecánico, ambiental, físico o humano, no intencionado, que se produce como consecuencia o con ocasión del tráfico de vehículos, en el que interviene alguna unidad de tráfico y en el que el vehículo o los vehículos quedan de manera anormal dentro o fuera de la calzada, y en el que, además, se produce la muerte o lesiones en las personas o daños en las cosas. (Vniversitat de València, 2015)

### **2.2.3 Bermas**

Las bermas son las fajas longitudinales contiguas a ambos lados de la calzada, comprendidas entre sus orillas y las líneas definidas por los hombros de la carretera. Las bermas pueden estar construidas al mismo nivel de la calzada o un poco más bajo que esta. Lo ideal es que la calzada y las bermas conformen un único elemento y solo estén separadas por la línea de borde de calzada. Este tipo de construcción brinda una mayor seguridad al conductor y genera una mejor apariencia. El hecho de que estén a un nivel más bajo favorece la seguridad de los

peatones ya que esta diferencia de nivel condiciona a los conductores a no invadir la berma principalmente en las curvas derechas. (Agudelo Ospina, 2002)

Tabla 1: Ancho de bermas

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

Fuente: (MTC, 2018)

## 2.2.4 Clasificación de Carreteras

### 2.2.4.1 Por su Demanda

#### 2.2.4.1.1 Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control total de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos, sin cruces o pasos a nivel y con puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (MTC, 2018)

#### 2.2.4.1.2 Autopistas de Segunda Clase

Son carreteras con un IMDA entre 6000 y 4 001 veh/día, de calzadas divididas por medio de un separador central que puede variar de 6.00 m hasta 1.00 m, en cuyo caso se instalará un sistema de contención vehicular; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, con control parcial de accesos (ingresos y salidas) que proporcionan flujos vehiculares continuos; pueden tener cruces o pasos vehiculares a nivel y

puentes peatonales en zonas urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (MTC, 2018)

#### **2.2.4.1.3 Carreteras de Primera Clase**

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en su defecto con dispositivos de seguridad vial, que permitan velocidades de operación, con mayor seguridad. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (MTC, 2018)

#### **2.2.4.1.4 Carreteras de Segunda Clase**

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

#### **2.2.4.1.5 Carreteras de Tercera Clase**

Son carreteras con IMDA menores a 400 veh/día, con calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo. De manera excepcional estas vías podrán tener carriles hasta de 2.50 m, contando con el sustento técnico correspondiente.

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (MTC, 2018)

#### **2.2.4.1.6 Trochas Carrozables**

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus

calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. (MTC, 2018)

## **2.2.4.2 Por su Orografía**

### **2.2.4.2.1 Terreno plano (tipo 1)**

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

### **2.2.4.2.2 Terreno ondulado (tipo 2)**

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

### **2.2.4.2.3 Terreno accidentado (tipo 3)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y el 100% y sus pendientes longitudinales predominantes se encuentran entre 6% y 8%, por lo que requiere importantes movimientos de tierras, razón por la cual presenta dificultades en el trazo. (MTC, 2018)

### **2.2.4.2.4 Terreno escarpado (tipo 4)**

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo. (MTC, 2018)

## **2.2.4.3 Por su Jerarquía**

### **2.2.4.3.1 Carreteras primarias o de primer orden**

Son aquellas vías troncales, transversales y de accesos a las capitales de los Departamentos, que cumplen la función básica de integración de las principales

zonas de producción y de consumo del país y de éste con los demás países. Este tipo de carreteras puede ser de calzadas divididas según las exigencias del proyecto, y deben ser siempre pavimentadas. (Cárdenas Grisales, 2013)

#### **2.2.4.3.2 Carreteras secundarias o de segundo orden**

Son aquellas vías que unen cabeceras municipales entre sí y/o que provienen de una cabecera municipal y conectan con una carretera Primaria. Las carreteras consideradas como Secundarias pueden funcionar pavimentadas o en afirmado. (Cárdenas Grisales, 2013)

#### **2.2.4.3.3 Carreteras terciarias o de tercer orden**

Son aquellas vías de acceso que unen cabeceras municipales con sus veredas, o que unen veredas entre sí. Las carreteras consideradas como Terciarias deben funcionar en afirmado. En caso de pavimentarse deben cumplir con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras Secundarias. (Cárdenas Grisales, 2013)

#### **2.2.5 Carretera**

Las carreteras pueden definirse como vías de dominio y uso público, proyectadas y construidas para la circulación de vehículos automóviles. Las carreteras de un país pueden clasificarse por su función, teniendo en cuenta el tipo de recorridos que se hace por ellas y el área a la que sirven. (Kraemer, y otros, 2009)

#### **2.2.6 Calzada o superficie de rodadura:**

Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma. La calzada se divide en carriles, los que están destinados a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito.

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición del tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento, no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que se usen, serán de 3,00 m, 3,30 m y 3,60 m.

Se tendrán en cuenta las siguientes consideraciones:

En autopistas: El número mínimo de carriles por calzada será de dos.

En carreteras de calzada única: Serán dos carriles por calzada. (MTC, 2018)

Tabla 2: Anchos mínimos de calzada en tangente

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

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.7 Consistencia

Según el (MTC, 2018) la consistencia del diseño geométrico de una carretera, se entiende como la relación de homogeneidad de sus características geométricas y las condiciones de seguridad que espera encontrar el conductor de un vehículo que circula por ella.

La consistencia en el diseño geométrico se refiere a que los cambios de velocidad de operación que se experimentan a lo largo de la carretera no sean fuertes y que dicha velocidad no difiera fuertemente de la velocidad de diseño, que se debe elegir según la función de la carretera y las expectativas del conductor. La evaluación de la consistencia en el diseño geométrico de carreteras se realiza con el fin de identificar aspectos relacionados con la seguridad de la circulación de los vehículos, con lo que se pueden plantear cambios para mejorar la circulación vehicular. Además, menciona que la consistencia sirve para determinar la seguridad vial en las carreteras en dos fases importantes, en la de diseño y la de



operación; determinando la variación de la velocidad de operación respecto a la de diseño. (Posada-Henao, Cadavid Agudelo, & Castro Gómez, 2014)

### **2.2.8 Curvas circulares simples**

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales. Por lo tanto, las curvas reales del espacio no necesariamente son circulares (Cárdenas Grisales, 2013)

Un concepto adicional es el brindo a continuación: Para enlazar dos rectas finitas con distinta dirección se pueden trazar un gran número de arcos circulares cuya radio varía desde cero metros hasta un valor tal que dicho arco elimine el tramo en tangente correspondiente a la recta más corta. El valor del radio, escogido por el diseñador de la vía, depende de las condiciones topográficas del sitio y de las limitaciones que imponen las leyes de la mecánica del movimiento de los vehículos en una curva, para una determinada velocidad de diseño. Además de las condiciones topográficas y la velocidad de diseño, el radio de una curva está también condicionado por las tangentes disponibles ya que al aumentar el radio de una curva aumentan también sus tangentes. (Agudelo Ospina, 2002)

#### **2.2.8.1 Elementos de la curva circular**

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se

indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

P.C.: punto de inicio de la curva

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

P.T.: punto de tangencia

E: distancia a externa (m)

M: distancia de la ordenada media (m)

R: radio de la curva (m)

T: tangente (m)

L: longitud de la curva (m)

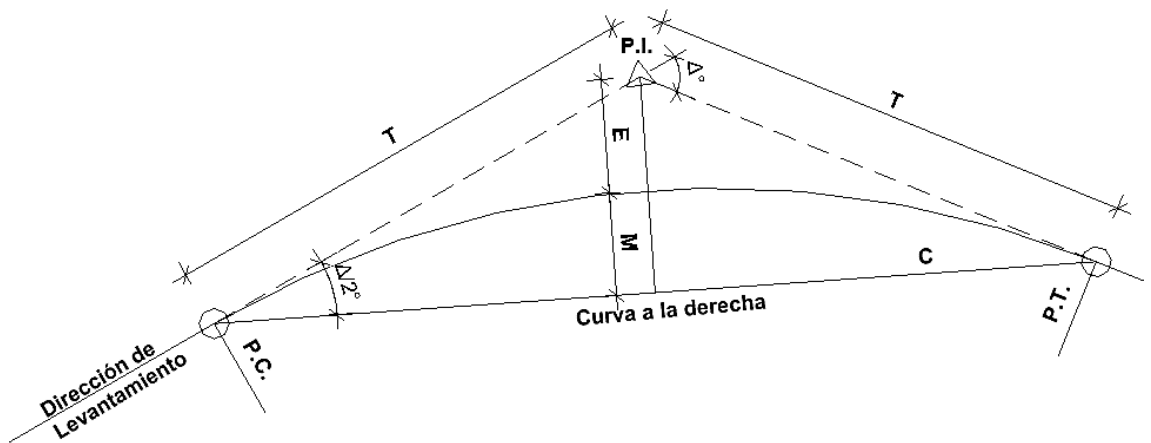
C: cuerda (m)

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

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

Sa: sobreelevación que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m) (MTC, 2018)

Figura N° 1: Simbología de la curva circular



Fuente: (MTC, 2018)

## 2.2.9 Diseño geométrico de carreteras

En forma particular, el diseño geométrico de carreteras es el proceso de correlación entre sus elementos físicos y las características de operación de los vehículos, mediante el uso de las matemáticas, la física y la geometría. En este sentido, la carretera queda geoméricamente definida por el trazado de su eje en planta y en perfil y por el trazado de su sección transversal. (Cárdenas Grisales, 2013)

## 2.2.10 Distancia de visibilidad

La distancia de visibilidad se define como la longitud continua de carretera que es visible hacia delante por el conductor de un vehículo que circula por ella. Esta distancia de visibilidad deberá ser de suficiente longitud, tal que le permita a los conductores desarrollar la velocidad de diseño y a su vez controlar la velocidad de operación de sus vehículos ante la realización de ciertas maniobras en la

carretera, como lo pueden ser por la presencia de un obstáculo fijo sobre su carril de circulación (distancia de visibilidad de parada), o el adelantamiento de un vehículo lento en carreteras de dos carriles dos sentidos (distancia de visibilidad de adelantamiento), o el encuentro de dos vehículos que circulan por el mismo carril en sentidos opuestos en carreteras terciarias de calzadas angostas (distancia de visibilidad de encuentro). (Cárdenas Grisales, 2013)

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

$$D_p = 0.278 * V * t_p + 0.039 \frac{V^2}{a} \quad \text{Ecuación ..... 1}$$

Dónde:

$D_p$  : distancia de parada (m)

$V$  : velocidad de diseño (km/h)

$t_p$  : 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).

Para vías con pendiente superior a 3%, tanto en ascenso como en descenso, se puede calcular con la siguiente fórmula:

$$D_p = 0.278Vt_p + \frac{V^2}{254 \left( \left( \frac{a}{9.81} \right) \pm i \right)} \quad \text{Ecuación ..... 2}$$

Dónde:

$d$ : distancia de frenado en metros

$V$ : velocidad de diseño en km/h

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

$i$ : Pendiente longitudinal (tanto por uno)

$\pm i$ : Subidas respecto al sentido de circulación

-i: Bajadas respecto al sentido de circulación. (MTC, 2018)

### 2.2.12 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Es la mínima que debe estar disponible, a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño.

La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto. (MTC, 2018)

La distancia de adelantamiento se calcula de la siguiente manera:

$$D_a = D_1 + D_2 + D_3 + D_4 \quad \text{Ecuación ..... 3}$$

Dónde:

Da: distancia de visibilidad de adelantamiento, en metros.

D1: distancia recorrida durante el tiempo de percepción y reacción, en metros

D2: distancia recorrida por el vehículo que adelante durante el tiempo desde que invade el carril de sentido contrario hasta que regresa a su carril, en metros.

D3: distancia de seguridad, una vez terminada la maniobra, entre el vehículo que adelanta y el vehículo que viene en sentido contrario, en metros.

D4: distancia recorrida por el vehículo que viene en sentido contrario (estimada en 2/3 de D2), en metros.

$$D_1 = 0.278 t_1 \left( V - m + \frac{a t_1}{2} \right) \quad \text{Ecuación ..... 4}$$

Dónde:

t1: tiempo de maniobra, en segundos.

V: velocidad del vehículo que adelante, en km/h.

a: promedio de aceleración que el vehículo necesita para iniciar el adelantamiento,

en km/h.

m: diferencia de velocidades entre el vehículo que adelanta y el que es adelantado, igual a 15 km/h en todos los casos.

$$D2 = 0.278 V t2 \quad \text{Ecuación ..... 5}$$

Dónde:

V: velocidad del vehículo que adelanta, en km/h.

*D3 = distancia variable entre 30 y 90 m*

t2: tiempo empleado por el vehículo en realizar la maniobra para volver a su carril en segundos.

$$D3 = \text{distancia variable entre 30 y 90 m} \quad \text{Ecuación ..... 6}$$

$$D4 = \frac{2}{3} D2 \quad \text{Ecuación ..... 7}$$

*(MTC, 2018)*

Tabla 3: Elementos que conforman la distancia de adelantamiento y ejemplos de cálculo

COMPONENTE DE LA MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO	RANGO DE VELOCIDAD ESPECÍFICA EN LA TANGENTE EN LA QUE SE EFECTÚA LA MANIOBRA (km/h)			
	50-65	66-80	81-95	96-110
	VELOCIDAD DEL VEHÍCULO QUE ADELANTA, V(km/h)			
	56.2 <sup>1</sup>	70 <sup>1</sup>	84.5 <sup>1</sup>	99.8 <sup>1</sup>
<u>Maniobra inicial:</u>				
a: Promedio de aceleración (Km/h/s)	2.25	2.3	2.37	2.41
t <sub>1</sub> : Tiempo (s)	3.6	4	4.3	4.5
d <sub>1</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	45	66	89	113
<u>Ocupación del carril contrario:</u>				
t <sub>2</sub> : Tiempo (s)	9.3	10	10.7	11.3
d <sub>2</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	145	195	251	314
<u>Distancia de seguridad:</u>				
d <sub>3</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	30	55	75	90
<u>Vehículos en sentido opuesto:</u>				
d <sub>4</sub> : Distancia de recorrido en la maniobra (m)	97	130	168	209
$D_a = d_1 + d_2 + d_3 + d_4$	317	446	583	726

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.13 Enfoques del análisis de consistencia

De acuerdo a las investigaciones existentes que existe al momento de describir los criterios que permiten analizar y evaluar la consistencia del diseño geométrico de una carretera existen principalmente dos grandes métodos; pero ambos tienen un objetivo común el cual es la búsqueda de establecer una relación concordante entre el conductor, la carretera, la vía y en entorno en que estos factores se encuentran inmersos.

#### 2.2.13.1 Enfoques de la velocidad

La primera tendencia, definida aquí como “Enfoque de la Velocidad”, asume como hipótesis que el conductor y el vehículo constituyen una unidad y que por lo tanto no existen distorsiones en el proceso de percepción - decisión – acción que se lleva a cabo en forma continua durante el proceso de conducción. El considerar dicho conjunto como una unidad, evita el problema que se suscita al considerar los 30 grados de libertad del movimiento de un vehículo (Lamm et al, 1999). Esta simplificación permite aplicar modelos físicos, como el

Modelo de Masa Puntual (Echaveguren et al, 2001), que permite realizar el diseño de curvas circulares. Mencionado por (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001).

### 2.2.13.2 Enfoques de las expectativas

La segunda tendencia, el “Enfoque de las Expectativas”, presupone que es probable que existan distorsiones en el proceso percepción – decisión – acción, de modo tal que la maniobra observada del vehículo no corresponde exactamente a la maniobra “correcta”, dadas las condiciones de trazado y tránsito. El objetivo fundamental de este enfoque, es reforzar las expectativas del conductor de modo de minimizar la posibilidad de error en el proceso de conducción. O bien, mejorar la consistencia del diseño. Mencionado por (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001).

### 2.2.14 Indicadores de consistencia bajo el enfoque de la velocidad

Tabla 4: Indicadores de consistencia bajo el enfoque de la velocidad

Nombre	Denominación	Unidades	Índice
Tasa de cambio de curvatura	TCC	Grad/km	$\sum (\Delta_i/L_i)$
Grado de curvatura	GC	Grad/km	$\sum (\rho_j/LE_j)/L$
Razón Longitud de Curva/ Longitud Total	RLCLT	M/m	$\sum (LE_i)/L$
Radio Promedio	RP	M	$\sum R_i/n$

Fuente: (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001).

Donde:

$\Delta_i$ : ángulo de deflexión

$L_i$ : longitud del segmento  $i$

$\rho_j$ : radio o parámetro de la clotoide

$LE_j$ : longitud del segmento  $j$

$R_i$ : radio de curvatura

$n$ : número de curvas en el segmento  $i$

Según lo mencionado (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001) la evaluación de consistencia se realiza comparando las diferencias entre los índices entre segmentos sucesivos de una vía. Luego se comparan tales diferencias con calificaciones literales: “bueno”, “regular” y “malo”

El curso de acción a seguir en el caso de que un par de segmentos se ubique dentro de alguno de los intervalos, puede sintetizarse en lo siguiente:

Calificación “bueno”: las diferencias son admisibles y no es necesario modificar el diseño. Calificación “regular”: se requieren modificaciones sólo en los casos en que los segmentos con esta calificación se encuentren adyacentes a otro par con la misma calificación.

Calificación “malo”: se debe modificar el diseño.

Un tema central en la discusión es la determinación de valores admisibles para las variaciones de estos índices entre segmentos. Un ejemplo de umbrales de evaluación son los formulados por Lamm et al 1998:

Diseño “bueno”: $\Delta TCC < 180 \text{ Grad/Km.}$	Ecuación ..... 8
Diseño “regular”: $180 \text{ Grad/Km.} < \Delta TCC < 360 \text{ Grad/Km.}$	Ecuación ..... 9
Diseño “malo”: $\Delta TCC \geq 360 \text{ Grad/Km.}$	Ecuación ..... 10

## **2.2.15 Indicadores de consistencia bajo el enfoque de las expectativas**

### **2.2.15.1 Criterio I: Consistencia en Elementos Simples**

Según (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001) este criterio se aboca a lograr la armonía entre la velocidad de diseño y la velocidad de operación en un elemento aislado del trazado.

Diseño “bueno”: $V_{85} - V_D \leq 10 \text{ km/h}$	Ecuación ..... 11
Diseño “regular”: $10 \text{ km/h} < V_{85} - V_D < 20 \text{ km/h}$	Ecuación ..... 12
Diseño “malo”: $V_{85} - V_D > 20 \text{ km/h}$	Ecuación ..... 13



La velocidad de percentil 85, está asociada a variables geométricas. Las formas funcionales que son de mayor uso y que han presentado mejores correlaciones son del tipo:

$$V_{85} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1/R \quad V_{85} = \hat{a}_0 + \hat{a}_1/R^{1/2} \quad \text{Ecuación ..... 14}$$

En donde  $\hat{a}_i$  son coeficientes de regresión, y R el radio de curvatura.

### 2.2.15.2 Criterio II: Consistencia entre Elementos Sucesivos

Según (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001), Bavkov (1968) recomendaba el uso de un coeficiente de seguridad (K) para caracterizar trazados. Lo definió como “el cociente entre la velocidad del flujo medio vehicular que puede lograrse en una sección y la velocidad que puede lograrse en la sección precedente”. De este modo, especificaba que el grado de seguridad de una curva, estaba directamente asociado a la velocidad que se lograba en el segmento precedente al analizado, estableció los siguientes criterios prácticos para la identificación de la peligrosidad de segmentos:

Diseño “bueno”:  $K > 0.8$  (mantener el diseño) Ecuación ..... 15

Diseño “regular”:  $0.4 < K < 0.6$  y  $0.6 < K < 0.8$  Ecuación ..... 16  
(emplear señalización)

Diseño “malo”:  $K \leq 0.4$  (realizar un rediseño) Ecuación ..... 17

Pero (Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001), también hace referencia a que Lamm et al (1995), propuso los siguientes umbrales de evaluación:

Diseño “bueno”:  $\ddot{A}V_{85} \leq 10$  km/h Ecuación ..... 18

Diseño “regular”:  $10$  km/h  $< \ddot{A}V_{85} < 20$  km/h Ecuación ..... 19

Diseño “malo”:  $\ddot{A}V_{85} > 20$  km/h Ecuación ..... 20

La variable  $\ddot{A}V_{85}$  se puede estimar de dos formas: Una aplicando diferencia simple entre los valores de  $V_{85}$  de segmentos sucesivos. Otra alternativa es estimar directamente las correlaciones entre  $\ddot{A}V_{85}$  y las variables geométricas del trazado.

### 2.2.15.3 Criterio III: Estabilidad Dinámica

(Echaveguren Navarro & Saez Cardenas, 2001) menciona que este criterio toma como base la idea que las diferencias entre la fricción lateral provista por el diseño y la fricción lateral demandada induce inconsistencia en el trazado, puesto que el conductor modifica su velocidad al enfrentar la curva dependiendo de la trayectoria, de la presencia de otros vehículos y de la velocidad de aproximación a la curva. Para lograr la estabilidad, el conductor demandará una cierta cantidad de fricción en función de las características del desplazamiento del automóvil (velocidad, trayectoria) y del pavimento (textura), la cual no necesariamente es la misma que ofrece el diseño a través de la curvatura y del peralte.

Y también hace referencia a que los umbrales propuestos por Lamm et al (1995) son los indicados:

Diseño “bueno”: $\Delta f > + 0.02$	Ecuación ..... 21
Diseño “regular”: $+ 0.02 \Delta f < - 0.02$	Ecuación ..... 22
Diseño “malo”: $\Delta f < - 0.02$	Ecuación ..... 23

En donde  $\Delta f$  es la diferencia entre la fricción lateral provista y la demandada.

La fricción lateral provista se puede estimar mediante la expresión de equilibrio dinámico:

$$f_{ra} = VD^2 / 127R - p \quad \text{Ecuación ..... 24}$$

Siendo VD la velocidad de diseño, R el radio de curvatura y p el peralte.

La fricción lateral demandada se estima sustituyendo el valor de VD por el de V85.

### 2.2.16 Radios mínimos

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

Dónde:

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

Ecuación ..... 25

R<sub>mín</sub>: radio mínimo

V: velocidad de diseño

P<sub>máx</sub>: peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f<sub>máx</sub>: coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V. (MTC, 2018)

Tabla 5: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Ubicación de la vía	Velocidad de diseño	P máx. (%)	f máx.	Radio calculado (m)	Radio redondeado (m)
Área urbana	30	4.00	0.17	33.7	35
	40	4.00	0.17	60.0	60
	50	4.00	0.16	98.4	100
	60	4.00	0.15	149.2	150
	70	4.00	0.14	214.3	215
	80	4.00	0.14	280.0	280
	90	4.00	0.13	375.2	375
	100	4.00	0.12	492.10	495
	110	4.00	0.11	635.2	635
	120	4.00	0.09	872.2	875
Área rural (con peligro de hielo)	130	4.00	0.08	1,108.9	1,110
	30	6.00	0.17	30.8	30
	40	6.00	0.17	54.8	55
	50	6.00	0.16	89.5	90
	60	6.00	0.15	135.0	135
	70	6.00	0.14	192.9	195
	80	6.00	0.14	252.9	255
	90	6.00	0.13	335.9	335
	100	6.00	0.12	437.4	440
	110	6.00	0.11	560.4	560
Área rural (plano u ondulada)	120	6.00	0.09	755.9	755
	130	6.00	0.08	950.5	950
	30	8.00	0.17	28.3	30
	40	8.00	0.17	50.4	50
	50	8.00	0.16	82.0	85
	60	8.00	0.15	123.2	125
	70	8.00	0.14	175.4	175
	80	8.00	0.14	229.1	230
	90	8.00	0.13	303.7	305
	100	8.00	0.12	393.7	395
Área rural (accidentada o escarpada)	110	8.00	0.11	501.5	500
	120	8.00	0.09	667.0	670
	130	8.00	0.08	831.7	835
	30	12.00	0.17	24.4	25
	40	12.00	0.17	43.4	45
	50	12.00	0.16	70.3	70
	60	12.00	0.15	105.0	105
	70	12.00	0.14	148.4	150
	80	12.00	0.14	193.8	195
	90	12.00	0.13	255.1	255
	100	12.00	0.12	328.1	330
	110	12.00	0.11	414.2	415
	120	12.00	0.09	539.9	540
	130	12.00	0.08	665.4	665

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.17 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:

- 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%. (MTC, 2018)

### 2.2.18 Peralte

Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo. (MTC, 2018)

Tabla 6: Valores de peralte máximo

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

Fuente: (MTC, 2018)

#### 2.2.18.1 Bombeo

Es la pendiente transversal de la corona en los tramos rectos del alineamiento horizontal hacia uno u otro lado del eje para evacuar las aguas lluvias de la vía y evitar el fenómeno de hidroneo. El bombeo apropiado debe permitir un drenaje correcto de la corona con la mínima pendiente, a fin de que el conductor no tenga sensaciones de incomodidad e inseguridad.

Tabla 7: Valores del bombeo de la calzada

Tipo de Superficie	Bombeo (%)	
	Precipitación <500 mm/año	Precipitación >500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto Portland	2.0	2.5
Tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente:(MTC, 2018)

### 2.2.19 Pendiente máxima

Para tomar en cuenta las pendientes máximas será tomadas de la siguiente tabla:

Tabla 8:Pendientes máximas (%)

Demanda Vehículos/día	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera					
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400					
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase					
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
Velocidad de diseño: 30 km/h																					10.00	10.00
40 km/h																	9.00	8.00	9.00	10.00		
50 km/h											7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00			
60 km/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				
70 km/h			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00				
80 km/h	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				
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00			6.00				6.00	6.00				
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00				6.00									
110 km/h	4.00	4.00			4.00																	
120 km/h	4.00	4.00			4.00																	
130 km/h	3.50																					

Fuente: (MTC, 2018)

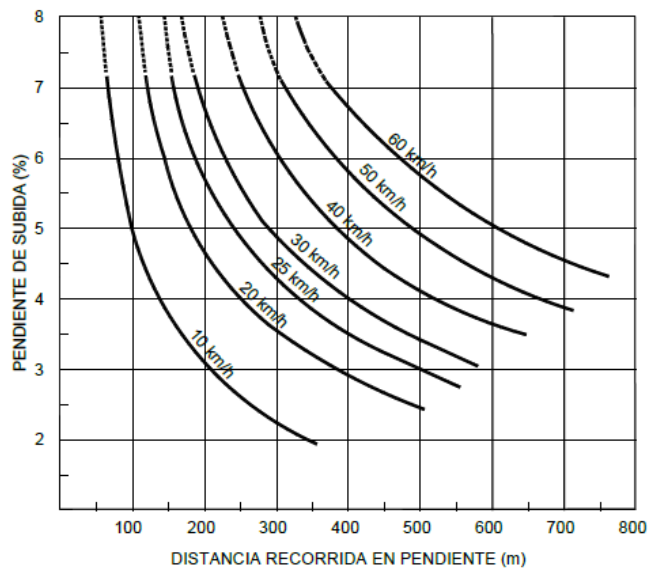
### 2.2.20 Pendientes máximas excepcionales

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.

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. (MTC, 2018)

Gráfico N° 1: Longitud crítica en pendiente



Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.21 Perfiles de velocidad

Los perfiles de velocidad permiten describir la velocidad de una carretera a lo largo de su trazado. Para su elaboración requieren modelos que relacionen la velocidad con la geometría. Generalmente, estos modelos asumen que la velocidad de operación es constante en las curvas horizontales y no consideran el efecto de la tangente de entrada en la velocidad ni de la variabilidad de la velocidad al interior de la curva. (Echaveguren & Díaz, 2013)

### **2.2.22 Seguridad vial**

La seguridad vial es el conjunto de acciones y mecanismos que garantizan el buen funcionamiento de la circulación del tránsito; mediante la utilización de conocimientos (leyes, reglamento y disposiciones) y normas de conducta; bien sea como peatón, pasajero o conductor, a fin de usar correctamente la vía pública previniendo los accidentes de tránsito. (Cultura & Cultura Vial, 2011)

### **2.2.23 Sobreancho**

Es el ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. (MTC, 2018)

#### **2.2.23.1 Necesidad del sobreancho**

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.

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. 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. Las holguras teóricas en recta y en (MTC, 2018)

Tabla 9: Holguras teóricas para vehículos comerciales de 2.60 m de ancho

Calzada de 7.20 m		Calzada de 6.00 m	
En recta	En curva ensanchada	En recta	En curva ensanchada
$h_1$ 0.5 m	0.6 m	0.3 m	0.45 m
$h_2$ 0.4 m	0.4 m	0.1 m	0.05 m
$h_{2\text{ ext}}$ 0.4m	0.0 m	0.1 m	0.0 m

Fuente: (MTC, 2018)

Dónde:

$h_1$ : holgura entre cada vehículo y el eje demarcado.

$h_2$ : holgura entre la cara exterior de los neumáticos de un vehículo y el borde exterior del carril por el que circula (en recta) o de la última rueda de un vehículo simple o articulado y el borde interior de la calzada en curvas.

$h_{2\text{ ext}}$ : holgura entre el extremo exterior del parachoques delantero y el borde exterior de la calzada,  $h_{2\text{ ext}} \approx h_2$  en recta y  $h_{2\text{ ext}} = 0$  en curvas ensanchadas.

Las holguras en curvas ensanchadas son mayores en calzadas de 7.20 m respecto de las de 6.00 m, no sólo por el mayor ancho de calzada, sino por las mayores velocidades de circulación que en ellas se tiene y por el mayor porcentaje de vehículos comerciales de grandes dimensiones. (MTC, 2018)

### 2.2.23.2 Valores del sobreancho

El sobreancho 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:

$$Sa = n(R - \sqrt{R^2 - L^2}) + \frac{V}{10\sqrt{R}} \quad \text{Ecuación ..... 26}$$

Dónde:

Sa: sobreancho (m)

n: número de carriles

RC: radio de curvatura circular (m)

L: distancia entre eje posterior y parte frontal (m)

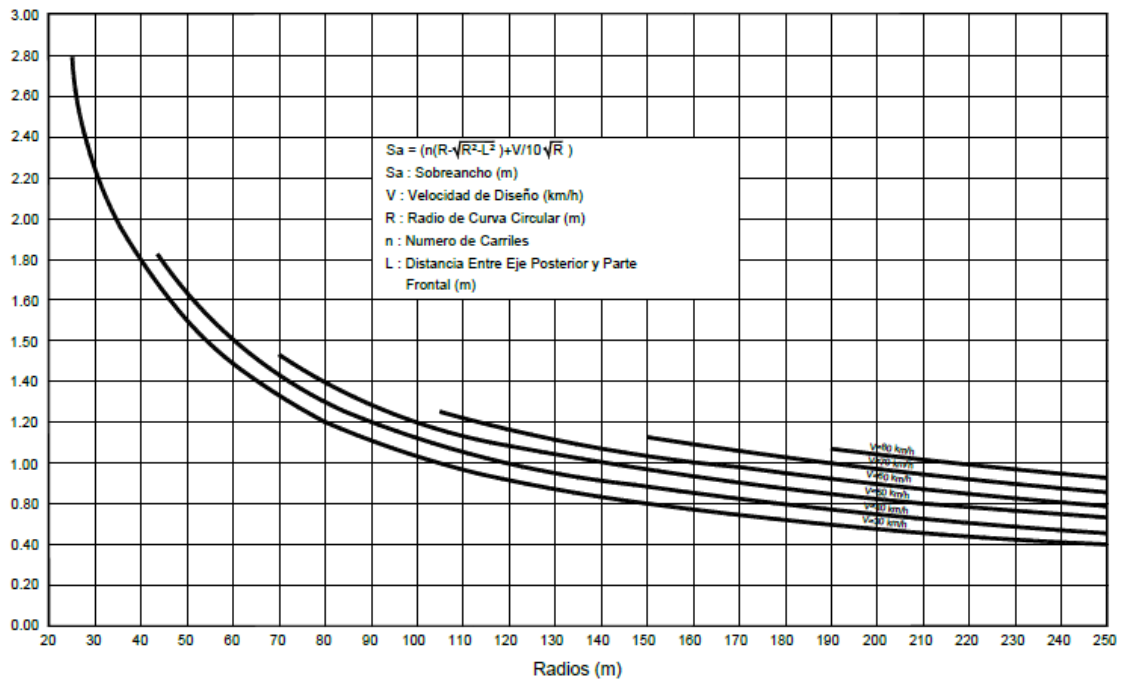
V: velocidad de diseño (km/h)



El primer término, depende de la geometría y el segundo de consideraciones empíricas, que tienen en cuenta un valor adicional para compensar la mayor dificultad, en calcular distancias transversales en curvas. Debe precisarse, que la inclusión de dicho valor adicional, debe ser evaluado y determinado por el diseñador, para aquellas velocidades que éste considere bajas para el tramo en diseño.

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. (MTC, 2018)

Gráfico N° 2: valores de sobreancho en función a “L” del tipo de vehículo de diseño



Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.23.3 Valores del sobreancho para vehículos articulados

Según (INVÍAS, 2008) el vehículo articulado está compuesto por una unidad tractora y semirremolque.

El manual AASHTO versión 2004 presenta el siguiente procedimiento para la determinación del sobreebanco requerido en una curva.

La expresión recomendada por la AASHTO es la siguiente:

$$S = A_C - A_T \quad \text{Ecuación ..... 27}$$

Donde: S: Sobreebanco requerido por la calzada, en metros.

$A_C$ : ancho de la calzada en curva, en metros.

$A_T$ : ancho de la calzada en tangente, en metros.

Ahora bien:

$$A_C = n(U + C) + (n - 1)F_A + Z \quad \text{Ecuación ..... 28}$$

Donde:

n: número de carriles de la calzada

U: ancho ocupado por el vehículo cuando está describiendo la trayectoria en la curva, en metros.

$$U = u + R_C - \sqrt{R_C^2 - (L_1 + L_2 + L_3)^2} \quad \text{Ecuación ..... 29}$$

Donde:

u: ancho del vehículo en tangente, en metros.

$R_C$ : radio de la curva, en metros.

$L_1$ ,  $L_2$  y  $L_3$ : dimensiones del vehículo, en metros.

C: espacio lateral de seguridad que requiere cada vehículo, en metros.

$F_A$ : avance del voladizo delantero del vehículo sobre el carril adyacente, cuando está describiendo la trayectoria curva.

$$F_A = \sqrt{R_C^2 + A(2L_1 + A)} - R_C \quad \text{Ecuación ..... 30}$$

Donde:

$R_C$ : radio de la curva, en metros.

A: valor del voladizo o saliente delantero del vehículo, en metros

$L_1$ : distancia entre el eje delantero y el eje trasero de la unidad tractora, en metros.

$Z$ : sobreebanco adicional de seguridad, que depende de la curvatura y de la velocidad específica de la curva horizontal ( $V_{CH}$ ) y cuyo propósito es facilitar la conducción sobre la curva, en metros. Este valor es experimental.

$$Z = 0.1 \sqrt{\frac{V_{CH}}{R_C}} \quad \text{Ecuación ..... 31}$$

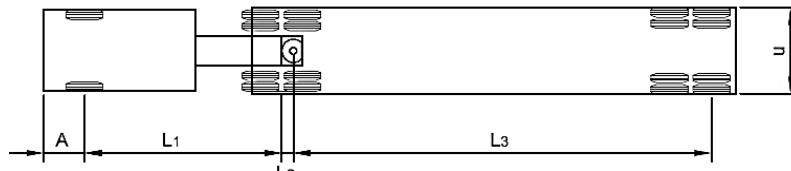
Donde:

$V_{CH}$ : velocidad Específica de la curva, en km/h.

$R_C$ : radio de la curva, en metros.

El valor calculado del sobreebanco se debe redondear al decímetro superior. Todo el sobreebanco requerido por la calzada se debe construir en el interior de la curva. (INVÍAS, 2008)

Figura N° 2: dimensiones para el cálculo del sobreebanco requerido por el vehículo articulado



Fuente: (INVÍAS, 2008)

Tabla 10: dimensiones para el cálculo del sobreebanco requerido por el vehículo articulado

	CATEGORÍA	A (m)	$L_1$ (m)	$L_2$ (m)	$L_3$ (m)	u (m)
3S2	Tractocamión de tres ejes con semirremolque de dos ejes	1.22	5.95	0.0	12.97	2.59

Fuente: (INVÍAS, 2008)

Tabla 11: valor de C en función del ancho de la calzada

	ANCHO DE CALZADA EN TANGENTE ( $A_T$ ), m		
	6.00	6.60	7.20
C (m)	0.60	0.75	0.90

Nota: Para calzada de ancho diferente se puede encontrar el valor por interpolación.

Fuente: (INVÍAS, 2008)

#### **2.2.24 Transición del peralte**

La sección transversal de la calzada sobre un alineamiento recto tiene una inclinación comúnmente llamada bombeo normal, el cual tiene por objeto facilitar el drenaje o escurrimiento de las aguas lluvias lateralmente hacia las cunetas.

El valor del bombeo dependerá del tipo de superficie y de la intensidad de las lluvias en la zona del proyecto, variando del 1% al 4%.

Así mismo, la sección transversal de la calzada sobre un alineamiento curvo tendrá una inclinación asociada con el peralte, el cual tiene por objeto, como se vio anteriormente, facilitar el desplazamiento seguro de los vehículos sin peligros de deslizamientos. Para pasar de una sección transversal con bombeo normal a otra con peralte, es necesario realizar un cambio de inclinación de la calzada. Este cambio no puede realizarse bruscamente, sino gradualmente a lo largo de la vía entre este par de secciones. A este tramo de la vía se le llama transición de peraltado. Se ha encontrado empíricamente que la transición del peralte puede introducirse dentro de la curva hasta en un 50%, siempre que por lo menos la tercera parte central de la longitud de la curva circular quede con el peralte completo. (Cárdenas Grisales, 2013)

#### **2.2.25 Tránsito**

El diseño de una carretera o de cualquiera de sus partes se debe basar en datos reales del tránsito, o sea, del conjunto de vehículos que circulan o circularán por ella. El tránsito indica para qué servicio se va a construir la vía y afecta directamente las características geométricas del diseño. No es racional el diseño de una carretera sin información suficiente sobre el tránsito, como tampoco lo es diseñar una viga sin conocer las cargas que debe soportar; la información sobre el tránsito permite establecer las cargas para el diseño geométrico, lo mismo que para el diseño de su estructura o afirmado. Los datos del tránsito deben incluir las cantidades de vehículos volúmenes por días del año y por horas del día, como también la distribución de los vehículos por tipos y por pesos, es decir, su composición. (Chocontá Rojas, 2004)

## **2.2.25.1 Volumen de tránsito**

### **2.2.25.1.1 Tránsito promedio diario**

Se abrevia con las letras TPD y representa el tránsito total que circula por la carretera durante un año dividido por 365, o sea que es el volumen de tránsito promedio por día. Este valor es importante para determinar el uso anual como justificación de costos en el análisis económico y para diseñar elementos estructurales de la carretera. (Chocontá Rojas, 2004)

Otro concepto para poder entender esta definición es la siguiente:

El índice medio diario anual (IMDA) es el valor numérico estimado del tráfico vehicular en un determinado tramo de la red vial en un año. El IMDA es el resultado de los conteos volumétricos y clasificación vehicular en campo en una semana, y un factor de corrección que estime el comportamiento anualizado del tráfico de pasajeros y mercancías.

El IMDA se obtiene de la multiplicación del índice medio diario semanal (IMDS) y el factor de corrección estacional (FC).

$$\text{IMDA} = \text{IMDS} \times \text{FC} \qquad \text{Ecuación ..... 32}$$

Donde:

IMDS representa el índice medio diario semanal o promedio de tráfico diario semanal, y FC representa el factor de corrección estacional. (MTC, IMDA índice medio diario anual, 2014)

### **2.2.25.1.2 Índice Medio Diario Semanal**

El Índice Medio Diario Semanal (IMDS) se obtiene a partir del volumen de tráfico diario registrado por tipo de vehículo en un tramo de la red vial durante 7 días.

$$\text{IMDS} = \sum V_i / 7 \qquad \text{Ecuación ..... 33}$$

Donde:

$V_i$ : Volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico. (MTC, IMDA índice medio diario anual, 2014)

### 2.2.26 Vehículos ligeros

La longitud y el ancho de los vehículos ligeros no condicionan el proyecto, salvo que se trate de una vía por la que no circulan camiones, situación poco probable en el proyecto de carreteras. A modo de referencia, se citan las dimensiones representativas de vehículos de origen norteamericano, en general mayores que las del resto de los fabricantes de automóviles:

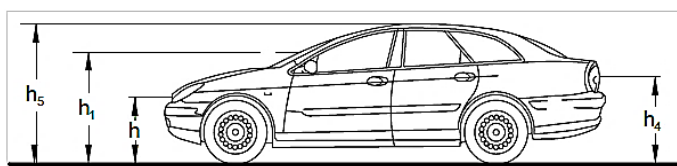
- Ancho: 2.10 m.
- Largo: 5.80 m.

Para el cálculo de distancias de visibilidad de parada y de adelantamiento, se requiere definir diversas alturas, asociadas a los vehículos ligeros, que cubran las situaciones más favorables en cuanto a visibilidad.

- $h$ : altura de los faros delanteros: 0.60 m.
- $h_1$ : altura de los ojos del conductor: 1.07 m.
- $h_2$ : altura de un obstáculo fijo en la carretera: 0.15 m.
- $h_4$ : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.
- $h_5$ : altura del techo de un automóvil: 1.30 m

El vehículo ligero es el que más velocidad desarrolla y la altura del ojo de piloto es más baja, por tanto, estas características definirán las distancias de visibilidad de sobrepaso, parada, zona de seguridad en relación con la visibilidad en los cruces, altura mínima de barreras de seguridad y antideslumbrantes, dimensiones mínimas de plazas de aparcamiento en zonas de estacionamiento, miradores o áreas de descanso. (MTC, 2018)

Figura N° 3: Vehículos ligeros



Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.27 Vehículos pesados

Las dimensiones máximas de los vehículos a emplear en la definición geométrica son las establecidas en el Reglamento Nacional de Vehículos vigente.

El vehículo pesado tiene las características de sección y altura para determinar la sección de los carriles, radios y sobreeanchos en curvas horizontales, alturas libres mínimas permisibles, necesidad de carriles adicionales, longitudes de incorporación, longitudes y proporción de aparcamientos para vehículos pesados en zonas de estacionamiento, miraderos o áreas de descanso.

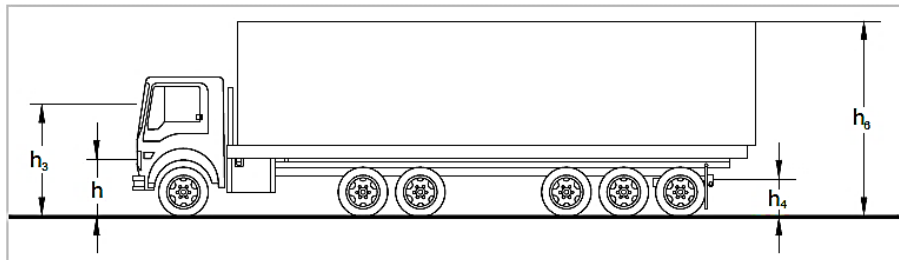
$h$ : altura de los faros delanteros: 0.60 m.

$h_3$ : altura de ojos de un conductor de camión o bus, necesaria para la verificación de visibilidad en curvas verticales cóncavas bajo estructuras: 2.50 m.

$h_4$ : altura de las luces traseras de un automóvil o menor altura perceptible de carrocería: 0.45 m.

$h_6$ : altura del techo del vehículo pesado: 4.10 m (MTC, 2018)

Figura N° 4: Vehículos pesados



Fuente: (MTC, 2018)

Tabla 12: Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1.30	2.10	0.15	1.80	5.80	0.90	3.40	1.50	7.30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4.10	2.60	0.00	2.60	13.20	2.30	8.25	2.65	12.80
Ómnibus de tres ejes (B3-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	14.00	2.40	7.55	4.05	13.70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	15.00	3.20	7.75	4.05	13.70
Ómnibus articulado (BA-1)	4.10	2.60	0.00	2.60	18.30	2.60	6.70 / 1.90 / 4.00	3.10	12.80
Semirremolque simple (T2S1)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	6.00 / 12.50	0.80	13.70
Remolque simple (C2R1)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	10.30 / 0.80 / 2.15 / 7.75	0.80	12.80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.40 / 6.80 / 1.40 / 6.80	1.40	13.70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4.10	2.60	0.00	2.60	23.00	1.20	5.45 / 5.70 / 1.40 / 2.15 / 5.70	1.40	13.70
Semirremolque simple (T3S3)	4.10	2.60	0.00	2.60	20.50	1.20	5.40 / 11.90	2.00	1

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.28 Velocidad de diseño

Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Para identificar los tramos homogéneos y establecer su Velocidad de Diseño, se debe atender a los siguientes criterios:

- 1) La longitud mínima de un tramo de carretera, con una velocidad de diseño dada, debe ser de tres (3.0) kilómetros, para velocidades entre veinte y cincuenta kilómetros por hora (20 y 50 km/h) y de cuatro (4.0) kilómetros para velocidades entre sesenta y ciento veinte kilómetros por hora (60 y 120 km/h).
- 2) La diferencia de la Velocidad de Diseño entre tramos adyacentes, no debe ser mayor a veinte kilómetros por hora (20 km/h). (MTC, 2018)



Tabla 13: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera

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

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.29 Velocidad de marcha

Denominada también velocidad de crucero, es el resultado de dividir la distancia recorrida entre el tiempo durante el cual el vehículo estuvo en movimiento, bajo las condiciones prevaletientes del tránsito, la vía y los dispositivos de control. Es una medida de la calidad del servicio que una vía proporciona a los conductores y varía durante el día, principalmente, por la modificación de los volúmenes de tránsito. (MTC, 2018)

Tabla 14: Velocidades de marcha teóricas en función de la velocidad de diseño (km)

Velocidad de diseño	30.0	40.0	50.0	60.0	70.0	80.0	90.0	100.0	110.0	120.0	130.0
Velocidad media de marcha	27.0	36.0	45.0	54.0	63.0	72.0	81.0	90.0	99.0	108.0	117.0
Rangos de velocidad media	25.5 @ 28.5	34.0 @ 38.0	42.5 @ 47.5	51.0 @ 57.0	59.5 @ 66.5	68.0 @ 76.0	76.5 @ 85.5	85.0 @ 95.0	93.5 @ 104.5	102.0 @ 114.0	110.5 @ 123.5

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.30 Velocidad de operación

Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, en función a la velocidad de diseño, bajo las condiciones prevalecientes del tránsito, estado del pavimento, meteorológicas y grado de relación de ésta con otras vías y con la propiedad adyacente. (MTC, 2018)

Tabla 15: Ecuaciones de Fitzpatrick para la estimación de velocidades de operación

	Condiciones de alineamiento	Ecuación
1	Curva horizontal sobre pendiente (-9% < i < -4%)	$V_{85} = 102.10 - \frac{3077.13}{R}$
2	Curva horizontal sobre pendiente (-4% < i < 0%)	$V_{85} = 105.98 - \frac{3709.90}{R}$
3	Curva horizontal sobre pendiente (0% < i < 4%)	$V_{85} = 104.82 - \frac{3574.51}{R}$
4	Curva horizontal sobre pendiente (4% < i < 9%)	$V_{85} = 96.61 - \frac{2752.19}{R}$
5	Curva horizontal combinada con curvas cóncavas (sag)	$V_{85} = 105.32 - \frac{3438.19}{R}$
6	Curva horizontal combinada con curvas convexas sin limitación de visibilidad	(Nota 2)
7	Curva horizontal combinada con curvas convexas con limitación de visibilidad ( $K \leq 43$ m / %)	$V_{85} = 103.24 - \frac{3576.51}{R}$ ; (nota 2)
8	Curva vertical cóncava sobre recta horizontal	$V_{85}$ se asume como la velocidad deseada
9	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad no limitada ( $K > 43$ m / %) sobre recta horizontal	$V_{85}$ se asume como la velocidad deseada
10	Curva vertical convexa con distancia de visibilidad limitada ( $K \leq 43$ m / %) sobre recta horizontal	$V_{85} = 105.08 - \frac{149.69}{K}$

Fuente: (MTC, 2018)

### 2.2.31 Velocidad del percentil 85

Para muchos estudios de trazado o de regulación de tráfico no es adecuado considerar la velocidad media como velocidad de proyecto, porque el 50 por 100 de los vehículos circulan a una velocidad superior; interesa utilizar una velocidad que sea sobrepasada por un número reducido de vehículos. Se utiliza frecuentemente la velocidad correspondiente al percentil 85 (velocidad que sólo es sobrepasada por el 15 por 100 de los vehículos) de la distribución de turismo, que son los más rápidos. Esta velocidad del percentil 85 suele ser alrededor de un 20 por 100 superior a la velocidad media. (Kraemer, y otros, 2009)

# CAPÍTULO III MATERIALES Y MÉTODOS

## 3.1 Ubicación

### 3.1.1 Ubicación Política

Departamento: Cajamarca.

Provincia: Cajamarca

Distrito: Cajamarca

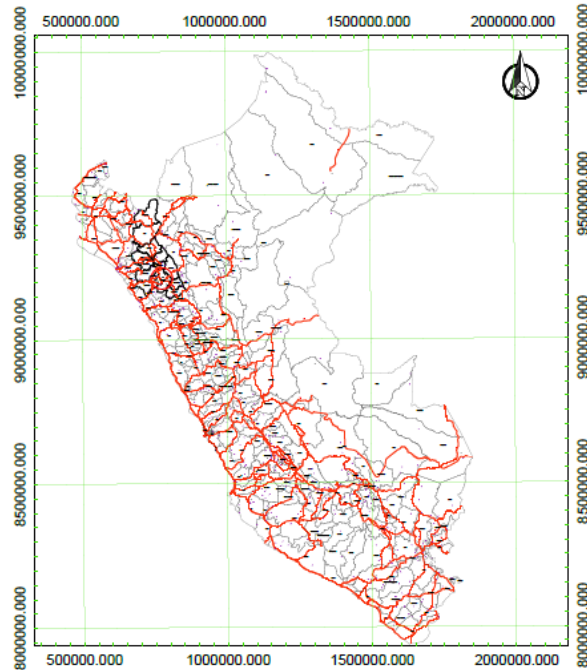


Figura N° 8: Ubicación en la RNV

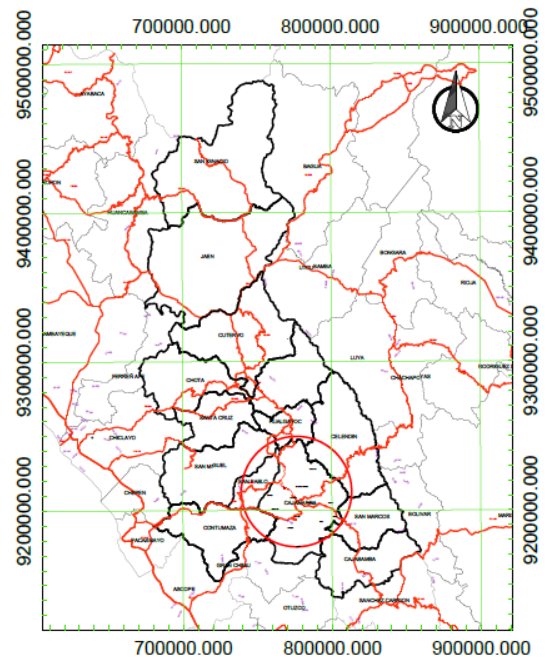


Figura N° 8: Ubicación en la Provincia de Cajamarca

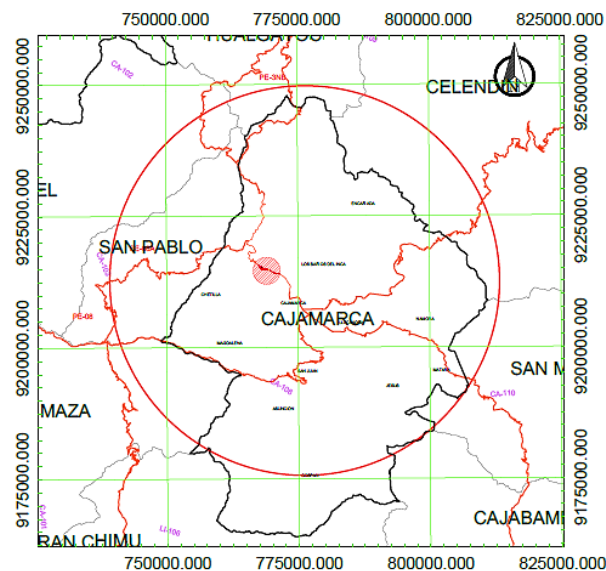


Figura N° 8: Ubicación en el distrito de Cajamarca

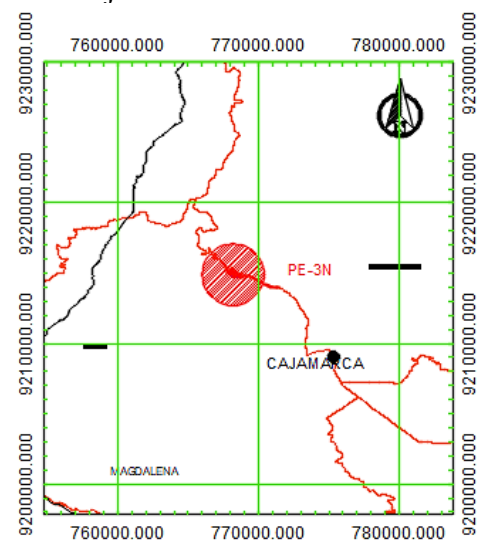


Figura N° 8: Tramo en la ruta PE 3N

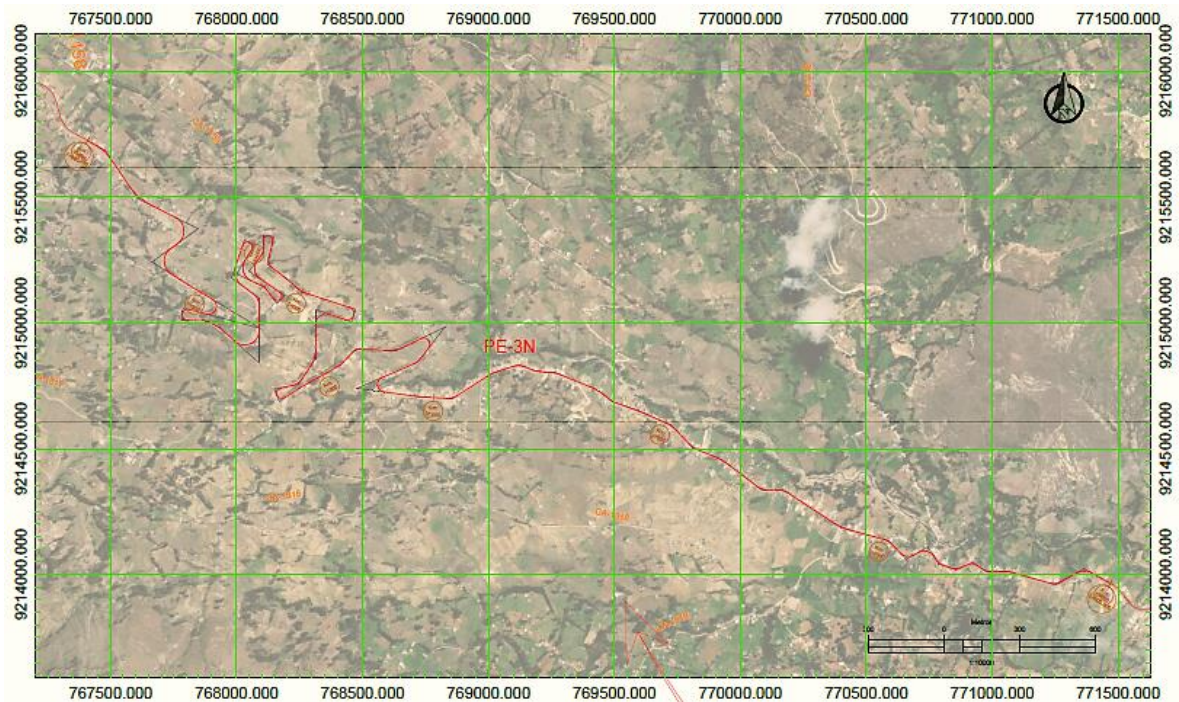


Figura N° 9: Carretera C.P. Huambocancha Alta - C.P. Porcón Bajo

### 3.1.2 Ubicación geográfica

#### 3.1.2.1 Punto Inicial

El punto inicial está en el centro poblado Huambocancha Alta.

Tabla 16: Coordenadas del punto inicial

Punto	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS UTM	
	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Este (m)	Norte (m)
<b>Partida</b>	7° 06' 05.7168''	78° 32' 33.5253''	2897.558	771439.390	9213986.571

#### 3.1.2.2 Punto Final

El punto final está en el centro poblado Porcón Bajo en la plaza de armas del centro poblado ubicado frente a la I.E.P Porcón Bajo.

Tabla 17: Coordenadas UMT del punto final

Punto	COORDENADAS GEOGRÁFICAS			COORDENADAS UTM	
	Latitud	Longitud	Altitud (m.s.n.m)	Este (m)	Norte (m)
<b>Partida</b>	7° 05' 10.7412''	78° 34' 43.3391''	3220.533	767462.759	9215697.885

### 3.2 Materiales y herramientas:

#### 3.2.1 Estación total Leica TS – 09 Plus



Fotografía N° 1: Estación total Leica TS - 09 Plus

#### 3.2.2 GPS (Mobile Topographer)

Se utilizó para poder tomar coordenadas referenciales y así poder orientar la estación total.

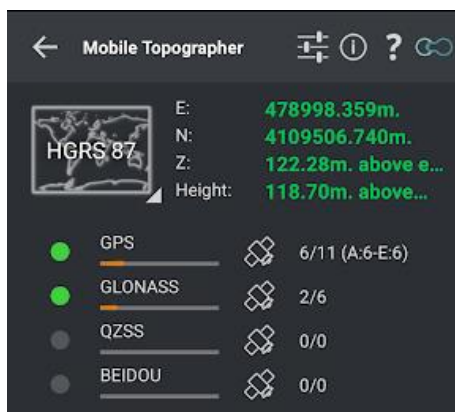


Figura N° 10: Interfaz de la aplicación Mobile Topographer

### 3.2.3 Wincha Stanley 100 (m)



Figura N° 11: Wincha usada para el estacado del levantamiento

### 3.2.4 Prisma

Sirve para poder regresar la señal del láser transmitida por la estación total.



Fotografía N° 2: Prismas utilizados para el levantamiento topográfico

### 3.2.5 Bastones

Se usaron para poder sostener los prismas a una determinada altura según convenía de acuerdo a la visibilidad y cuentan con un nivel ojo de pollo para más precisión



Fotografía N° 3: Bastones usados en el levantamiento

### 3.2.6 Trípode

Es la base sobre la cual se sostiene la estación sirve para poder darle estabilidad a la estación



Fotografía N° 4: Trípode usado durante el levantamiento

### 3.2.7 Areosol



Fotografía N° 5: Areosol para poder marcar los BMs

### 3.2.8 Corrector



Fotografía N° 6: Corrector para enumerar las estaciones

## 3.3 Procedimiento

El procedimiento mediante el cual se llevó a cabo el desarrollo de la investigación consta de dos partes fundamentales, las cuales son el trabajo de campo y el trabajo de gabinete

### 3.3.1 Trabajo de campo

El trabajo de campo que se realizó se compone de cuatro etapas las cuales se detallan a continuación:

#### 3.3.1.1 Reconocimiento de la vía de estudio

Se realizó un reconocimiento previo para poder tener una idea general de la topografía existente del lugar así como identificar la estructura vial existente a



tener en cuenta como referencia general antes de realizar el levantamiento topográfico.

### **3.3.1.2 Levantamiento topográfico**

Luego de haber realizado el reconocimiento del lugar se procedió a realizar el levantamiento topográfico utilizando para ello una estación total, se tomó en cuenta durante el levantamiento los siguientes puntos: eje de la vía, cunetas y taludes ; adicionalmente se tomaron puntos de las estructuras existentes tales como postes de luz, postes de teléfono, las casas que se creyeron convenientes ya que podrían afectar la visibilidad en curvas, gibas, alcantarillas, puentes, posta de salud y la I.E.P Porcón Bajo.

Para el levantamiento del eje se realizó el estacado cada 20m en tramos rectos y para las curvas se siguió el criterio para curvas de radio menor a 20m cada 5m, para curvas con radio entre 20m y 50m cada 10m y para curvas con radios mayores a 50m cada 20m.

El trabajo de levantamiento topográfico se realizó en dos partes: la primera comprende los días 03, 04, 05 del mes de enero y la segunda parte los días 18,19,20 correspondientes al mismo mes del año 2020. La ubicación detallada de las estructuras mencionadas anteriormente se encuentra en el plano clave incluido en los anexos.

### **3.3.1.3 Estudio de tránsito**

El estudio de tránsito dio como resultado un IMD de 2742 veh/día (ver tablas 26 y 27), realizando el conteo manualmente.

El estudio de tránsito se realizó para obtener el IMD actual de la vía y así determinar su clasificación, el procedimiento para realizar este estudio fue el siguiente: primero se ubicó la zona adecuada para realizar el conteo, este lugar fue la plazuela del centro poblado Porcón Bajo ubicado frente a la I.E.P del mismo centro poblado. Luego se realizó el conteo vehicular desde las 06:00 hasta las 20:00 durante la semana comprendida entre el 18 y 24 de febrero de 2020.

#### **3.3.1.4 Medición de velocidades de vehículos ligeros**

La última parte del trabajo de campo consistió en realizar las mediciones de la velocidad de operación en todos los tramos de la carretera en estudio, principalmente en los que se tienen tangentes largas antes de curvas cerradas, y en zonas donde se produjeron accidentes, teniendo en cuenta estos criterios las se midieron las velocidades a los vehículos ligeros siendo estos las camionetas (automóviles, pickup, combis).

La metodología para tomar las mediciones de velocidad fue la siguiente: se identificó una determinada distancia en cada tramo y mediante la ayuda de un cronómetro se determinó el tiempo en la que los vehículos se demoraban en cruzar dicha distancia. Para poder tener una base suficiente se tomaron las velocidades a treinta vehículos en cada tramo.

### **3.3.2 Trabajo de gabinete**

#### **3.3.2.1 Modelamiento de la carretera**

Para realizar el modelamiento de la carretera se utilizó el software civil 3d versión 2020 en la cual se procesaron los datos del levantamiento topográfico, obteniéndose principalmente para el desarrollo de la presente tesis, la planta, el perfil, secciones transversales y el plano clave de la carretera. Con ello se pudo obtener todos los elementos de las curvas, los tramos en tangentes, los peraltes existentes a lo largo de la vía y el inventario general de todas las estructuras existentes identificadas en la vía.

#### **3.3.2.2 Elaboración del inventario vial existente en el tramo analizado**

Con los datos del levantamiento topográfico procedió a realizar el procesamiento y ubicación de cada uno de los elementos existentes identificándolas en un plano clave con sus respectiva simbología y leyenda para su comprensión.

#### **3.3.2.3 Determinación del tránsito existente en la carretera**

Para la determinación de tránsito existente se realizó la contabilización de los vehículos que circulan en la vía en ambas direcciones, utilizándose hojas de cálculo Excel con las cuales se pasaron los datos tomados de la libreta de campo; éstas se organizaron de la siguiente manera primero se elaboraron dos hojas las

cuales contienen el tránsito tanto en el sentido C.P Huambocancha Alta – C.P Porcón Bajo como para el sentido C.P Porcón Bajo - C.P Huambocancha Alta, de estos se determinó el índice medio diario de la carretera.

#### **3.3.2.4 Clasificación de la carretera**

Se clasificó a la vía de acuerdo con el Manual de Diseño Geométrico DG 2018 y el reglamento de Jerarquización vial.

#### **3.3.2.5 Evaluación de las características geométricas de la carretera según la norma**

Para la evaluación de las características geométrica de la vía, se realizó el análisis del diseño geométrico en planta (tramos en tangente, elementos de curvas, radios mínimos, curvas de vuelta, transición de peralte, sobreancho, y verificación de visibilidad en curvas horizontales), en perfil (pendiente, longitud en pendiente y curvas verticales) y sección transversal (calzada, bermas, peralte y bombeo)

#### **3.3.2.6 Determinación del perfil de velocidad de la carretera**

Para la elaboración del perfil de velocidades se tomaron velocidades de 30 vehículos ligeros (autos, camionetas y combis) en cada tramo de la carretera para para determinar su velocidad del percentil 85 correspondiente. Con dichas velocidades y las progresivas de los tramos se elaboró el perfil de velocidad de la carretera Las tomas de velocidad se realizaron en 4 días siendo 25,26,27,28 de febrero de 2020.

#### **3.3.2.7 Evaluación la consistencia y seguridad vial**

Para la evaluación de la consistencia y seguridad vial se utilizaron dos criterios importantes el criterio de las velocidades y el de expectativas (elementos simples, elementos sucesivos y estabilidad dinámica) con el cual se determinó el rango (bueno, regular y malo) de la carretera Huambocancha Alta – Porcón Bajo

### **3.4 Tratamiento y análisis de datos y presentación de resultados**

#### **3.4.1 Tipo, nivel y método de investigación**

##### **3.4.1.1 Tipo**

El tipo de investigación que se llevó a cabo fue una investigación aplicada ya que se realizó en campo y posteriormente en gabinete realizando un aporte en un área específica, como lo es la rama de transportes en el área de seguridad vial.

##### **3.4.1.2 Nivel**

Fue una investigación de nivel correlacional ya que tuvo como finalidad establecer el grado de relación o asociación existente entre la consistencia y la seguridad vial.

##### **3.4.1.3 Método de investigación**

La metodología utilizada fue el método descriptivo ya que se realizó un análisis comparativo entre las características geométricas existentes de la carretera con las indicadas por el manual de diseño geométrico y el planteamiento de un modelo estadístico respecto a las velocidades de operación para la evaluación de la consistencia y seguridad vial de la vía.

#### **3.4.2 Población de estudio**

La población de estudios fueron las carreteras del departamento de Cajamarca.

#### **3.4.3 Muestra**

Carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo.

#### **3.4.4 Unidad de análisis**

Seguridad vial.

### 3.5 Estudio de tránsito

Tabla 18: Estudio vehicular de una semana organizado en días, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>MARTES</b>	364	293	350	-	32	-	70	30	1	1	-	-	24	3	-	-	-	1,168	12.87
<b>MIÉRCOLES</b>	422	323	363	4	36	-	83	29	-	-	-	-	20	3	-	-	-	1,283	14.13
<b>JUEVES</b>	377	281	347	5	38	1	75	32	2	2	1	2	14	3	-	-	-	1,180	13.00
<b>VIERNES</b>	509	394	455	5	43	3	99	26	1	-	-	-	19	5	-	-	-	1,559	17.18
<b>SÁBADO</b>	412	277	332	-	27	-	61	11	1	1	-	-	11	3	-	1	1	1,138	12.54
<b>DOMINGO</b>	581	381	337	2	28	3	42	3	-	1	-	1	5	3	-	-	-	1,387	15.28
<b>LUNES</b>	459	376	362	6	51	1	83	15	-	1	-	-	5	3	-	-	-	1,362	15.00
<b>TOTAL</b>	3,124	2,325	2,546	22	255	8	513	146	5	6	1	3	98	23	-	1	1	9,077	100.00
<b>%</b>	34.42	25.61	28.05	0.24	2.81	0.09	5.65	1.61	0.06	0.07	0.01	0.03	1.08	0.25	0.00	0.01	0.01	100.00	

Tabla 19: Estudio vehicular de una semana organizado en horas, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>06-07</b>	140	215	211	1	61	-	34	4	-	-	-	-	11	-	-	-	-	677	52.21
<b>07-08</b>	179	252	171	1	24	2	37	9	-	-	-	2	17	-	-	-	-	694	53.52
<b>08-09</b>	188	201	166	-	9	2	36	19	1	2	-	-	13	4	-	1	-	642	49.51
<b>09-10</b>	235	208	173	1	5	1	36	14	-	2	-	-	3	9	-	-	-	687	52.98
<b>10-11</b>	361	237	221	12	39	-	52	18	-	1	-	-	7	9	-	-	-	957	73.80
<b>11-12</b>	354	212	212	2	41	-	32	14	-	1	-	-	12	1	-	-	-	881	67.94
<b>12-13</b>	257	157	177	-	20	1	21	16	2	-	-	-	9	-	-	-	-	660	50.90
<b>13-14</b>	203	148	145	-	4	-	31	10	-	-	-	-	4	-	-	-	-	545	42.03
<b>14-15</b>	229	138	181	1	9	-	30	9	1	-	-	-	6	-	-	-	-	604	46.58
<b>15-16</b>	203	126	223	1	7	-	42	9	-	-	1	-	5	-	-	-	-	617	47.58
<b>16-17</b>	193	130	195	2	9	2	62	11	1	-	-	1	8	-	-	-	-	614	47.35
<b>17-18</b>	190	107	170	-	4	-	47	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	525	40.49

<b>18-19</b>	214	105	160	-	15	-	27	2	-	-	-	-	1	-	-	-	1	525	40.49
<b>19-20</b>	178	89	141	1	8	-	26	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	449	34.63
<b>TOTAL</b>	3,124	2,325	2,546	22	255	8	513	146	5	6	1	3	98	23	-	1	1	9,077	700.00
<b>%</b>	240.92	179.30	196.34	1.70	19.67	0.62	39.56	11.26	0.39	0.46	0.08	0.23	7.56	1.77	0.00	0.08	0.08	700.00	

Tabla 20: Estudio vehicular de una semana organizado en días, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>MARTES</b>	346	328	380	1	63	1	97	22	2	5	-	8	40	-	1	-	1	1,295	12.80
<b>MIÉRCOLES</b>	385	395	450	6	62	2	95	29	2	2	-	-	32	3	-	-	-	1,463	14.46
<b>JUEVES</b>	404	396	452	5	73	3	91	25	-	-	-	3	25	4	-	-	-	1,481	14.64
<b>VIERNES</b>	558	500	516	5	51	5	111	37	1	-	-	2	33	2	-	-	-	1,821	18.00
<b>SÁBADO</b>	447	340	369	2	30	1	71	10	-	-	-	1	29	3	-	-	-	1,303	12.88
<b>DOMINGO</b>	529	367	358	2	20	4	76	7	1	-	-	-	4	2	-	-	-	1,370	13.54
<b>LUNES</b>	473	373	386	7	46	2	78	12	-	-	-	3	4	2	-	-	-	1,386	13.70
<b>TOTAL</b>	3,142	2,699	2,911	28	345	18	619	142	6	7	-	17	167	16	1	-	1	10,119	100.00
<b>%</b>	31.05	26.67	28.77	0.28	3.41	0.18	6.12	1.40	0.06	0.07	0.00	0.17	1.65	0.16	0.01	0.00	0.01	100.00	

Tabla 21: Estudio vehicular de una semana organizado en horas, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>06-07</b>	155	77	216	-	1	-	30	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	483	4.77
<b>07-08</b>	178	105	204	-	10	1	21	6	-	-	-	-	2	-	-	-	-	527	5.21
<b>08-09</b>	180	127	191	2	29	-	14	3	-	2	-	1	3	-	-	-	-	552	5.46
<b>09-10</b>	157	132	201	-	21	1	34	2	-	-	-	1	7	-	-	-	-	556	5.49
<b>10-11</b>	134	116	167	1	4	-	95	12	-	-	-	-	8	-	-	-	-	537	5.31
<b>11-12</b>	135	136	158	1	6	2	69	12	-	1	-	1	6	-	-	-	-	527	5.21
<b>12-13</b>	219	154	175	-	5	-	48	7	1	-	-	2	12	-	-	-	-	623	6.16
<b>13-14</b>	218	166	185	9	31	3	33	15	-	-	-	1	4	-	-	-	1	666	6.58
<b>14-15</b>	263	251	231	3	37	1	45	13	1	-	-	-	7	-	-	-	-	852	8.42

<b>15-16</b>	290	255	221	2	26	4	45	19	-	-	-	4	10	-	-	-	-	876	8.66
<b>16-17</b>	323	285	211	2	21	2	47	11	1	1	-	5	14	1	-	-	-	924	9.13
<b>17-18</b>	336	337	323	3	48	1	53	19	1	3	-	1	26	1	-	-	-	1,152	11.38
<b>18-19</b>	324	359	260	2	89	1	47	8	1	-	-	-	40	4	-	-	-	1,135	11.22
<b>19-20</b>	230	199	168	3	17	2	38	11	1	-	-	1	28	10	1	-	-	709	7.01
<b>TOTAL</b>	3,142	2,699	2,911	28	345	18	619	142	6	7	-	17	167	16	1	-	1	10,119	100.00
<b>%</b>	31.05	26.67	28.77	0.28	3.41	0.18	6.12	1.40	0.06	0.07	0.00	0.17	1.65	0.16	0.01	0.00	0.01	100.00	

### 3.5.1 Cálculo del índice medio diario semanal

El cálculo se realizó para cada sentido de tránsito y se creyó conveniente seguir analizando los datos a detalle por hora y también en general por día.

Este parámetro se calcula a partir de la siguiente expresión:

$$IMDS = \frac{\sum Vi}{7}$$

Donde:

Vi: volumen vehicular diario de cada uno de los 7 días de conteo volumétrico.

Luego el índice medio diario semanal de la carretera será el resultado de la suma de los índices medios diarios en cada sentido:

$$IMDS_{Total} = IMDS_{C.P. Huambocancha alta - C.P. Porcon Bajo} + IMDS_{C.P. Porcon Bajo - C.P. Huambocancha Alta}$$

Para poder tener un análisis más detallado se seguirá teniendo en cuenta el análisis por día para una visión general de la cantidad de vehículos presentes y observar en qué día se presentó el mayor número de tráfico, de igual manera el índice medio por hora permitió obtener gráficos para determinar la hora pico en la que se presenta mayor cantidad de tránsito.



Tabla 22: Índice medio diario semanal organizado en días, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
MARTES	52	42	50	-	5	-	10	4	0	0	-	-	3	0	-	-	-	167	12.87
MIÉRCOLES	60	46	52	1	5	-	12	4	-	-	-	-	3	0	-	-	-	183	14.13
JUEVES	54	40	50	1	5	0	11	5	0	0	0	0	2	0	-	-	-	169	13.00
VIERNES	73	56	65	1	6	0	14	4	0	-	-	-	3	1	-	-	-	223	17.18
SÁBADO	59	40	47	-	4	-	9	2	0	0	-	-	2	0	-	0	0	163	12.54
DOMINGO	83	54	48	0	4	0	6	0	-	0	-	0	1	0	-	-	-	198	15.28
LUNES	66	54	52	1	7	0	12	2	-	0	-	-	1	0	-	-	-	195	15.00
<b>TOTAL</b>	<b>446</b>	<b>332</b>	<b>364</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>73</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,297</b>	<b>100.00</b>
%	34.42	25.61	28.05	0.24	2.81	0.09	5.65	1.61	0.06	0.07	0.01	0.03	1.08	0.25	0.00	0.01	0.01	100.00	

Tabla 23: Índice medio diario semanal organizado en horas, sentido C.P Huambocancha Alta – C.P. Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>06-07</b>	20	31	30	0	9	-	5	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	97	7.46
<b>07-08</b>	26	36	24	0	3	0	5	1	-	-	-	0	2	-	-	-	-	99	7.65
<b>08-09</b>	27	29	24	-	1	0	5	3	0	0	-	-	2	1	-	0	-	92	7.07
<b>09-10</b>	34	30	25	0	1	0	5	2	-	0	-	-	0	1	-	-	-	98	7.57
<b>10-11</b>	52	34	32	2	6	-	7	3	-	0	-	-	1	1	-	-	-	137	10.54
<b>11-12</b>	51	30	30	0	6	-	5	2	-	0	-	-	2	0	-	-	-	126	9.71
<b>12-13</b>	37	22	25	-	3	0	3	2	0	-	-	-	1	-	-	-	-	94	7.27
<b>13-14</b>	29	21	21	-	1	-	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	78	6.00
<b>14-15</b>	33	20	26	0	1	-	4	1	0	-	-	-	1	-	-	-	-	86	6.65
<b>15-16</b>	29	18	32	0	1	-	6	1	-	-	0	-	1	-	-	-	-	88	6.80
<b>16-17</b>	28	19	28	0	1	0	9	2	0	-	-	0	1	-	-	-	-	88	6.76
<b>17-18</b>	27	15	24	-	1	-	7	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	75	5.78
<b>18-19</b>	31	15	23	-	2	-	4	0	-	-	-	-	0	-	-	-	0	75	5.78
<b>19-20</b>	25	13	20	0	1	-	4	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	64	4.95
<b>TOTAL</b>	<b>446</b>	<b>332</b>	<b>364</b>	<b>3</b>	<b>36</b>	<b>1</b>	<b>73</b>	<b>21</b>	<b>1</b>	<b>1</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>1,297</b>	<b>100.00</b>

%	34.42	25.61	28.05	0.24	2.81	0.09	5.65	1.61	0.06	0.07	0.01	0.03	1.08	0.25	0.00	0.01	0.01	100.00
---	-------	-------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	--------

Tabla 24: Índice medio diario semanal organizado en días, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
<b>MARTES</b>	49	47	54	0	9	0	14	3	0	1	-	1	6	-	0	-	0	185	12.80	
<b>MIÉRCOLES</b>	55	56	64	1	9	0	14	4	0	0	-	-	5	0	-	-	-	209	14.46	
<b>JUEVES</b>	58	57	65	1	10	0	13	4	-	-	-	0	4	1	-	-	-	212	14.64	
<b>VIERNES</b>	80	71	74	1	7	1	16	5	0	-	-	0	5	0	-	-	-	260	18.00	
<b>SÁBADO</b>	64	49	53	0	4	0	10	1	-	-	-	0	4	0	-	-	-	186	12.88	
<b>DOMINGO</b>	76	52	51	0	3	1	11	1	0	-	-	-	1	0	-	-	-	196	13.54	
<b>LUNES</b>	68	53	55	1	7	0	11	2	-	-	-	0	1	0	-	-	-	198	13.70	
<b>TOTAL</b>	449	386	416	4	49	3	88	20	1	1	-	2	24	2	0	-	0	<b>1,446</b>	100.00	
<b>%</b>	31.05	26.67	28.77	0.28	3.41	0.18	6.12	1.40	0.06	0.07	0.00	0.17	1.65	0.16	0.01	0.00	0.01	100.00		

Tabla 25: Índice medio diario semanal organizado en hora, sentido C.P. Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
<b>06-07</b>	22	11	31	-	0	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	4.77	
<b>07-08</b>	25	15	29	-	1	0	3	1	-	-	-	-	0	-	-	-	-	75	5.21	
<b>08-09</b>	26	18	27	0	4	-	2	0	-	0	-	0	0	-	-	-	-	79	5.46	
<b>09-10</b>	22	19	29	-	3	0	5	0	-	-	-	0	1	-	-	-	-	79	5.49	
<b>10-11</b>	19	17	24	0	1	-	14	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	77	5.31	
<b>11-12</b>	19	19	23	0	1	0	10	2	-	0	-	0	1	-	-	-	-	75	5.21	
<b>12-13</b>	31	22	25	-	1	-	7	1	0	-	-	0	2	-	-	-	-	89	6.16	
<b>13-14</b>	31	24	26	1	4	0	5	2	-	-	-	0	1	-	-	-	0	95	6.58	
<b>14-15</b>	38	36	33	0	5	0	6	2	0	-	-	-	1	-	-	-	-	122	8.42	
<b>15-16</b>	41	36	32	0	4	1	6	3	-	-	-	1	1	-	-	-	-	125	8.66	
<b>16-17</b>	46	41	30	0	3	0	7	2	0	0	-	1	2	0	-	-	-	132	9.13	
<b>17-18</b>	48	48	46	0	7	0	8	3	0	0	-	0	4	0	-	-	-	165	11.38	
<b>18-19</b>	46	51	37	0	13	0	7	1	0	-	-	-	6	1	-	-	-	162	11.22	

<b>19-20</b>	33	28	24	0	2	0	5	2	0	-	-	0	4	1	0	-	-	101	7.01
<b>TOTAL</b>	449	386	416	4	49	3	88	20	1	1	-	2	24	2	0	-	0	<b>1,446</b>	100.00
<b>%</b>	31.05	26.67	28.77	0.28	3.41	0.18	6.12	1.40	0.06	0.07	0.00	0.17	1.65	0.16	0.01	0.00	0.01	100.00	

Tabla 26: Índice medio diario semanal para ambos sentidos organizado en días

DÍA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>MARTES</b>	101	89	104	0	14	0	24	7	0	1	-	1	9	0	0.14	-	0.14	352	12.83
<b>MIÉRCOLES</b>	115	103	116	1	14	0	25	8	0	0	-	-	7	1	-	-	-	392	14.31
<b>JUEVES</b>	112	97	114	1	16	1	24	8	0	0	0	1	6	1	-	-	-	380	13.86
<b>VIERNES</b>	152	128	139	1	13	1	30	9	0	-	-	0	7	1	-	-	-	483	17.61
<b>SÁBADO</b>	123	88	100	0	8	0	19	3	0	0	-	0	6	1	-	0.14	0.14	349	12.72
<b>DOMINGO</b>	159	107	99	1	7	1	17	1	0	0	-	0	1	1	-	-	-	394	14.36
<b>LUNES</b>	133	107	107	2	14	0	23	4	-	0	-	0	1	1	-	-	-	393	14.32
<b>TOTAL</b>	895	718	780	7	86	4	162	41	2	2	0	3	38	6	0	0	0	<b>2,742</b>	100.01
<b>%</b>	32.64	26.17	28.43	0.26	3.13	0.14	5.90	1.50	0.06	0.07	0.01	0.10	1.38	0.20	0.01	0.01	0.01	100.00	

Tabla 27: Índice medio diario semanal para ambos sentidos organizado en hora

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
<b>06-07</b>	42	42	61	0	9	-	9	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	166	6.04
<b>07-08</b>	51	51	54	0	5	0	8	2	-	-	-	0	3	-	-	-	-	174	6.36
<b>08-09</b>	53	47	51	0	5	0	7	3	0	1	-	0	2	1	-	0	-	171	6.22
<b>09-10</b>	56	49	53	0	4	0	10	2	-	0	-	0	1	1	-	-	-	178	6.48
<b>10-11</b>	71	50	55	2	6	-	21	4	-	0	-	-	2	1	-	-	-	213	7.78
<b>11-12</b>	70	50	53	0	7	0	14	4	-	0	-	0	3	0	-	-	-	201	7.34
<b>12-13</b>	68	44	50	-	4	0	10	3	0	-	-	0	3	-	-	-	-	183	6.68
<b>13-14</b>	60	45	47	1	5	0	9	4	-	-	-	0	1	-	-	-	0	173	6.31
<b>14-15</b>	70	56	59	1	7	0	11	3	0	-	-	-	2	-	-	-	-	208	7.59

<b>15-16</b>	70	54	63	0	5	1	12	4	-	-	0	1	2	-	-	-	-	213	7.78
<b>16-17</b>	74	59	58	1	4	1	16	3	0	0	-	1	3	0	-	-	-	220	8.01
<b>17-18</b>	75	63	70	0	7	0	14	4	0	0	-	0	4	0	-	-	-	240	8.74
<b>18-19</b>	77	66	60	0	15	0	11	1	0	-	-	-	6	1	-	-	0	237	8.65
<b>19-20</b>	58	41	44	1	4	0	9	2	0	-	-	0	4	1	0	-	-	165	6.03
<b>TOTAL</b>	895	718	780	7	86	4	162	41	2	2	0	3	38	6	0	0	0	<b>2,742</b>	100.01
<b>%</b>	32.64	26.17	28.43	0.26	3.13	0.14	5.90	1.50	0.06	0.07	0.01	0.10	1.38	0.20	0.01	0.01	0.01	100.00	

### 3.5.2 Cálculo del índice medio diario anual

Para determinar el índice medio diario anual se utilizó la siguiente expresión:

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

Donde:

- IMDS representa el Índice Medio Diario Semanal o Promedio de Tráfico Diario Semanal
- FC representa el Factor de Corrección Estacional

Para poder utilizar un factor de corrección acorde con la ubicación de la carretera analizada se determinó que la estación de conteo más adecuada es la estación E-12 – Porcón , perteneciente a la Red Vial Nacional – PE-3N obtenida de (MTC, IMDA índice medio diario anual, 2014); la ubicación de la estación tiene por coordenadas las siguientes:

#### **Coordenadas UMT:**

- Este: 767891.519
- Norte: 9215035.311

#### **Coordenadas Geográficas:**

- Latitud: 7° 05' 32.219" S
- Longitud: 78° 34' 29.262" W

En los anexos (tabla 68) se presentan los datos obtenidos de la estación mencionada anteriormente, en la cual solamente se encuentra información del tipo de vehículos y su porcentaje existente; así mismo del índice medio anual de cuatro años, correspondientes al 2000, 2006, 2008 y 2010. La información faltante es el índice medio diario semanal necesario para poder utilizar un factor de corrección adecuado para asignar.

A continuación, un resumen de los datos:

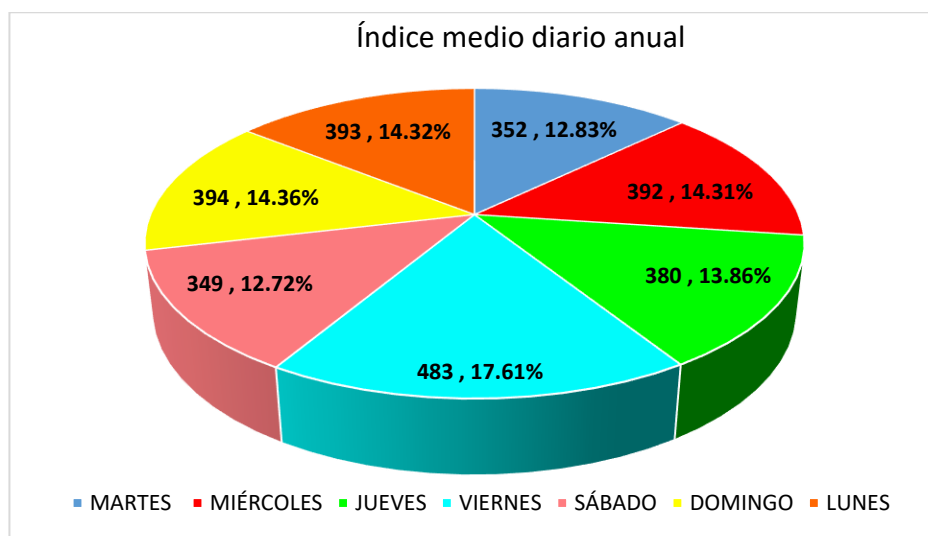
Tabla 28: Índice medio anual de la estación E012 - Porcón de la PE - 3N

Año	IMDA
Año 2000	1567
Año 2006	2506
Año 2008	2362
Año 2010	2874

Por consiguiente, como se ha explicado anteriormente al carecer de los IMDS para determinar el FC correspondiente al mes en que se realizó el estudio de tránsito, se ha decidido utilizar como factor de corrección 1.

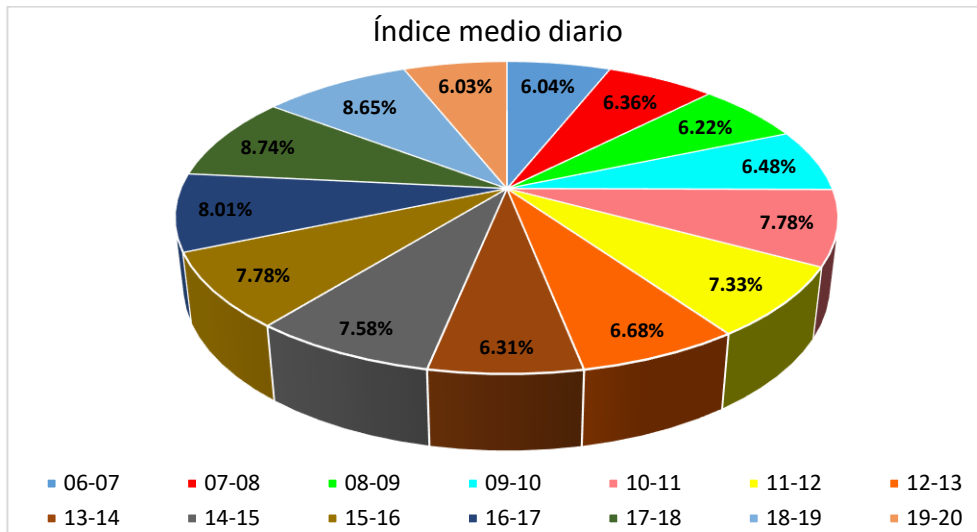
**Por lo tanto, el índice medio diario a anual de la carretera C.P Huambocancha Alta – C.P Porcón Bajo es de 2742 veh/día.**

Gráfico N° 3: Número de vehículos por días



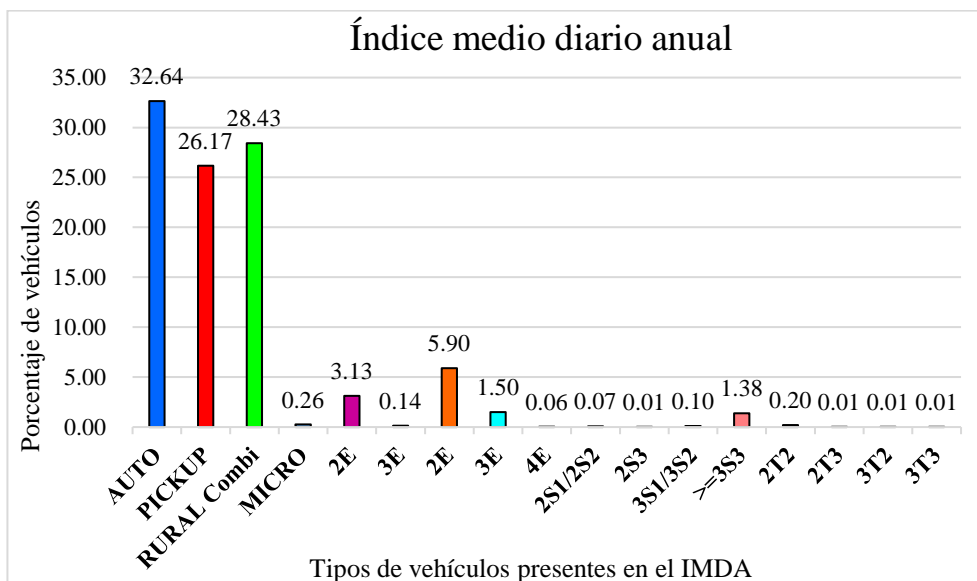
Análisis: a partir del gráfico se puede observar que el día en el que se presenta un mayor número de vehículos por día es el viernes, representando un 17.61% del total del índice diario anual, en cambio el día que menos tránsito experimenta es el sábado representando un 12.72% del IMDA, y el resto de días no presentan una variación de porcentajes muy grandes entre sí.

Gráfico N° 4: Número de vehículos por hora presentes en el IMDA



Análisis: del gráfico se puede apreciar que la hora en que se genera el volumen pico de vehículos corresponde entre las 10 y 11 am representando un 7.78% del IMDA y por las tardes entre las 5 y 6 pm representado un 8.74%. Contrariamente en donde se expresa un menor volumen de tránsito durante el día es el horario comprendido entre las 6 y 7 am representando un porcentaje de 6.04% del IMDA y por las noches en el horario comprendido entre las 7 y 8pm representado un 6.03%.

Gráfico N° 5: Porcentaje de vehículos existentes en el IMDA



Análisis: del gráfico se puede observar que existe una variación importante de vehículos que componen el tránsito total, siendo los más influyentes los

siguientes: autos, camionetas pickups y combis rurales; siendo 32.64% autos, 26.17% camionetas pickups, 28.43% combis rurales y 0.26% micros, es decir 87.90% de tráfico total se compone de vehículos ligeros y solo el 12.10% de vehículos pesados. Este gráfico brinda información bastante importante, ya que con ello se contrasta la elección de vehículos a los cuales se les realizó la medición de velocidades para verificar la consistencia y también existe una concordancia con los datos de accidentabilidad del VI Censo Nacional de Comisarías en Cajamarca.

### 3.6 Clasificación de la carretera

La clasificación de la carretera se realizará mediante su demanda, orografía y función previamente descritas en el marco teórico.

#### 3.6.1 Demanda

Tabla 29: Clasificación de carreteras según su demanda

Clasificación de carreteras según su demanda				
	1° Clase	2° Clase	3° Clase	Trochas carrozables
IMDA(Veh/día)	4000 -2001	2000-400	< 400	< 200
N° carriles	2	2	2	1
Ancho mínimo carril (m)	3.6	3.3	3	4

La carretera presenta un IMDA de 2742 veh/día por lo tanto se encuentra pertenece a una carretera de Primera Clase.

#### 3.6.2 Orografía

La carretera C.P Huambocancha Alta – C.P Porcón Bajo presenta las siguientes pendientes longitudinales

Tabla 30: Pendientes longitudinales existentes en la carretera

i%	5.55	-2.31	2.14	5.47	4.15	4.93	3.16	5.89	3.72	6.13	3.68	4.43	2.86	2.20	5.45	4.16	5.35
----	------	-------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------	------

De la tabla se obtiene un valor promedio representativo para las pendientes longitudinales siendo esta de 4.21%



En la siguiente tabla se muestran las pendientes transversales existentes y el porcentaje del área total del terreno que representan.

Tabla 31: Pendientes transversales presentes

RANGO	% INFERIOR	% SUPERIOR	ÁREA 2D (m2)	ÁREA 3D (m3)	%
1	0.00%	10.00%	369254	370032	39.1386
2	10.00%	15.00%	66833.4	67379.6	7.08393
3	15.00%	20.00%	137106	139245	14.5324
4	20.00%	25.00%	109162	112035	11.5705
5	25.00%	30.00%	100701	104381	10.6737
6	30.00%	35.00%	92825.5	97497.7	9.83893
7	35.00%	40.00%	29830.2	31740.6	3.16182
8	40.00%	45.00%	6804.14	7400.25	0.7212
9	45.00%	50.00%	6477.29	7142.92	0.68655
10	50.00%	55.00%	3927.9	4435.49	0.41633
11	55.00%	60.00%	12020.9	13882.1	1.27415
12	60.00%	65.00%	1078.64	1274.75	0.11433
13	65.00%	70.00%	755.276	908.428	0.08005
14	70.00%	75.00%	669.253	829.532	0.07094
15	75.00%	80.00%	1532.61	1943.06	0.16245
16	80.00%	85.00%	505.8	655.276	0.05361
17	85.00%	90.00%	472.259	625.226	0.05006
18	90.00%	95.00%	352.469	480.937	0.03736
19	95.00%	100.00%	335.836	468.41	0.0356
20	> 100.00%		2806.64	5081.05	0.29749

Como se puede observar en la tabla las pendientes que se encuentran en el rango de 0% a 10% representan al terreno de Tipo Plano y se encuentran en un 39% del total del área del levantamiento topográfico; las pendientes entre 10% y 50% corresponden a un terreno de Tipo Ondulado y representan un 58.27% del total del terreno; las pendientes comprendidas entre 50% y 100% corresponden a un terreno de Tipo Accidentado y representan un 2.29% del área total del terreno levantado y finalmente las pendientes mayores al 100% corresponden a un terreno de Tipo Escarpado representando un 0.30% del total de área analizada.

Por lo tanto, la pendiente predominante es la perteneciente al rango representativo de pendientes transversales entre 10% y 50%.

Tabla 32: Características de los tipos de terreno por orografía

CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA				
TERRENO	PLANO	ONDULADO	ACCIDENTADO	ESCARPADO
i% Longitudinal	< 3%	3% - 6%	6% - 8%	> 8%
i% Transversal	≤ 10%	11% - 50%	51% - 100%	> 100 %

Por lo tanto, como la pendiente transversal representativa pertenece a las pendientes cuyo rango es de 10% al 50% representando un 58% del total del terreno, y una pendiente longitudinal representativa de 4.21%; la carretera estudiada pertenece por su orografía a una carretera de Tipo Ondulada

### 3.6.3 Función

La carretera pertenece a la Red Vial Nacional – PE-3N, por lo tanto, pertenece a una carretera primaria o de primer orden, ya que es una carretera longitudinal de la Sierra Norte que recorre los departamentos de Piura, Cajamarca, La Libertad, Áncash, Huánuco, Pasco y Junín.

### 3.6.4 Según su competencia

Debido a que la carretera pertenece a una carretera de primer orden según su competencia se encuentra dentro de la clasificación de carretera nacional.

### 3.6.5 Según sus características

La carretera presenta características principales como que tiene dos carriles una por cada sentido, las intersecciones que presenta están por sus márgenes y a nivel de la calzada por lo tanto se define como una carretera de dos carriles.

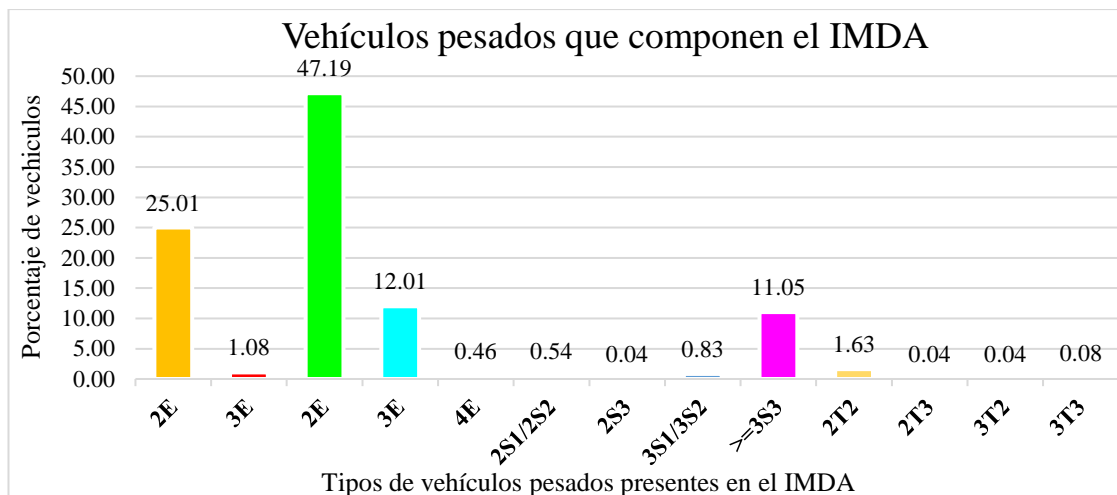
### 3.7 Determinación del vehículo de diseño

Según el gráfico N°3 la cantidad de vehículos livianos es de un 87.90% de tráfico total sin embargo el 12.10% se compone de vehículos pesados por lo tanto sí existe un porcentaje significativo de este tipo de vehículos que condicionará.

Tabla 33: Vehículos pesados que componen el IMDA

Tipo Veh		Cant.	%
BUS	2E	86	25.01
	3E	4	1.08
CAMION	2E	162	47.19
	3E	41	12.01
	4E	2	0.46
SEMI TRAYLER	2S1/2S2	2	0.54
	2S3	0	0.04
	3S1/3S2	3	0.83
	>=3S3	38	11.05
TRAYLER	2T2	6	1.63
	2T3	0	0.04
	3T2	0	0.04
	3T3	0	0.08
<b>Total</b>		343	100

Gráfico N° 6: Vehículos pesados que componen el IMDA



Análisis: del gráfico podemos observar que de los vehículos pesados los que más representación tienen son: el camión 2E con un porcentaje de 47.19% seguido por los buses 2E representado un 25.01% y finalmente el camión 3E representando un porcentaje de 12.01%. Sin embargo, debido a que se presenta la existencia de los vehículos de la categoría Bus: 3E representando el 1.08% y siendo el vehículo es el más desfavorable para el cálculo de los valores de sobrancho el vehículo de diseño será el Bus 3E.

### 3.8 Determinación de la velocidad de diseño

De acuerdo a la clasificación de la carretera el tramo analizado pertenece a una carretera de primera clase tipo II (Ondulado). De acuerdo a la tabla N° 13: Rangos de la Velocidad de Diseño en función a la clasificación de la carretera, se tiene que

para una carretera de estas características la velocidad de diseño varía entre 60 km/h y 90 km/h.

**Por lo tanto, la velocidad de diseño seleccionada será el rango menor es decir 60 km/h.**

## **CAPÍTULO IV ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

### **4.1 Distancia de visibilidad**

#### **4.1.1 Distancia de visibilidad de parada**

Para determinar la distancia de visibilidad de parada se utilizará la ecuación 2 indicada por el (MTC, 2018) para tramos con pendientes longitudinales mayores al 3%:

Para determinar dicha distancia se tiene parámetros como:

Tp: tiempo de percepción el cual es indicado por (MTC, 2018) que debe de ser 2.5 segundos

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

A continuación, se realizó el cálculo de una distancia y para las demás se procederá a hacer el cálculo de la misma manera

La distancia existente estará dada por la diferencia de progresivas final e inicial

Progresivo inicio: 0+000.00

Progresiva final: 0+ 087.800

Distancia existente = 0+ 087.800 - 0+000.00 = 87.80 m

La distancia de parada por norma se calculará así

$$Dp = 0.278 * 60 * 2.5 + \frac{60^2}{254 \left( \left( \frac{3.4}{9.81} \right) + 5.5 \right)}$$

$$Dp = 44.10 \text{ m}$$

Los datos que se mantendrán constantes para el cálculo los siguientes:

$$V_{\text{diseño}} = 60\text{km/h}$$

$$t_p = 2.5 \text{ s}$$

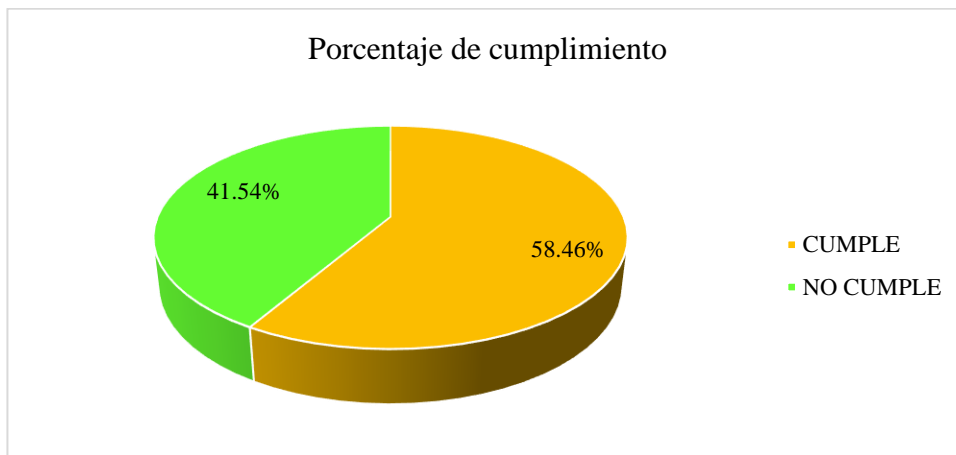
$$a = 3.4 \text{ m/s}^2$$

Tabla 34: Distancias de parada, sentido C.P Huambocancha Alta - C.P Porcón  
Bajo

Progresivas		Pendiente	Distancia Parada		Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Final	i%	Dp existente	Dp Norma	
0+000.00	0+087.80	5.55	87.800	44.10	CUMPLE
0+143.88	0+221.08	5.55	77.194	44.10	CUMPLE
0+263.92	0+349.74	5.55	85.819	44.10	CUMPLE
0+549.74	0+567.53	-2.31	17.790	34.48	NO CUMPLE
0+603.93	0+630.92	-2.31	26.991	34.48	NO CUMPLE
0+630.92	0+670.58	-2.31	39.659	34.48	CUMPLE
0+710.58	0+712.95	2.14	2.369	47.40	NO CUMPLE
0+738.62	0+758.60	2.14	19.982	47.40	NO CUMPLE
0+833.65	0+853.35	2.14	19.701	47.40	NO CUMPLE
0+907.50	0+911.57	2.14	4.069	47.40	NO CUMPLE
0+961.57	1+003.38	5.47	41.810	44.14	NO CUMPLE
1+003.38	1+098.25	5.47	94.878	44.14	CUMPLE
1+148.25	1+216.70	4.15	68.450	44.85	CUMPLE
1+216.70	1+401.53	4.15	184.828	44.85	CUMPLE
1+451.53	1+475.99	4.93	24.456	44.39	NO CUMPLE
1+475.99	1+503.53	4.93	27.537	44.39	NO CUMPLE
1+551.49	1+683.37	4.93	131.876	44.39	CUMPLE
1+769.85	1+817.44	4.93	47.597	44.39	CUMPLE
1+867.44	1+951.52	3.16	84.079	45.74	CUMPLE
1+996.26	2+019.60	3.16	23.341	45.74	NO CUMPLE
2+179.60	2+205.25	5.89	25.652	43.97	NO CUMPLE
2+244.43	2+264.97	5.89	20.542	43.97	NO CUMPLE
2+337.04	2+459.07	5.89	122.034	43.97	CUMPLE
2+505.89	2+538.70	5.89	32.803	43.97	NO CUMPLE
2+571.34	2+601.70	5.89	30.356	43.97	NO CUMPLE
2+657.31	2+712.05	5.89	54.737	43.97	CUMPLE
2+766.08	2+903.91	5.89	137.830	43.97	CUMPLE
2+946.12	3+015.58	5.89	69.463	43.97	CUMPLE
3+015.58	3+035.24	5.89	19.659	43.97	NO CUMPLE
3+210.24	3+276.15	5.89	65.903	43.97	CUMPLE
3+276.15	3+355.00	5.89	78.855	43.97	CUMPLE
3+405.00	3+409.90	6.13	4.895	43.89	NO CUMPLE
3+447.98	3+499.51	6.13	51.533	43.89	CUMPLE
3+565.43	3+629.26	6.13	63.825	43.89	CUMPLE
3+720.64	3+795.92	6.13	75.285	43.89	CUMPLE
3+870.92	3+902.43	3.68	31.507	45.22	NO CUMPLE
3+937.60	4+099.25	3.68	161.647	45.22	CUMPLE
4+117.23	4+173.51	3.68	56.280	45.22	CUMPLE
4+250.88	4+295.45	3.68	44.565	45.22	NO CUMPLE
4+347.20	4+405.12	3.68	57.919	45.22	CUMPLE
4+475.26	4+547.86	3.68	72.597	45.22	CUMPLE
4+647.86	4+654.69	4.43	6.834	44.67	NO CUMPLE
4+654.69	4+721.17	4.43	66.484	44.67	CUMPLE
4+801.64	4+982.61	4.43	180.968	44.67	CUMPLE
5+020.52	5+079.20	4.43	58.685	44.67	CUMPLE

5+096.61	5+152.35	4.43	55.742	44.67	CUMPLE
5+202.35	5+262.28	2.86	59.930	46.12	CUMPLE
5+323.93	5+356.53	2.86	32.600	46.12	NO CUMPLE
5+387.75	5+412.06	2.86	24.312	46.12	NO CUMPLE
5+493.75	5+588.88	2.2	95.129	47.27	CUMPLE
5+653.88	5+679.88	2.2	26.000	47.27	NO CUMPLE
5+679.88	5+712.08	2.2	32.205	47.27	NO CUMPLE
5+772.08	5+866.63	2.2	94.542	47.27	CUMPLE
5+866.63	5+917.83	2.2	51.208	47.27	CUMPLE
5+984.07	6+068.99	2.2	84.917	47.27	CUMPLE
6+068.99	6+152.66	2.2	83.674	47.27	CUMPLE
6+752.66	6+787.39	5.45	34.735	44.15	NO CUMPLE
6+787.39	6+857.82	5.45	70.424	44.15	CUMPLE
6+857.82	6+889.83	5.45	32.007	44.15	NO CUMPLE
6+996.83	7+060.06	4.16	60.396	44.85	CUMPLE
7+060.06	7+140.78	4.16	77.880	44.85	CUMPLE
7+259.71	7+293.35	4.16	33.642	44.85	NO CUMPLE
7+419.58	7+520.25	4.16	100.667	44.85	CUMPLE
7+648.22	7+673.90	4.16	25.681	44.85	NO CUMPLE
7+723.90	7+770.60	5.35	46.699	44.19	CUMPLE

Gráfico N° 7: Cumplimiento de DP en el sentido C.P Huambocancha Alta - C.P Porcón Bajo



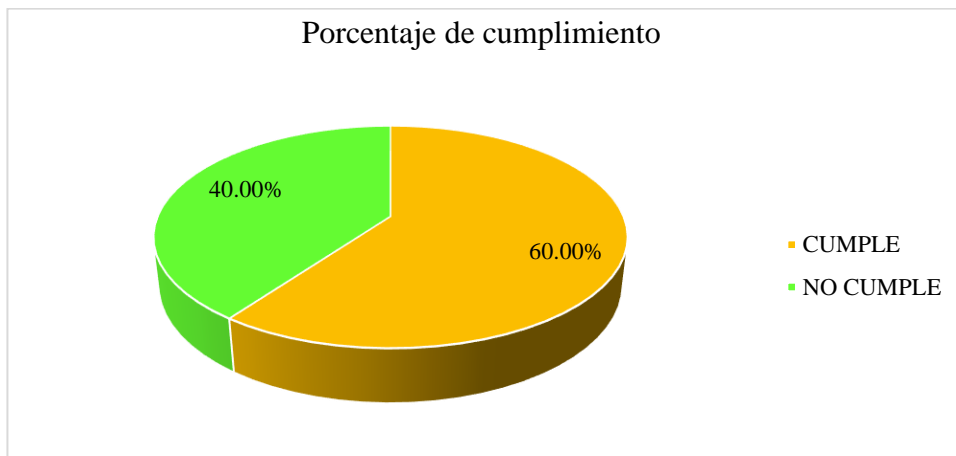
Análisis: Como se puede observar en el gráfico se muestra el porcentaje de cumplimiento con respecto a las distancias de parada en las cuales se muestra que para el tramo de carretera analizada se cumple con su diseño el 58.46 % de las distancias de parada, además se observa existen un porcentaje que se encuentran por debajo de su valor mínimo representando el 41.54%.

Tabla 35: Distancias de parada, sentido C.P Porcón Bajo - C.P Huambocancha  
Alta

Progresivas		Pendiente	Distancia Parada		Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin	i%	Dp existente	Dp Norma	
0+000.00	0+087.80	-5.55	87.8	38.98	CUMPLE
0+143.88	0+221.08	-5.55	77.194	38.98	CUMPLE
0+263.92	0+349.74	-5.55	85.819	38.98	CUMPLE
0+549.74	0+567.53	2.31	17.79	47.04	<b>NO CUMPLE</b>
0+603.93	0+630.92	2.31	26.991	47.04	<b>NO CUMPLE</b>
0+630.92	0+670.58	2.31	39.659	47.04	<b>NO CUMPLE</b>
0+710.58	0+712.95	-2.14	2.369	33.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+738.62	0+758.60	-2.14	19.982	33.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+833.65	0+853.35	-2.14	19.701	33.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+907.50	0+911.57	-2.14	4.069	33.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+961.57	1+003.38	-5.47	41.81	38.93	CUMPLE
1+003.38	1+098.25	-5.47	94.878	38.93	CUMPLE
1+148.25	1+216.70	-4.15	68.45	37.97	CUMPLE
1+216.70	1+401.53	-4.15	184.828	37.97	CUMPLE
1+451.53	1+475.99	-4.93	24.456	38.61	<b>NO CUMPLE</b>
1+475.99	1+503.53	-4.93	27.537	38.61	<b>NO CUMPLE</b>
1+551.49	1+683.37	-4.93	131.876	38.61	CUMPLE
1+769.85	1+817.44	-4.93	47.597	38.61	CUMPLE
1+867.44	1+951.52	-3.16	84.079	36.66	CUMPLE
1+996.26	2+019.60	-3.16	23.341	36.66	<b>NO CUMPLE</b>
2+179.60	2+205.25	-5.89	25.652	39.14	<b>NO CUMPLE</b>
2+244.43	2+264.97	-5.89	20.542	39.14	<b>NO CUMPLE</b>
2+337.04	2+459.07	-5.89	122.034	39.14	CUMPLE
2+505.89	2+538.70	-5.89	32.803	39.14	<b>NO CUMPLE</b>
2+571.34	2+601.70	-5.89	30.356	39.14	<b>NO CUMPLE</b>
2+657.31	2+712.05	-5.89	54.737	39.14	CUMPLE
2+766.08	2+903.91	-5.89	137.83	39.14	CUMPLE
2+946.12	3+015.58	-5.89	69.463	39.14	CUMPLE
3+015.58	3+035.24	-5.89	19.659	39.14	<b>NO CUMPLE</b>
3+210.24	3+276.15	-5.89	65.903	39.14	CUMPLE
3+276.15	3+355.00	-5.89	78.855	39.14	CUMPLE
3+405.00	3+409.90	-6.13	4.895	39.25	<b>NO CUMPLE</b>
3+447.98	3+499.51	-6.13	51.533	39.25	CUMPLE
3+565.43	3+629.26	-6.13	63.825	39.25	CUMPLE
3+720.64	3+795.92	-6.13	75.285	39.25	CUMPLE
3+870.92	3+902.43	-3.68	31.507	37.45	<b>NO CUMPLE</b>
3+937.60	4+099.25	-3.68	161.647	37.45	CUMPLE
4+117.23	4+173.51	-3.68	56.28	37.45	CUMPLE
4+250.88	4+295.45	-3.68	44.565	37.45	CUMPLE
4+347.20	4+405.12	-3.68	57.919	37.45	CUMPLE
4+475.26	4+547.86	-3.68	72.597	37.45	CUMPLE
4+647.86	4+654.69	-4.43	6.834	38.23	<b>NO CUMPLE</b>
4+654.69	4+721.17	-4.43	66.484	38.23	CUMPLE
4+801.64	4+982.61	-4.43	180.968	38.23	CUMPLE
5+020.52	5+079.20	-4.43	58.685	38.23	CUMPLE
5+096.61	5+152.35	-4.43	55.742	38.23	CUMPLE
5+202.35	5+262.28	-2.86	59.93	36.06	CUMPLE
5+323.93	5+356.53	-2.86	32.6	36.06	<b>NO CUMPLE</b>
5+387.75	5+412.06	-2.86	24.312	36.06	<b>NO CUMPLE</b>
5+493.75	5+588.88	-2.2	95.129	34.05	CUMPLE
5+653.88	5+679.88	-2.2	26	34.05	<b>NO CUMPLE</b>

5+679.88	5+712.08	-2.2	32.205	34.05	<b>NO CUMPLE</b>
5+772.08	5+866.63	-2.2	94.542	34.05	CUMPLE
5+866.63	5+917.83	-2.2	51.208	34.05	CUMPLE
5+984.07	6+068.99	-2.2	84.917	34.05	CUMPLE
6+068.99	6+152.66	-2.2	83.674	34.05	CUMPLE
6+752.66	6+787.39	-5.45	34.735	38.92	<b>NO CUMPLE</b>
6+787.39	6+857.82	-5.45	70.424	38.92	CUMPLE
6+857.82	6+889.83	-5.45	32.007	38.92	<b>NO CUMPLE</b>
6+996.83	7+060.06	-4.16	60.396	37.98	CUMPLE
7+060.06	7+140.78	-4.16	77.88	37.98	CUMPLE
7+259.71	7+293.35	-4.16	33.642	37.98	<b>NO CUMPLE</b>
7+419.58	7+520.25	-4.16	100.667	37.98	CUMPLE
7+648.22	7+673.90	-4.16	25.681	37.98	<b>NO CUMPLE</b>
7+723.90	7+770.60	-4.16	46.699	37.98	CUMPLE

Gráfico N° 8: Cumplimiento de DP en el sentido C.P Porcón Bajo - C.P Huambocancha Alta



Análisis: Como se puede observar en gráfico en el sentido Porcón Bajo – Huambocancha alta varía el porcentaje de cumplimiento y no cumplimiento de las distancias de parada, esto sucede ya que el sentido para tomar los valores de las pendientes se invierte por consiguiente las distancias calculadas disminuyen; sin embargo, se debe tomar en cuenta las distancias más desfavorables obtenidas con las pendientes positivas en el primer sentido.

#### 4.1.2 Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Para determinar las distancias de paso o adelantamiento en tramos rectos en planta de la carretera se utilizó las siguientes fórmulas indicadas por el (MTC, 2018):  
A continuación, se realizó el cálculo de una distancia y para las demás se procederá con el desarrollo de la misma manera.



$$D1 = 0.278 * 3.6 (56.2 - 15 + \frac{2.25 * 3.6}{2})$$

$$D1 = 45.29 \text{ m}$$

$$D2 = 0.278 * 56.2 * 9.3$$

$$D2 = 145.30 \text{ m}$$

$$D3 = 30 \text{ m}$$

$$D4 = \frac{2}{3} * 145.30$$

$$D4 = 96.87 \text{ m}$$

$$Da = 45.29 + 145.30 + 30 + 96.87$$

$$Da = 317.45$$

Tabla 36: Distancias de adelantamiento

Progresivas		D1 (m)	D2 (m)	D3 (m)	D4 (m)	Distancia Adelantamiento		Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin					Da. existente	Da. Norma	
0+000.000	0+087.000	45.29	145.30	30	96.87	87.000	317.45	NO CUMPLE
0+143.882	0+221.076	45.29	145.30	30	96.87	77.194	317.45	NO CUMPLE
0+263.917	0+413.331	45.29	145.30	30	96.87	149.414	317.45	NO CUMPLE
0+469.346	0+501.386	45.29	145.30	30	96.87	32.040	317.45	NO CUMPLE
0+541.982	0+567.526	45.29	145.30	30	96.87	25.544	317.45	NO CUMPLE
0+603.928	0+630.919	45.29	145.30	30	96.87	26.991	317.45	NO CUMPLE
0+687.752	0+712.947	45.29	145.30	30	96.87	25.195	317.45	NO CUMPLE
0+738.619	0+758.601	45.29	145.30	30	96.87	19.982	317.45	NO CUMPLE
0+833.650	0+853.351	45.29	145.30	30	96.87	19.701	317.45	NO CUMPLE
0+907.497	0+953.645	45.29	145.30	30	96.87	46.148	317.45	NO CUMPLE
1+003.376	1+125.833	45.29	145.30	30	96.87	122.457	317.45	NO CUMPLE
1+216.704	1+419.809	45.29	145.30	30	96.87	203.105	317.45	NO CUMPLE
1+475.988	1+503.525	45.29	145.30	30	96.87	27.537	317.45	NO CUMPLE
1+551.491	1+683.367	45.29	145.30	30	96.87	131.876	317.45	NO CUMPLE
1+769.845	1+827.724	45.29	145.30	30	96.87	57.879	317.45	NO CUMPLE
1+873.787	1+951.521	45.29	145.30	30	96.87	77.734	317.45	NO CUMPLE
1+996.258	2+060.656	45.29	145.30	30	96.87	64.398	317.45	NO CUMPLE
2+170.232	2+205.251	45.29	145.30	30	96.87	35.019	317.45	NO CUMPLE
2+244.428	2+264.970	45.29	145.30	30	96.87	20.542	317.45	NO CUMPLE
2+337.036	2+459.070	45.29	145.30	30	96.87	122.034	317.45	NO CUMPLE
2+505.892	2+538.695	45.29	145.30	30	96.87	32.803	317.45	NO CUMPLE
2+571.347	2+601.696	45.29	145.30	30	96.87	30.349	317.45	NO CUMPLE
2+657.310	2+710.047	45.29	145.30	30	96.87	52.737	317.45	NO CUMPLE
2+766.705	2+903.905	45.29	145.30	30	96.87	137.200	317.45	NO CUMPLE
2+946.120	3+015.583	45.29	145.30	30	96.87	69.463	317.45	NO CUMPLE
3+074.599	3+197.577	45.29	145.30	30	96.87	122.978	317.45	NO CUMPLE
3+276.145	3+409.895	45.29	145.30	30	96.87	133.750	317.45	NO CUMPLE
3+447.980	3+499.513	45.29	145.30	30	96.87	51.533	317.45	NO CUMPLE
3+565.432	3+629.257	45.29	145.30	30	96.87	63.825	317.45	NO CUMPLE
3+720.636	3+811.137	45.29	145.30	30	96.87	90.501	317.45	NO CUMPLE
3+850.744	3+902.428	45.29	145.30	30	96.87	51.684	317.45	NO CUMPLE
3+937.602	4+099.249	45.29	145.30	30	96.87	161.647	317.45	NO CUMPLE

4+117.234	4+173.514	45.29	145.30	30	96.87	56.280	317.45	NO CUMPLE
4+250.880	4+295.449	45.29	145.30	30	96.87	44.569	317.45	NO CUMPLE
4+347.204	4+405.123	45.29	145.30	30	96.87	57.919	317.45	NO CUMPLE
4+475.235	4+577.557	45.29	145.30	30	96.87	102.322	317.45	NO CUMPLE
4+654.689	4+721.173	45.29	145.30	30	96.87	66.484	317.45	NO CUMPLE
4+801.611	4+982.609	45.29	145.30	30	96.87	180.998	317.45	NO CUMPLE
5+020.517	5+079.212	45.29	145.30	30	96.87	58.695	317.45	NO CUMPLE
5+096.610	5+150.025	45.29	145.30	30	96.87	53.415	317.45	NO CUMPLE
5+196.624	5+262.282	45.29	145.30	30	96.87	65.658	317.45	NO CUMPLE
5+323.926	5+356.526	45.29	145.30	30	96.87	32.600	317.45	NO CUMPLE
5+387.745	5+412.057	45.29	145.30	30	96.87	24.312	317.45	NO CUMPLE
5+493.748	5+588.877	45.29	145.30	30	96.87	95.129	317.45	NO CUMPLE
5+653.897	5+697.987	45.29	145.30	30	96.87	44.090	317.45	NO CUMPLE
5+727.053	5+772.306	45.29	145.30	30	96.87	45.253	317.45	NO CUMPLE
5+866.626	5+917.348	45.29	145.30	30	96.87	50.722	317.45	NO CUMPLE
5+984.068	6+068.985	45.29	145.30	30	96.87	84.917	317.45	NO CUMPLE
6+157.269	6+212.795	45.29	145.30	30	96.87	55.526	317.45	NO CUMPLE
6+268.730	6+366.521	45.29	145.30	30	96.87	97.791	317.45	NO CUMPLE
6+498.677	6+561.485	45.29	145.30	30	96.87	62.808	317.45	NO CUMPLE
6+599.215	6+619.546	45.29	145.30	30	96.87	20.331	317.45	NO CUMPLE
6+654.318	6+713.971	45.29	145.30	30	96.87	59.653	317.45	NO CUMPLE
6+787.394	6+857.818	45.29	145.30	30	96.87	70.424	317.45	NO CUMPLE
6+948.724	7+060.059	45.29	145.30	30	96.87	111.335	317.45	NO CUMPLE
7+060.059	7+140.776	45.29	145.30	30	96.87	80.717	317.45	NO CUMPLE
7+259.709	7+293.351	45.29	145.30	30	96.87	33.642	317.45	NO CUMPLE
7+419.579	7+520.246	45.29	145.30	30	96.87	100.667	317.45	NO CUMPLE
7+648.215	7+770.595	45.29	145.30	30	96.87	122.380	317.45	NO CUMPLE
7+853.136	7+891.727	45.29	145.30	30	96.87	38.591	317.45	NO CUMPLE

Para poder determinar con qué parámetro comparar tenemos la siguiente tabla:

Tabla 37: Porcentaje de la carretera con visibilidad adecuada

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

Fuente: (MTC, 2018)

Análisis: Como la sumatoria de distancias de adelantamiento de la carretera es 0, ya que no existen tramos en los que se pueda realizar la maniobra de adelantamiento, no se está llegando al porcentaje mínimo indicado por la norma el cual indica que para una orografía correspondiente a un terreno ondulado tipo 2 mayor a 5 km el porcentaje de la carretera con visibilidad de adelantamiento deberá ser de 33%, la carretera que se analizó posee 7.891 km por lo tanto la longitud que debería acumular para tener un porcentaje de adelantamiento mínimo debería de ser de 2.604 km.

## 4.2 Diseño geométrico en planta

### 4.2.1 Tramos en tangente

Para el cálculo de tramos en tangente se tomó en cuenta el siguiente criterio:

L min.s: 1.39 V

L min.o: 2.78 V

L mín.s: longitud mínima (m) para trazados en “S” (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura de sentido contrario).

L mín.o: longitud mínima (m) para el resto de casos (alineamiento recto entre alineamientos con radios de curvatura del mismo sentido).

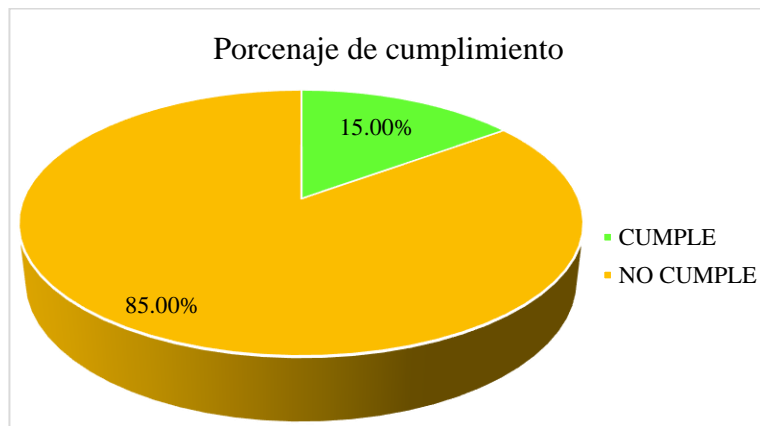
V: velocidad de diseño

Tabla 38: Verificación de tramos en tangente

Progresivas		Tramo en tangente	Tramos en tangente		Condición de Verificación
Progresiva Inicio	Progresiva Fin		Existente	Norma	
0+000.000	0+087.000	Lmin.o	87.000	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+143.882	0+221.076	Lmin.o	77.194	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+263.917	0+413.331	Lmin.o	149.414	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+469.346	0+501.386	Lmin.o	32.040	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+541.982	0+567.526	Lmin.o	25.544	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+603.928	0+630.919	Lmin.o	26.991	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+687.752	0+712.947	Lmin.o	25.195	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+738.619	0+758.601	Lmin.o	19.982	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+833.650	0+853.351	Lmin.o	19.701	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
0+907.497	0+953.645	Lmin.o	46.148	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
1+003.376	1+125.833	Lmin.o	122.457	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
1+216.704	1+419.809	Lmin.o	203.105	166.80	CUMPLE
1+475.988	1+503.525	Lmin.o	27.537	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
1+551.491	1+683.367	Lmin.o	131.876	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
1+769.845	1+827.724	Lmin.o	57.879	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
1+873.787	1+951.521	Lmin.o	77.734	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
1+996.258	2+060.656	Lmin.o	64.398	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+170.232	2+205.251	Lmin.o	35.019	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+244.428	2+264.970	Lmin.o	20.542	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+337.036	2+459.070	Lmin.o	122.034	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+505.892	2+538.695	Lmin.o	32.803	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+571.347	2+601.696	Lmin.o	30.349	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+657.310	2+710.047	Lmin.o	52.737	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+766.705	2+903.905	Lmin.o	137.200	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
2+946.120	3+015.583	Lmin.o	69.463	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
3+074.599	3+197.577	Lmin.s	122.978	83.40	CUMPLE
3+276.145	3+409.895	Lmin.s	133.750	83.40	CUMPLE
3+447.980	3+499.513	Lmin.s	51.533	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
3+565.432	3+629.257	Lmin.s	63.825	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
3+720.636	3+811.137	Lmin.o	90.501	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
3+850.744	3+902.428	Lmin.o	51.684	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
3+937.602	4+099.249	Lmin.o	161.647	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
4+117.234	4+173.514	Lmin.s	56.280	83.40	<b>NO CUMPLE</b>

4+250.880	4+295.449	Lmin.s	44.569	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
4+347.204	4+405.123	Lmin.o	57.919	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
4+475.235	4+577.557	Lmin.s	102.322	83.40	CUMPLE
4+654.689	4+721.173	Lmin.s	66.484	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
4+801.611	4+982.609	Lmin.s	180.998	83.40	CUMPLE
5+020.517	5+079.212	Lmin.o	58.695	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
5+096.610	5+150.025	Lmin.o	53.415	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
5+196.624	5+262.282	Lmin.s	65.658	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
5+323.926	5+356.526	Lmin.s	32.600	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
5+387.745	5+412.057	Lmin.o	24.312	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
5+493.748	5+588.877	Lmin.s	95.129	83.40	CUMPLE
5+653.897	5+697.987	Lmin.s	44.090	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
5+727.053	5+772.306	Lmin.o	45.253	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
5+866.626	5+917.348	Lmin.s	50.722	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
5+984.068	6+068.985	Lmin.s	84.917	83.40	CUMPLE
6+157.269	6+212.795	Lmin.o	55.526	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
6+268.730	6+366.521	Lmin.s	97.791	83.40	CUMPLE
6+498.677	6+561.485	Lmin.s	62.808	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
6+599.215	6+619.546	Lmin.o	20.331	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
6+654.318	6+713.971	Lmin.s	59.653	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
6+787.394	6+857.818	Lmin.s	70.424	83.40	<b>NO CUMPLE</b>
6+948.724	7+060.059	Lmin.s	111.335	83.40	CUMPLE
7+060.059	7+140.776	Lmin.o	80.717	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
7+259.709	7+293.351	Lmin.o	33.642	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
7+419.579	7+520.246	Lmin.o	100.667	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
7+648.215	7+770.595	Lmin.o	122.380	166.80	<b>NO CUMPLE</b>
7+853.136	7+891.727	Lmin.o	38.591	166.80	<b>NO CUMPLE</b>

Gráfico N° 9: Cumplimiento de distancias en tramos tangentes



Análisis: como se puede observar en el gráfico de toda la cantidad de tramos en tangente clasificados por el tipo del tramo en tangente al que pertenecen, existe un 85% de tramos que no cumplen con las longitudes mínimas según sea el caso y tan solo un 15% del total de tramos cumple con las distancias mínimas indicadas por la fórmulas indicadas por el (MTC, 2018).

#### 4.2.2 Elementos de curvas

A continuación, se presentan los cálculos para los elementos de curvas, se calculó los elementos para un radio y para los demás se procederá de la misma manera.

##### **T: Longitud de la subtangente**

$$T = 56 * \tan\left(\frac{58^\circ 11' 51.5105''}{2}\right)$$

$$T = 31.168 \text{ m}$$

##### **L: Longitud de la curva**

$$L = 2 * \pi * 56 * \left(\frac{58^\circ 11' 51.5105''}{360}\right)$$

$$L = 56.881 \text{ m}$$

##### **L.C: longitud de la cuerda**

$$L.C = 2 * 56 * \sin\left(\frac{58^\circ 11' 51.5105''}{2}\right)$$

$$L.C = 54.468 \text{ m}$$

##### **M: Distancia de la ordenada media (flecha)**

$$M = 56 * \left[1 - \cos\left(\frac{58^\circ 11' 51.5105''}{2}\right)\right]$$

$$M = 7.068 \text{ m}$$

##### **Distancia a externa**

$$M = 56 * \left[\sec\left(\frac{58^\circ 11' 51.5105''}{2}\right) - 1\right]$$

$$M = 8.089$$

#### 4.2.3 Radios mínimos

A continuación, se presenta el cálculo para el radio mínimo de acuerdo a los siguientes datos:

Vdiseño: 60 km/h

Pmáx: 0.08 obtenido de la tabla N° 8

fmáx: 0.15 obtenido de la tabla N° 5

$$R_{\text{mín}} = \frac{60^2}{127 * (0.08 + 0.15)}$$

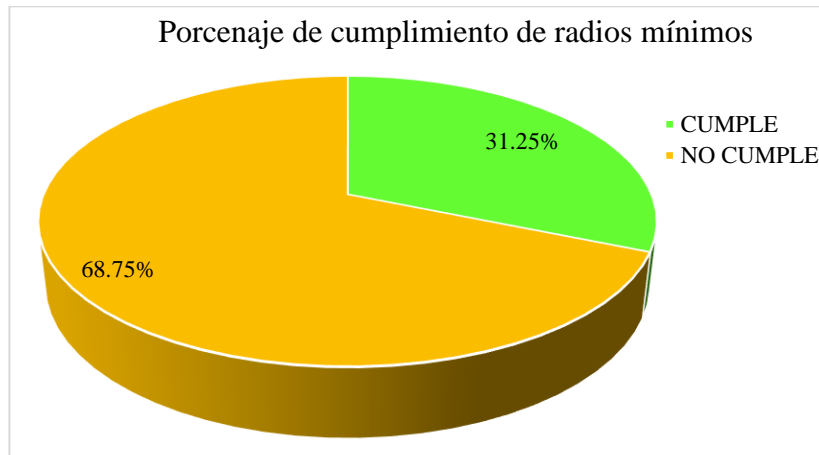
$$R_{\text{mín}} = 123.245 \text{ m}$$

Tabla 39: Elementos de curvas y radios mínimos

C	Δ			R. (m)	L. Curva (m)	Tangente (m)	Cuerda (m)	Flecha (m)	Externa (m)	R. mín. (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
C1	58	11	51.51	56.00	56.881	31.168	54.468	7.068	8.089	123.245	NO CUMPLE
C2	44	37	43.98	55.00	42.841	22.573	41.766	4.119	4.452	123.245	NO CUMPLE
C3	18	20	22.82	175.00	56.015	28.249	55.777	2.236	2.265	123.245	CUMPLE
C4	37	30	58.03	62.00	40.596	21.056	39.875	3.293	3.478	123.245	NO CUMPLE
C5	59	35	23.28	35.00	36.401	20.041	34.783	4.627	5.331	123.245	NO CUMPLE
C6	44	12	15.48	62.00	47.834	25.178	46.656	4.556	4.917	123.245	NO CUMPLE
C7	36	46	21.99	40.00	25.672	13.296	25.234	2.042	2.152	123.245	NO CUMPLE
C8	85	59	59.35	50.00	75.049	46.626	68.2	13.432	18.366	123.245	NO CUMPLE
C9	75	39	56.48	41.00	54.145	31.841	50.296	8.618	10.912	123.245	NO CUMPLE
C10	30	58	16.84	92.00	49.731	25.489	49.128	3.34	3.466	123.245	NO CUMPLE
C11	18	16	6.12	285.00	90.87	45.824	90.486	3.614	3.66	123.245	CUMPLE
C12	35	20	0.64	91.00	56.118	28.984	55.233	4.292	4.504	123.245	NO CUMPLE
C13	39	15	38.43	70.00	47.966	24.968	47.033	4.068	4.319	123.245	NO CUMPLE
C14	15	0	53.01	330.00	86.479	43.488	86.231	2.829	2.853	123.245	CUMPLE
C15	23	59	33.84	110.00	46.063	23.374	45.727	2.402	2.456	123.245	NO CUMPLE
C16	22	17	20.00	115.00	44.737	22.655	44.455	2.169	2.21	123.245	NO CUMPLE
C17	4	49	45.85	1300.00	109.576	54.82	109.543	1.154	1.155	123.245	CUMPLE
C18	19	31	7.58	115.00	39.177	19.78	38.988	1.664	1.689	123.245	NO CUMPLE
C19	16	30	58.26	250.00	72.065	36.284	71.816	2.592	2.619	123.245	CUMPLE
C20	19	9	44.65	140.00	46.823	23.632	46.605	1.953	1.981	123.245	CUMPLE
C21	18	42	30.13	100.00	32.652	16.473	32.507	1.33	1.348	123.245	NO CUMPLE
C22	39	49	51.30	80.00	55.614	28.984	54.501	4.784	5.089	123.245	NO CUMPLE
C23	14	33	57.08	215.00	54.658	27.477	54.511	1.735	1.749	123.245	CUMPLE
C24	35	34	12.54	68.00	42.216	21.813	41.541	3.25	3.413	123.245	NO CUMPLE
C25	4	49	49.80	700.00	59.016	29.525	58.998	0.622	0.622	123.245	CUMPLE
C27	29	5	39.12	75.00	38.084	19.462	37.676	2.404	2.484	123.245	NO CUMPLE
C29	29	5	12.32	180.00	91.379	46.697	90.401	5.768	5.959	123.245	CUMPLE
C30	49	19	57.54	46.00	39.607	21.125	38.395	4.197	4.619	123.245	NO CUMPLE
C31	16	47	39.10	120.00	35.174	17.714	35.048	1.286	1.3	123.245	NO CUMPLE
C32	4	7	18.44	250.00	17.985	8.996	17.981	0.162	0.162	123.245	CUMPLE
C34	45	37	12.17	65.00	51.754	27.337	50.398	5.083	5.515	123.245	NO CUMPLE
C35	32	9	36.35	125.00	70.162	36.032	69.245	4.891	5.09	123.245	CUMPLE
C38	22	51	47.41	95.00	37.909	19.21	37.658	1.885	1.923	123.245	NO CUMPLE
C39	3	59	22.34	250.00	17.408	8.707	17.404	0.151	0.152	123.245	CUMPLE
C40	66	44	56.40	40.00	46.6	26.35	44.009	6.596	7.899	123.245	NO CUMPLE
C42	35	46	28.84	50.00	31.219	16.137	30.715	2.417	2.54	123.245	NO CUMPLE
C43	93	36	37.46	50.00	81.69	53.254	72.903	15.776	23.048	123.245	NO CUMPLE
C45	27	45	21.79	60.00	29.066	14.824	28.783	1.751	1.804	123.245	NO CUMPLE
C46	96	30	9.59	56.00	94.32	62.746	83.56	18.712	28.101	123.245	NO CUMPLE
C48	72	15	42.75	70.00	88.285	51.103	82.549	13.463	16.669	123.245	NO CUMPLE
C49	53	24	48.85	60.00	55.935	30.186	53.931	6.401	7.165	123.245	NO CUMPLE

<b>C50</b>	131	41	13.80	57.50	132.157	128.204	104.93	33.969	83.008	123.245	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C51</b>	13	30	39.71	160.00	37.73	18.953	37.643	1.111	1.119	123.245	CUMPLE
<b>C52</b>	26	33	50.15	75.00	34.772	17.704	34.462	2.006	2.061	123.245	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C55</b>	111	42	39.91	61.00	118.933	89.946	100.97	26.762	47.68	123.245	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C56</b>	117	35	54.07	61.50	126.227	101.545	105.209	29.641	57.217	123.245	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C57</b>	29	19	42.54	250.00	127.97	65.42	126.577	8.144	8.418	123.245	CUMPLE
<b>C58</b>	26	7	43.02	181.00	82.541	42.001	81.828	4.685	4.809	123.245	CUMPLE

Gráfico N° 10: Porcentaje de cumplimiento de radios mínimos



Análisis: como se puede observar en el gráfico de todos los radios analizados existe un 68.75% de los mismos que no cumple con el radio mínimo calculado el cual es de 123.45 m y tan solo un 31.25% cumplen con radio mínimo.

#### 4.2.4 Curvas de vuelta

El cálculo del radio mínimo para las curvas de vuelta de tomaron en cuenta los siguientes parámetros: ancho de calzada y ancho de bermas. Así como lo indicado por el (MTC, 2018); el cual menciona que para carreteras de primera el radio mínimo interior para curvas de vuelta es de 20 m.

Según la tabla N° 1: Ancho de bermas, para una carretera de primera clase tipo II con una velocidad de diseño de 60 km/h el ancho de bermas a ser considerado es de 3.00 m.

Según la tabla N° 2: Anchos mínimos de calzada en tangente, para una carretera de primera clase tipo II con una velocidad de diseño de 60 km/h el ancho de calzada a ser considerado es de 7.20 m.

Por lo tanto, el radio a ser considerado será:

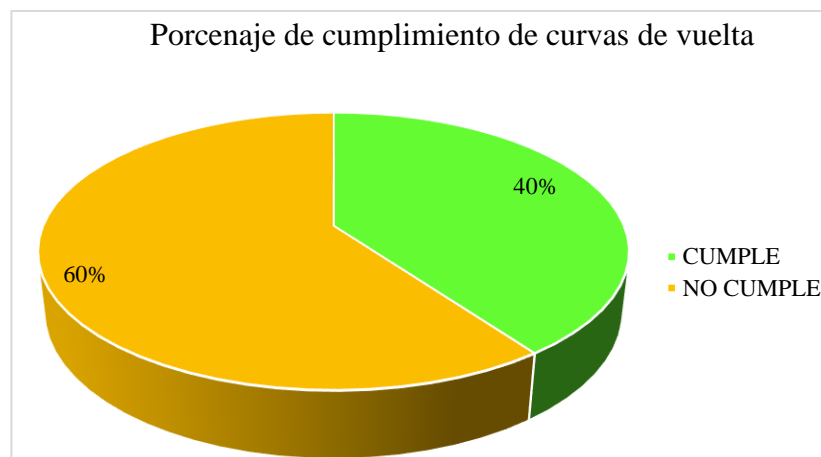
$$R_{\text{mín}} = 20 + \frac{7.20}{2} + \frac{3.00}{2}$$

$$R_{\text{mín}} = 25.10 \text{ m}$$

Tabla 40: Elementos de curvas y radios mínimos para curvas de vuelta

C	Δ			R (m)	L. Curva (m)	Tangente (m)	Cuerda (m)	Flecha (m)	Externa (m)	Radio mín. (m)	Verificación
	G°	M'	S''								
<b>C26</b>	149	3	36.74	30.20	78.568	109.12	58.212	22.145	83.022	25.100	CUMPLE
<b>C28</b>	153	31	53.29	24.60	65.919	104.601	47.893	18.968	82.855	25.100	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C33</b>	205	13	46.56	21.60	77.37	96.516	42.157	26.317	120.503	25.100	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C36</b>	107	48	59.07	41.00	77.152	56.242	66.262	16.848	28.6	25.100	CUMPLE
<b>C37</b>	180	48	8.98	25.50	80.468	3641.182	50.999	25.679	3666.772	25.100	CUMPLE
<b>C41</b>	191	57	9.15	18.40	61.644	175.764	36.6	20.316	195.125	25.100	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C44</b>	199	13	7.73	18.70	65.02	110.451	36.875	21.822	130.723	25.100	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C47</b>	193	4	8.05	19.80	66.72	172.858	39.343	22.053	193.788	25.100	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C53</b>	192	58	25.16	21.80	73.423	191.728	43.321	24.263	214.763	25.100	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C54</b>	163	47	24.91	31.80	90.906	223.302	62.965	27.317	193.755	25.100	CUMPLE

Gráfico N° 11: Porcentaje de cumplimiento de curvas de vuelta



Análisis: según el gráfico se puede observar que de las 10 curvas de vuelta analizadas solo 4 se encuentran en el correcto dimensionamiento estando por sobre el radio mínimo calculado y representando un 40% de curvas de vuelta, además se observa que un 60% de las curvas de vuelta, es decir 6 se encuentran por debajo del parámetro mínimo calculado.

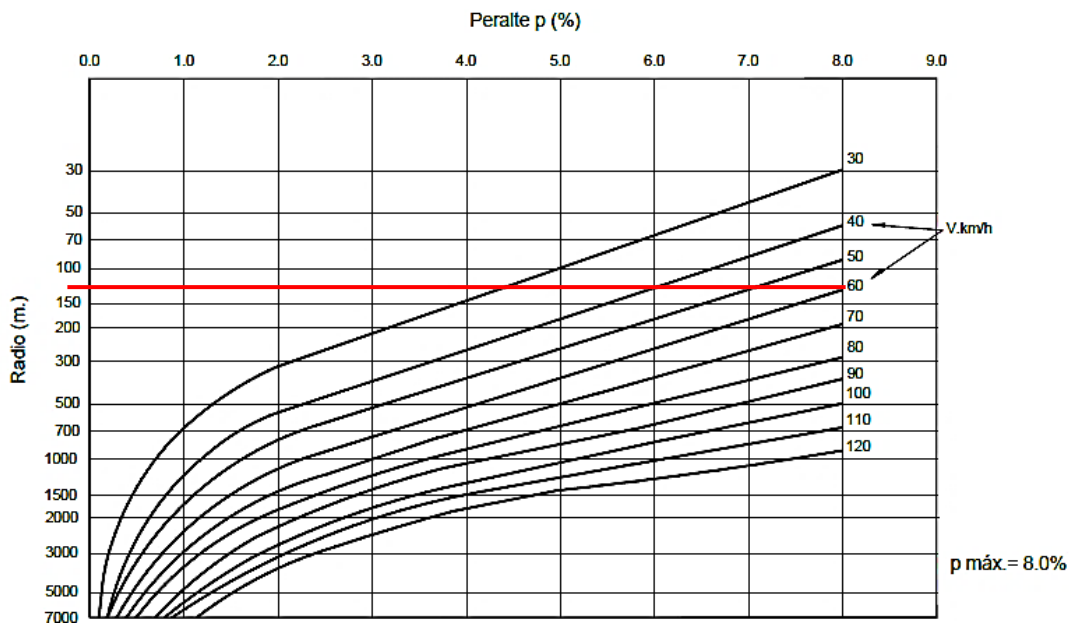


#### 4.2.5 Transición de peralte

A continuación, se presenta el cálculo para una longitud de transición y las demás serán calculadas con la misma metodología.

Los peraltes finales se obtuvieron de la siguiente imagen para cada uno de los radios existentes de la carretera:

Gráfico N° 12: Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)



Fuente: (MTC, 2018)

De acuerdo a la imagen se puede observar que para radios menores de 130 m para la velocidad de diseño de 60 km/h el peralte a ser usado debe de ser el peralte máximo el cual es de 8%.

De acuerdo a la tabla N° 64 la precipitación de la estación más cercana (Granja Porcón) es de 663.35 mm/año para el 2020 y el promedio de las tres estaciones (Granja Porcón, Aylambo, Weberbauer) que engloban la zona de la carretera estudiada se obtuvo una precipitación anual de 536.99 mm/año. Por lo el valor del bombeo de acuerdo a la tabla N° 7 es de 2.5%.

Los datos necesarios para realizar los cálculos son los siguientes:

Vdiseño: 60 km/h

PF: 8% debido a que se debe de usar el peralte máximo al no haber intersección en el gráfico N° 12

PO: -2.5%

Ancho de calzada: 7.20

$$L_{transición} = \frac{8.00 - (-2.5)}{1.80 - 0.01 * 60} * \frac{7.20}{2}$$

$$L_{transición} = 31.5 \text{ m}$$

$$L_{bombeo} = \frac{0 - (-2.5)}{1.80 - 0.01 * 60} * \frac{7.20}{2}$$

$$L_{bombeo} = 7.5 \text{ m}$$

$$L_{peralte} = \frac{8 - (0)}{1.80 - 0.01 * 60} * \frac{7.20}{2}$$

$$L_{peralte} = 24.0 \text{ m}$$

También se calculó el porcentaje máximo a desarrollar en tangente en los casos donde las curvas consecutivas no deje el desarrollo de la longitud de transición normal para esto se tomó en cuenta la siguiente tabla:

Tabla 41: Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente

p < 4.5%	4.5% < p < 7%	p > 7%
0.5 p	0.7 p	0.8 p

Fuente: Fuente:(MTC, 2018)

Para el primer tramo se tiene un peralte de 8% por lo tanto la longitud a desarrollar en tangente será de:

$$\%L_{transición \text{ en tangente}} = 0.8 * 31.50$$

$$L_{transición} = 25.20 \text{ m}$$

A partir de estas consideraciones es que se verificó el cumplimiento o no de las longitudes de transición, expresadas en la siguiente tabla.

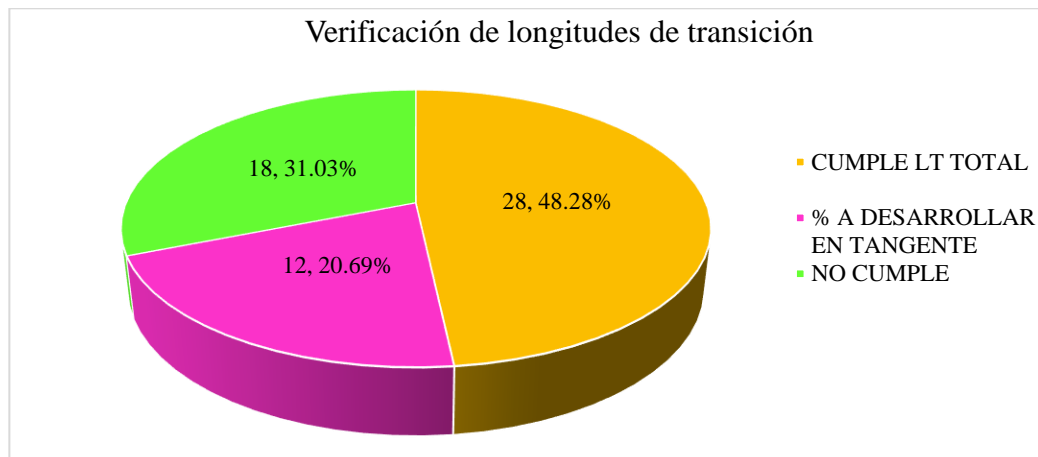
Tabla 42: Verificación de las longitudes de transición

N° C	Radio (m)	P <sub>f</sub> %	L <sub>t</sub> (m)	L <sub>b</sub> (m)	L <sub>p</sub> (m)	%p en tangente	L <sub>T1</sub> + L <sub>T2</sub>	%L <sub>T1</sub> + %L <sub>T2</sub>	Tangente entre Pi <sub>r</sub> -Pi <sub>o</sub>	Condición de Verificación
C1	56.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2			87	CUMPLE
PI <sub>1</sub> -PI <sub>2</sub>							63	50.4	77.194	CUMPLE
C2	55.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>2</sub> -PI <sub>3</sub>							60	45.15	149.414	CUMPLE
C3	175.00	7.00	28.5	7.5	21	19.95				
PI <sub>3</sub> -PI <sub>4</sub>							60	45.15	32.04	NO CUMPLE
C4	62.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>4</sub> -PI <sub>5</sub>							63	50.4	25.544	NO CUMPLE
C5	35.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>5</sub> -PI <sub>6</sub>							63	50.4	26.991	NO CUMPLE
C6	62.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>6</sub> -PI <sub>7</sub>							63	50.4	25.195	NO CUMPLE
C7	40.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>7</sub> -PI <sub>8</sub>							63	50.4	19.982	NO CUMPLE
C8	50.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>8</sub> -PI <sub>9</sub>							63	50.4	19.701	NO CUMPLE
C9	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>9</sub> -PI <sub>10</sub>							63	50.4	46.148	NO CUMPLE
C10	92.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>10</sub> -PI <sub>11</sub>							57	43.05	122.457	CUMPLE
C11	285.00	6.00	25.5	7.5	18	17.85				
PI <sub>11</sub> -PI <sub>12</sub>							57	43.05	203.105	CUMPLE
C12	91.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>12</sub> -PI <sub>13</sub>							63	50.4	27.537	NO CUMPLE
C13	70.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>13</sub> -PI <sub>14</sub>							54.3	41.16	131.876	CUMPLE
C14	330.00	5.10	22.8	7.5	15.3	15.96				
PI <sub>14</sub> -PI <sub>15</sub>							54.3	41.16	57.879	CUMPLE
C15	110.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>15</sub> -PI <sub>16</sub>							63	50.4	77.734	CUMPLE
C16	115.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>16</sub> -PI <sub>17</sub>							45	31.95	64.398	CUMPLE
C17	1300.00	2.00	13.5	7.5	6	6.75				
PI <sub>17</sub> -PI <sub>18</sub>							45	31.95	35.019	CUMPLE %
C18	115.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>18</sub> -PI <sub>19</sub>							57.3	43.26	20.542	NO CUMPLE
C19	250.00	6.10	25.8	7.5	18.3	18.06				
PI <sub>19</sub> -PI <sub>20</sub>							54.6	41.1	122.034	CUMPLE
C20	140.00	7.10	28.8	7.5	21.3	23.04				
PI <sub>20</sub> -PI <sub>21</sub>							60.3	48.24	32.803	NO CUMPLE
C21	100.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>21</sub> -PI <sub>22</sub>							63	50.4	30.349	NO CUMPLE
C22	80.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>22</sub> -PI <sub>23</sub>							58.5	44.1	52.737	CUMPLE %
C23	215.00	6.50	27	7.5	19.5	18.9				
PI <sub>23</sub> -PI <sub>24</sub>							58.5	44.1	137.2	CUMPLE
C24	68.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>24</sub> -PI <sub>25</sub>							48.3	33.6	69.463	CUMPLE
C25	700.00	3.10	16.8	7.5	9.3	8.4				
PI <sub>25</sub> -PI <sub>26</sub>							48.3	33.6	122.978	CUMPLE
C26	30.20	8.00	31.5	7.5	24	25.2				

PI <sub>26</sub> -PI <sub>27</sub>							63	50.4	133.75	CUMPLE
C27	75.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>27</sub> -PI <sub>28</sub>							63	50.4	51.533	CUMPLE %
C28	24.60	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>28</sub> -PI <sub>29</sub>							56.7	42.84	63.825	CUMPLE
C29	180.00	5.90	25.2	7.5	17.7	17.64				
PI <sub>29</sub> -PI <sub>30</sub>							56.7	42.84	90.501	CUMPLE
C30	46.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>30</sub> -PI <sub>31</sub>							63	50.4	51.684	CUMPLE %
C31	120.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>31</sub> -PI <sub>32</sub>							57.3	43.26	161.647	CUMPLE
C32	250.00	6.10	25.8	7.5	18.3	18.06				
PI <sub>32</sub> -PI <sub>33</sub>							57.3	43.26	56.28	CUMPLE %
C33	21.60	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>33</sub> -PI <sub>34</sub>							63	50.4	44.569	NO CUMPLE
C34	65.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>34</sub> -PI <sub>35</sub>							63	50.4	57.919	CUMPLE %
C35	125.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>35</sub> -PI <sub>36</sub>							63	50.4	102.322	CUMPLE
C36	41.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>36</sub> -PI <sub>37</sub>							63	50.4	66.484	CUMPLE
C37	25.50	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>37</sub> -PI <sub>38</sub>							63	50.4	180.998	CUMPLE
C38	95.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>38</sub> -PI <sub>39</sub>							57.3	43.26	58.695	CUMPLE
C39	250.00	6.10	25.8	7.5	18.3	18.06				
PI <sub>39</sub> -PI <sub>40</sub>							57.3	43.26	53.415	CUMPLE %
C40	40.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>40</sub> -PI <sub>41</sub>							63	50.4	65.658	CUMPLE %
C41	18.40	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>41</sub> -PI <sub>42</sub>							63	50.4	32.6	NO CUMPLE
C42	50.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>42</sub> -PI <sub>43</sub>							63	50.4	24.312	NO CUMPLE
C43	50.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>43</sub> -PI <sub>44</sub>							63	50.4	95.129	CUMPLE
C44	18.70	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>44</sub> -PI <sub>45</sub>							63	50.4	44.09	NO CUMPLE
C45	60.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>45</sub> -PI <sub>46</sub>							63	50.4	45.253	NO CUMPLE
C46	56.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>46</sub> -PI <sub>47</sub>							63	50.4	50.722	CUMPLE %
C47	19.80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>47</sub> -PI <sub>48</sub>							63	50.4	84.917	CUMPLE %
C48	70.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>48</sub> -PI <sub>49</sub>							63	50.4	55.526	CUMPLE %
C49	60.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>49</sub> -PI <sub>50</sub>							63	50.4	97.791	CUMPLE
C50	57.50	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>50</sub> -PI <sub>51</sub>							57.15	43.155	62.808	CUMPLE
C51	160.00	6.05	25.65	7.5	18.15	17.955				
PI <sub>51</sub> -PI <sub>52</sub>							57.15	43.155	20.331	NO CUMPLE
C52	75.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>52</sub> -PI <sub>53</sub>							63	50.4	59.653	CUMPLE %
C53	21.80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>53</sub> -PI <sub>54</sub>							63	50.4	70.424	CUMPLE
C54	31.80	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>54</sub> -PI <sub>56</sub>							63	50.4	192.052	CUMPLE
C55	61.00	8.00	31.5	7.5	24	25.2				

PI <sub>56</sub> -PI <sub>57</sub>							63	50.4	33.642	<b>NO CUMPLE</b>
<b>C56</b>	<b>61.50</b>	8.00	31.5	7.5	24	25.2				
PI <sub>58</sub> -PI <sub>59</sub>							57.3	43.26	100.667	CUMPLE
<b>C57</b>	250.00	6.10	25.8	7.5	18.3	18.06				
PI <sub>59</sub> -PI <sub>60</sub>							51	35.7	122.38	CUMPLE
<b>C58</b>	181.00	5.90	25.2	7.5	17.7	17.64				

Gráfico N° 13: Verificación de longitudes de transición



Análisis: en el gráfico se puede observar que existe un total de 18 longitudes de transición que no cumplen las longitudes de transición calculadas ni utilizando el porcentaje a desarrollar en tangente, este porcentaje de incumplimiento de 31.03%; en cambio debido al porcentaje a desarrollar en tangente llegan a cumplir 12 longitudes representando un 20.69% y finalmente se tienen 28 longitudes que cumplen en condiciones normales, representando un 48.28%.

#### 4.2.6 Sobreancho

A continuación, se presenta el cálculo se presenta la manera cómo se procedió al cálculo del sobreancho y para las demás curvas el cálculo se realizará de la misma manera.

Para el cálculo del sobreancho se necesitarán los siguientes datos:

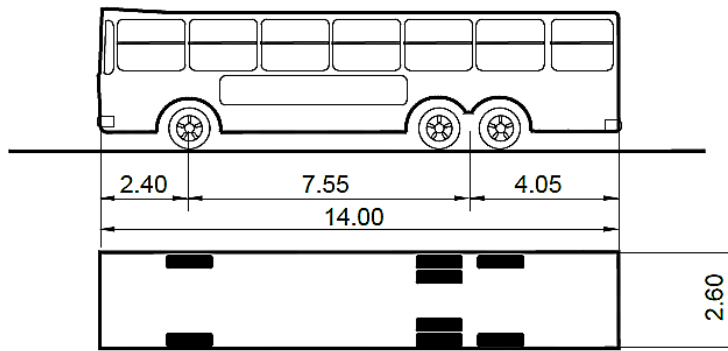
Número de carriles: 2

Radio: 56 m para la curva N° 01

Velocidad de diseño: 60 km/h

L:  $7.55 + 2.40 = 9.95$  m para el camión de diseño B3

Figura N° 12: Longitudes para camión diseño B3



Fuente: (MTC, 2018)

$$S_a = 2(56 - \sqrt{(56^2 - 9.95^2)}) + \frac{60}{10\sqrt{56}}$$

$$S_a = 3.19 \text{ m}$$

El sobreebanco existente se obtuvo de la siguiente manera:

Según los datos del levantamiento de la carretera se obtuvo la medida desde el eje hasta la berma en cada curva, para la primera curva la distancia del eje hasta la berma es de 4.68 m.

Debido a que es una carretera de segunda clase tipo II y una velocidad de diseño de 60 km/h, se obtuvo que el ancho de calzada correspondiente es de 7.60 m y 3.00 m para bermas, por lo tanto, la distancia de eje a berma es de 5.10 m.

Por lo tanto, el sobreebanco será calculado de la diferencia entre la distancia existente del eje a berma del levantamiento y la obtenida por norma de la siguiente manera:

$$S_{a\text{existente}}: 4.68 \text{ m} - 5.10 \text{ m}$$

$$S_{a\text{existente}}: -0.42 \text{ m}$$

Esto quiere decir en para la curva analizada no existe un sobreebanco.

A continuación, se presenta también el cálculo para los vehículos articulados los cuales también están presentes en la carretera analizada, se realizará el cálculo para un radio y se procedió de igual manera para las demás.

$$Z = 0.1 \sqrt{\frac{60}{56}}$$

$$Z = 0.10$$

$$F_A = \sqrt{56^2 + 1.22(2(5.95) + 1.22)} - 56$$

$$F_A = 0.14$$

$$U = 2.59 + 59 - \sqrt{59^2 - (5.95 + 00 + 12.97)^2}$$

$$U = 5.88$$

$$A_C = 2(5.88 + 0.90) + (2 - 1)0.14 + 0.10$$

$$A_C = 13.81$$

$$S = 13.81 - 7.20$$

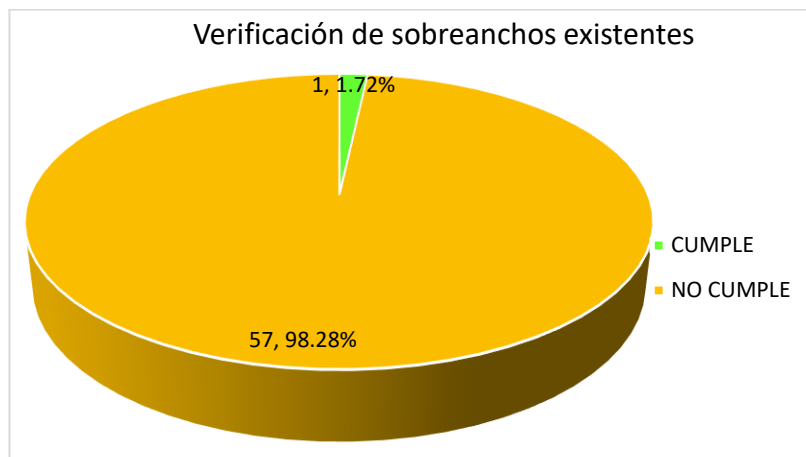
$$S = 6.61 \text{ m}$$

Tabla 43: Sobreanchos existentes

N° C	Δ			Radio (m)	Distancia Eje-Berma	Sa existente (m)	Sa calculado (m)	Sa articulado (m)	Condición de Verificación
	G°	M'	S"						
C1	58	11	51.51	56.00	4.68	2.44	3.19	6.61	NO CUMPLE
C2	44	37	43.98	55.00	4.38	2.48	3.24	6.74	NO CUMPLE
C3	18	20	22.82	175.00	4.43	0.98	1.21	1.94	NO CUMPLE
C4	37	30	58.03	62.00	4.33	2.24	2.91	5.92	NO CUMPLE
C5	59	35	23.28	35.00	5.01	3.67	4.90	11.25	NO CUMPLE
C6	44	12	15.48	62.00	4.94	2.24	2.91	5.92	NO CUMPLE
C7	36	46	21.99	40.00	4.42	3.26	4.33	9.62	NO CUMPLE
C8	85	59	59.35	50.00	4.44	2.69	3.53	7.49	NO CUMPLE
C9	75	39	56.48	41.00	5.09	3.19	4.23	9.35	NO CUMPLE
C10	30	58	16.84	92.00	4.41	1.62	2.07	3.88	NO CUMPLE
C11	18	16	6.12	285.00	4.42	0.68	0.82	1.11	NO CUMPLE
C12	35	20	0.64	91.00	4.03	1.63	2.09	3.93	NO CUMPLE
C13	39	15	38.43	70.00	4.80	2.03	2.62	5.20	NO CUMPLE
C14	15	0	53.01	330.00	5.33	0.61	0.73	0.93	NO CUMPLE
C15	23	59	33.84	110.00	4.33	1.40	1.78	3.21	NO CUMPLE
C16	22	17	20.00	115.00	4.15	1.35	1.71	3.06	NO CUMPLE
C17	4	49	45.85	1300.00	3.95	0.24	0.27	0.08	NO CUMPLE
C18	19	31	7.58	115.00	4.06	1.35	1.71	3.06	NO CUMPLE
C19	16	30	58.26	250.00	4.14	0.74	0.91	1.29	NO CUMPLE
C20	19	9	44.65	140.00	4.34	1.16	1.45	2.47	NO CUMPLE
C21	18	42	30.13	100.00	4.07	1.51	1.93	3.55	NO CUMPLE
C22	39	49	51.30	80.00	4.28	1.81	2.33	4.51	NO CUMPLE
C23	14	33	57.08	215.00	4.22	0.83	1.02	1.54	NO CUMPLE
C24	35	34	12.54	68.00	4.76	2.08	2.69	5.36	NO CUMPLE
C25	4	49	49.80	700.00	4.04	0.36	0.42	0.33	NO CUMPLE
C26	149	3	36.74	30.20	5.30	4.19	5.64	13.51	NO CUMPLE
C27	29	5	39.12	75.00	4.27	1.91	2.47	4.83	NO CUMPLE
C28	153	31	53.23	24.60	5.53	5.07	6.92	18.01	NO CUMPLE
C29	29	5	12.32	180.00	4.48	0.95	1.18	1.88	NO CUMPLE

C30	49	19	57.54	46.00	5.77	2.89	3.81	8.21	NO CUMPLE
C31	16	47	39.10	120.00	4.55	1.31	1.65	2.92	NO CUMPLE
C32	4	7	18.44	250.00	4.01	0.74	0.91	1.29	NO CUMPLE
C33	205	13	46.56	<b>21.60</b>	4.99	5.74	7.92	22.67	NO CUMPLE
C34	45	37	12.17	65.00	4.91	2.15	2.79	5.63	NO CUMPLE
C35	32	9	36.35	125.00	4.53	1.27	1.60	2.79	NO CUMPLE
C36	107	48	59.01	<b>41.00</b>	5.27	3.19	4.23	9.35	NO CUMPLE
C37	180	48	8.99	<b>25.50</b>	5.59	4.90	6.67	17.05	NO CUMPLE
C38	22	51	47.41	95.00	4.37	1.58	2.01	3.75	NO CUMPLE
C39	3	59	22.34	250.00	4.49	0.74	0.91	1.29	NO CUMPLE
C40	66	44	56.40	40.00	5.16	3.26	4.33	9.62	NO CUMPLE
C41	191	57	9.16	<b>18.40</b>	5.80	6.74	9.47	37.19	NO CUMPLE
C42	35	46	28.84	50.00	4.53	2.69	3.53	7.49	NO CUMPLE
C43	93	36	37.46	50.00	4.63	2.69	3.53	7.49	NO CUMPLE
C44	199	13	7.74	<b>18.70</b>	5.67	6.63	9.30	37.78	NO CUMPLE
C45	27	45	21.79	60.00	4.40	2.30	3.00	6.14	NO CUMPLE
C46	96	30	9.59	56.00	4.57	2.44	3.19	6.61	NO CUMPLE
C47	193	4	8.06	<b>19.80</b>	5.36	6.26	8.71	28.28	NO CUMPLE
C48	72	15	42.75	70.00	4.60	2.03	2.62	5.20	NO CUMPLE
C49	53	24	48.85	60.00	9.91	2.30	3.00	6.14	CUMPLE
C50	131	41	13.80	57.50	4.39	2.39	3.11	6.42	NO CUMPLE
C51	13	30	39.71	160.00	4.25	1.04	1.30	2.14	NO CUMPLE
C52	26	33	50.15	75.00	5.10	1.91	2.47	4.83	NO CUMPLE
C53	192	58	25.16	<b>21.80</b>	5.90	5.69	7.85	22.25	NO CUMPLE
C54	163	47	24.91	<b>31.80</b>	5.53	4.00	5.37	12.65	NO CUMPLE
C55	111	42	39.91	61.00	5.19	2.27	2.96	6.03	NO CUMPLE
C56	117	35	54.07	61.50	4.90	2.26	2.93	5.97	NO CUMPLE
C57	29	19	42.54	250.00	4.22	0.74	0.91	1.29	NO CUMPLE
C58	26	7	43.02	181.00	4.70	0.95	1.18	1.86	NO CUMPLE

Gráfico N° 14: Verificación de sobranchos existentes



Análisis: como se puede observar en el gráfico existe una carencia importante de sobranchos ya que solo el 1.72% cumple con el sobrancho mínimo calculado para cada curva y un 98.28% no cuenta con el ancho mínimo requerido.

Es necesario mencionar que para las curvas de vuelta el análisis según la fórmula arroja valores de sobrancho muy elevados lo que se interpretaría como que se tendría que hacer un gran movimiento de tierras para cumplir con dichas

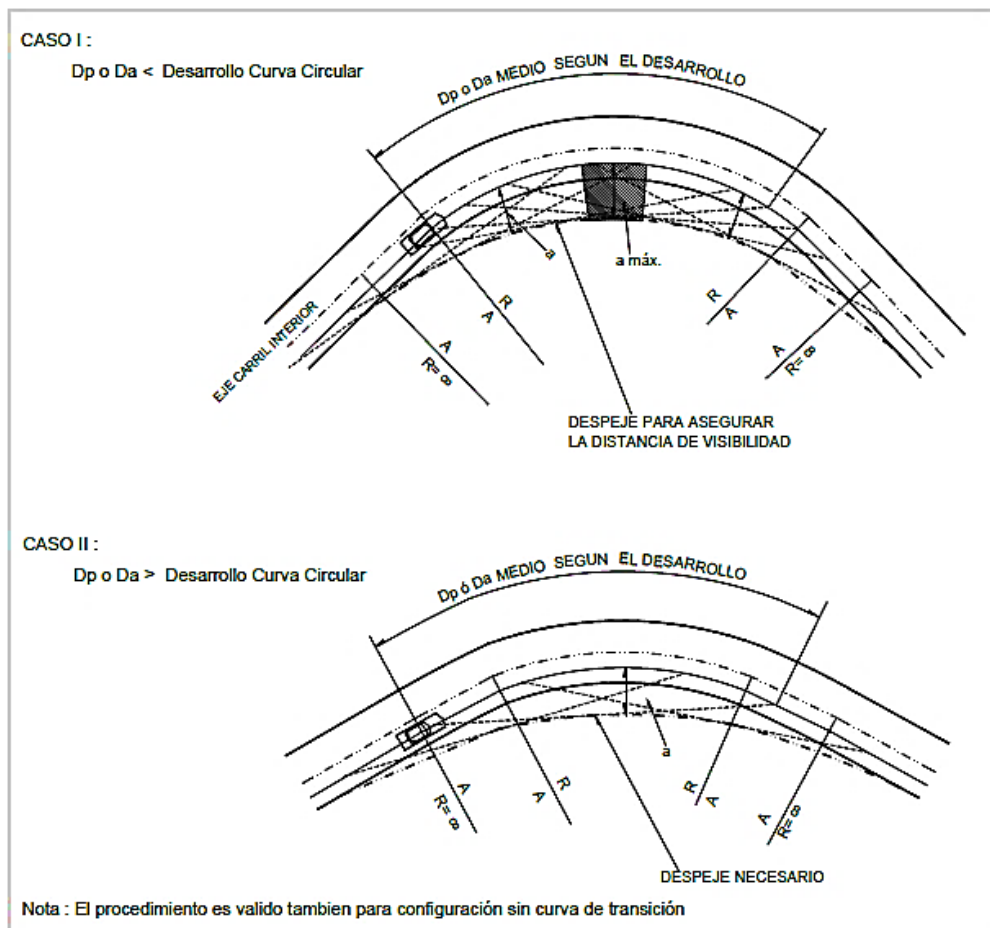


distancias; sin embargo se debe realizar un análisis especial para estas curvas ya que la fórmula indicada no es coherente con la realidad.

#### 4.2.7 Verificación de distancias de visibilidad en curvas horizontales

Para la verificación de la distancia de visibilidad se tuvieron en cuenta dos criterios, el primero para cuando la distancia de parada es menor que la longitud de la curva y el segundo para cuando la distancia de parada es mayor que la longitud de la curva teniendo en cuenta la siguiente imagen:

Figura N° 13: Determinación gráfica de distancias de visibilidad en curvas en planta



Fuente: (MTC, 2018)

Para la primera curva se tendrá los siguientes datos:

$V_{\text{diseño}} = 60 \text{ km/h}$

$$t_p = 2.5 \text{ s}$$

$$a = 3.4 \text{ m/s}^2$$

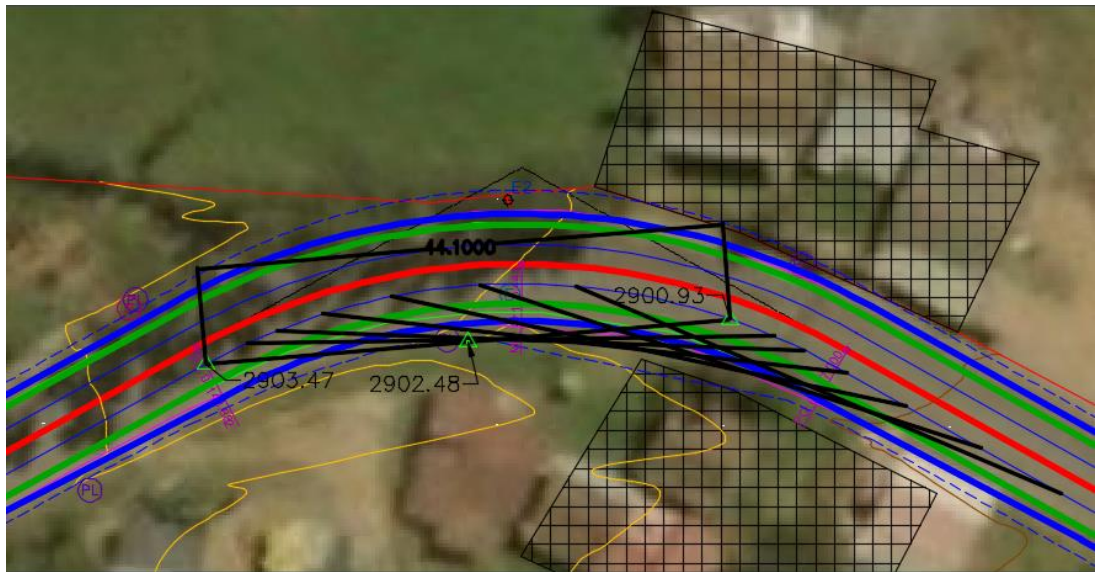
$$L_c = 56.881$$

$$D_p = 0.278 * 60 * 2.5 + \frac{60^2}{254 \left( \left( \frac{3.4}{9.81} \right) + 5.5 \right)}$$

$$D_p = 44.10 \text{ m}$$

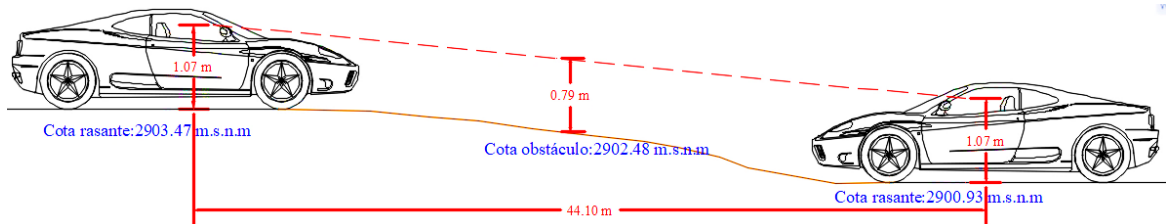
A partir de los datos se concluyó que la curva analizada se encuentra en el caso I, ya que la distancia de visibilidad de parada es menor a la longitud de la curva por lo tanto en la verificación se empezará desde el Pc o Pt según sea el sentido del tránsito, en este caso para la primera curva el sentido a analizar es desde C.P Porcón Bajo – C.P Huambocancha Alta, y se analizó con la distancia de parada correspondiente a 44.10 m.

Figura N° 14: Verificación de visibilidad para la curva horizontal C1



Para la verificación de la visibilidad se tomará en cuenta el criterio brindado por el Manual de carreteras: Diseño Geométrico DG-2018, el cual indica que la relación con los ojos desde la rasante es de 1.07 m y cualquier objeto mayor a 15 cm respecto de los ojos del conductor es considerado como obstáculo. Para ello se trabajó con las cotas obtenidas del levantamiento en campo. Del gráfico N° 15 se obtuvo las cotas para la verificación la cual se realizó de la siguiente manera:

Gráfico N° 15: Verificación de visibilidad para la curva C1



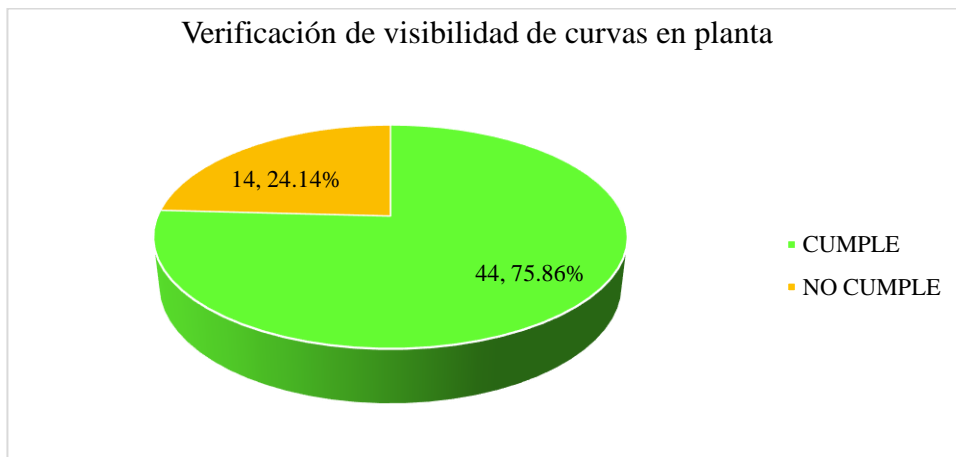
Del gráfico anterior se pudo comprobar que a partir de la cota de rasante la altura de los ojos ubicados a 1.07 m se pudo superar la cota el obstáculo visual por 0.79 m para la distancia de parada de 44.10 m. De la misma manera se procedió para el resto de curvas y el resumen se presenta en la siguiente tabla.

Tabla 44: Verificación de visibilidad de curvas horizontales

N° C	Radio (m)	Longitud Curva (m)	Pendiente i%	Dp (m)	Condición	Condición de Verificación
C1	56.00	56.88	5.55	44.10	Caso 1	CUMPLE
C2	55.00	42.84	5.55	44.10	Caso 2	CUMPLE
C3	175.00	56.02	5.55	44.10	Caso 1	CUMPLE
C4	62.00	40.60	-2.31	34.48	Caso 1	CUMPLE
C5	35.00	36.40	-2.31	34.48	Caso 1	CUMPLE
C6	62.00	47.83	-2.31	34.48	Caso 1	CUMPLE
C7	40.00	25.67	2.14	47.40	Caso 2	CUMPLE
C8	50.00	75.05	2.14	47.40	Caso 1	<b>NO CUMPLE</b>
C9	41.00	54.15	2.14	47.40	Caso 1	CUMPLE
C10	92.00	49.73	5.47	44.14	Caso 1	CUMPLE
C11	285.00	90.87	4.15	44.85	Caso 1	CUMPLE
C12	91.00	56.12	4.93	44.39	Caso 1	CUMPLE
C13	70.00	47.97	4.93	44.39	Caso 1	CUMPLE
C14	330.00	86.48	4.93	44.39	Caso 1	CUMPLE
C15	110.00	46.06	3.16	45.74	Caso 1	CUMPLE
C16	115.00	44.74	3.16	45.74	Caso 2	CUMPLE
C17	1300.00	109.58	5.89	43.97	Caso 1	CUMPLE
C18	115.00	39.18	5.89	43.97	Caso 2	CUMPLE
C19	250.00	72.07	5.89	43.97	Caso 1	CUMPLE
C20	140.00	46.82	5.89	43.97	Caso 1	CUMPLE
C21	100.00	32.65	5.89	43.97	Caso 2	CUMPLE
C22	80.00	55.61	5.89	43.97	Caso 1	CUMPLE
C23	215.00	54.66	5.89	43.97	Caso 1	CUMPLE
C24	68.00	42.22	5.89	43.97	Caso 2	CUMPLE
C25	700.00	59.02	5.89	43.97	Caso 1	CUMPLE
C26	30.20	78.57	3.72	45.19	Caso 1	CUMPLE
C27	75.00	38.08	6.13	43.89	Caso 2	<b>NO CUMPLE</b>
C28	24.60	65.92	6.13	43.89	Caso 1	<b>NO CUMPLE</b>
C29	180.00	91.38	6.13	43.89	Caso 1	CUMPLE
C30	46.00	39.61	6.13	43.89	Caso 2	CUMPLE
C31	120.00	35.17	3.68	45.22	Caso 2	CUMPLE

C32	250.00	17.99	3.68	45.22	Caso 2	CUMPLE
C33	21.60	77.37	3.68	45.22	Caso 1	NO CUMPLE
C34	65.00	51.75	3.68	45.22	Caso 1	CUMPLE
C35	125.00	70.16	3.68	45.22	Caso 1	CUMPLE
C36	41.00	77.15	4.43	44.67	Caso 1	NO CUMPLE
C37	25.50	80.47	4.43	44.67	Caso 1	NO CUMPLE
C38	95.00	37.91	4.43	44.67	Caso 2	CUMPLE
C39	250.00	17.41	4.43	44.67	Caso 2	CUMPLE
C40	40.00	46.60	4.43	44.67	Caso 1	CUMPLE
C41	18.40	61.64	2.86	46.12	Caso 1	NO CUMPLE
C42	50.00	31.22	2.86	46.12	Caso 2	CUMPLE
C43	50.00	81.69	2.86	46.12	Caso 1	NO CUMPLE
C44	18.70	65.02	2.86	46.12	Caso 1	NO CUMPLE
C45	60.00	29.07	2.86	47.27	Caso 2	NO CUMPLE
C46	56.00	94.32	2.2	47.27	Caso 1	NO CUMPLE
C47	19.80	66.72	2.2	47.27	Caso 1	NO CUMPLE
C48	70.00	88.29	2.2	47.27	Caso 1	CUMPLE
C49	60.00	55.94	2.2	47.27	Caso 1	CUMPLE
C50	57.50	132.16	2.2	44.15	Caso 1	CUMPLE
C51	160.00	37.73	5.45	44.15	Caso 2	CUMPLE
C52	75.00	34.77	5.45	44.15	Caso 2	CUMPLE
C53	21.80	73.42	5.45	44.15	Caso 1	NO CUMPLE
C54	31.80	90.91	5.45	44.15	Caso 1	NO CUMPLE
C55	61.00	118.93	4.16	44.85	Caso 1	CUMPLE
C56	61.50	126.23	4.16	44.85	Caso 1	CUMPLE
C57	250.00	127.97	4.16	44.85	Caso 1	CUMPLE
C58	181.00	82.54	5.35	44.19	Caso 1	CUMPLE

Gráfico N° 16: Verificación de visibilidad de curvas en planta



Análisis: del gráfico se puede observar que de las 58 curvas analizadas existe 44 curvas que cumplen con las distancias de visibilidad en curvas horizontales representando un 75.86%, sin embargo 14 de las curvas no cumplen sus distancias de visibilidad respectiva representando un 21.14%. De este porcentaje de curvas que no están acorde con lo indicado con la norma la mayoría se presentan en las curvas de vuelta ya que no se ha tomado estas distancias cuando se realizó el corte en sus taludes.

### 4.3 Diseño geométrico en perfil

#### 4.3.1 Pendiente

Para el análisis de las pendientes se consideró los criterios relacionadas a pendientes mínimas, pendientes máximas y pendientes máximas excepcionales.

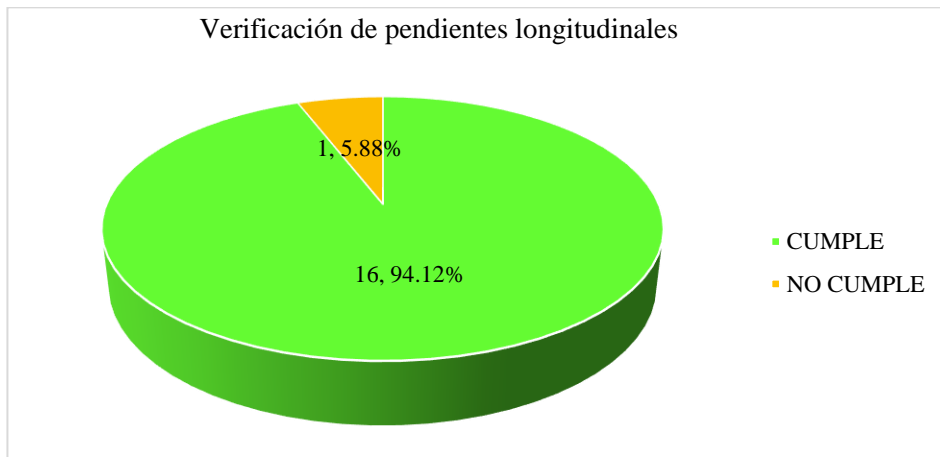
Para el caso de pendientes mínimas se ha considerado por las características de la vía que la pendiente mínima indicada por la norma es del 0.5%, así como teniendo en cuenta que la carreta es de primera clase tipo II y con una velocidad de diseño, le corresponde una pendiente máxima de 6%.

El análisis de lo explicado anteriormente se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 45: Verificación de Pendientes

Progresivas P.I Vertical		i mínima %	i máxima %	i existente %	Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin				
0+000.000	0+449.736	0.50	6.00	<b>5.55</b>	CUMPLE
0+449.736	0+690.578	0.50	6.00	-2.31	CUMPLE
0+690.578	0+936.566	0.50	6.00	2.14	CUMPLE
0+936.566	1+123.254	0.50	6.00	<b>5.47</b>	CUMPLE
1+123.254	1+426.532	0.50	6.00	4.15	CUMPLE
1+426.532	1+842.442	0.50	6.00	4.93	CUMPLE
1+842.442	2+099.599	0.50	6.00	3.16	CUMPLE
2+099.599	3+122.742	0.50	6.00	<b>5.89</b>	CUMPLE
3+122.742	3+380.000	0.50	6.00	3.72	CUMPLE
3+380.000	3+833.421	0.50	6.00	<b>6.13</b>	<b>NO CUMPLE</b>
3+833.421	4+597.855	0.50	6.00	3.68	CUMPLE
4+597.855	5+177.352	0.50	6.00	4.43	CUMPLE
5+177.352	5+742.084	0.50	6.00	2.86	CUMPLE
5+742.084	6+452.659	0.50	6.00	2.2	CUMPLE
6+452.659	6+943.325	0.50	6.00	<b>5.45</b>	CUMPLE
6+943.325	7+698.896	0.50	6.00	4.16	CUMPLE
7+698.896	7+891.728	0.50	6.00	<b>5.35</b>	CUMPLE

Gráfico N° 17: Verificación de pendientes longitudinales



Análisis: del gráfico se puede observar que del total de tramos existen un total 16 tramos que cumplen tanto con las pendientes mínimas como con las máximas, representando un 94.12% del total de tramos; y existe solo un tramo cuya pendiente es 6.13% que no cumple con las indicadas en la norma, superando la pendiente máxima y que representa el 5.88% del total de tramos analizados.

#### 4.3.2 Longitud en pendiente

Para el criterio de longitudes en pendiente se analizaron los tramos cuyas pendientes superan el 5% para comprobar si presentan un descanso de 500 con una pendiente menor al 2% y si es que el tramo que posee una pendiente mayor al 5% tiene una longitud menor a los 2000 m.

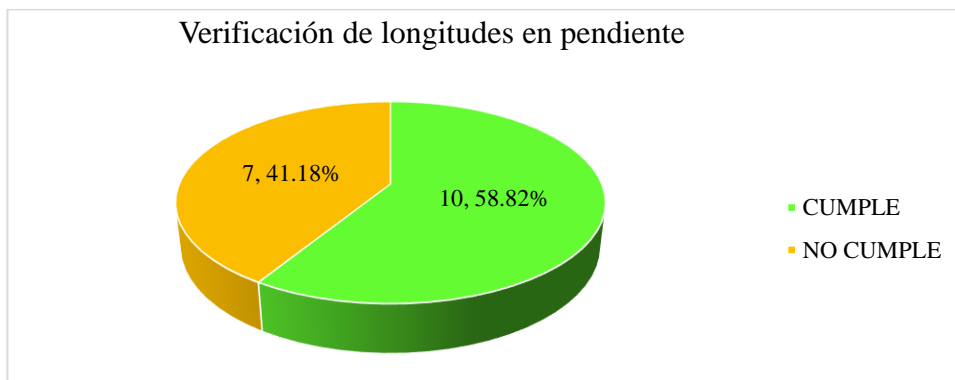
El análisis de lo explicado anteriormente se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 46: Longitudes en pendiente

Progresivas P.I Vertical		i existente %	Longitud en pendiente			Condición de Verificación
Progresiva I.	Progresiva Fin		Existente	D. acumulada	Norma	
0+000.000	0+449.736	5.55	449.736	-----	520.00	CUMPLE
0+449.736	0+690.578	-2.31	240.842	240.842	760.00	CUMPLE
0+690.578	0+936.566	2.14	245.988	-----	500.00	NO CUMPLE
0+936.566	1+123.254	5.47	186.688	-----	550.00	CUMPLE
1+123.254	1+426.532	4.15	303.278	-----	760.00	CUMPLE
1+426.532	1+842.442	4.93	415.910	719.188	630.00	CUMPLE
1+842.442	2+099.599	3.16	257.157	-----	500.00	NO CUMPLE
2+099.599	3+122.742	5.89	1023.143	1023.143	490.00	NO CUMPLE
3+122.742	3+380.000	3.72	257.258	-----	500.00	NO CUMPLE
3+380.000	3+833.421	6.13	453.421	-----	455.00	CUMPLE
3+833.421	4+597.855	3.68	764.434	-----	760.00	NO CUMPLE
4+597.855	5+177.352	4.43	579.497	-----	760.00	CUMPLE

5+177.352	5+742.084	2.86	564.732	1343.931	760.00	CUMPLE
5+742.084	6+452.659	2.2	710.575	-----	<b>500.00</b>	<b>NO CUMPLE</b>
6+452.659	6+943.325	<b>5.45</b>	490.666	490.666	545.00	CUMPLE
6+943.325	7+698.896	4.16	755.571	-----	<b>500.00</b>	<b>NO CUMPLE</b>
7+698.896	7+891.728	<b>5.35</b>	192.832	-----	555.00	CUMPLE

Gráfico N° 18: Verificación de longitudes en pendiente



Análisis: del gráfico se puede observar que del total de tramos analizados el 58.82% cumple con las longitudes en pendiente según los criterios de la norma, y el 41.18% no cumple con dichas distancias, de los tramos que no cumplen son por dos factores; el primero es debido a que después de pendientes mayores al 5% no cumplen con los tramos de descanso de 500 m y el segundo criterio de incumplimiento es que los tramos que sí tienen más de 500 m de descanso después de una pendiente de 5% no cumplen con la pendiente menor de 2%.

### 4.3.3 Curvas Verticales

Tabla 47: Elementos de curvas verticales

Curvas verticales		P <sub>1</sub> %	P <sub>2</sub> %	Tipo de curva		P <sub>1</sub> % + P <sub>1</sub> %   (A)	Longitud C.V (m)	K
PC. Vertical	PT. Vertical							
0+349.736	0+549.736	5.55	-2.31	Convexa	Tipo 1	7.862134	200.000	25.438
0+670.578	0+710.578	-2.31	2.14	Cóncava	Tipo 3	4.451399	40.000	8.986
0+911.566	0+961.566	2.14	5.47	Cóncava	Tipo 4	3.331589	50.000	15.008
1+098.254	1+148.254	5.47	4.15	Convexa	Tipo 2	1.328918	50.000	37.625
1+401.532	1+451.532	4.15	4.93	Cóncava	Tipo 4	0.78658	50.000	63.566
1+817.442	1+867.442	4.93	3.16	Convexa	Tipo 2	1.772316	50.000	28.212
2+019.599	2+179.599	3.16	5.89	Cóncava	Tipo 4	2.72931	160.000	58.623
3+035.242	3+210.242	5.89	3.72	Convexa	Tipo 2	2.167653	175.000	80.732
3+355.000	3+405.000	3.72	6.13	Cóncava	Tipo 4	2.405305	50.000	20.787
3+795.921	3+870.921	6.13	3.68	Convexa	Tipo 2	2.445128	75.000	30.673
4+547.855	4+647.855	3.68	4.43	Cóncava	Tipo 4	0.752509	100.000	132.889
5+152.352	5+202.352	4.43	2.86	Convexa	Tipo 2	1.572283	50.000	31.801
5+712.084	5+772.084	2.86	2.20	Convexa	Tipo 2	0.663285	60.000	90.459

6+152.659	6+752.659	2.20	5.45	Cóncava	Tipo 4	3.250188	600.000	184.605
6+889.825	6+996.825	5.45	4.16	Convexa	Tipo 2	1.287569	107.000	83.102

#### 4.4 Diseño geométrico de la sección transversal

##### 4.4.1 Calzada

Según la tabla N° 2 para una carretera de primera clase tipo II: Ondulado y una velocidad de diseño de 60 km/h, el ancho de calzada correspondiente de 7.20 m. Para la verificación se procedió a comparar los anchos de calzada por progresiva cada 20 m con en ancho de calzada anteriormente.

Tabla 48: Anchos de calzadas por progresivas

Progresivas	Distancia (m)	Calzada (m)	Columna1	Verificación
0+000.000	0.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+020.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+040.000	20.00	6.81	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+060.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+080.000	20.00	6.95	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+100.000</b>	20.00	7.60	7.20	CUMPLE
<b>0+120.000</b>	20.00	7.41	7.20	CUMPLE
<b>0+140.000</b>	20.00	6.99	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+160.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+180.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+200.000	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+220.000	20.00	6.88	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+240.000</b>	20.00	7.26	7.20	CUMPLE
<b>0+260.000</b>	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+280.000	20.00	6.90	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+300.000	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+320.000	20.00	6.83	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+340.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+360.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+380.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+400.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+420.000</b>	20.00	6.89	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+440.000</b>	20.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+460.000</b>	20.00	6.99	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+480.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+500.000	20.00	6.81	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+520.000</b>	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+540.000</b>	20.00	7.20	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+560.000	20.00	7.42	7.20	CUMPLE
<b>0+580.000</b>	20.00	7.52	7.20	CUMPLE
<b>0+600.000</b>	20.00	7.00	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+620.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+640.000</b>	20.00	6.84	7.20	<b>NO CUMPLE</b>



<b>0+660.000</b>	20.00	7.40	7.20	CUMPLE
0+680.000	20.00	6.40	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+700.000	20.00	6.75	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+720.000</b>	20.00	7.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+740.000	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+760.000</b>	20.00	7.35	7.20	CUMPLE
<b>0+780.000</b>	20.00	8.09	7.20	CUMPLE
<b>0+800.000</b>	20.00	8.37	7.20	CUMPLE
<b>0+820.000</b>	20.00	6.82	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
0+840.000	20.00	7.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+860.000</b>	20.00	7.58	7.20	CUMPLE
<b>0+880.000</b>	20.00	8.02	7.20	CUMPLE
<b>0+900.000</b>	20.00	7.68	7.20	CUMPLE
0+920.000	20.00	7.27	7.20	CUMPLE
0+940.000	20.00	6.95	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+960.000</b>	20.00	7.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+980.000</b>	20.00	6.85	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+000.000</b>	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+020.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+040.000	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+060.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+080.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+100.000	20.00	6.82	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+120.000	20.00	6.92	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+140.000</b>	20.00	7.02	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+160.000</b>	20.00	7.11	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+180.000</b>	20.00	7.23	7.20	CUMPLE
<b>1+200.000</b>	20.00	6.99	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+220.000	20.00	6.82	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+240.000	20.00	6.81	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+260.000	20.00	6.82	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+280.000	20.00	6.83	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+300.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+320.000	20.00	6.64	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+340.000	20.00	6.50	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+360.000	20.00	6.36	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+380.000	20.00	6.22	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+400.000	20.00	6.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+420.000</b>	20.00	6.36	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+440.000</b>	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+460.000</b>	20.00	6.88	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+480.000	20.00	6.83	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+500.000	20.00	7.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+520.000</b>	20.00	7.50	7.20	CUMPLE
<b>1+540.000</b>	20.00	7.50	7.20	CUMPLE
1+560.000	20.00	7.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+580.000	20.00	6.98	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+600.000	20.00	6.82	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+620.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+640.000	20.00	6.75	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+660.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+680.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+700.000</b>	20.00	7.32	7.20	CUMPLE
<b>1+720.000</b>	20.00	8.09	7.20	CUMPLE
<b>1+740.000</b>	20.00	7.61	7.20	CUMPLE
<b>1+760.000</b>	20.00	7.46	7.20	CUMPLE
1+780.000	20.00	7.48	7.20	CUMPLE
1+800.000	20.00	7.50	7.20	CUMPLE

1+820.000	20.00	7.73	7.20	CUMPLE
<b>1+840.000</b>	20.00	8.73	7.20	CUMPLE
<b>1+860.000</b>	20.00	7.90	7.20	CUMPLE
1+880.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+900.000	20.00	6.67	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+920.000	20.00	7.11	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
1+940.000	20.00	7.73	7.20	CUMPLE
<b>1+960.000</b>	20.00	7.47	7.20	CUMPLE
<b>1+980.000</b>	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+000.000	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+020.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+040.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+060.000	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+080.000</b>	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+100.000</b>	20.00	6.90	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+120.000</b>	20.00	6.82	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+140.000</b>	20.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+160.000</b>	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+180.000	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+200.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+220.000</b>	20.00	6.93	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+240.000</b>	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+260.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+280.000</b>	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+300.000</b>	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+320.000</b>	20.00	6.67	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+340.000	20.00	6.69	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+360.000	20.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+380.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+400.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+420.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+440.000	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+460.000</b>	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+480.000</b>	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+500.000</b>	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+520.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+540.000</b>	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+560.000</b>	20.00	6.69	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+580.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+600.000	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+620.000</b>	20.00	6.97	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+640.000</b>	20.00	6.94	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+660.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+680.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+700.000	20.00	7.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+720.000</b>	20.00	7.40	7.20	CUMPLE
<b>2+740.000</b>	20.00	6.93	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+760.000</b>	20.00	6.90	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+780.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+800.000	20.00	6.66	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+820.000	20.00	6.66	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+840.000	20.00	6.67	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+860.000	20.00	6.68	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+880.000	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+900.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+920.000</b>	20.00	7.46	7.20	CUMPLE
<b>2+940.000</b>	20.00	6.96	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
2+960.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

2+980.000	20.00	6.75	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+000.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+020.000</b>	20.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+040.000</b>	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+060.000</b>	20.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+080.000	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+100.000	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+120.000	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+140.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+160.000	20.00	6.75	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+180.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+200.000</b>	20.00	7.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+220.000</b>	20.00	8.81	7.20	CUMPLE
<b>3+240.000</b>	20.00	7.49	7.20	CUMPLE
<b>3+260.000</b>	20.00	8.12	7.20	CUMPLE
3+280.000	20.00	7.64	7.20	CUMPLE
3+300.000	20.00	7.18	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+320.000	20.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+340.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+360.000	20.00	6.83	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+380.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+400.000	20.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+420.000</b>	20.00	7.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+440.000</b>	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+460.000	20.00	6.61	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+480.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+500.000</b>	20.00	7.23	7.20	CUMPLE
<b>3+520.000</b>	20.00	8.13	7.20	CUMPLE
<b>3+540.000</b>	20.00	8.85	7.20	CUMPLE
<b>3+560.000</b>	20.00	8.10	7.20	CUMPLE
3+580.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+600.000	20.00	7.20	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+620.000	20.00	7.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+640.000</b>	20.00	7.07	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+660.000</b>	20.00	7.19	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+680.000</b>	20.00	7.08	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+700.000</b>	20.00	6.95	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+720.000</b>	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+740.000	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+760.000	20.00	6.83	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+780.000	20.00	6.44	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+800.000	20.00	6.04	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+820.000</b>	20.00	7.27	7.20	CUMPLE
<b>3+840.000</b>	20.00	8.39	7.20	CUMPLE
3+860.000	20.00	7.33	7.20	CUMPLE
3+880.000	20.00	6.92	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+900.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+920.000</b>	20.00	7.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+940.000	20.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+960.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
3+980.000	20.00	6.76	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+000.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+020.000	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+040.000	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+060.000	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+080.000	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+100.000</b>	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+120.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

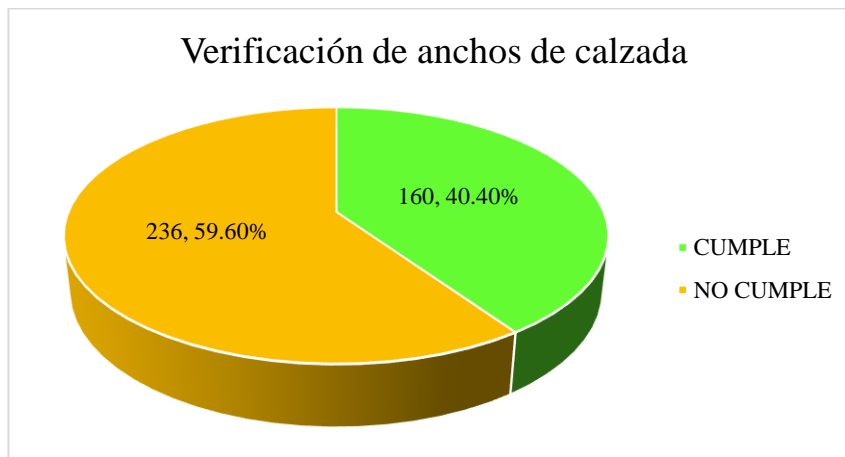
4+140.000	20.00	6.89	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+160.000	20.00	6.90	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+180.000</b>	20.00	6.97	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+200.000</b>	20.00	8.63	7.20	CUMPLE
<b>4+220.000</b>	20.00	9.05	7.20	CUMPLE
<b>4+240.000</b>	20.00	8.16	7.20	CUMPLE
4+260.000	20.00	6.43	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+280.000	20.00	7.05	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+300.000</b>	20.00	7.57	7.20	CUMPLE
<b>4+320.000</b>	20.00	7.62	7.20	CUMPLE
<b>4+340.000</b>	20.00	7.37	7.20	CUMPLE
4+360.000	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+380.000	20.00	6.85	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+400.000	20.00	6.96	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+420.000</b>	20.00	7.32	7.20	CUMPLE
<b>4+440.000</b>	20.00	7.22	7.20	CUMPLE
<b>4+460.000</b>	20.00	7.13	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+480.000	20.00	7.04	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+500.000	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+520.000	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+540.000	20.00	6.68	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+560.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+580.000</b>	20.00	7.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+600.000</b>	20.00	8.00	7.20	CUMPLE
<b>4+620.000</b>	20.00	8.35	7.20	CUMPLE
<b>4+640.000</b>	20.00	8.16	7.20	CUMPLE
4+660.000	20.00	7.04	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+680.000	20.00	7.04	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+700.000	20.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+720.000	20.00	7.53	7.20	CUMPLE
<b>4+740.000</b>	20.00	8.79	7.20	CUMPLE
<b>4+760.000</b>	20.00	8.80	7.20	CUMPLE
<b>4+780.000</b>	20.00	8.50	7.20	CUMPLE
<b>4+800.000</b>	20.00	8.40	7.20	CUMPLE
4+820.000	20.00	6.93	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+840.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+860.000	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+880.000	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+900.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+920.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+940.000	20.00	6.86	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+960.000	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
4+980.000	20.00	7.03	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+000.000</b>	20.00	7.31	7.20	CUMPLE
<b>5+020.000</b>	20.00	7.00	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+040.000	20.00	6.87	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+060.000	20.00	7.03	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+080.000</b>	20.00	7.44	7.20	CUMPLE
5+100.000	20.00	7.76	7.20	CUMPLE
5+120.000	20.00	7.96	7.20	CUMPLE
5+140.000	20.00	7.64	7.20	CUMPLE
<b>5+160.000</b>	20.00	8.62	7.20	CUMPLE
<b>5+180.000</b>	20.00	8.51	7.20	CUMPLE
5+200.000	20.00	7.57	7.20	CUMPLE
5+220.000	20.00	7.21	7.20	CUMPLE
5+240.000	20.00	7.14	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+260.000	20.00	7.74	7.20	CUMPLE
<b>5+280.000</b>	20.00	9.09	7.20	CUMPLE

<b>5+300.000</b>	20.00	9.65	7.20	CUMPLE
<b>5+320.000</b>	20.00	8.63	7.20	CUMPLE
5+340.000	20.00	7.91	7.20	CUMPLE
<b>5+360.000</b>	20.00	8.01	7.20	CUMPLE
<b>5+380.000</b>	20.00	8.11	7.20	CUMPLE
5+400.000	20.00	7.74	7.20	CUMPLE
<b>5+420.000</b>	20.00	7.74	7.20	CUMPLE
<b>5+440.000</b>	20.00	8.69	7.20	CUMPLE
<b>5+460.000</b>	20.00	8.02	7.20	CUMPLE
<b>5+480.000</b>	20.00	7.70	7.20	CUMPLE
5+500.000	20.00	7.15	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+520.000	20.00	6.85	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+540.000	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+560.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
5+580.000	20.00	6.81	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+600.000</b>	20.00	7.96	7.20	CUMPLE
<b>5+620.000</b>	20.00	8.39	7.20	CUMPLE
<b>5+640.000</b>	20.00	9.49	7.20	CUMPLE
5+660.000	20.00	8.21	7.20	CUMPLE
5+680.000	20.00	7.82	7.20	CUMPLE
<b>5+700.000</b>	20.00	7.58	7.20	CUMPLE
<b>5+720.000</b>	20.00	7.74	7.20	CUMPLE
5+740.000	20.00	7.42	7.20	CUMPLE
5+760.000	20.00	7.43	7.20	CUMPLE
<b>5+780.000</b>	20.00	7.60	7.20	CUMPLE
<b>5+800.000</b>	20.00	8.03	7.20	CUMPLE
<b>5+820.000</b>	20.00	8.22	7.20	CUMPLE
<b>5+840.000</b>	20.00	8.10	7.20	CUMPLE
<b>5+860.000</b>	20.00	7.76	7.20	CUMPLE
5+880.000	20.00	7.54	7.20	CUMPLE
5+900.000	20.00	7.59	7.20	CUMPLE
<b>5+920.000</b>	20.00	8.34	7.20	CUMPLE
<b>5+940.000</b>	20.00	8.92	7.20	CUMPLE
<b>5+960.000</b>	20.00	8.08	7.20	CUMPLE
<b>5+980.000</b>	20.00	8.46	7.20	CUMPLE
6+000.000	20.00	7.77	7.20	CUMPLE
6+020.000	20.00	7.67	7.20	CUMPLE
6+040.000	20.00	7.59	7.20	CUMPLE
6+060.000	20.00	7.52	7.20	CUMPLE
<b>6+080.000</b>	20.00	7.91	7.20	CUMPLE
<b>6+100.000</b>	20.00	8.00	7.20	CUMPLE
<b>6+120.000</b>	20.00	7.94	7.20	CUMPLE
<b>6+140.000</b>	20.00	7.94	7.20	CUMPLE
6+160.000	20.00	7.61	7.20	CUMPLE
6+180.000	20.00	7.41	7.20	CUMPLE
6+200.000	20.00	7.40	7.20	CUMPLE
<b>6+220.000</b>	20.00	7.63	7.20	CUMPLE
<b>6+240.000</b>	20.00	8.24	7.20	CUMPLE
<b>6+260.000</b>	20.00	7.89	7.20	CUMPLE
6+280.000	20.00	7.38	7.20	CUMPLE
6+300.000	20.00	7.30	7.20	CUMPLE
6+320.000	20.00	7.29	7.20	CUMPLE
6+340.000	20.00	7.34	7.20	CUMPLE
6+360.000	20.00	7.50	7.20	CUMPLE
<b>6+380.000</b>	20.00	8.34	7.20	CUMPLE
<b>6+400.000</b>	20.00	8.44	7.20	CUMPLE
<b>6+420.000</b>	20.00	8.02	7.20	CUMPLE
<b>6+440.000</b>	20.00	8.15	7.20	CUMPLE

<b>6+460.000</b>	20.00	8.24	7.20	CUMPLE
<b>6+480.000</b>	20.00	8.20	7.20	CUMPLE
6+500.000	20.00	7.48	7.20	CUMPLE
6+520.000	20.00	7.41	7.20	CUMPLE
6+540.000	20.00	7.56	7.20	CUMPLE
6+560.000	20.00	7.76	7.20	CUMPLE
<b>6+580.000</b>	20.00	8.43	7.20	CUMPLE
6+600.000	20.00	8.00	7.20	CUMPLE
<b>6+620.000</b>	20.00	8.42	7.20	CUMPLE
<b>6+640.000</b>	20.00	8.16	7.20	CUMPLE
6+660.000	20.00	6.92	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
6+680.000	20.00	7.01	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
6+700.000	20.00	7.86	7.20	CUMPLE
<b>6+720.000</b>	20.00	8.56	7.20	CUMPLE
<b>6+740.000</b>	20.00	9.56	7.20	CUMPLE
<b>6+760.000</b>	20.00	8.50	7.20	CUMPLE
<b>6+780.000</b>	20.00	8.58	7.20	CUMPLE
6+800.000	20.00	7.22	7.20	CUMPLE
6+820.000	20.00	6.96	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
6+840.000	20.00	6.88	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+860.000</b>	20.00	7.45	7.20	CUMPLE
<b>6+880.000</b>	20.00	8.53	7.20	CUMPLE
<b>6+900.000</b>	20.00	8.79	7.20	CUMPLE
<b>6+920.000</b>	20.00	9.39	7.20	CUMPLE
<b>6+940.000</b>	20.00	7.53	7.20	CUMPLE
<b>6+960.000</b>	20.00	6.78	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
6+980.000	20.00	6.73	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+000.000	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+020.000	20.00	6.70	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+040.000	20.00	6.71	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+060.000	20.00	6.79	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+080.000	20.00	6.81	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+100.000	20.00	6.81	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+120.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+140.000	20.00	7.86	7.20	CUMPLE
<b>7+160.000</b>	20.00	8.67	7.20	CUMPLE
<b>7+180.000</b>	20.00	8.82	7.20	CUMPLE
<b>7+200.000</b>	20.00	8.51	7.20	CUMPLE
<b>7+220.000</b>	20.00	8.61	7.20	CUMPLE
<b>7+240.000</b>	20.00	8.67	7.20	CUMPLE
7+260.000	20.00	7.79	7.20	CUMPLE
7+280.000	20.00	7.29	7.20	CUMPLE
<b>7+300.000</b>	20.00	7.38	7.20	CUMPLE
<b>7+320.000</b>	20.00	7.71	7.20	CUMPLE
<b>7+340.000</b>	20.00	8.16	7.20	CUMPLE
<b>7+360.000</b>	20.00	8.14	7.20	CUMPLE
<b>7+380.000</b>	20.00	7.86	7.20	CUMPLE
<b>7+400.000</b>	20.00	7.33	7.20	CUMPLE
7+420.000	20.00	6.94	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+440.000	20.00	6.77	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+460.000	20.00	6.74	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+480.000	20.00	6.85	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+500.000	20.00	6.93	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+520.000	20.00	7.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+540.000</b>	20.00	7.12	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+560.000</b>	20.00	7.17	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+580.000</b>	20.00	6.91	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+600.000</b>	20.00	7.00	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

7+620.000	20.00	6.99	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+640.000	20.00	6.85	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+660.000	20.00	6.64	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+680.000	20.00	6.69	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+700.000	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+720.000	20.00	6.72	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+740.000	20.00	6.80	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+760.000	20.00	7.02	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+780.000	20.00	7.34	7.20	CUMPLE
7+800.000	20.00	7.70	7.20	CUMPLE
7+820.000	20.00	7.71	7.20	CUMPLE
7+840.000	20.00	7.60	7.20	CUMPLE
7+860.000	20.00	7.26	7.20	CUMPLE
7+880.000	20.00	7.10	7.20	<b>NO CUMPLE</b>
7+891.728	11.73	7.02	7.20	<b>NO CUMPLE</b>

Gráfico N° 19: Verificación de anchos de calzada



Análisis: del gráfico se puede observar que, de las 396 secciones analizadas, 160 cumplen con los anchos mínimos de calzadas representando un 40.40% del total de la carretera; sin embargo, existe un mayor número de secciones que no cumple con los anchos mínimos, representando un 59.60% del total.

#### 4.4.2 Bermas

Tabla 49: Bermas por progresivas

Progresivas	Distancia (m)	Bermas (m)			Norma	Verificación
		BD	BI	BD+BI		
0+000.000	0.00	0.79	0.91	1.69	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+020.000	20.00	0.81	0.73	1.54	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+040.000	20.00	0.84	0.72	1.56	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+060.000	20.00	0.85	0.90	1.75	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+080.000	20.00	0.91	0.89	1.80	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+100.000</b>	20.00	0.76	0.66	1.42	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+120.000</b>	20.00	0.93	0.93	1.86	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

<b>0+140.000</b>	20.00	1.04	0.99	2.02	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+160.000	20.00	0.78	0.87	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+180.000	20.00	0.86	0.91	1.76	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+200.000	20.00	0.75	0.70	1.45	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+220.000	20.00	0.75	0.53	1.28	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+240.000</b>	20.00	0.85	0.80	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+260.000</b>	20.00	0.69	0.86	1.54	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+280.000	20.00	0.70	0.86	1.56	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+300.000	20.00	0.75	0.89	1.64	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+320.000	20.00	0.80	0.91	1.71	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+340.000	20.00	0.85	0.94	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+360.000	20.00	0.90	0.97	1.87	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+380.000	20.00	0.95	0.99	1.94	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+400.000	20.00	0.98	1.00	1.97	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+420.000</b>	20.00	0.87	0.91	1.78	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+440.000</b>	20.00	0.56	0.58	1.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+460.000</b>	20.00	0.61	0.57	1.17	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+480.000	20.00	0.43	0.56	0.99	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+500.000	20.00	0.33	0.45	0.78	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+520.000</b>	20.00	0.71	1.01	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+540.000</b>	20.00	0.86	0.95	1.81	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+560.000	20.00	1.03	1.14	2.17	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+580.000</b>	20.00	1.05	0.97	2.02	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+600.000</b>	20.00	1.05	0.84	1.89	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+620.000	20.00	0.95	0.87	1.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+640.000</b>	20.00	1.13	1.54	2.67	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+660.000</b>	20.00	0.95	1.26	2.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+680.000	20.00	0.65	1.28	1.93	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+700.000	20.00	0.59	0.63	1.22	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+720.000</b>	20.00	0.82	0.84	1.66	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+740.000	20.00	0.75	0.60	1.35	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+760.000</b>	20.00	0.67	0.53	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+780.000</b>	20.00	0.96	1.06	2.02	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+800.000</b>	20.00	0.96	0.92	1.88	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+820.000</b>	20.00	1.01	0.82	1.83	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+840.000	20.00	1.02	1.01	2.04	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+860.000</b>	20.00	0.84	1.01	1.85	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+880.000</b>	20.00	0.85	1.20	2.05	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+900.000</b>	20.00	0.82	0.00	0.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+920.000	20.00	0.00	0.86	0.86	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
0+940.000	20.00	0.00	0.76	0.76	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+960.000</b>	20.00	0.00	0.77	0.77	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>0+980.000</b>	20.00	1.07	0.59	1.66	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+000.000</b>	20.00	0.76	0.49	1.25	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+020.000	20.00	0.71	0.49	1.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+040.000	20.00	0.67	0.49	1.16	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+060.000	20.00	0.64	0.49	1.13	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+080.000	20.00	0.60	0.49	1.10	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+100.000	20.00	0.59	0.51	1.10	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+120.000	20.00	0.65	0.58	1.23	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+140.000</b>	20.00	0.70	0.66	1.36	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+160.000</b>	20.00	0.70	0.67	1.37	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+180.000</b>	20.00	0.68	0.65	1.33	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+200.000</b>	20.00	0.81	0.71	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+220.000	20.00	0.86	0.97	1.83	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+240.000	20.00	0.74	0.83	1.56	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+260.000	20.00	0.59	0.67	1.26	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+280.000	20.00	0.45	0.51	0.96	3.00	<b>NO CUMPLE</b>



1+300.000	20.00	0.38	0.41	0.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+320.000	20.00	0.41	0.40	0.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+340.000	20.00	0.45	0.40	0.85	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+360.000	20.00	0.49	0.39	0.88	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+380.000	20.00	0.53	0.38	0.92	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+400.000	20.00	0.57	0.37	0.95	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+420.000</b>	20.00	0.61	0.50	1.11	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+440.000</b>	20.00	0.74	0.56	1.31	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+460.000</b>	20.00	0.73	0.70	1.43	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+480.000	20.00	0.69	0.74	1.43	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+500.000	20.00	0.71	0.69	1.40	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+520.000</b>	20.00	0.80	0.83	1.64	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+540.000</b>	20.00	0.83	0.99	1.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+560.000	20.00	0.84	0.94	1.78	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+580.000	20.00	0.76	0.88	1.64	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+600.000	20.00	0.68	0.81	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+620.000	20.00	0.66	0.79	1.46	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+640.000	20.00	0.68	0.80	1.49	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+660.000	20.00	0.70	0.82	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+680.000	20.00	0.72	0.82	1.53	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+700.000</b>	20.00	0.56	0.87	1.43	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+720.000</b>	20.00	0.33	0.95	1.28	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+740.000</b>	20.00	0.58	1.02	1.60	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+760.000</b>	20.00	0.60	1.05	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+780.000	20.00	0.61	1.11	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+800.000	20.00	0.60	1.17	1.77	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+820.000	20.00	0.61	1.06	1.67	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+840.000</b>	20.00	0.62	0.00	0.62	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+860.000</b>	20.00	0.65	0.00	0.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+880.000	20.00	0.75	0.77	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+900.000	20.00	0.51	0.61	1.12	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+920.000	20.00	0.58	0.62	1.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
1+940.000	20.00	0.74	0.68	1.41	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+960.000</b>	20.00	0.78	0.73	1.51	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>1+980.000</b>	20.00	0.74	0.77	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+000.000	20.00	0.81	0.69	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+020.000	20.00	0.58	0.67	1.25	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+040.000	20.00	0.54	0.61	1.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+060.000	20.00	0.60	0.53	1.13	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+080.000</b>	20.00	0.00	0.59	0.59	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+100.000</b>	20.00	0.00	0.62	0.62	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+120.000</b>	20.00	0.00	0.55	0.55	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+140.000</b>	20.00	0.00	0.49	0.49	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+160.000</b>	20.00	0.40	0.44	0.84	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+180.000	20.00	0.44	0.45	0.89	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+200.000	20.00	0.47	0.53	1.01	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+220.000</b>	20.00	0.47	0.71	1.18	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+240.000</b>	20.00	0.49	0.58	1.07	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+260.000	20.00	0.43	0.42	0.85	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+280.000</b>	20.00	0.39	0.48	0.88	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+300.000</b>	20.00	0.42	0.53	0.96	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+320.000</b>	20.00	0.50	0.44	0.94	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+340.000	20.00	0.50	0.44	0.94	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+360.000	20.00	0.49	0.44	0.93	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+380.000	20.00	0.48	0.39	0.87	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+400.000	20.00	0.46	0.30	0.76	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+420.000	20.00	0.45	0.30	0.75	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+440.000	20.00	0.44	0.40	0.84	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

<b>2+460.000</b>	20.00	0.43	0.50	0.93	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+480.000</b>	20.00	0.71	0.77	1.48	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+500.000</b>	20.00	0.77	0.82	1.59	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+520.000	20.00	1.08	0.67	1.75	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+540.000</b>	20.00	1.54	0.51	2.06	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+560.000</b>	20.00	0.61	0.58	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+580.000	20.00	0.31	0.38	0.69	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+600.000	20.00	0.61	0.48	1.09	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+620.000</b>	20.00	0.72	0.54	1.27	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+640.000</b>	20.00	0.95	0.68	1.63	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+660.000	20.00	0.61	0.52	1.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+680.000	20.00	0.66	0.56	1.21	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+700.000	20.00	0.45	0.65	1.10	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+720.000</b>	20.00	0.00	0.68	0.68	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+740.000</b>	20.00	0.00	0.72	0.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+760.000</b>	20.00	0.87	0.68	1.56	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+780.000	20.00	0.76	0.68	1.45	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+800.000	20.00	0.66	0.69	1.34	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+820.000	20.00	0.56	0.65	1.21	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+840.000	20.00	0.46	0.62	1.08	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+860.000	20.00	0.38	0.61	0.98	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+880.000	20.00	0.46	0.78	1.24	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+900.000	20.00	0.77	1.02	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+920.000</b>	20.00	0.97	1.41	2.38	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>2+940.000</b>	20.00	0.90	1.01	1.90	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+960.000	20.00	0.67	0.86	1.53	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
2+980.000	20.00	0.61	0.74	1.35	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+000.000	20.00	0.55	0.63	1.18	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+020.000</b>	20.00	0.68	1.07	1.75	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+040.000</b>	20.00	0.96	1.06	2.02	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+060.000</b>	20.00	0.61	0.56	1.17	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+080.000	20.00	0.64	0.58	1.22	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+100.000	20.00	0.61	0.62	1.23	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+120.000	20.00	0.58	0.63	1.21	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+140.000	20.00	0.55	0.64	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+160.000	20.00	0.51	0.65	1.17	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+180.000	20.00	0.48	0.66	1.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+200.000</b>	20.00	0.82	1.05	1.87	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+220.000</b>	20.00	0.00	1.79	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+240.000</b>	20.00	0.00	0.00	0.00	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+260.000</b>	20.00	0.89	0.00	0.89	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+280.000	20.00	0.98	0.75	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+300.000	20.00	0.92	0.68	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+320.000	20.00	0.87	0.70	1.57	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+340.000	20.00	0.81	0.72	1.53	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+360.000	20.00	0.80	0.71	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+380.000	20.00	0.78	0.72	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+400.000	20.00	0.72	0.74	1.46	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+420.000</b>	20.00	0.76	0.74	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+440.000</b>	20.00	0.90	0.75	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+460.000	20.00	0.67	0.76	1.43	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+480.000	20.00	0.76	0.62	1.38	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+500.000</b>	20.00	0.83	0.74	1.57	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+520.000</b>	20.00	0.85	0.87	1.73	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+540.000</b>	20.00	1.10	0.94	2.04	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+560.000</b>	20.00	1.05	0.74	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+580.000	20.00	0.36	0.60	0.96	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+600.000	20.00	0.00	0.52	0.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

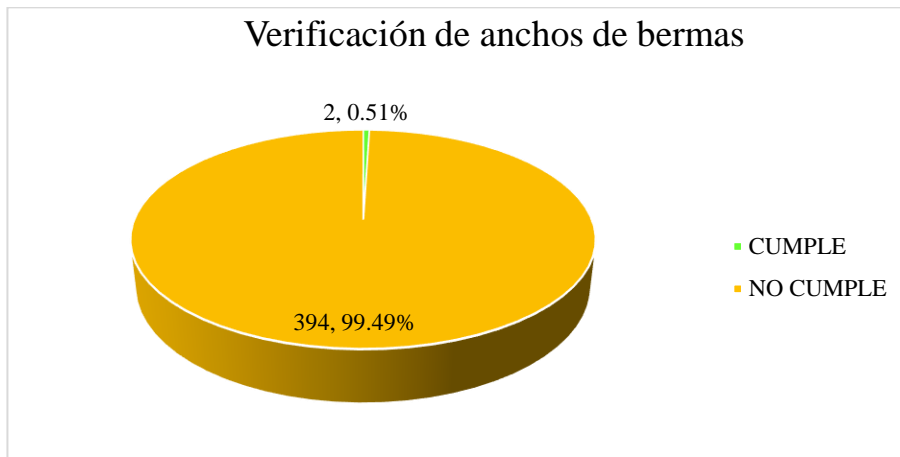
3+620.000	20.00	0.00	0.67	0.67	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+640.000</b>	20.00	0.89	0.83	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+660.000</b>	20.00	0.78	0.86	1.64	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+680.000</b>	20.00	0.75	0.86	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+700.000</b>	20.00	0.71	0.70	1.41	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+720.000</b>	20.00	0.70	0.53	1.24	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+740.000	20.00	0.52	0.46	0.98	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+760.000	20.00	0.34	0.39	0.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+780.000	20.00	0.53	0.50	1.03	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+800.000	20.00	0.75	0.61	1.36	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+820.000</b>	20.00	0.98	0.75	1.74	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+840.000</b>	20.00	1.46	0.00	1.46	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+860.000	20.00	1.01	0.00	1.01	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+880.000	20.00	0.75	0.83	1.59	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+900.000	20.00	0.76	0.74	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>3+920.000</b>	20.00	0.83	0.83	1.66	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+940.000	20.00	0.71	0.71	1.41	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+960.000	20.00	0.53	0.56	1.08	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
3+980.000	20.00	0.42	0.47	0.89	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+000.000	20.00	0.43	0.48	0.91	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+020.000	20.00	0.43	0.50	0.93	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+040.000	20.00	0.47	0.51	0.98	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+060.000	20.00	0.55	0.50	1.05	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+080.000	20.00	0.62	0.51	1.13	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+100.000</b>	20.00	0.56	0.63	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+120.000	20.00	0.63	0.66	1.29	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+140.000	20.00	0.68	0.67	1.35	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+160.000	20.00	0.86	0.81	1.67	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+180.000</b>	20.00	0.92	0.76	1.68	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+200.000</b>	20.00	0.68	1.03	1.71	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+220.000</b>	20.00	0.73	0.59	1.32	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+240.000</b>	20.00	1.37	1.22	2.59	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+260.000	20.00	0.87	0.86	1.73	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+280.000	20.00	0.97	0.97	1.94	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+300.000</b>	20.00	1.08	0.93	2.01	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+320.000</b>	20.00	0.99	0.97	1.96	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+340.000</b>	20.00	0.85	0.94	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+360.000	20.00	0.74	0.90	1.63	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+380.000	20.00	0.74	0.92	1.66	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+400.000	20.00	0.85	0.96	1.81	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+420.000</b>	20.00	0.71	0.81	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+440.000</b>	20.00	0.77	0.79	1.57	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+460.000</b>	20.00	0.92	0.86	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+480.000	20.00	0.95	0.91	1.86	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+500.000	20.00	0.86	0.88	1.73	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+520.000	20.00	0.64	1.05	1.69	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+540.000	20.00	0.46	1.21	1.66	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+560.000	20.00	0.69	0.77	1.46	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+580.000</b>	20.00	0.76	0.82	1.57	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+600.000</b>	20.00	0.77	1.36	2.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+620.000</b>	20.00	0.63	1.27	1.90	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+640.000</b>	20.00	0.72	1.10	1.83	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+660.000	20.00	1.07	1.06	2.13	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+680.000	20.00	0.91	0.88	1.79	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+700.000	20.00	0.86	0.91	1.77	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+720.000	20.00	0.64	0.79	1.44	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+740.000</b>	20.00	0.88	0.67	1.55	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+760.000</b>	20.00	0.85	0.80	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

<b>4+780.000</b>	20.00	0.88	0.96	1.84	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>4+800.000</b>	20.00	1.04	0.69	1.73	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+820.000	20.00	0.98	0.99	1.96	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+840.000	20.00	1.01	0.99	2.00	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+860.000	20.00	1.05	0.99	2.04	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+880.000	20.00	1.09	0.99	2.08	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+900.000	20.00	1.06	0.97	2.03	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+920.000	20.00	1.02	0.95	1.97	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+940.000	20.00	0.98	0.93	1.91	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+960.000	20.00	0.93	0.92	1.85	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
4+980.000	20.00	0.82	0.92	1.74	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+000.000</b>	20.00	0.66	0.69	1.35	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+020.000</b>	20.00	0.70	0.92	1.62	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+040.000	20.00	0.67	0.89	1.56	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+060.000	20.00	0.61	0.88	1.49	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+080.000</b>	20.00	0.60	0.75	1.35	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+100.000	20.00	0.52	0.65	1.17	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+120.000	20.00	0.34	0.58	0.92	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+140.000	20.00	0.35	0.82	1.17	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+160.000</b>	20.00	0.55	1.42	1.97	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+180.000</b>	20.00	0.80	2.11	2.91	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+200.000	20.00	0.72	0.79	1.51	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+220.000	20.00	0.54	0.72	1.26	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+240.000	20.00	0.45	0.71	1.16	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+260.000	20.00	0.59	0.75	1.34	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+280.000</b>	20.00	1.00	0.74	1.74	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+300.000</b>	20.00	1.56	0.63	2.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+320.000</b>	20.00	1.18	0.72	1.90	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+340.000	20.00	0.43	0.59	1.01	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+360.000</b>	20.00	0.59	0.92	1.51	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+380.000</b>	20.00	0.50	0.62	1.12	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+400.000	20.00	0.59	0.61	1.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+420.000</b>	20.00	0.69	0.62	1.32	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+440.000</b>	20.00	1.25	0.56	1.81	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+460.000</b>	20.00	1.22	0.59	1.81	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+480.000</b>	20.00	1.14	0.66	1.80	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+500.000	20.00	0.64	0.85	1.49	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+520.000	20.00	0.49	0.73	1.22	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+540.000	20.00	0.41	0.68	1.09	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+560.000	20.00	0.41	0.72	1.13	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+580.000	20.00	0.42	0.77	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+600.000</b>	20.00	0.53	1.05	1.58	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+620.000</b>	20.00	0.72	1.33	2.05	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+640.000</b>	20.00	0.95	0.69	1.63	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+660.000	20.00	0.64	0.74	1.39	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+680.000	20.00	0.53	0.49	1.02	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+700.000</b>	20.00	0.80	0.52	1.32	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+720.000</b>	20.00	1.05	0.41	1.46	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+740.000	20.00	0.62	0.46	1.08	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+760.000	20.00	0.55	0.59	1.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+780.000</b>	20.00	0.83	0.63	1.45	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+800.000</b>	20.00	0.64	0.56	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+820.000</b>	20.00	0.59	0.69	1.28	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+840.000</b>	20.00	0.86	0.38	1.24	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+860.000</b>	20.00	0.76	0.98	1.74	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+880.000	20.00	0.74	0.91	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
5+900.000	20.00	0.74	0.80	1.53	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+920.000</b>	20.00	1.18	1.02	2.21	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

<b>5+940.000</b>	20.00	1.96	0.76	2.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+960.000</b>	20.00	2.03	0.61	2.64	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>5+980.000</b>	20.00	1.51	1.36	2.87	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+000.000	20.00	0.61	1.11	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+020.000	20.00	0.59	0.83	1.42	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+040.000	20.00	0.59	0.19	0.78	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+060.000	20.00	0.60	1.60	2.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+080.000</b>	20.00	1.97	1.63	3.61	3.00	CUMPLE
<b>6+100.000</b>	20.00	1.13	0.94	2.07	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+120.000</b>	20.00	0.79	0.64	1.43	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+140.000</b>	20.00	0.88	0.67	1.54	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+160.000	20.00	0.87	0.63	1.50	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+180.000	20.00	0.37	0.56	0.93	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+200.000	20.00	0.18	0.64	0.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+220.000</b>	20.00	0.49	1.00	1.49	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+240.000</b>	20.00	0.65	1.03	1.68	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+260.000</b>	20.00	0.57	1.19	1.76	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+280.000	20.00	0.74	1.15	1.89	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+300.000	20.00	0.80	1.18	1.98	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+320.000	20.00	0.72	0.00	0.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+340.000	20.00	0.51	0.00	0.51	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+360.000	20.00	0.53	0.57	1.09	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+380.000</b>	20.00	0.69	0.92	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+400.000</b>	20.00	0.38	0.98	1.36	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+420.000</b>	20.00	0.33	0.65	0.98	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+440.000</b>	20.00	0.54	0.66	1.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+460.000</b>	20.00	0.50	0.96	1.45	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+480.000</b>	20.00	0.53	0.68	1.21	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+500.000	20.00	0.42	0.69	1.11	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+520.000	20.00	0.50	0.65	1.14	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+540.000	20.00	0.55	0.60	1.16	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+560.000	20.00	0.61	0.58	1.18	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+580.000</b>	20.00	0.42	0.00	0.42	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+600.000	20.00	0.46	0.00	0.46	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+620.000</b>	20.00	0.54	0.66	1.20	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+640.000</b>	20.00	0.80	2.27	3.07	3.00	CUMPLE
6+660.000	20.00	0.76	0.30	1.06	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+680.000	20.00	0.78	1.27	2.04	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+700.000	20.00	0.77	1.19	1.97	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+720.000</b>	20.00	0.62	0.00	0.62	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+740.000</b>	20.00	0.80	1.26	2.06	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+760.000</b>	20.00	0.75	0.00	0.75	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+780.000</b>	20.00	0.92	1.39	2.31	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+800.000	20.00	1.25	1.35	2.60	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+820.000	20.00	1.76	1.12	2.88	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+840.000	20.00	0.94	1.06	2.00	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+860.000</b>	20.00	0.94	0.89	1.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+880.000</b>	20.00	0.64	0.91	1.55	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+900.000</b>	20.00	0.89	1.00	1.88	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+920.000</b>	20.00	0.71	0.89	1.60	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+940.000</b>	20.00	0.76	0.93	1.68	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>6+960.000</b>	20.00	1.05	0.19	1.24	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
6+980.000	20.00	1.17	1.19	2.36	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+000.000	20.00	1.27	1.11	2.38	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+020.000	20.00	1.28	1.00	2.28	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+040.000	20.00	0.77	0.95	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+060.000	20.00	0.58	0.97	1.55	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+080.000	20.00	0.66	0.98	1.64	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

7+100.000	20.00	0.82	1.00	1.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+120.000	20.00	0.98	1.01	1.99	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+140.000	20.00	0.83	1.00	1.83	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+160.000</b>	20.00	0.86	1.05	1.91	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+180.000</b>	20.00	0.89	1.15	2.03	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+200.000</b>	20.00	0.78	0.94	1.72	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+220.000</b>	20.00	0.65	0.87	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+240.000</b>	20.00	0.78	0.89	1.67	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+260.000	20.00	1.06	1.09	2.15	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+280.000	20.00	0.82	1.00	1.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+300.000</b>	20.00	0.73	0.77	1.51	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+320.000</b>	20.00	0.74	0.75	1.49	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+340.000</b>	20.00	0.90	0.78	1.68	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+360.000</b>	20.00	0.96	0.84	1.80	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+380.000</b>	20.00	0.79	0.87	1.66	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+400.000</b>	20.00	0.53	0.66	1.19	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+420.000	20.00	1.09	0.66	1.74	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+440.000	20.00	0.86	0.75	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+460.000	20.00	0.65	0.86	1.51	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+480.000	20.00	0.74	0.94	1.68	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+500.000	20.00	0.89	0.83	1.73	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+520.000	20.00	0.81	0.80	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+540.000</b>	20.00	0.71	1.01	1.71	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+560.000</b>	20.00	0.78	0.83	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+580.000</b>	20.00	0.66	0.75	1.41	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+600.000</b>	20.00	0.56	0.70	1.26	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+620.000</b>	20.00	0.60	0.65	1.25	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+640.000</b>	20.00	0.57	0.51	1.08	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+660.000	20.00	0.49	0.33	0.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+680.000	20.00	0.60	0.51	1.11	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+700.000	20.00	0.71	0.65	1.36	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+720.000	20.00	0.83	0.78	1.61	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+740.000	20.00	0.91	0.91	1.82	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+760.000	20.00	0.88	1.01	1.89	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+780.000</b>	20.00	0.84	0.97	1.81	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+800.000</b>	20.00	0.81	0.94	1.75	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+820.000</b>	20.00	0.78	0.92	1.70	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
<b>7+840.000</b>	20.00	0.82	0.84	1.65	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+860.000	20.00	0.82	0.73	1.56	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+880.000	20.00	0.81	0.72	1.53	3.00	<b>NO CUMPLE</b>
7+891.728	11.73	0.82	0.71	1.52	3.00	<b>NO CUMPLE</b>

Gráfico N° 20: Verificación de anchos de bermas



Análisis: del gráfico se puede observar que, de las 396 secciones analizadas, 160 cumplen con los anchos mínimos de calzadas representando un 40.40% del total de la carretera; sin embargo, existe un mayor número de secciones que no cumple con los anchos mínimos, representando un 59.60% del total.

#### 4.4.3 Peralte y bombeo

Para el análisis de peralte y bombeo se analizó a partir dos parámetros; el primero que a partir de lo indicado por la tabla N° 7 el bombeo es 2.5% y para el peralte se considerará los peraltes finales de la tabla N°6. Para las verificaciones se analizaron los peraltes y bombeos existentes con los indicados en dichas tablas.

Tabla 50: Peraltes y bombeos existentes

Elemento	Progresivas	Distancia (m)	Tipo	Bombeo existente %	Bombeo Norma %	Peralte Norma %	Verificación
Tangente	0+000.000	0.00	Bombeo	3.72	2.50		CUMPLE
Tangente	0+020.000	20.00	Bombeo	2.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+040.000	20.00	Bombeo	2.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+060.000	20.00	Bombeo	2.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+080.000	20.00	Bombeo	4.53	2.50		CUMPLE
C1	<b>0+100.000</b>	20.00	Peralte	7.07		8.00	CUMPLE
C1	<b>0+120.000</b>	20.00	Peralte	7.07		8.00	CUMPLE
C1	<b>0+140.000</b>	20.00	Peralte	7.07		8.00	CUMPLE
Tangente	0+160.000	20.00	Bombeo	4.09	2.50		CUMPLE
Tangente	0+180.000	20.00	Bombeo	4.09	2.50		CUMPLE
Tangente	0+200.000	20.00	Bombeo	3.89	2.50		CUMPLE
Tangente	0+220.000	20.00	Bombeo	3.07	2.50		CUMPLE
C2	<b>0+240.000</b>	20.00	Peralte	5.99		8.00	CUMPLE
C2	<b>0+260.000</b>	20.00	Peralte	5.99		8.00	CUMPLE
Tangente	0+280.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE

Tangente	0+300.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+320.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+340.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+360.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+380.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE
Tangente	0+400.000	20.00	Bombeo	3.64	2.50		CUMPLE
C3	<b>0+420.000</b>	20.00	Peralte	4.24		7.00	CUMPLE
C3	<b>0+440.000</b>	20.00	Peralte	4.24		7.00	CUMPLE
C3	<b>0+460.000</b>	20.00	Peralte	4.24		7.00	CUMPLE
Tangente	0+480.000	20.00	Bombeo	2.24	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	0+500.000	20.00	Bombeo	2.24	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C4	<b>0+520.000</b>	20.00	Peralte	5.31		8.00	CUMPLE
C4	<b>0+540.000</b>	20.00	Peralte	5.31		8.00	CUMPLE
Tangente	0+560.000	20.00	Bombeo	3.78	2.50		CUMPLE
C5	<b>0+580.000</b>	20.00	Peralte	6.28		8.00	CUMPLE
C5	<b>0+600.000</b>	20.00	Peralte	6.28		8.00	CUMPLE
Tangente	0+620.000	20.00	Bombeo	0.90	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C6	<b>0+640.000</b>	20.00	Peralte	7.95		8.00	CUMPLE
C6	<b>0+660.000</b>	20.00	Peralte	7.95		8.00	CUMPLE
Tangente	0+680.000	20.00	Bombeo	1.65	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	0+700.000	20.00	Bombeo	3.42	2.50		CUMPLE
C7	<b>0+720.000</b>	20.00	Peralte	5.33			<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	0+740.000	20.00	Bombeo	2.46	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C8	<b>0+760.000</b>	20.00	Peralte	5.38		8.00	CUMPLE
C8	<b>0+780.000</b>	20.00	Peralte	5.49		8.00	CUMPLE
C8	<b>0+800.000</b>	20.00	Peralte	5.92		8.00	CUMPLE
C8	<b>0+820.000</b>	20.00	Peralte	5.27		8.00	CUMPLE
Tangente	0+840.000	20.00	Bombeo	2.13	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C9	<b>0+860.000</b>	20.00	Peralte	6.49		8.00	CUMPLE
C9	<b>0+880.000</b>	20.00	Peralte	6.27		8.00	CUMPLE
C9	<b>0+900.000</b>	20.00	Peralte	5.63		8.00	CUMPLE
Tangente	0+920.000	20.00	Bombeo	3.20	2.50		CUMPLE
Tangente	0+940.000	20.00	Bombeo	3.45	2.50		CUMPLE
C10	<b>0+960.000</b>	20.00	Peralte	6.49		8.00	CUMPLE
C10	<b>0+980.000</b>	20.00	Peralte	6.49		8.00	CUMPLE
C10	<b>1+000.000</b>	20.00	Peralte	5.15		8.00	CUMPLE
Tangente	1+020.000	20.00	Bombeo	2.32	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+040.000	20.00	Bombeo	2.32	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+060.000	20.00	Bombeo	2.32	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+080.000	20.00	Bombeo	2.32	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+100.000	20.00	Bombeo	2.58	2.50		CUMPLE
Tangente	1+120.000	20.00	Bombeo	2.58	2.50		CUMPLE
C11	<b>1+140.000</b>	20.00	Peralte	4.09		6.00	CUMPLE
C11	<b>1+160.000</b>	20.00	Peralte	4.09		6.00	CUMPLE
C11	<b>1+180.000</b>	20.00	Peralte	3.77		6.00	CUMPLE
C11	<b>1+200.000</b>	20.00	Peralte	3.77		6.00	CUMPLE
Tangente	1+220.000	20.00	Bombeo	2.35	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+240.000	20.00	Bombeo	2.35	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+260.000	20.00	Bombeo	2.35	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+280.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
Tangente	1+300.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
Tangente	1+320.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
Tangente	1+340.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
Tangente	1+360.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
Tangente	1+380.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
Tangente	1+400.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
C12	<b>1+420.000</b>	20.00	Peralte	6.91		8.00	CUMPLE
C12	<b>1+440.000</b>	20.00	Peralte	6.91		8.00	CUMPLE



C12	<b>1+460.000</b>	20.00	Peralte	6.91		8.00	CUMPLE
Tangente	1+480.000	20.00	Bombeo	1.52	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+500.000	20.00	Bombeo	1.52	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C13	<b>1+520.000</b>	20.00	Peralte	6.05		8.00	CUMPLE
C13	<b>1+540.000</b>	20.00	Peralte	6.05		8.00	CUMPLE
Tangente	1+560.000	20.00	Bombeo	2.62	2.50		CUMPLE
Tangente	1+580.000	20.00	Bombeo	2.62	2.50		CUMPLE
Tangente	1+600.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+620.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+640.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+660.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+680.000	20.00	Bombeo	3.41	2.50		CUMPLE
C14	<b>1+700.000</b>	20.00	Peralte	4.27		5.10	CUMPLE
C14	<b>1+720.000</b>	20.00	Peralte	4.27		5.10	CUMPLE
C14	<b>1+740.000</b>	20.00	Peralte	4.27		5.10	CUMPLE
C14	<b>1+760.000</b>	20.00	Peralte	4.27		5.10	CUMPLE
Tangente	1+780.000	20.00	Bombeo	1.76	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+800.000	20.00	Bombeo	1.76	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	1+820.000	20.00	Bombeo	1.76	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C15	<b>1+840.000</b>	20.00	Peralte	5.21		8.00	CUMPLE
C15	<b>1+860.000</b>	20.00	Peralte	5.21		8.00	CUMPLE
Tangente	1+880.000	20.00	Bombeo	3.01	2.50		CUMPLE
Tangente	1+900.000	20.00	Bombeo	3.01	2.50		CUMPLE
Tangente	1+920.000	20.00	Bombeo	2.60	2.50		CUMPLE
Tangente	1+940.000	20.00	Bombeo	2.60	2.50		CUMPLE
C16	<b>1+960.000</b>	20.00	Peralte	5.47		8.00	CUMPLE
C16	<b>1+980.000</b>	20.00	Peralte	5.47		8.00	CUMPLE
Tangente	2+000.000	20.00	Bombeo	2.30	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+020.000	20.00	Bombeo	2.30	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+040.000	20.00	Bombeo	2.30	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+060.000	20.00	Bombeo	2.30	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C17	<b>2+080.000</b>	20.00	Peralte	2.69		2.00	<b>NO CUMPLE</b>
C17	<b>2+100.000</b>	20.00	Peralte	2.69		2.00	<b>NO CUMPLE</b>
C17	<b>2+120.000</b>	20.00	Peralte	2.69		2.00	<b>NO CUMPLE</b>
C17	<b>2+140.000</b>	20.00	Peralte	2.69		2.00	<b>NO CUMPLE</b>
C17	<b>2+160.000</b>	20.00	Peralte	2.69		2.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+180.000	20.00	Bombeo	2.55	2.50		CUMPLE
Tangente	2+200.000	20.00	Bombeo	3.27	2.50		CUMPLE
C18	<b>2+220.000</b>	20.00	Peralte	4.25		8.00	CUMPLE
C18	<b>2+240.000</b>	20.00	Peralte	4.25		8.00	CUMPLE
Tangente	2+260.000	20.00	Bombeo	2.43	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C19	<b>2+280.000</b>	20.00	Peralte	4.85		6.10	CUMPLE
C19	<b>2+300.000</b>	20.00	Peralte	4.85		6.10	CUMPLE
C19	<b>2+320.000</b>	20.00	Peralte	4.85		6.10	CUMPLE
Tangente	2+340.000	20.00	Bombeo	2.18	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+360.000	20.00	Bombeo	2.18	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+380.000	20.00	Bombeo	2.18	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+400.000	20.00	Bombeo	2.18	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+420.000	20.00	Bombeo	2.18	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+440.000	20.00	Bombeo	2.18	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C20	<b>2+460.000</b>	20.00	Peralte	5.43		7.10	CUMPLE
C20	<b>2+480.000</b>	20.00	Peralte	5.43		7.10	CUMPLE
C20	<b>2+500.000</b>	20.00	Peralte	5.43		7.10	CUMPLE
Tangente	2+520.000	20.00	Bombeo	1.65	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C21	<b>2+540.000</b>	20.00	Peralte	5.40		8.00	CUMPLE
C21	<b>2+560.000</b>	20.00	Peralte	5.40		8.00	CUMPLE
Tangente	2+580.000	20.00	Bombeo	1.59	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+600.000	20.00	Bombeo	1.59	2.50		<b>NO CUMPLE</b>

C22	<b>2+620.000</b>	20.00	Peralte	5.80		8.00	CUMPLE
C22	<b>2+640.000</b>	20.00	Peralte	5.80		8.00	CUMPLE
Tangente	2+660.000	20.00	Bombeo	2.19	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+680.000	20.00	Bombeo	2.55	2.50		CUMPLE
Tangente	2+700.000	20.00	Bombeo	2.55	2.50		CUMPLE
C23	<b>2+720.000</b>	20.00	Peralte	4.41		6.50	CUMPLE
C23	<b>2+740.000</b>	20.00	Peralte	4.41		6.50	CUMPLE
C23	<b>2+760.000</b>	20.00	Peralte	4.41		6.50	CUMPLE
Tangente	2+780.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+800.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+820.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+840.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+860.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+880.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+900.000	20.00	Bombeo	2.47	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C24	<b>2+920.000</b>	20.00	Peralte	6.44		8.00	CUMPLE
C24	<b>2+940.000</b>	20.00	Peralte	6.44		8.00	CUMPLE
Tangente	2+960.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	2+980.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+000.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C25	<b>3+020.000</b>	20.00	Peralte	3.31		3.10	<b>NO CUMPLE</b>
C25	<b>3+040.000</b>	20.00	Peralte	3.31		3.10	<b>NO CUMPLE</b>
C25	<b>3+060.000</b>	20.00	Peralte	3.31		3.10	<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+080.000	20.00	Bombeo	2.39	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+100.000	20.00	Bombeo	2.39	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+120.000	20.00	Bombeo	2.39	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+140.000	20.00	Bombeo	2.39	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+160.000	20.00	Bombeo	2.39	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+180.000	20.00	Bombeo	2.39	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C26	<b>3+200.000</b>	20.00	Peralte	6.58		8.00	CUMPLE
C26	<b>3+220.000</b>	20.00	Peralte	6.58		8.00	CUMPLE
C26	<b>3+240.000</b>	20.00	Peralte	6.58		8.00	CUMPLE
C26	<b>3+260.000</b>	20.00	Peralte	6.58		8.00	CUMPLE
Tangente	3+280.000	20.00	Bombeo	1.50	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+300.000	20.00	Bombeo	1.50	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+320.000	20.00	Bombeo	2.80	2.50		CUMPLE
Tangente	3+340.000	20.00	Bombeo	2.80	2.50		CUMPLE
Tangente	3+360.000	20.00	Bombeo	2.29	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+380.000	20.00	Bombeo	2.29	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+400.000	20.00	Bombeo	2.61	2.50		CUMPLE
C27	<b>3+420.000</b>	20.00	Peralte	5.59		8.00	CUMPLE
C27	<b>3+440.000</b>	20.00	Peralte	5.59		8.00	CUMPLE
Tangente	3+460.000	20.00	Bombeo	2.79	2.50		CUMPLE
Tangente	3+480.000	20.00	Bombeo	2.79	2.50		CUMPLE
C28	<b>3+500.000</b>	20.00	Peralte	6.15		8.00	CUMPLE
C28	<b>3+520.000</b>	20.00	Peralte	6.15		8.00	CUMPLE
C28	<b>3+540.000</b>	20.00	Peralte	6.15		8.00	CUMPLE
C28	<b>3+560.000</b>	20.00	Peralte	6.15		8.00	CUMPLE
Tangente	3+580.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+600.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+620.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C29	<b>3+640.000</b>	20.00	Peralte	5.16		5.90	CUMPLE
C29	<b>3+660.000</b>	20.00	Peralte	5.16		5.90	CUMPLE
C29	<b>3+680.000</b>	20.00	Peralte	5.19		5.90	CUMPLE
C29	<b>3+700.000</b>	20.00	Peralte	5.19		5.90	CUMPLE
C29	<b>3+720.000</b>	20.00	Peralte	5.19		5.90	CUMPLE
Tangente	3+740.000	20.00	Bombeo	1.75	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+760.000	20.00	Bombeo	1.75	2.50		<b>NO CUMPLE</b>

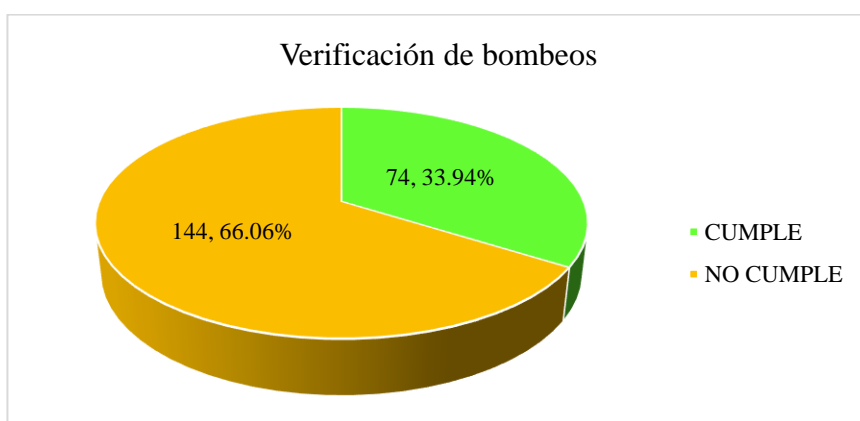
Tangente	3+780.000	20.00	Bombeo	1.75	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+800.000	20.00	Bombeo	2.19	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C30	<b>3+820.000</b>	20.00	Peralte	6.17		8.00	CUMPLE
C30	<b>3+840.000</b>	20.00	Peralte	6.17		8.00	CUMPLE
Tangente	3+860.000	20.00	Bombeo	2.27	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+880.000	20.00	Bombeo	2.27	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+900.000	20.00	Bombeo	2.36	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C31	<b>3+920.000</b>	20.00	Peralte	5.63		8.00	CUMPLE
Tangente	3+940.000	20.00	Bombeo	5.39	2.50		CUMPLE
Tangente	3+960.000	20.00	Bombeo	1.80	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	3+980.000	20.00	Bombeo	1.80	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+000.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+020.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+040.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+060.000	20.00	Bombeo	2.07	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+080.000	20.00	Bombeo	2.24	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C32	<b>4+100.000</b>	20.00	Peralte	3.15		6.10	CUMPLE
Tangente	4+120.000	20.00	Bombeo	2.49	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+140.000	20.00	Bombeo	2.09	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+160.000	20.00	Bombeo	2.36	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C33	<b>4+180.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
C33	<b>4+200.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
C33	<b>4+220.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
C33	<b>4+240.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
Tangente	4+260.000	20.00	Bombeo	2.63	2.50		CUMPLE
Tangente	4+280.000	20.00	Bombeo	2.63	2.50		CUMPLE
C34	<b>4+300.000</b>	20.00	Peralte	4.81		8.00	CUMPLE
C34	<b>4+320.000</b>	20.00	Peralte	4.81		8.00	CUMPLE
C34	<b>4+340.000</b>	20.00	Peralte	4.81		8.00	CUMPLE
Tangente	4+360.000	20.00	Bombeo	2.59	2.50		CUMPLE
Tangente	4+380.000	20.00	Bombeo	2.59	2.50		CUMPLE
Tangente	4+400.000	20.00	Bombeo	2.41	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C35	<b>4+420.000</b>	20.00	Peralte	5.06		8.00	CUMPLE
C35	<b>4+440.000</b>	20.00	Peralte	5.06		8.00	CUMPLE
C35	<b>4+460.000</b>	20.00	Peralte	5.06		8.00	CUMPLE
Tangente	4+480.000	20.00	Bombeo	3.41	2.50		CUMPLE
Tangente	4+500.000	20.00	Bombeo	1.15	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+520.000	20.00	Bombeo	1.15	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+540.000	20.00	Bombeo	1.15	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+560.000	20.00	Bombeo	1.15	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C36	<b>4+580.000</b>	20.00	Peralte	6.94		8.00	CUMPLE
C36	<b>4+600.000</b>	20.00	Peralte	6.94		8.00	CUMPLE
C36	<b>4+620.000</b>	20.00	Peralte	6.94		8.00	CUMPLE
C36	<b>4+640.000</b>	20.00	Peralte	6.94		8.00	CUMPLE
Tangente	4+660.000	20.00	Bombeo	3.08	2.50		CUMPLE
Tangente	4+680.000	20.00	Bombeo	2.41	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+700.000	20.00	Bombeo	2.41	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+720.000	20.00	Bombeo	4.23	2.50		CUMPLE
C37	<b>4+740.000</b>	20.00	Peralte	7.06		8.00	CUMPLE
C37	<b>4+760.000</b>	20.00	Peralte	7.06		8.00	CUMPLE
C37	<b>4+780.000</b>	20.00	Peralte	7.06		8.00	CUMPLE
C37	<b>4+800.000</b>	20.00	Peralte	7.06		8.00	CUMPLE
Tangente	4+820.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+840.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+860.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+880.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+900.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+920.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>

Tangente	4+940.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+960.000	20.00	Bombeo	1.00	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	4+980.000	20.00	Bombeo	2.52	2.50		CUMPLE
C38	<b>5+000.000</b>	20.00	Peralte	6.21		8.00	CUMPLE
C38	<b>5+020.000</b>	20.00	Peralte	6.21		8.00	CUMPLE
Tangente	5+040.000	20.00	Bombeo	2.27	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+060.000	20.00	Bombeo	2.27	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C39	<b>5+080.000</b>	20.00	Peralte	3.80		6.10	CUMPLE
Tangente	5+100.000	20.00	Bombeo	3.02	2.50		CUMPLE
Tangente	5+120.000	20.00	Bombeo	1.13	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+140.000	20.00	Bombeo	1.13	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C40	<b>5+160.000</b>	20.00	Peralte	5.47		8.00	CUMPLE
C40	<b>5+180.000</b>	20.00	Peralte	5.74		8.00	CUMPLE
Tangente	5+200.000	20.00	Bombeo	3.48	2.50		CUMPLE
Tangente	5+220.000	20.00	Bombeo	2.21	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+240.000	20.00	Bombeo	2.21	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+260.000	20.00	Bombeo	2.66	2.50		CUMPLE
C41	<b>5+280.000</b>	20.00	Peralte	6.96		8.00	CUMPLE
C41	<b>5+300.000</b>	20.00	Peralte	6.96		8.00	CUMPLE
C41	<b>5+320.000</b>	20.00	Peralte	6.96		8.00	CUMPLE
Tangente	5+340.000	20.00	Bombeo	1.27	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C42	<b>5+360.000</b>	20.00	Peralte	5.18		8.00	CUMPLE
C42	<b>5+380.000</b>	20.00	Peralte	5.18		8.00	CUMPLE
Tangente	5+400.000	20.00	Bombeo	2.56	2.50		CUMPLE
C43	<b>5+420.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
C43	<b>5+440.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
C43	<b>5+460.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
C43	<b>5+480.000</b>	20.00	Peralte	7.20		8.00	CUMPLE
Tangente	5+500.000	20.00	Bombeo	3.96	2.50		CUMPLE
Tangente	5+520.000	20.00	Bombeo	1.96	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+540.000	20.00	Bombeo	1.96	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+560.000	20.00	Bombeo	1.84	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+580.000	20.00	Bombeo	1.84	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C44	<b>5+600.000</b>	20.00	Peralte	6.00		8.00	CUMPLE
C44	<b>5+620.000</b>	20.00	Peralte	6.00		8.00	CUMPLE
C44	<b>5+640.000</b>	20.00	Peralte	6.00		8.00	CUMPLE
Tangente	5+660.000	20.00	Bombeo	2.54	2.50		CUMPLE
Tangente	5+680.000	20.00	Bombeo	2.54	2.50		CUMPLE
C45	<b>5+700.000</b>	20.00	Peralte	5.05		8.00	CUMPLE
C45	<b>5+720.000</b>	20.00	Peralte	5.05		8.00	CUMPLE
Tangente	5+740.000	20.00	Bombeo	1.80	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+760.000	20.00	Bombeo	2.56	2.50		CUMPLE
C46	<b>5+780.000</b>	20.00	Peralte	6.40		8.00	CUMPLE
C46	<b>5+800.000</b>	20.00	Peralte	6.40		8.00	CUMPLE
C46	<b>5+820.000</b>	20.00	Peralte	6.40		8.00	CUMPLE
C46	<b>5+840.000</b>	20.00	Peralte	6.40		8.00	CUMPLE
C46	<b>5+860.000</b>	20.00	Peralte	6.40		8.00	CUMPLE
Tangente	5+880.000	20.00	Bombeo	1.54	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	5+900.000	20.00	Bombeo	1.54	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C47	<b>5+920.000</b>	20.00	Peralte	5.09		8.00	CUMPLE
C47	<b>5+940.000</b>	20.00	Peralte	5.09		8.00	CUMPLE
C47	<b>5+960.000</b>	20.00	Peralte	5.09		8.00	CUMPLE
C47	<b>5+980.000</b>	20.00	Peralte	5.09		8.00	CUMPLE
Tangente	6+000.000	20.00	Bombeo	1.77	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+020.000	20.00	Bombeo	1.83	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+040.000	20.00	Bombeo	1.83	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+060.000	20.00	Bombeo	2.21	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C48	<b>6+080.000</b>	20.00	Peralte	6.05		8.00	CUMPLE

C48	<b>6+100.000</b>	20.00	Peralte	6.05		8.00	CUMPLE
C48	<b>6+120.000</b>	20.00	Peralte	6.05		8.00	CUMPLE
C48	<b>6+140.000</b>	20.00	Peralte	6.05		8.00	CUMPLE
Tangente	6+160.000	20.00	Bombeo	3.11	2.50		CUMPLE
Tangente	6+180.000	20.00	Bombeo	2.99	2.50		CUMPLE
Tangente	6+200.000	20.00	Bombeo	2.99	2.50		CUMPLE
C49	<b>6+220.000</b>	20.00	Peralte	6.04		8.00	CUMPLE
C49	<b>6+240.000</b>	20.00	Peralte	6.04		8.00	CUMPLE
C49	<b>6+260.000</b>	20.00	Peralte	6.04		8.00	CUMPLE
Tangente	6+280.000	20.00	Bombeo	2.30	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+300.000	20.00	Bombeo	1.65	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+320.000	20.00	Bombeo	1.65	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+340.000	20.00	Bombeo	1.65	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+360.000	20.00	Bombeo	3.42	2.50		CUMPLE
C50	<b>6+380.000</b>	20.00	Peralte	5.08		8.00	CUMPLE
C50	<b>6+400.000</b>	20.00	Peralte	6.07		8.00	CUMPLE
C50	<b>6+420.000</b>	20.00	Peralte	6.07		8.00	CUMPLE
C50	<b>6+440.000</b>	20.00	Peralte	6.51		8.00	CUMPLE
C50	<b>6+460.000</b>	20.00	Peralte	6.51		8.00	CUMPLE
C50	<b>6+480.000</b>	20.00	Peralte	5.40		8.00	CUMPLE
Tangente	6+500.000	20.00	Bombeo	3.56	2.50		CUMPLE
Tangente	6+520.000	20.00	Bombeo	1.40	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+540.000	20.00	Bombeo	1.40	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+560.000	20.00	Bombeo	3.20	2.50		CUMPLE
C51	<b>6+580.000</b>	20.00	Peralte	5.05		6.05	CUMPLE
Tangente	6+600.000	20.00	Bombeo	2.26	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C52	<b>6+620.000</b>	20.00	Peralte	5.05		8.00	CUMPLE
C52	<b>6+640.000</b>	20.00	Peralte	5.05		8.00	CUMPLE
Tangente	6+660.000	20.00	Bombeo	2.26	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+680.000	20.00	Bombeo	1.96	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+700.000	20.00	Bombeo	4.79	2.50		CUMPLE
C53	<b>6+720.000</b>	20.00	Peralte	7.11		8.00	CUMPLE
C53	<b>6+740.000</b>	20.00	Peralte	7.11		8.00	CUMPLE
C53	<b>6+760.000</b>	20.00	Peralte	7.11		8.00	CUMPLE
C53	<b>6+780.000</b>	20.00	Peralte	7.11		8.00	CUMPLE
Tangente	6+800.000	20.00	Bombeo	3.04	2.50		CUMPLE
Tangente	6+820.000	20.00	Bombeo	1.89	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+840.000	20.00	Bombeo	1.89	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C54	<b>6+860.000</b>	20.00	Peralte	6.13		8.00	CUMPLE
C54	<b>6+880.000</b>	20.00	Peralte	6.13		8.00	CUMPLE
C54	<b>6+900.000</b>	20.00	Peralte	6.13		8.00	CUMPLE
C54	<b>6+920.000</b>	20.00	Peralte	5.99		8.00	CUMPLE
C54	<b>6+940.000</b>	20.00	Peralte	5.99		8.00	CUMPLE
Tangente	6+960.000	20.00	Bombeo	1.93	2.50	8.00	<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	6+980.000	20.00	Bombeo	1.93	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+000.000	20.00	Bombeo	1.93	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+020.000	20.00	Bombeo	1.93	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+040.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+060.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+080.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+100.000	20.00	Bombeo	2.06	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+120.000	20.00	Bombeo	2.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+140.000	20.00	Bombeo	3.32	2.50		CUMPLE
C55	<b>7+160.000</b>	20.00	Peralte	7.12		8.00	CUMPLE
C55	<b>7+180.000</b>	20.00	Peralte	7.12		8.00	CUMPLE
C55	<b>7+200.000</b>	20.00	Peralte	7.09		8.00	CUMPLE
C55	<b>7+220.000</b>	20.00	Peralte	7.09		8.00	CUMPLE
C55	<b>7+240.000</b>	20.00	Peralte	6.65		8.00	CUMPLE

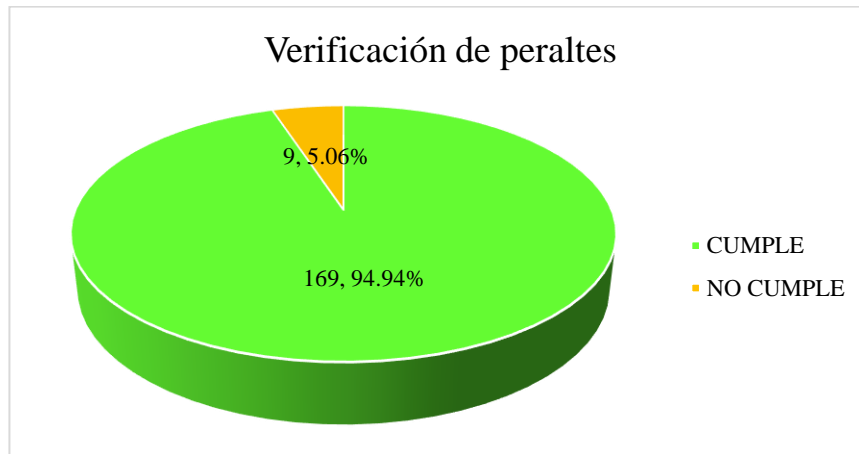
Tangente	7+260.000	20.00	Bombeo	2.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+280.000	20.00	Bombeo	2.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C56	<b>7+300.000</b>	20.00	Peralte	5.96		8.00	CUMPLE
C56	<b>7+320.000</b>	20.00	Peralte	6.02		8.00	CUMPLE
C56	<b>7+340.000</b>	20.00	Peralte	6.02		8.00	CUMPLE
C56	<b>7+360.000</b>	20.00	Peralte	6.09		8.00	CUMPLE
C56	<b>7+380.000</b>	20.00	Peralte	6.25		8.00	CUMPLE
C56	<b>7+400.000</b>	20.00	Peralte	6.75		8.00	CUMPLE
Tangente	7+420.000	20.00	Bombeo	2.65	2.50		CUMPLE
Tangente	7+440.000	20.00	Bombeo	1.60	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+460.000	20.00	Bombeo	1.78	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+480.000	20.00	Bombeo	1.78	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+500.000	20.00	Bombeo	2.38	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+520.000	20.00	Bombeo	3.33	2.50		CUMPLE
C57	<b>7+540.000</b>	20.00	Peralte	4.55		6.10	CUMPLE
C57	<b>7+560.000</b>	20.00	Peralte	4.55		6.10	CUMPLE
C57	<b>7+580.000</b>	20.00	Peralte	4.55		6.10	CUMPLE
C57	<b>7+600.000</b>	20.00	Peralte	4.65		6.10	CUMPLE
C57	<b>7+620.000</b>	20.00	Peralte	4.65		6.10	CUMPLE
C57	<b>7+640.000</b>	20.00	Peralte	4.46		6.10	CUMPLE
Tangente	7+660.000	20.00	Bombeo	2.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+680.000	20.00	Bombeo	2.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+700.000	20.00	Bombeo	2.42	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+720.000	20.00	Bombeo	2.42	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+740.000	20.00	Bombeo	2.36	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+760.000	20.00	Bombeo	2.36	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
C58	<b>7+780.000</b>	20.00	Peralte	4.81		5.90	CUMPLE
C58	<b>7+800.000</b>	20.00	Peralte	4.81		5.90	CUMPLE
C58	<b>7+820.000</b>	20.00	Peralte	4.96		5.90	CUMPLE
C58	<b>7+840.000</b>	20.00	Peralte	4.96		5.90	CUMPLE
Tangente	7+860.000	20.00	Bombeo	2.55	2.50		CUMPLE
Tangente	7+880.000	20.00	Bombeo	1.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>
Tangente	7+891.728	11.73	Bombeo	1.16	2.50		<b>NO CUMPLE</b>

Gráfico N° 21: Verificación de bombeos



Análisis: del gráfico se puede observar que existe un 33.94% de secciones que cumplen con el bombeo mínimo de 2.5% indicado por la norma; sin embargo, existe un 66.06% que se encuentra en un rango inferior lo que es inadecuado para la precipitación existente en la zona de influencia de la carretera.

Gráfico N° 22: Verificación de peraltes



Análisis: del gráfico se observa que existe un 94.94% de secciones que cumplen con los peraltes calculados y expresados en la tabla N° 50 para cada uno de sus radios; sin embargo, existe pequeño porcentaje que representa el 5.06% que se encuentra en un rango inferior a lo indicado. No existen peraltes existentes que superen el 8.00% indicado en la tabla N° 6 como peralte máximo.

#### 4.5 Perfil de velocidad de la carretera

A continuación, se presenta el perfil de velocidad de la Carretera Huambocancha Alta – Porcón Bajo el cual se elaboró mediante las distancias acumuladas por progresivas y las velocidades del percentil 85 ( $V_{85}$ ), correspondientes a cada tramo de la carretera. Se muestra además la velocidad de diseño de la carretera para que se pueda apreciar de una manera más visual cómo es la variación de las velocidades.

Tabla 51: Velocidad del percentil 85 obtenidas de los tramos

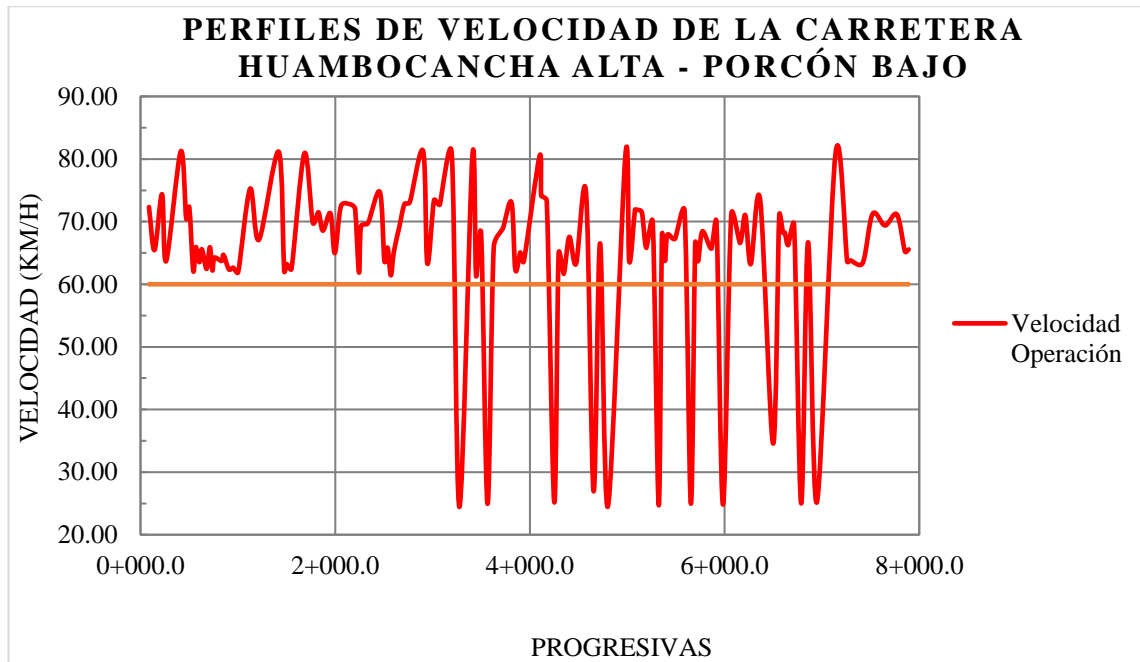
N° C	Progresivas		V85	N° C	Progresivas		V85
	Inicial	Final			Inicial	Final	
T	0+000.000	0+087.000	72.34	C30	3+811.137	3+850.744	62.33
C1	0+087.000	0+143.882	65.46	T	3+850.744	3+902.428	65.09
T	0+143.882	0+221.076	74.38	C31	3+902.428	3+937.602	63.66
C2	0+221.076	0+263.917	63.72	T	3+937.602	4+099.249	80.45
T	0+263.917	0+413.331	81.22	C32	4+099.249	4+117.234	74.08
C3	0+413.331	0+469.346	70.52	T	4+117.234	4+173.514	73.34
T	0+469.346	0+501.386	72.29	C33	4+173.514	4+250.880	25.20
C4	0+501.386	0+541.982	62.16	T	4+250.880	4+295.449	64.93
T	0+541.982	0+567.526	65.93	C34	4+295.449	4+347.204	61.66
C5	0+567.526	0+603.928	63.53	T	4+347.204	4+405.123	67.57

<b>T</b>	0+603.928	0+630.919	65.59	C35	4+405.123	4+475.235	63.29
<b>C6</b>	0+630.919	0+678.752	62.45	T	4+475.235	4+577.557	74.47
<b>T</b>	0+678.752	0+712.947	65.93	C36	4+577.557	4+654.689	26.95
<b>C7</b>	0+712.947	0+738.619	62.22	T	4+654.689	4+721.173	66.54
<b>T</b>	0+738.619	0+758.601	64.23	C37	4+721.173	4+801.611	24.53
<b>C8</b>	0+758.601	0+833.650	63.72	T	4+801.611	4+982.609	80.82
<b>T</b>	0+833.650	0+853.351	64.69	C38	4+982.609	5+020.517	63.66
<b>C9</b>	0+853.351	0+907.497	62.39	T	5+020.517	5+079.212	71.90
<b>T</b>	0+907.497	0+953.645	62.66	C39	5+079.212	5+096.610	71.90
<b>C10</b>	0+953.645	1+003.376	61.93	T	5+096.610	5+150.025	71.51
<b>T</b>	1+003.376	1+125.833	75.26	C40	5+150.025	5+196.624	65.80
<b>C11</b>	1+125.833	1+216.704	67.11	T	5+196.624	5+262.282	69.89
<b>T</b>	1+216.704	1+419.809	81.17	C41	5+262.282	5+323.926	24.69
<b>C12</b>	1+419.809	1+475.988	62.07	T	5+323.926	5+356.526	67.79
<b>T</b>	1+475.988	1+503.525	63.23	C42	5+356.526	5+387.745	63.72
<b>C13</b>	1+503.525	1+551.491	62.45	T	5+387.745	5+412.057	67.88
<b>T</b>	1+551.491	1+683.367	80.90	C43	5+412.057	5+493.748	67.31
<b>C14</b>	1+683.367	1+769.845	69.86	T	5+493.748	5+588.877	71.66
<b>T</b>	1+769.845	1+827.724	71.51	C44	5+588.877	5+653.897	24.97
<b>C15</b>	1+827.724	1+873.787	68.55	T	5+653.897	5+697.987	66.54
<b>T</b>	1+873.787	1+951.521	71.33	C45	5+697.987	5+727.053	63.66
<b>C16</b>	1+951.521	1+996.258	64.97	T	5+727.053	5+772.306	68.45
<b>T</b>	1+996.258	2+060.656	72.55	C46	5+772.306	5+866.626	65.70
<b>C17</b>	2+060.656	2+170.232	72.68	T	5+866.626	5+917.348	69.89
<b>T</b>	2+170.232	2+205.251	72.00	C47	5+917.348	5+984.068	24.81
<b>C18</b>	2+205.251	2+244.428	61.89	T	5+984.068	6+068.985	71.15
<b>T</b>	2+244.428	2+264.970	69.23	C48	6+068.985	6+157.269	66.58
<b>C19</b>	2+264.970	2+337.036	69.76	T	6+157.269	6+212.795	71.05
<b>T</b>	2+337.036	2+459.070	74.73	C49	6+212.795	6+268.730	63.21
<b>C20</b>	2+459.070	2+505.892	63.72	T	6+268.730	6+366.521	73.35
<b>T</b>	2+505.892	2+538.695	65.85	C50	6+366.521	6+498.677	34.55
<b>C21</b>	2+538.695	2+571.347	61.43	T	6+498.677	6+561.485	71.03
<b>T</b>	2+571.347	2+601.696	65.09	C51	6+561.485	6+599.215	68.24
<b>C22</b>	2+601.696	2+657.310	69.06	T	6+599.215	6+619.546	68.24
<b>T</b>	2+657.310	2+712.047	72.84	C52	6+619.546	6+654.318	66.26
<b>C23</b>	2+712.047	2+766.705	73.11	T	6+654.318	6+713.971	69.50
<b>T</b>	2+766.705	2+903.905	81.27	C53	6+713.971	6+787.394	24.99
<b>C24</b>	2+903.905	2+946.120	63.35	T	6+787.394	6+857.818	66.71
<b>T</b>	2+946.120	3+015.583	73.42	C54	6+857.818	6+948.724	25.21
<b>C25</b>	3+015.583	3+074.599	72.73	T	6+948.724	7+140.776	80.99
<b>T</b>	3+074.599	3+197.577	80.81	C55	7+140.776	7+259.709	63.62
<b>C26</b>	3+197.577	3+276.145	24.43	T	7+259.709	7+293.351	63.82
<b>T</b>	3+276.145	3+409.895	80.52	C56	7+293.351	7+419.579	63.39
<b>C27</b>	3+409.895	3+447.980	61.33	T	7+419.579	7+520.246	71.24
<b>T</b>	3+447.980	3+499.513	68.01	C57	7+520.246	7+648.215	69.39
<b>C28</b>	3+499.513	3+565.432	24.93	T	7+648.215	7+770.595	71.15
<b>T</b>	3+565.432	3+629.257	65.98	C58	7+770.595	7+853.136	65.23
<b>C29</b>	3+629.257	3+720.636	68.83	T	7+853.136	7+891.727	65.56



<b>T</b>	3+720.636	3+811.137	73.08				
----------	-----------	-----------	-------	--	--	--	--

Gráfico N° 23: Perfil de velocidad de la carretera Huambocancha Alta - Porcón Bajo



#### 4.6 Análisis de consistencia

##### 4.6.1 Enfoque de la velocidad

Para realizar el análisis de consistencia según el enfoque de la velocidad se toman en cuenta los tramos en las curvas existentes en la carretera y se procedió a calcular de la siguiente manera:

Para la C1:

$$\Delta^\circ = 58.19764$$

$$L_c = 56.881 \text{ m}$$

$$TCC = (58.19764/0.056881)$$

$$TCC = 1023.15 \text{ Grad/km}$$

Para C2:

$$\Delta^\circ = 44.62888$$

$$L_c = 42.841 \text{ m}$$

$$TCC = (44.62888/0.042841)$$

$$TCC = 1041.73 \text{ Grad/km}$$

Entonces para la evaluación de la consistencia se tiene:

$\Delta TCC=1041.7 - 1023.15$

$\Delta TCC=18.59$

Como  $\Delta TCC = 18.59 < 180$  entonces el tramo entre la C1 y la C2 será bueno lo que se interpreta como que las diferencias son admisibles y no es necesario modificar el diseño.

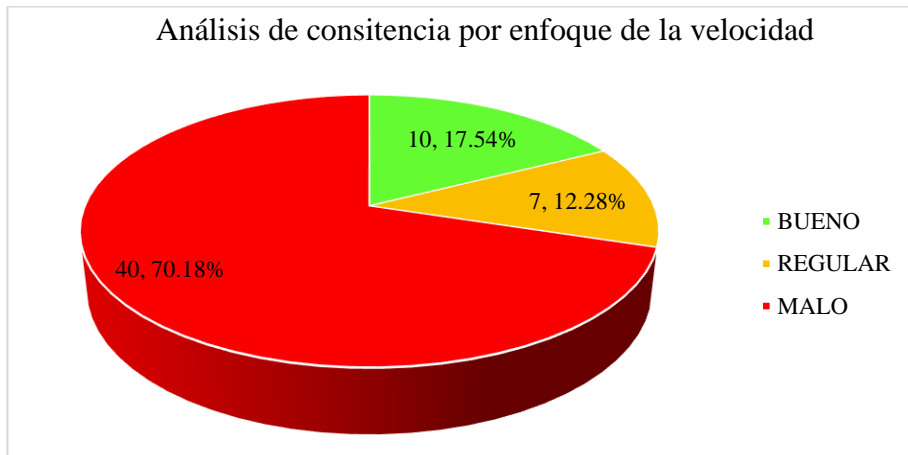
Para el resto de curvas se procedió de la misma manera, los resultados se presentan en la siguiente tabla:

Tabla 52: Análisis de consistencia según el enfoque de la velocidad

N° C	Progresivas		$\Delta^\circ$	Radio (m)	Longitud Curva (m)	TCC (Grad/km)	$\Delta TCC$	DISEÑO
	PC	PT						
C1	0+087.000	0+143.882	58.19764	56.00	56.881	1023.15		
C2	0+221.076	0+263.917	44.62888	55.00	42.841	1041.73	18.59	<b>BUENO</b>
C3	0+413.331	0+469.346	18.33967	175.00	56.015	327.41	714.33	<b>MALO</b>
C4	0+501.386	0+541.982	37.51612	62.00	40.596	924.13	596.73	<b>MALO</b>
C5	0+567.526	0+603.928	59.58980	35.00	36.401	1637.04	712.90	<b>MALO</b>
C6	0+630.919	0+678.752	44.20430	62.00	47.834	924.12	712.92	<b>MALO</b>
C7	0+712.947	0+738.619	36.77278	40.00	25.672	1432.41	508.29	<b>MALO</b>
C8	0+758.601	0+833.650	85.99982	50.00	75.049	1145.92	286.49	<b>REGULAR</b>
C9	0+853.351	0+907.497	75.66569	41.00	54.145	1397.46	251.55	<b>REGULAR</b>
C10	0+953.645	1+003.376	30.97135	92.00	49.731	622.78	774.69	<b>MALO</b>
C11	1+125.833	1+216.704	18.26837	285.00	90.87	201.04	421.74	<b>MALO</b>
C12	1+419.809	1+475.988	35.33351	91.00	56.118	629.63	428.59	<b>MALO</b>
C13	1+503.525	1+551.491	39.26068	70.00	47.966	818.51	188.88	<b>REGULAR</b>
C14	1+683.367	1+769.845	15.01473	330.00	86.479	173.62	644.89	<b>MALO</b>
C15	1+827.724	1+873.787	23.99273	110.00	46.063	520.87	347.24	<b>REGULAR</b>
C16	1+951.521	1+996.258	22.28889	115.00	44.737	498.22	22.65	<b>BUENO</b>
C17	2+060.656	2+170.232	4.82940	1300.00	109.576	44.07	454.15	<b>MALO</b>
C18	2+205.251	2+244.428	19.51877	115.00	39.177	498.22	454.15	<b>MALO</b>
C19	2+264.970	2+337.036	16.51618	250.00	72.065	229.18	269.04	<b>REGULAR</b>
C20	2+459.070	2+505.892	19.16240	140.00	46.823	409.25	180.07	<b>REGULAR</b>
C21	2+538.695	2+571.347	18.70837	100.00	32.652	572.96	163.71	<b>BUENO</b>
C22	2+601.696	2+657.310	39.83092	80.00	55.614	716.20	143.24	<b>BUENO</b>
C23	2+712.047	2+766.705	14.56586	215.00	54.658	266.49	449.71	<b>MALO</b>
C24	2+903.905	2+946.120	35.57015	68.00	42.216	842.58	576.08	<b>MALO</b>
C25	3+015.583	3+074.599	4.83050	700.00	59.016	81.85	760.72	<b>MALO</b>
C26	3+197.577	3+276.145	149.06021	30.20	78.568	1897.21	1815.36	<b>MALO</b>
C27	3+409.895	3+447.980	29.09420	75.00	38.084	763.95	1133.26	<b>MALO</b>
C28	3+499.513	3+565.432	153.53145	24.60	65.919	2329.09	1565.14	<b>MALO</b>
C29	3+629.257	3+720.636	29.08675	180.00	91.379	318.31	2010.78	<b>MALO</b>
C30	3+811.137	3+850.744	49.33265	46.00	39.607	1245.55	927.24	<b>MALO</b>
C31	3+902.428	3+937.602	16.79420	120.00	35.174	477.46	768.09	<b>MALO</b>
C32	4+099.249	4+117.234	4.12179	250.00	17.985	229.18	248.28	<b>REGULAR</b>
C33	4+173.514	4+250.880	205.22960	21.60	77.37	2652.57	2423.39	<b>MALO</b>
C34	4+295.449	4+347.204	45.62005	65.00	51.754	881.48	1771.09	<b>MALO</b>
C35	4+405.123	4+475.235	32.16010	125.00	70.162	458.37	423.11	<b>MALO</b>

C36	4+577.557	4+654.689	107.81639	41.00	77.152	1397.45	939.09	<b>MALO</b>
C37	4+721.173	4+801.611	180.80250	25.50	80.468	2246.89	849.43	<b>MALO</b>
C38	4+982.609	5+020.517	22.86317	95.00	37.909	603.11	1643.78	<b>MALO</b>
C39	5+079.212	5+096.610	3.98954	250.00	17.408	229.18	373.93	<b>MALO</b>
C40	5+150.025	5+196.624	66.74900	40.00	46.6	1432.38	1203.20	<b>MALO</b>
C41	5+262.282	5+323.926	191.95254	18.40	61.644	3113.89	1681.51	<b>MALO</b>
C42	5+356.526	5+387.745	35.77468	50.00	31.219	1145.93	1967.96	<b>MALO</b>
C43	5+412.057	5+493.748	93.61041	50.00	81.69	1145.92	0.00	<b>BUENO</b>
C44	5+588.877	5+653.897	199.21882	18.70	65.02	3063.96	1918.04	<b>MALO</b>
C45	5+697.987	5+727.053	27.75605	60.00	29.066	954.93	2109.03	<b>MALO</b>
C46	5+772.306	5+866.626	96.50266	56.00	94.32	1023.14	68.21	<b>BUENO</b>
C47	5+917.348	5+984.068	193.06890	19.80	66.72	2893.72	1870.58	<b>MALO</b>
C48	6+068.985	6+157.269	72.26188	70.00	88.285	818.51	2075.21	<b>MALO</b>
C49	6+212.795	6+268.730	53.41357	60.00	55.935	954.92	136.42	<b>BUENO</b>
C50	6+366.521	6+498.677	131.68717	57.50	132.157	996.44	41.52	<b>BUENO</b>
C51	6+561.485	6+599.215	13.51103	160.00	37.73	358.10	638.35	<b>MALO</b>
C52	6+619.546	6+654.318	26.56393	75.00	34.772	763.95	405.85	<b>MALO</b>
C53	6+713.971	6+787.394	192.97366	21.80	73.423	2628.25	1864.30	<b>MALO</b>
C54	6+857.818	6+948.724	163.79025	31.80	90.906	1801.75	826.49	<b>MALO</b>
C55	7+140.776	7+259.709	111.71109	61.00	118.933	939.28	862.48	<b>MALO</b>
C56	7+293.351	7+419.579	117.59835	61.50	126.227	931.64	7.64	<b>BUENO</b>
C57	7+520.246	7+648.215	29.32848	250.00	127.97	229.18	702.46	<b>MALO</b>
C58	7+770.595	7+853.136	26.12862	181.00	82.541	316.55	87.37	<b>BUENO</b>

Gráfico N° 24: Análisis de consistencia por enfoque de velocidad



Análisis: del gráfico se puede observar que 40 de las curvas analizadas tienen un diseño malo ya que su  $\Delta TCC > 360 \text{ Grad/km}$ , representando un 70.18% del total de la carretera analizada; 7 tramos se encuentran en un diseño regular siendo su  $180 \text{ Grad/km} < \Delta TCC < 360 \text{ Grad/km}$ , representando un 12.28% y existen 10 tramos que se encuentran en un diseño bueno ya que su  $\Delta TCC < 180 \text{ Grad/km}$ , representando un 17.54%.

#### 4.6.2 Enfoque de las expectativas

Para realizar el análisis de consistencia según el enfoque de las expectativas se tomaron en cuenta los tramos curvos, así como los rectos existentes para evaluar el Criterio I y II, y para evaluar el criterio de estabilidad dinámica solo se tomaron en cuenta los tramos curvos. Se procedió a calcular de la siguiente manera:

*Para la C1:*

$$V_{85} = 65.46 \text{ km/h}$$

$$R = 56.00 \text{ m}$$

$$p = 8 \%$$

*Para el tramo recto 0 + 143.882 - 0 + 221.076:*

$$V_{85} = 74.38 \text{ km/h}$$

*Para la C2:*

$$V_{85} = 63.72 \text{ km/h}$$

$$R = 55.00 \text{ m}$$

$$p = 8 \%$$

- Para evaluar el primer criterio se procedió de la siguiente manera

$$C1: 65.46 \text{ km/h} - 60.00 \text{ km/h} = 5.46 \text{ km/h}$$

$$\text{Tramo recto} = 14.38 \text{ km/h}$$

$$C2: 63.72 \text{ km/h} - 60.00 \text{ km/h} = 3.72 \text{ km/h}$$

Como  $V_{85} - V_d$  de los tramos correspondientes a las curvas se encuentran en un rango menor a 10 km/h se clasifican como un diseño bueno por lo que no requieren hacer modificaciones, sin embargo, para el tramo recto se encuentra entre 10 km/h y 20 km/h, por lo que se encuentra en un diseño regular y se recomienda utilizar señalización en este tramo.

Se analizó de la misma manera para los demás elementos.

- Para evaluar el segundo criterio se procedió de la siguiente manera

De acuerdo al criterio de Lamm:

$$\ddot{A}V_{85} = |VTR_{85} - VC1_{85}| = |74.38 - 65.46| = 8.92 \text{ km/h}$$

$$\ddot{A}V_{85} = |VC2_{85} - VTR_{85}| = |63.72 - 74.38| = 10.66 \text{ km/h}$$

Como  $\ddot{A}V_{85} = 8.92 \text{ km/h}$  de los tramos correspondientes a  $|VTR_{85} - VC1_{85}|$  se puede determinar que se encuentran en un rango de diseño bueno ya que la diferencia es menor a 10 km/h, sin embargo, para el tramo  $|VC2_{85} - VTR_{85}|$  su  $\ddot{A}V_{85} = 10.66 \text{ km/h}$  se encuentra entre 10 km/h y 20 km/h, el tramo se encuentra en un diseño regular.

De acuerdo al criterio de Bavkov:

$$K_1 = VTR_{85}/VC1_{85} = 74.38/65.46 = 1.14$$

$$K_2 = VC2_{85}/VTR_{85} = 63.72/74.38 = 0.86$$

Como  $K_1 = 1.14$  y  $K_2 = 0.86$  son mayores a 0.8, entonces los tramos analizados están dentro de un diseño bueno.

Los demás elementos existentes fueron evaluados mediante el mismo procedimiento tanto para el criterio de Lamm como para el brindado por Bavkov.

- Para evaluar la estabilidad dinámica se procedió de la siguiente manera:

Para C1:

$$fra = \frac{60^2}{127(56)} - 0.08 = 0.43$$

$$frd = \frac{65.46^2}{127(56)} - 0.08 = 0.52$$

$$\ddot{A}f = 0.10$$

Para C2:

$$fra = \frac{60^2}{127(55)} - 0.08 = 0.44$$

$$frd = \frac{65.46^2}{127(55)} - 0.08 = 0.50$$

$$\ddot{A}f = 0.07$$

Como  $\ddot{A}f_1$  y  $\ddot{A}f_2$  son mayores a 0.8, ambas curvas se encuentran en un diseño bueno.

Las demás curvas fueron analizadas de igual manera. Los resultados para todos los elementos analizados según el enfoque de las expectativas (criterio I, criterio II y estabilidad dinámica) de la carretera se presentan en la siguiente tabla.

Tabla 53: Análisis de consistencia por el enfoque de las expectativas

N° C	Progresivas		Radio (m)	LC LT (m)	V <sub>85</sub>	V <sub>85</sub> - V <sub>d</sub>	Criterio I	K	ÄV <sub>85</sub>	Criterio II		p	fra	frd	Äf	DISEÑO
	Inicial	Final								Bavkov	Lam					
T	0+000.000	0+087.000		87.000	72.34	12.34	REGULAR					2.5				
C1	0+087.000	0+143.882	56.00	56.881	65.46	5.46	BUENO	0.90	6.88	BUENO	BUENO	8.00	0.43	0.52	0.10	BUENO
T	0+143.882	0+221.076		77.194	74.38	14.38	REGULAR	1.14	8.92	BUENO	BUENO	2.5				
C2	0+221.076	0+263.917	55.00	42.841	63.72	3.72	BUENO	0.86	10.66	BUENO	REGULAR	8.00	0.44	0.50	0.07	BUENO
T	0+263.917	0+413.331		149.414	81.22	21.22	MALO	1.27	17.50	BUENO	REGULAR	2.5				
C3	0+413.331	0+469.346	175.00	56.015	70.52	10.52	REGULAR	0.87	10.70	BUENO	REGULAR	7.00	0.09	0.15	0.06	BUENO
T	0+469.346	0+501.386		32.04	72.29	12.29	REGULAR	1.03	1.77	BUENO	BUENO	2.5				
C4	0+501.386	0+541.982	62.00	40.596	62.16	2.16	BUENO	0.86	10.13	BUENO	REGULAR	8.00	0.38	0.41	0.03	BUENO
T	0+541.982	0+567.526		25.544	65.93	5.93	BUENO	1.06	3.77	BUENO	BUENO	2.5				
C5	0+567.526	0+603.928	35.00	36.401	63.53	3.53	BUENO	0.96	2.40	BUENO	BUENO	8.00	0.73	0.83	0.10	BUENO
T	0+603.928	0+630.919		26.991	65.59	5.59	BUENO	1.03	2.06	BUENO	BUENO	2.5				
C6	0+630.919	0+678.752	62.00	47.834	62.45	2.45	BUENO	0.95	3.14	BUENO	BUENO	8.00	0.38	0.42	0.04	BUENO
T	0+678.752	0+712.947		34.195	65.93	5.93	BUENO	1.06	3.48	BUENO	BUENO	2.5				
C7	0+712.947	0+738.619	40.00	25.672	62.22	2.22	BUENO	0.94	3.71	BUENO	BUENO	8.00	0.63	0.68	0.05	BUENO
T	0+738.619	0+758.601		19.982	64.23	4.23	BUENO	1.03	2.01	BUENO	BUENO	2.5				
C8	0+758.601	0+833.650	50.00	75.049	63.72	3.72	BUENO	0.99	0.51	BUENO	BUENO	8.00	0.49	0.56	0.07	BUENO
T	0+833.650	0+853.351		19.701	64.69	4.69	BUENO	1.02	0.97	BUENO	BUENO	2.5				
C9	0+853.351	0+907.497	41.00	54.145	62.39	2.39	BUENO	0.96	2.30	BUENO	BUENO	8.00	0.61	0.67	0.06	BUENO
T	0+907.497	0+953.645		46.148	62.66	2.66	BUENO	1.00	0.27	BUENO	BUENO	2.5				
C10	0+953.645	1+003.376	92.00	49.731	61.93	1.93	BUENO	0.99	0.73	BUENO	BUENO	8.00	0.23	0.25	0.02	BUENO
T	1+003.376	1+125.833		122.457	75.26	15.26	REGULAR	1.22	13.33	BUENO	REGULAR	2.5				
C11	1+125.833	1+216.704	285.00	90.87	67.11	7.11	BUENO	0.89	8.15	BUENO	BUENO	6.00	0.04	0.06	0.02	BUENO
T	1+216.704	1+419.809		203.105	81.17	21.17	MALO	1.21	14.06	BUENO	REGULAR	2.5				
C12	1+419.809	1+475.988	91.00	56.118	62.07	2.07	BUENO	0.76	19.10	REGULAR	REGULAR	8.00	0.23	0.25	0.02	BUENO
T	1+475.988	1+503.525		27.537	63.23	3.23	BUENO	1.02	1.16	BUENO	BUENO	2.5				
C13	1+503.525	1+551.491	70.00	47.966	62.45	2.45	BUENO	0.99	0.78	BUENO	BUENO	8.00	0.32	0.36	0.03	BUENO
T	1+551.491	1+683.367		131.876	80.90	20.90	MALO	1.30	18.45	BUENO	REGULAR	2.5				
C14	1+683.367	1+769.845	330.00	86.479	69.86	9.86	BUENO	0.86	11.04	BUENO	REGULAR	5.10	0.03	0.07	0.03	BUENO
T	1+769.845	1+827.724		57.879	71.51	11.51	REGULAR	1.02	1.65	BUENO	BUENO	2.5				

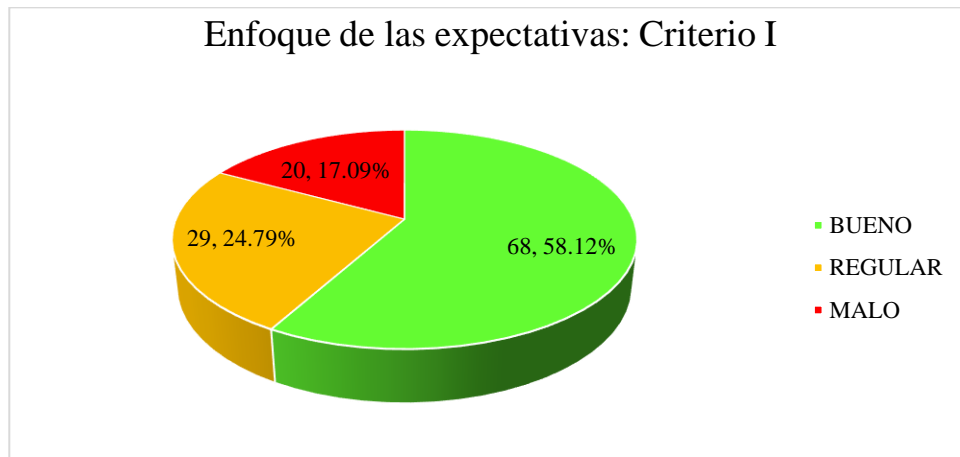
<b>C15</b>	1+827.724	1+873.787	110.00	46.063	68.55	8.55	<b>BUENO</b>	0.96	2.96	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.18	0.26	0.08	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	1+873.787	1+951.521		77.734	71.33	11.33	<b>REGULAR</b>	1.04	2.78	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C16</b>	1+951.521	1+996.258	115.00	44.737	64.97	4.97	<b>BUENO</b>	0.91	6.36	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.17	0.21	0.04	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	1+996.258	2+060.656		64.398	72.55	12.55	<b>REGULAR</b>	1.12	7.58	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C17</b>	2+060.656	2+170.232	1300.00	109.576	72.68	12.68	<b>REGULAR</b>	1.00	0.13	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.00	0.00	0.01	0.01	<b>REGULAR</b>
<b>T</b>	2+170.232	2+205.251		35.019	72.00	12.00	<b>REGULAR</b>	0.99	0.68	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C18</b>	2+205.251	2+244.428	115.00	39.177	61.89	1.89	<b>BUENO</b>	0.86	10.11	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	8.00	0.17	0.18	0.02	<b>REGULAR</b>
<b>T</b>	2+244.428	2+264.970		20.542	69.23	9.23	<b>BUENO</b>	1.12	7.34	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C19</b>	2+264.970	2+337.036	250.00	72.065	69.76	9.76	<b>BUENO</b>	1.01	0.53	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	6.10	0.05	0.09	0.04	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	2+337.036	2+459.070		122.034	74.73	14.73	<b>REGULAR</b>	1.07	4.97	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C20</b>	2+459.070	2+505.892	140.00	46.823	63.72	3.72	<b>BUENO</b>	0.85	11.01	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	7.10	0.13	0.16	0.03	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	2+505.892	2+538.695		32.803	65.85	5.85	<b>BUENO</b>	1.03	2.13	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C21</b>	2+538.695	2+571.347	100.00	32.652	61.43	1.43	<b>BUENO</b>	0.93	4.42	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.20	0.22	0.01	<b>REGULAR</b>
<b>T</b>	2+571.347	2+601.696		30.349	65.09	5.09	<b>BUENO</b>	1.06	3.66	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C22</b>	2+601.696	2+657.310	80.00	55.614	69.06	9.06	<b>BUENO</b>	1.06	3.97	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.27	0.39	0.12	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	2+657.310	2+712.047		54.737	72.84	12.84	<b>REGULAR</b>	1.05	3.78	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C23</b>	2+712.047	2+766.705	215.00	54.658	73.11	13.11	<b>REGULAR</b>	1.00	0.27	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	6.50	0.07	0.13	0.06	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	2+766.705	2+903.905		137.200	81.27	21.27	<b>MALO</b>	1.11	8.16	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C24</b>	2+903.905	2+946.120	68.00	42.216	63.35	3.35	<b>BUENO</b>	0.78	17.92	<b>REGULAR</b>	<b>REGULAR</b>	8.00	0.34	0.38	0.05	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	2+946.120	3+015.583		69.463	73.42	13.42	<b>REGULAR</b>	1.16	10.07	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	2.5				
<b>C25</b>	3+015.583	3+074.599	700.00	59.016	72.73	12.73	<b>REGULAR</b>	0.99	0.69	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	3.10	0.01	0.03	0.02	<b>REGULAR</b>
<b>T</b>	3+074.599	3+197.577		122.978	80.81	20.81	<b>MALO</b>	1.11	8.08	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C26</b>	3+197.577	3+276.145	30.20	78.568	24.43	35.57	<b>MALO</b>	0.30	56.38	<b>MALO</b>	<b>MALO</b>	8.00	0.86	0.08	-0.78	<b>MALO</b>
<b>T</b>	3+276.145	3+409.895		133.750	80.52	20.52	<b>MALO</b>	3.30	56.09	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	2.5				
<b>C27</b>	3+409.895	3+447.980	75.00	38.084	61.33	1.33	<b>BUENO</b>	0.76	19.19	<b>REGULAR</b>	<b>REGULAR</b>	8.00	0.30	0.31	0.02	<b>REGULAR</b>
<b>T</b>	3+447.980	3+499.513		51.533	68.01	8.01	<b>BUENO</b>	1.11	6.68	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C28</b>	3+499.513	3+565.432	24.60	65.919	24.93	35.07	<b>MALO</b>	0.37	43.08	<b>MALO</b>	<b>MALO</b>	8.00	1.07	0.12	-0.95	<b>MALO</b>
<b>T</b>	3+565.432	3+629.257		63.825	65.98	5.98	<b>BUENO</b>	2.65	41.05	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	2.5				
<b>C29</b>	3+629.257	3+720.636	180.00	91.379	68.83	8.83	<b>BUENO</b>	1.04	2.85	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	5.90	0.10	0.15	0.05	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	3+720.636	3+811.137		90.501	73.08	13.08	<b>REGULAR</b>	1.06	4.25	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C30</b>	3+811.137	3+850.744	46.00	39.607	62.33	2.33	<b>BUENO</b>	0.85	10.75	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	8.00	0.54	0.59	0.05	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	3+850.744	3+902.428		51.684	65.09	5.09	<b>BUENO</b>	1.04	2.76	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C31</b>	3+902.428	3+937.602	120.00	35.174	63.66	3.66	<b>BUENO</b>	0.98	1.43	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.16	0.19	0.03	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	3+937.602	4+099.249		161.647	80.45	20.45	<b>MALO</b>	1.26	16.79	<b>BUENO</b>	<b>REGULAR</b>	2.5				
<b>C32</b>	4+099.249	4+117.234	250.00	17.985	74.08	14.08	<b>REGULAR</b>	0.92	6.37	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	6.10	0.05	0.11	0.06	<b>BUENO</b>



T	4+117.234	4+173.514		56.280	73.34	13.34	REGULAR	0.99	0.74	BUENO	BUENO	2.5				
C33	4+173.514	4+250.880	21.60	77.37	25.20	34.80	MALO	0.34	48.14	MALO	MALO	8.00	1.23	0.15	-1.08	MALO
T	4+250.880	4+295.449		44.569	64.93	4.93	BUENO	2.58	39.73	BUENO	MALO	2.5				
C34	4+295.449	4+347.204	65.00	51.754	61.66	1.66	BUENO	0.95	3.27	BUENO	BUENO	8.00	0.36	0.38	0.02	BUENO
T	4+347.204	4+405.123		57.919	67.57	7.57	BUENO	1.10	5.91	BUENO	BUENO	2.5				
C35	4+405.123	4+475.235	125.00	70.162	63.29	3.29	BUENO	0.94	4.28	BUENO	BUENO	8.00	0.15	0.17	0.03	BUENO
T	4+475.235	4+577.557		102.322	74.47	14.47	REGULAR	1.18	11.18	BUENO	REGULAR	2.5				
C36	4+577.557	4+654.689	41.00	77.152	26.95	33.05	MALO	0.36	47.52	MALO	MALO	8.00	0.61	0.06	-0.55	MALO
T	4+654.689	4+721.173		66.484	66.54	6.54	BUENO	2.47	39.59	BUENO	MALO	2.5				
C37	4+721.173	4+801.611	25.50	80.468	24.53	35.47	MALO	0.37	42.01	MALO	MALO	8.00	1.03	0.11	-0.93	MALO
T	4+801.611	4+982.609		180.998	80.82	20.82	MALO	3.29	56.29	BUENO	MALO	2.5				
C38	4+982.609	5+020.517	95.00	37.909	63.66	3.66	BUENO	0.79	17.16	REGULAR	REGULAR	8.00	0.22	0.26	0.04	BUENO
T	5+020.517	5+079.212		58.695	71.90	11.90	REGULAR	1.13	8.24	BUENO	BUENO	2.5				
C39	5+079.212	5+096.610	250.00	17.408	71.90	11.90	REGULAR	1.00	0.00	BUENO	BUENO	6.10	0.05	0.10	0.05	BUENO
T	5+096.610	5+150.025		53.415	71.51	11.51	REGULAR	0.99	0.39	BUENO	BUENO	2.5				
C40	5+150.025	5+196.624	40.00	46.6	65.80	5.80	BUENO	0.92	5.71	BUENO	BUENO	8.00	0.63	0.77	0.14	BUENO
T	5+196.624	5+262.282		65.658	69.89	9.89	BUENO	1.06	4.09	BUENO	BUENO	2.5				
C41	5+262.282	5+323.926	18.40	61.644	24.69	35.31	MALO	0.35	45.20	MALO	MALO	8.00	1.46	0.18	-1.28	MALO
T	5+323.926	5+356.526		32.600	67.79	7.79	BUENO	2.75	43.10	BUENO	MALO	2.5				
C42	5+356.526	5+387.745	50.00	31.219	63.72	3.72	BUENO	0.94	4.07	BUENO	BUENO	8.00	0.49	0.56	0.07	BUENO
T	5+387.745	5+412.057		24.312	67.88	7.88	BUENO	1.07	4.16	BUENO	BUENO	2.5				
C43	5+412.057	5+493.748	50.00	81.69	67.31	7.31	BUENO	0.99	0.57	BUENO	BUENO	8.00	0.49	0.63	0.15	BUENO
T	5+493.748	5+588.877		95.129	71.66	11.66	REGULAR	1.06	4.35	BUENO	BUENO	2.5				
C44	5+588.877	5+653.897	18.70	65.02	24.97	35.03	MALO	0.35	46.69	MALO	MALO	8.00	1.44	0.18	-1.25	MALO
T	5+653.897	5+697.987		44.090	66.54	6.54	BUENO	2.66	41.57	BUENO	MALO	2.5				
C45	5+697.987	5+727.053	60.00	29.066	63.66	3.66	BUENO	0.96	2.88	BUENO	BUENO	8.00	0.39	0.45	0.06	BUENO
T	5+727.053	5+772.306		45.253	68.45	8.45	BUENO	1.08	4.79	BUENO	BUENO	2.5				
C46	5+772.306	5+866.626	56.00	94.32	65.70	5.70	BUENO	0.96	2.75	BUENO	BUENO	8.00	0.43	0.53	0.10	BUENO
T	5+866.626	5+917.348		50.722	69.89	9.89	BUENO	1.06	4.19	BUENO	BUENO	2.5				
C47	5+917.348	5+984.068	19.80	66.72	24.81	35.19	MALO	0.35	45.08	MALO	MALO	8.00	1.35	0.16	-1.19	MALO
T	5+984.068	6+068.985		84.917	71.15	11.15	REGULAR	2.87	46.34	BUENO	MALO	2.5				
C48	6+068.985	6+157.269	70.00	88.285	66.58	6.58	BUENO	0.94	4.57	BUENO	BUENO	8.00	0.32	0.42	0.09	BUENO
T	6+157.269	6+212.795		55.526	71.05	11.05	REGULAR	1.07	4.47	BUENO	BUENO	2.5				
C49	6+212.795	6+268.730	60.00	55.935	63.21	3.21	BUENO	0.89	7.84	BUENO	BUENO	8.00	0.39	0.44	0.05	BUENO
T	6+268.730	6+366.521		97.791	73.35	13.35	REGULAR	1.16	10.14	BUENO	REGULAR	2.5				

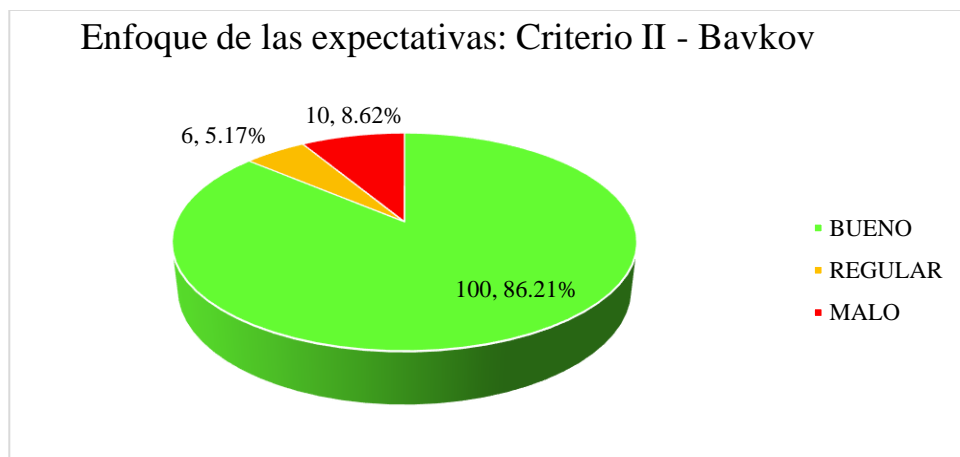
<b>C50</b>	6+366.521	6+498.677	57.50	132.157	34.55	25.45	<b>MALO</b>	0.47	38.80	<b>REGULAR</b>	<b>MALO</b>	8.00	0.41	0.08	-0.33	<b>MALO</b>
<b>T</b>	6+498.677	6+561.485		62.808	71.03	11.03	<b>REGULAR</b>	2.06	36.48	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	2.5				
<b>C51</b>	6+561.485	6+599.215	160.00	37.73	68.24	8.24	<b>BUENO</b>	0.96	2.79	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	6.05	0.12	0.17	0.05	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	6+599.215	6+619.546		20.331	68.24	8.24	<b>BUENO</b>	1.00	0.00	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C52</b>	6+619.546	6+654.318	75.00	34.772	66.26	6.26	<b>BUENO</b>	0.97	1.98	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.30	0.38	0.08	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	6+654.318	6+713.971		59.653	69.50	9.50	<b>BUENO</b>	1.05	3.24	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C53</b>	6+713.971	6+787.394	21.80	73.423	24.99	35.01	<b>MALO</b>	0.36	44.51	<b>MALO</b>	<b>MALO</b>	8.00	1.22	0.15	-1.07	<b>MALO</b>
<b>T</b>	6+787.394	6+857.818		70.424	66.71	6.71	<b>BUENO</b>	2.67	41.72	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	2.5				
<b>C54</b>	6+857.818	6+948.724	31.80	90.906	25.21	34.79	<b>MALO</b>	0.38	41.50	<b>MALO</b>	<b>MALO</b>	8.00	0.81	0.08	-0.73	<b>MALO</b>
<b>T</b>	6+948.724	7+140.776		192.052	80.99	20.99	<b>MALO</b>	3.21	55.78	<b>BUENO</b>	<b>MALO</b>	2.5				
<b>C55</b>	7+140.776	7+259.709	61.00	118.933	63.62	3.62	<b>BUENO</b>	0.79	17.37	<b>REGULAR</b>	<b>REGULAR</b>	8.00	0.38	0.44	0.06	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	7+259.709	7+293.351		33.642	63.82	3.82	<b>BUENO</b>	1.00	0.20	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C56</b>	7+293.351	7+419.579	61.50	126.227	63.39	3.39	<b>BUENO</b>	0.99	0.43	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	8.00	0.38	0.43	0.05	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	7+419.579	7+520.246		100.667	71.24	11.24	<b>REGULAR</b>	1.12	7.85	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C57</b>	7+520.246	7+648.215	250.00	127.97	69.39	9.39	<b>BUENO</b>	0.97	1.85	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	6.10	0.05	0.09	0.04	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	7+648.215	7+770.595		122.380	71.15	11.15	<b>REGULAR</b>	1.03	1.76	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				
<b>C58</b>	7+770.595	7+853.136	181.00	82.541	65.23	5.23	<b>BUENO</b>	0.92	5.92	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	5.90	0.10	0.13	0.03	<b>BUENO</b>
<b>T</b>	7+853.136	7+891.727		38.591	65.56	5.56	<b>BUENO</b>	1.01	0.33	<b>BUENO</b>	<b>BUENO</b>	2.5				

Gráfico N° 25: Enfoque de las expectativas: Criterio I



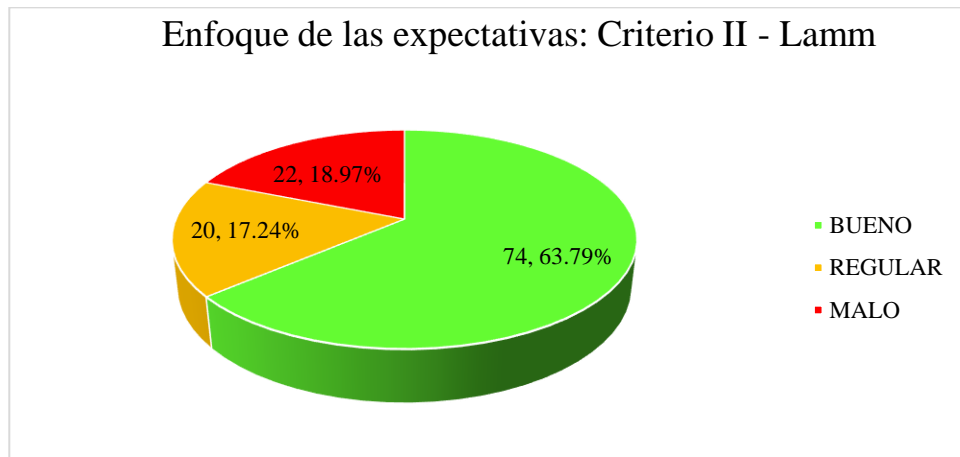
Análisis: del gráfico se puede observar que para el análisis de consistencia de elementos simples se obtuvo que 20 tramos se encuentran en un diseño malo, representando un 17.09%; 29 se encuentran en un diseño regular, representando un 24.79% y 68 se encuentran cumpliendo un diseño bueno representando un 58.12% del total analizado.

Gráfico N° 26: Enfoque de las expectativas: Criterio II - Bavkov



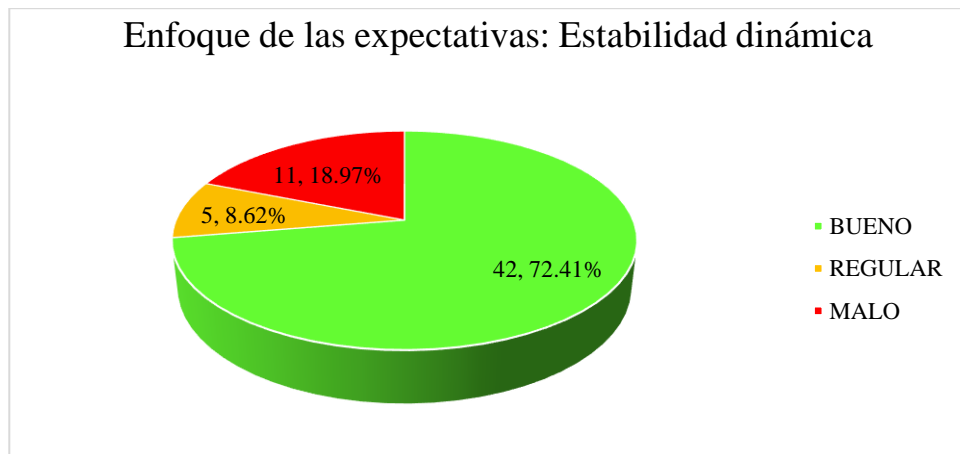
Análisis: del gráfico se puede observar que el análisis para el criterio II de elementos sucesivos según Bavkov, se obtuvo que 10 elementos se encuentran en un diseño malo representando el 8.62%; 6 se encuentran clasificados como un diseño regular y representa el 5.17%, finalmente 100 elementos se encuentran clasificados como un diseño bueno, lo que representa un 86.21% del total.

Gráfico N° 27: Enfoque de las expectativas: Criterio II - Lamm



Análisis: del gráfico se puede observar que según el análisis de consistencia mediante el criterio II para elementos sucesivos según Lamm, se obtuvo que un total de 22 tramos se encuentran en un diseño malo, representando un 18.97%; 20 se encuentran clasificados dentro de un diseño regular representando un 17.24% y 74 se encuentran dentro de un diseño bueno, representando un 63.79% del total.

Gráfico N° 28: Enfoque de las expectativas: Estabilidad dinámica



Análisis: del gráfico se puede observar que, según el análisis de consistencia por el criterio de estabilidad dinámica del total de 58 curvas analizadas, 11 se encuentran dentro de un diseño malo, representando un 18.97%; 5 curvas se encuentran dentro de un diseño regular, representando un 8.62% y finalmente se tiene que 42 curvas se encuentran en un estado de diseño bueno, representando el 72.41% del total de curvas analizadas.

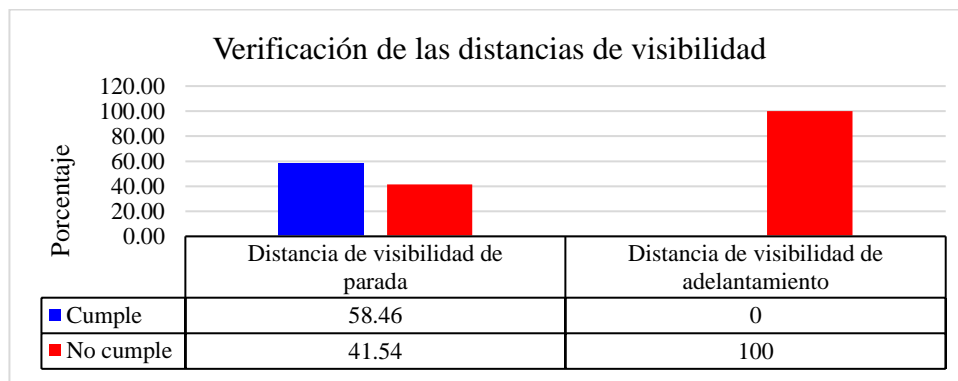
## 4.7 Presentación de resultados

### 4.7.1 Distancia de visibilidad

Tabla 54: Verificación de las distancias de visibilidad

	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Distancia de visibilidad de parada</b>	38	58.46	27	41.54
<b>Distancia de visibilidad de adelantamiento</b>	0	0	60	100

Gráfico N° 29: Verificación de las distancias de visibilidad



Análisis: del gráfico se puede observar que en cuanto a las distancias de visibilidad de parada el 41.54% del total de la carretera es insegura debido que no cumple con las distancias mínimas de parada indicada en las DG – 2018; respecto a las distancias de visibilidad de adelantamiento el 100% del tramo es inseguro ya que no existe ningún tramo que contenga la distancia mínima para poder realizar dicha maniobra. En promedio para el primer parámetro se puede decir que es un 70.77% inseguro respecto de las distancias de visibilidad.

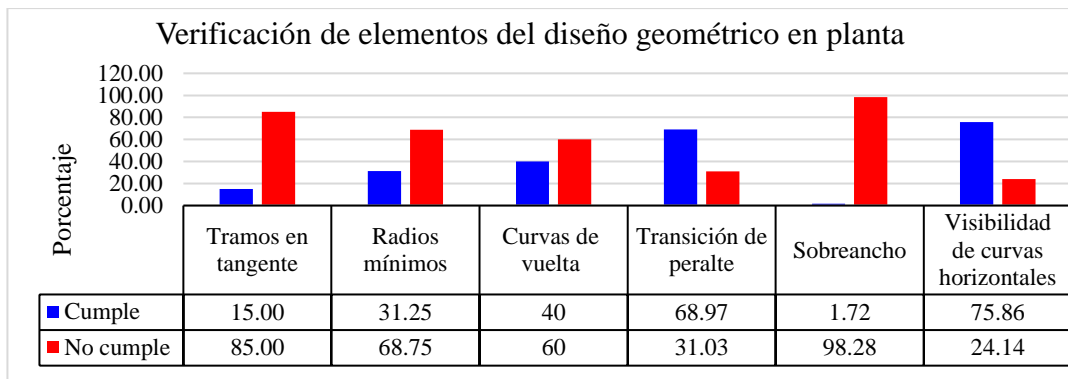
### 4.7.2 Diseño geométrico en planta

Tabla 55: Verificación de elementos del diseño geométrico en planta

	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Tramos en tangente</b>	9	15.00	51	85.00
<b>Radios mínimos</b>	15	31.25	33	68.75
<b>Curvas de vuelta</b>	4	40	6	60

<b>Transición de peralte</b>	40	68.97	18	31.03
<b>Sobreechancho</b>	1	1.72	57	98.28
<b>Visibilidad de curvas horizontales</b>	44	75.86	14	24.14

Gráfico N° 30: Verificación de elementos del diseño geométrico en planta



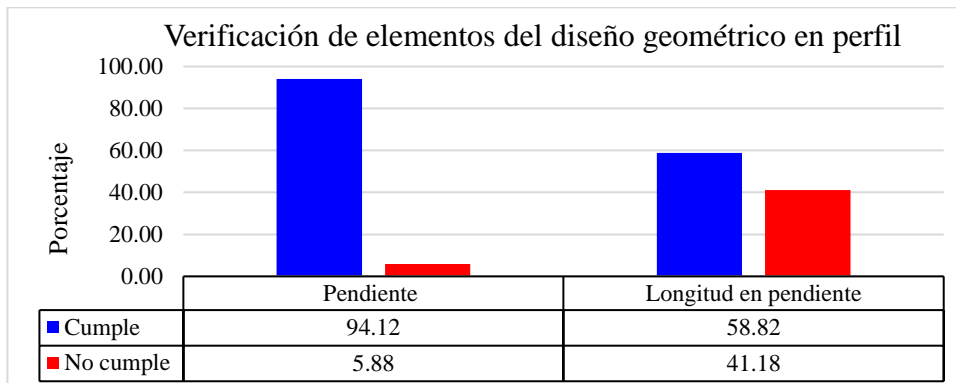
Análisis: del gráfico se puede observar en relación a los tramos en tangentes la carretera es un 85% insegura, respecto a sus radios mínimos un 68.75, en cuanto a las curvas de vuelta un 60%, en relación la transición de peralte un 31.03%, referente a los sobreechanchos un 98.28% y finalmente 24.14% inseguro en consideración a la visibilidad de curvas horizontales; por lo tanto en promedio la carretera es un 61.20% inseguro en cuanto a sus elementos de diseño geométrico en planta.

#### 4.7.3 Diseño geométrico en perfil

Tabla 56: Verificación de elementos del diseño geométrico en perfil

	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Pendiente</b>	16	94.12	1	5.88
<b>Longitud en pendiente</b>	10	58.82	7	41.18

Gráfico N° 31: Verificación de elementos del diseño geométrico en perfil



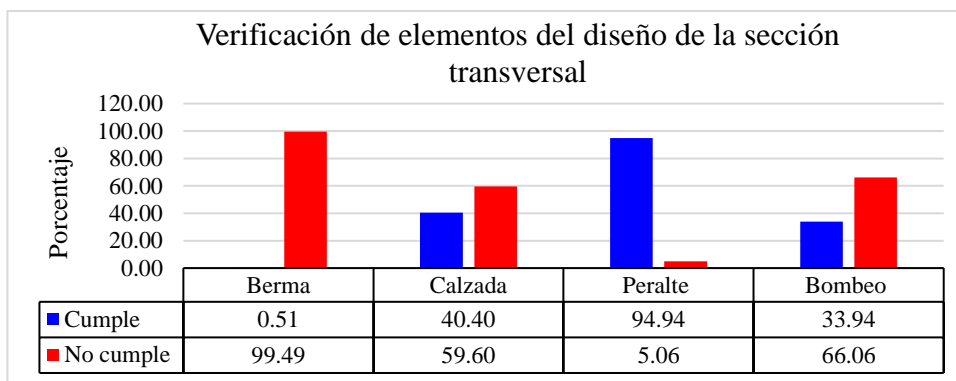
Análisis: del gráfico podemos observar que respecto a las pendientes tan solo un 5.88% de la carretera es insegura y en cuanto a las longitudes en pendiente un 41.18% es insegura. En promedio analizando los elementos del diseño geométrico en perfil presenta un 23.53% de inseguridad.

#### 4.7.4 Diseño geométrico de la sección transversal

Tabla 57: Verificación de elementos del diseño de la sección transversal

	Cumple		No cumple	
	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Berma</b>	2	0.51	394	99.49
<b>Calzada</b>	160	40.40	236	59.60
<b>Peralte</b>	169	94.94	9	5.06
<b>Bombeo</b>	74	33.94	144	66.06

Gráfico N° 32: Verificación de elementos del diseño de la sección transversal



Análisis: del gráfico podemos observar que, de la evaluación realizada, respecto a las bermas un 99.49% de las analizadas son inseguras, en cuanto al ancho de calzadas un 59.60%, en relación a los peraltes un 5.06% y finalmente un 66.06%

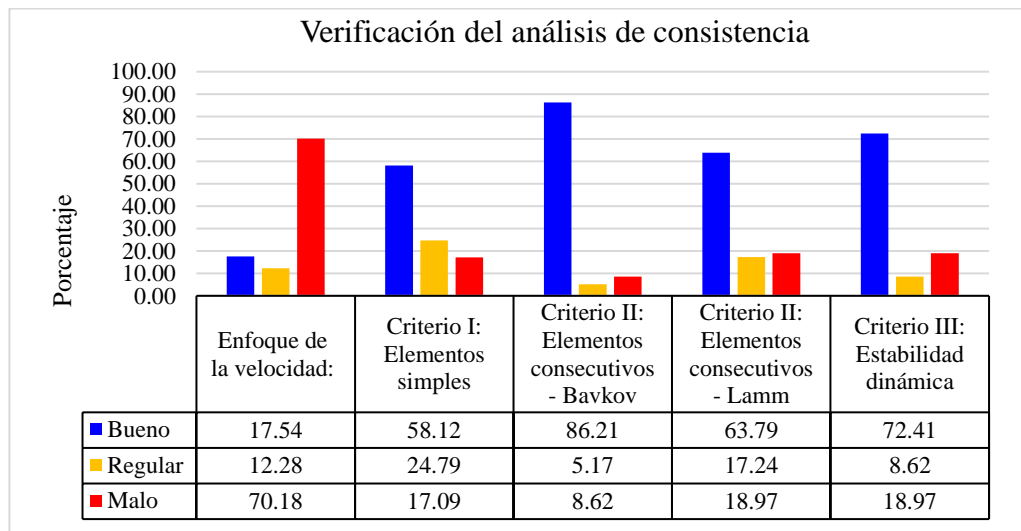
de los bombeos son inseguros no están de acuerdo al mínimo establecido para un correcto drenaje. En promedio un 57.55% de la carretera es inseguro en cuestión de sus elementos del diseño de la sección transversal.

#### 4.7.5 Análisis de la consistencia

Tabla 58: Verificación del análisis de consistencia

	Bueno		Regular		Malo	
	Cantidad	%	Cantidad	%	Cantidad	%
<b>Enfoque de la velocidad:</b>	10	17.54	7	12.28	40	70.18
<b>Enfoque de las expectativas</b>						
Criterio I: Elementos simples	68	58.12	29	24.79	20	17.09
Criterio II: Elementos consecutivos - Bavkov	100	86.21	6	5.17	10	8.62
Criterio II: Elementos consecutivos - Lamm	74	63.79	20	17.24	22	18.97
Criterio III: Estabilidad dinámica	42	72.41	5	8.62	11	18.97

Gráfico N° 33: Verificación del análisis de consistencia



Análisis: según el gráfico se puede observar que según el enfoque de las expectativas el 70.18% de la carretera se encuentra clasificada dentro de un diseño malo, lo cual significa que según este enfoque se deben realizar modificaciones en el diseño y de los tramos regulares que representan el 12.28% solo se deben corregir dos tramos de todos los existentes debido que existen solo dos tramos con tres elementos evaluados como regulares consecutivos, representando un 3.51% y



finalmente para este enfoque se obtiene que el 17.54% de la vía se clasifica como bueno es decir las diferencias son admisibles y no es necesario modificar el diseño.

Según el enfoque de las expectativas se analizaron tres criterios, para el primero referido a elementos simples se obtuvo que un total de 17.09% se encuentra clasificada como un diseño malo lo cual significa que requiere hacer un rediseño y un 12.28% está clasificada como regular es decir este porcentaje de la vía necesita implementarse con señalización. El segundo criterio es bastante importante ya que éste nos permite analizar elementos consecutivos y poder analizar de una manera más precisa gran parte del problema descrito inicialmente, para el análisis de este segundo criterio se analizó según dos autores: según Bavkov se obtuvo que el 8.62% de los elementos analizados están clasificados con un diseño malo y un 5.17% como un diseño regular, según Lamm un 18.97% se encuentran en un diseño malo y un 17.24% como regulares, en ambos casos un diseño malo indica que se requiere hacer un rediseño y para los clasificados como regulares colocar señalización; pero lo importante de este segundo criterio es que los tramos en dónde se obtuvo una clasificación mala es justamente los tramos en dónde se tienen tramos rectos de gran longitud y a continuación se encuentran en el caso de la vía analizada con las curvas de vuelta produciéndose un cambio brusco de velocidades. Por último, para el tercer criterio se obtiene que el 18.97% de los tramos analizados se encuentran clasificados como malos lo que indica que existe una inconsistencia entre la fricción lateral de diseño y la fricción lateral demanda, el 8.62% se encuentra clasificado como un diseño regular lo que el cambio entre las fricciones es tolerable, pero se requiere implementar señalización. Como un promedio para el criterio de las expectativas se obtiene que un 15.91% de la vía se encuentra clasificada como un diseño malo, un 13.91% como un diseño regular y 70.13% como un diseño bueno.

#### **4.8 Contrastación de hipótesis**

De acuerdo a los resultados obtenidos se acepta la hipótesis general planteada, la cual indica que la consistencia de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo tiene relación con la seguridad vial, ya que del análisis de consistencia realizado nos permitieron determinar el estado de seguridad de la vía respecto de su diseño, determinándose que según el enfoque de las

velocidades la vía el 70.18% se encuentra en un diseño malo y según el enfoque de las expectativas corresponde al 15.91% por lo tanto estos tramos son inseguros. Además, que en el 13.91% se debe de colocar señalizaciones preventivas ya que tampoco son seguros.

#### **4.9 Discusión de resultados**

Los resultados obtenidos en esta investigación guardan relación con lo que sostienen los autores a nivel internacional (Mora Ascencio, 2018) y (García García et al., 2016) ya que ambos mencionan que el enfoque de consistencia permite evaluar la seguridad en las carreteras, identificando la variación de la velocidad de operación respecto a la de diseño, además mencionan que se presentan grandes reducciones de velocidad cuando existen tramos tangentes de considerable longitud seguidos por curvas; sin embargo existe una diferencia con los autores (García Ramírez et al., 2017) ya que sus resultados analizan solamente la variación de las velocidades de operación por horas durante el día y la noche, mas no realizan una metodología para determinar el nivel de seguridad de la vía analizada en su investigación

Adicionalmente guarda relación con los autores a nivel nacional (Sánchez Sánchez, 2017) y (Gómez Allende & Quispe Mejía, 2017) ya que su metodología empleada coincide en la evaluación de sus parámetros geométricos con las dada por el Manual de Diseño Geométrico (DG) para posteriormente evaluar la consistencia encontrando en su investigación lo tramo en riesgo los cuales presenta diseños de regulares a malos; sin embargo con el autor (Turpo Cayo, 2018) coinciden solo en la evaluación de la consistencia geométrica ya que no analiza los parámetros de diseño geométrico de la vía, y en sus resultados encuentra importantes variaciones en la velocidad de operación y la de diseño.

A nivel local guarda coherencia con lo indicado por los autores (Morales & Steve, 2017) ya que en su investigación analizan una carretera con similar configuración geométrica determinando que existen tramos con cierto grado de inconsistencia y en los que se recomienda la ubicación de señalizaciones preventivas para el control de la velocidad, además se relaciona con el autor (Cueva Rodriguez, 2018), ya en

sus resultados presenta el porcentaje de cumplimiento de sus parámetros de diseño geométrico respecto a los indicados por el Manual de Diseño Geométrico.

## **CAPÍTULO V CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

### **5.1 Conclusiones**

Luego de haber desarrollado la presente investigación, se llegaron a las siguientes conclusiones:

- Se realizó el levantamiento topográfico de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo.
- Se realizó el estudio de tráfico y medición las velocidades de operación las cuales fueron comparadas con las propuestas por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.
- Se determinaron las características de diseño geométrico existentes de la carretera analizada y se compararon con las indicadas por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018.
- Se determinó la seguridad vial de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo, encontrando que algunos tramos de la carretera son inseguros.

### **5.2 Recomendaciones**

Luego de haber desarrollado la presente investigación, se recomienda tener en cuenta las siguientes consideraciones:

- Se recomienda realizar un levantamiento topográfico más detallado para las partes de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo en las cuales los taludes limiten la visibilidad para poder proponer una solución por medio de banquetas de visibilidad.

- Se recomienda analizar el tráfico existente en un año entero para poder determinar los factores de corrección y ajustar de manera más exacta la estimación presentada; y para determinar las velocidades de operación se recomienda utilizar un radar de velocidad para autos para incrementar la exactitud de.
- Luego de haber comparado las características de diseño geométrico existentes de la carretera analizada con las indicadas por el Manual de Carreteras: Diseño Geométrico 2018, se recomienda evaluar la ampliación de la carretera, ya que muchas de las características geométricas analizadas ya no corresponden a su valor mínimo para el tráfico existente.
- Luego de haber evaluado la seguridad vial de la carretera centro poblado Huambocancha Alta – centro poblado Porcón Bajo se recomienda colocar dispositivos de control y seguridad donde los tramos arrojaron un diseño malo.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

- Agudelo Ospina, J. (2002). *Diseño Geométrico de Vías*. Medellín, Medellín, Colombia: UNIVERSIDAD NACIONAL DE COLOMBIA. Recuperado el 15 de Marzo de 2020, de <https://sjnavarro.files.wordpress.com/2011/08/disec3b1o-geomc3a9trico-de-vc3adas-john-jairo-agudelo.pdf>
- Cárdenas Grisales, J. (2013). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS* (Segunda ed.). Bogotá, Bogotá, Colombia: Ecoe. Recuperado el 20 de Octubre de 2019
- Chocontá Rojas, P. A. (2004). *DISEÑO GEOMÉTRICO DE VÍAS* (Segunda ed.). Medellín, Bogotá, Colombia: EDITORIAL ESCUELA COLOMBIANA DE INGENIERÍA . Recuperado el 10 de Febrero de 2020
- Cueva Rodriguez, O. (2018). *EVALUACIÓN DE LAS CARACTERÍSTICAS GEOMÉTRICAS DE LA CARRETERA PACCHA IGLESIA PAMPA CENTRO POBLADO LAUREL PAMPA KM 00.0+00 – KM 05.5 +00 DE ACUERDO CON LAS NORMAS DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS DG 2013*. Cajamarca, Cajamarca, Perú: Universidad Nacional de Cajamarca. Recuperado el 15 de Junio de 2021, de <https://repositorio.unc.edu.pe/bitstream/handle/UNC/2000/TESIS.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Cultura, & Cultura Vial. (26 de Mayo de 2011). *CULTURA VIAL*. Recuperado el 18 de Octubre de 2019, de <http://culturavial.com/2011/05/26/que-es-seguridad-vial/>
- Echaveguren Navarro, T., & Saez Cardenas, J. (Octubre de 2001). INDICADORES DE CONSISTENCIA EN EL DISEÑO GEOMETRICO DE CARRETERAS. *X Congreso de Ingeniería de Transportes*, 315-327. Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de

[https://www.researchgate.net/publication/236345436\\_INDICADORES\\_DE\\_CONSISTENCIA\\_EN\\_EL\\_DISENO\\_GEOMETRICO\\_DE](https://www.researchgate.net/publication/236345436_INDICADORES_DE_CONSISTENCIA_EN_EL_DISENO_GEOMETRICO_DE)

- Echaveguren, T., & Díaz, Á. (25 de Octubre de 2013). Perfiles de Velocidad de Operación en Curvas Horizontales Aisladas. *INGENIERÍA DE TRANSPORTE, I*(18), 25-32. Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de <http://www.ingenieriadetransporte.org/index.php/sochitran/article/view/159>
- García Depestre, R., Delgado Martínez, D., & Díaz García, E. (Agosto de 2012). Modelos de perfil de velocidad para evaluación de consistencia del trazado en carreteras de la provincia de Villa Clara, Cuba. *Revista Ingeniería de Construcción, II*(27). Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de <http://www.ricuc.cl/index.php/ric>
- García García, A., Camacho Torregrosa, F. J., & Díaz García, J. S. (7, 8 y 9 de Junio de 2016). ANÁLISIS DE LA LONGITUD DE LAS RECTAS Y SU INFLUENCIA EN LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS CONVENCIONALES. *XII Congreso de ingeniería del transporte*. Recuperado el 21 de Octubre de 2019, de <http://ocs.editorial.upv.es/index.php/CIT/CIT2016/paper/view/4119>
- García Ramírez, Y., Zárate, B., Segarra, S., & González, J. (Julio de 2017). Variación Diaria y Horaria de la Velocidad de Operación en Carreteras Rurales de Dos Carriles en el Cantón Loja. *Revista Politécnica, 40*(1), 45-51. Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de [http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1390-01292017000300045&lng=en&tlng=en](http://scielo.senescyt.gob.ec/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1390-01292017000300045&lng=en&tlng=en).
- Gómez Allende, G. R., & Quispe Mejía, J. L. (2017). *EVALUACIÓN DE LA SEGURIDAD VIAL - NOMINAL DE LA CARRETERA ENACO - ABRA CCORAO DE ACUERDO A LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO*. Cusco, Cusco, Perú: Universidad Andina del Cusco. Recuperado el 22 de Octubre de 2019, de <http://repositorio.uandina.edu.pe/handle/UAC/992>
- Gonzáles, S., & Antonio, J. (2013). Mejoramiento del diseño geométrico para incrementar la seguridad vial y reducir los accidentes - Carretera Nazca - Puquio. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/14967>
- INEI. (2017). *PERÚ: VI CENSO NACIONAL DE COMISARÍAS 2017, RESULTADOS DEFINITIVOS: ANÁLISIS DE TRÁNSITO OCURRIDOS EN EL AÑO 2016*. Lima, Perú: Instituto Nacional de Estadística e informática. Recuperado el 10 de Octubre de 2019
- INVÍAS, I. (2008). *Manual de Diseño Geométrico de Carreteras*. (I. N. Vías, Ed.) Bogotá, Bogotá, Colombia: Ministerio de Transporte. Recuperado el 18 de Mayo de 2020, de <https://www.invias.gov.co/index.php/archivo-y-documentos/documentos-tecnicos/especificaciones-tecnicas/985-manual-de-diseno-geometrico>
- Kraemer, C., Pardillo, J., Romana, M., Rocci, S., Sánchez Blanco, V., & del Val, M. (2009). *INGENIERÍA DE CARRETERAS* (Vol. I). MADRID, España: McGRAWHI-HILL. Recuperado el 13 de OCTUBRE de 2019
- Mora Ascencio, R. E. (2018). *SELECCIÓN DE MODELO DE PREDICCIÓN DE VELOCIDADES DE OPERACIÓN PARA CARRETERAS BIDIRECCIONALES EN COLOMBIA*. Bogotá, Bogotá, Colombia: Escuela Colombiana de Ingeniería. Recuperado el 25 de Octubre de 2019, de

<https://repositorio.escuelaing.edu.co/bitstream/001/759/1/Mora%20Ascencio%2C%20Ra%C3%BAI%20Enrique%20-%202018.%20pdf>

- Morales, C., & Steve, A. (22 de Agosto de 2017). Incremento de la seguridad vial mediante el análisis de consistencia del diseño geométrico. *Universidad Nacional de Ingeniería*. Recuperado el 20 de Octubre de 2019, de <http://cybertesis.uni.edu.pe/handle/uni/4277>
- MTC. (19 de Abril de 2014). *IMDA índice medio diario anual*. Obtenido de Ministerio de Transportes y Comunicaciones: <http://mtcgeo2.mtc.gob.pe/imdweb/>
- MTC. (2018). *MANUAL DE CARRETERAS: DISEÑO GEOMÉTRICO - 2018* (RD N° 03-2018-MTC/14 (30.01.2018) ed.). Lima, Perú: MINISTERIO DE TRANSPORTES Y COMUNICACIONES. Recuperado el 20 de Octubre de 2019
- OMS. (10 de Octubre de 2010). *ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD*. Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de ORGANIZACIÓN MUNDIAL DE LA SALUD: [https://www.who.int/violence\\_injury\\_prevention/road\\_traffic/es/](https://www.who.int/violence_injury_prevention/road_traffic/es/)
- Posada-Henao, J., Cadavid Agudelo, S., & Castro Gómez, L. (Diciembre de 2014). Consistencia en el diseño: predicción de la velocidad de operación en carreteras. *Ingeniería Solidaria, X(17)*, 9. Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de <https://doi.org/10.16925/in.v9i17.803>
- Sánchez Sánchez, J. A. (Diciembre de 2017). APLICACIÓN DEL ANÁLISIS DE CONSISTENCIA COMO COMPLEMENTO AL DISEÑO GEOMÉTRICO PARA LA SEGURIDAD VIAL DE LA CARRETERA CONOCOCHA – HUARAZ, TRAMO KM 510+000 AL KM 570+000 ANCASH. *UNIVERSIDAD NACIONAL*. Recuperado el 24 de Octubre de 2019, de <http://repositorio.unasam.edu.pe/handle/UNASAM/2157>
- SENAMHI. (28 de Agosto de 2020). *SENAMHI*. Recuperado el 28 de Agosto de 2020, de Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú: <https://www.senamhi.gob.pe/main.php?dp=cajamarca&p=estaciones>
- SlideShare. (6 de Junio de 2012). *InSlideShare*. Recuperado el 18 de Abril de 2020, de InSlideShare: <https://es.slideshare.net/elflacostalin/06disenogeometrico-100113145312phpapp02>
- Turpo Cayo, D. M. (2018). *ANÁLISIS DE VELOCIDAD DE DISEÑO Y OPERACIÓN EN LA CONSISTENCIA DEL DISEÑO GEOMÉTRICO SEGÚN DG-2018 EN CARRETERA PUNO – JULIACA, TRAMO KM 1349+000 – KM 1353+000*. Puno, Puno, Perú: UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO. Recuperado el 2 de Noviembre de 2019, de <http://repositorio.unap.edu.pe/handle/UNAP/9766>
- Vniversitat de València. (12 de Diciembre de 2015). *Vniversitat de València*. Recuperado el 23 de Octubre de 2019, de Vniversitat de València web site: [https://www.uv.es/sfpenlinia/cas/62el\\_accidente\\_de\\_trfico\\_concepto\\_y\\_tipos.html](https://www.uv.es/sfpenlinia/cas/62el_accidente_de_trfico_concepto_y_tipos.html)

## ANEXOS

### Estudio Hidrológico

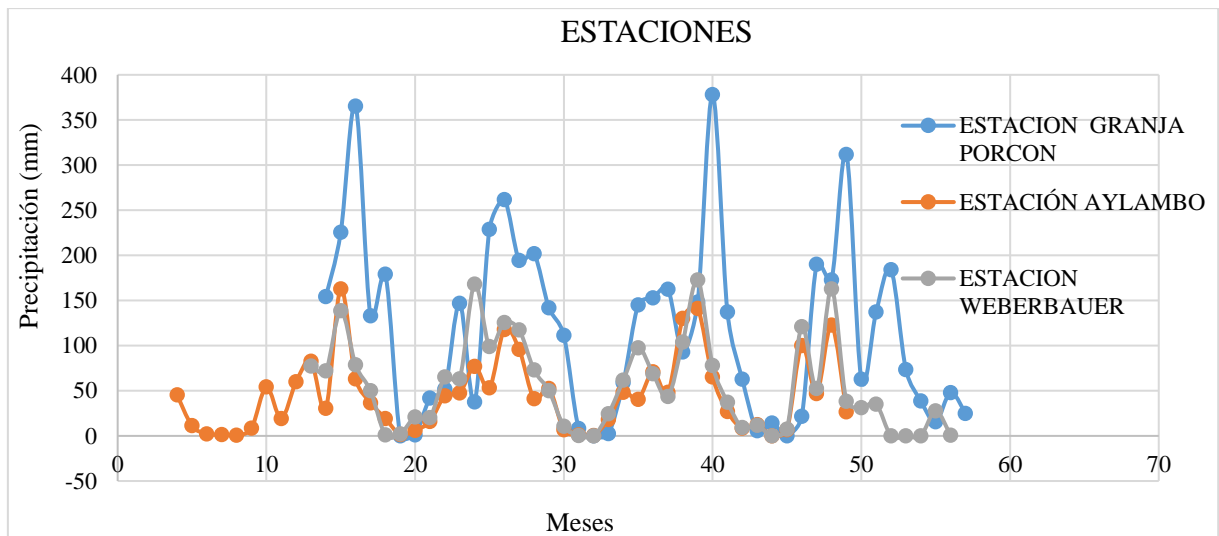
Para determinar la precipitación por año se obtuvieron los siguientes datos del (SENAMHI, 2020) de las estaciones más cercanas a la carretera analizada:

Tabla 59: Datos obtenidos del Senamhi

Año	Mes	ESTACIÓN GRANJA PORCON	ESTACIÓN AYLAMBO	ESTACION WEBERBAUER
		Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)
2016	enero			
	febrero			
	marzo			
	abril		45.3	
	mayo		11.2	
	junio		2.2	
	julio		1.5	
	agosto		0.7	
	setiembre		8.5	
	octubre		54.2	
	noviembre		19.2	
	diciembre		59.8	
2017	enero	154.3	82.8	77.5
	febrero	225.4	30.5	71.9
	marzo	365.3	162.9	138.7
	abril	133	63.1	78.6
	mayo	179.2	36.7	50
	junio	0	19.3	1
	julio	1.2	1.5	2.3
	agosto	41.7	6.2	20.9
	setiembre	51.7	16	20.2
	octubre	146.8	44.5	65.3
	noviembre	37.7	47.4	63.2
	diciembre	228.9	76.8	168.1
2018	enero	261.8	53.1	99
	febrero	194.4	117.7	125.7
	marzo	201.7	95.7	117.3
	abril	141.7	41	72.9
	mayo	111.4	52.6	50.1
	junio	8.2	6.6	10.8
	julio	0	1.2	0.5
	agosto	2.5	0.5	0
	setiembre	59	18.2	24.4
	octubre	145.2	48.3	61.6
	noviembre	152.9	40.5	97.4
	diciembre	162.3	70.8	68.7
2019	enero	92.8	48.1	43.7
	febrero	148.4	130.1	104.1
	marzo	378.2	141.1	172.7
	abril	137.3	65.2	78.1
	mayo	62.8	27	37.4
	junio	5.8	8.5	9.1
	julio	14.1	12.3	11.7

	agosto	0	0	0	
	setiembre	21.6	6.6	7.6	
	octubre	190.2	99.9	121	
	noviembre	172.6	46.8	52.6	
	diciembre	311.7	122.6	162.7	
2020	enero	62.9	26.5	38.2	
	febrero	137.4		31.2	
	marzo	184.2		35.2	
	abril	73.5		0	
	mayo	38.8		0	
	junio	15.5		0	
	julio	48		27.6	
	agosto	25		0.7	
	setiembre				
	octubre				
	noviembre				
	diciembre				
		n	44	46	44
		X	116.53	45.03	54.99
	s	98.97	41.70	50.10	
	Sa <sup>2</sup>	9,795.18	1,739.28	2,510.48	

Gráfico N° 34: Precipitación según estaciones



Del gráfico se puede observar que la estación más confiable es la estación Weberbauer, por lo tanto, se corrigieron los datos de las otras estaciones respecto a esta.

Tabla 60: Análisis Estación Weberbauer – Estación Aylambo

	ESTACION WEBERBAUER	ESTACION AYLAMBO
n	44	46
X	54.99	45.03
Sa	50.10	41.70
Sa <sup>2</sup>	2,510.48	1639
gl	88	

Análisis de la media

Sp	46.001
Sd	9.700
Tc	1.028
$\alpha$	0.050
1- $\alpha/2$	0.975

Análisis de la Varianza

G.L.N	43.000
G.L.D	45.000
Fc	1.531
$\alpha$	0.050
1- $\alpha/2$	0.975



Tt	1.987
Tc	1.028

como  $|Tc| < Tt$   
entonces ya no se  
corrige la muestra

Ft	1.816
----	-------

como  $Fc < Ft$  entonces no  
debemos de corregir la  
muestra

Tabla 61: Análisis Estación Weberbauer – Estación Granja Porcón

	ESTACIÓN WEBERBAUER	ESTACIÓN GRANJA PORCON
n	44	44
X	54.99	116.53
Sa	50.10	98.97
Sa <sup>2</sup>	2,510.48	9,795.18
gl	86.00	

Análisis de la media

Sp	78.44
Sd	16.72
Tc	-3.68
α	0.05
1-α/2	0.98
Tt	1.99
Tc	3.68

como  $|Tc| > Tt$   
entonces debemos  
corregir la muestra

Análisis de la media

G.L.N	43.00
G.L.D	43.00
Fc	0.26
α	0.05
1-α/2	0.98
Ft	1.83

como  $Fc < Ft$   
entonces no  
debemos de  
corregir la muestra

Para corregir la estación Granja Porcón respecto de la estación Weberbauer se utilizó la siguiente ecuación:

$$X'_t = \left( \frac{x_t - \bar{x}_b}{S_b} \right) * S_a + \bar{x}_a \quad \text{Ecuación ..... 34}$$

Donde:

$x_t$ : valor corregido de la estación Granja Porcón

$\bar{x}_b$ : media aritmética de la estación Granja Porcón

$S_b$ : desviación estándar de la estación Granja Porcón

$S_a$ : desviación estándar de la estación Weberbauer

$\bar{x}_a$ : media aritmética de la estación Weberbauer

Los valores de las estaciones incluyendo la corregida se muestran en la siguiente tabla:

Tabla 62: Datos corregidos de estaciones

Año	Mes	ESTACIÓN GRANJA PORCON	ESTACIÓN AYLAMBO	ESTACION WEBERBAUER
		Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)
2016	enero			
	febrero			
	marzo			
	abril		45.30	

	mayo		11.20	
	junio		2.20	
	julio		1.50	
	agosto		0.70	
	setiembre		8.50	
	octubre		54.20	
	noviembre		19.20	
	diciembre		59.80	
2017	enero	74.12	82.80	77.50
	febrero	110.11	30.50	71.90
	marzo	180.94	162.90	138.70
	abril	63.33	63.10	78.60
	mayo	86.72	36.70	50.00
	junio	4.00	19.30	1.00
	julio	3.39	1.50	2.30
	agosto	17.11	6.20	20.90
	setiembre	22.17	16.00	20.20
	octubre	70.32	44.50	65.30
	noviembre	15.09	47.40	63.20
	diciembre	111.88	76.80	168.10
2018	enero	128.54	53.10	99.00
	febrero	94.42	117.70	125.70
	marzo	98.11	95.70	117.30
	abril	67.74	41.00	72.90
	mayo	52.40	52.60	50.10
	junio	0.15	6.60	10.80
	julio	4.00	1.20	0.50
	agosto	2.73	0.50	0.00
	setiembre	25.87	18.20	24.40
	octubre	69.51	48.30	61.60
	noviembre	73.41	40.50	97.40
	diciembre	78.17	70.80	68.70
2019	enero	42.98	48.10	43.70
	febrero	71.13	130.10	104.10
	marzo	187.47	141.10	172.70
	abril	65.51	65.20	78.10
	mayo	27.79	27.00	37.40
	junio	1.06	8.50	9.10
	julio	3.14	12.30	11.70
	agosto	4.00	0.00	0.00
	setiembre	6.94	6.60	7.60
	octubre	92.29	99.90	121.00
	noviembre	83.38	46.80	52.60
	diciembre	153.80	122.60	162.70
2020	enero	27.85	26.50	38.20
	febrero	65.56		31.20
	marzo	89.25		35.20
	abril	33.21		0.00
	mayo	15.64		0.00
	junio	3.85		0.00
	julio	20.30		27.60
	agosto	8.66		0.70
setiembre				

	octubre			
	noviembre			
	diciembre			
	n	44	46	44
	X	55.87	45.03	54.99
	Sa	49.11	41.70	50.10
	Sa <sup>2</sup>	2,411.57	1,739.28	2,510.48

Para realizar la completar los datos se utilizó el método de la recta de regresión:

$$r = \frac{\sum(X - X_m)(Y - Y_m)}{(n - 1)(S_x)(S_y)} \quad \text{Ecuación ..... 35}$$

Donde:

*Y*: estación con datos incompletos

*X*: Estación base

*X<sub>m</sub>*: media aritmética de los datos de *X* que forman parejas con los de *Y*

*Y<sub>m</sub>*: media aritmética de todos los datos de *Y*

*S<sub>x</sub>*: desviación estándar para todos los datos de *X* que forman parejas con los de *Y*.

*S<sub>y</sub>*: desviación estándar para todos los datos de *Y*.

$$Y' = a + b * (X - X_m) \quad \text{Ecuación ..... 36}$$

Donde:

$$a = Y_m \quad \text{Ecuación ..... 37}$$

$$b = r * \frac{S_y}{S_x} \quad \text{Ecuación ..... 38}$$

El proceso de completación se realizó mediante un par de estaciones, una de ella siendo la base y la otra la estación a completar, a continuación, se presenta el cálculo para un primer proceso completación y se realizará de la misma manera hasta tener todos los datos de las estaciones completos

Tabla 63: Proceso ejemplo de completación

AÑO	Mes	INCOMPLETOS	BASE	Y-Y <sub>m</sub>	X-X <sub>m</sub>	(Y-Y <sub>m</sub> )* (X-X <sub>m</sub> )	COMPLETADOS
		ESTACION WEBERBAUER	ESTACIÓN AYLAMBO				ESTACION WEBERBAUER
		Precipitación (mm)	Precipitación (mm)				Precipitación (mm)
2016	enero						
	febrero						

	marzo						
	abril		45.30				<b>49.57</b>
	mayo		11.20				<b>13.99</b>
	junio		2.20				<b>4.60</b>
	julio		1.50				<b>3.87</b>
	agosto		0.70				<b>3.03</b>
	setiembre		8.50				<b>11.17</b>
	octubre		54.20				<b>58.85</b>
	noviembre		19.20				<b>22.33</b>
	diciembre		59.80				<b>64.69</b>
2017	enero	77.50	82.80	22.51	32.30	726.91	77.50
	febrero	71.90	30.50	16.91	-20.00	-338.18	71.90
	marzo	138.70	162.90	83.71	112.40	9408.42	138.70
	abril	78.60	63.10	23.61	12.60	297.38	78.60
	mayo	50.00	36.70	-4.99	-13.80	68.92	50.00
	junio	1.00	19.30	-53.99	-31.20	1684.73	1.00
	julio	2.30	1.50	-52.69	-49.00	2582.11	2.30
	agosto	20.90	6.20	-34.09	-44.30	1510.42	20.90
	setiembre	20.20	16.00	-34.79	-34.50	1200.46	20.20
	octubre	65.30	44.50	10.31	-6.00	-61.87	65.30
	noviembre	63.20	47.40	8.21	-3.10	-25.46	63.20
	diciembre	168.10	76.80	113.11	26.30	2974.40	168.10
2018	enero	99.00	53.10	44.01	2.60	114.30	99.00
	febrero	125.70	117.70	70.71	67.20	4751.31	125.70
	marzo	117.30	95.70	62.31	45.20	2816.10	117.30
	abril	72.90	41.00	17.91	-9.50	-170.16	72.90
	mayo	50.10	52.60	-4.89	2.10	-10.26	50.10
	junio	10.80	6.60	-44.19	-43.90	1940.20	10.80
	julio	0.50	1.20	-54.49	-49.30	2686.66	0.50
	agosto	0.00	0.50	-54.99	-50.00	2749.81	0.00
	setiembre	24.40	18.20	-30.59	-32.30	988.24	24.40
	octubre	61.60	48.30	6.61	-2.20	-14.55	61.60
	noviembre	97.40	40.50	42.41	-10.00	-424.18	97.40
	diciembre	68.70	70.80	13.71	20.30	278.21	68.70
2019	enero	43.70	48.10	-11.29	-2.40	27.13	43.70
	febrero	104.10	130.10	49.11	79.60	3908.77	104.10
	marzo	172.70	141.10	117.71	90.60	10663.92	172.70
	abril	78.10	65.20	23.11	14.70	339.61	78.10
	mayo	37.40	27.00	-17.59	-23.50	413.49	37.40
	junio	9.10	8.50	-45.89	-42.00	1927.64	9.10
	julio	11.70	12.30	-43.29	-38.20	1653.92	11.70
	agosto	0.00	0.00	-54.99	-50.50	2777.30	0.00
	setiembre	7.60	6.60	-47.39	-43.90	2080.69	7.60
	octubre	121.00	99.90	66.01	49.40	3260.56	121.00
	noviembre	52.60	46.80	-2.39	-3.70	8.86	52.60
	diciembre	162.70	122.60	107.71	72.10	7765.37	162.70
2020	enero	38.20	26.50	-16.79	-24.00	403.08	38.20
	febrero	31.20					31.20
	marzo	35.20					35.20
	abril	0.00					0.00
	mayo	0.00					0.00
	junio	0.00					0.00
	julio	27.60					27.60
	agosto	0.70					0.70
	setiembre						
	octubre						

	noviembre					
	diciembre					
	n	37	37		70964.25	
	Xm		51			
	Ym	55				
	Sx		43.47			
	Sy	50.10				
	r	0.91				

En la tabla siguiente se muestran los datos completados luego de seguir con el proceso de completación como en la tabla anterior:

Tabla 64: Datos de las estaciones completados

AÑO	Mes	ESTACIÓN GRANJA PORCON	ESTACIÓN AYLAMBO	ESTACION WEBERBAUER
		Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)
2016	enero			
	febrero			
	marzo			
	abril	50.68	45.30	49.57
	mayo	16.72	11.20	13.99
	junio	7.76	2.20	4.60
	julio	7.06	1.50	3.87
	agosto	6.26	0.70	3.03
	setiembre	14.03	8.50	11.17
	octubre	59.55	54.20	58.85
	noviembre	24.69	19.20	22.33
	diciembre	65.12	59.80	64.69
2017	enero	74.12	82.80	77.50
	febrero	110.11	30.50	71.90
	marzo	180.94	162.90	138.70
	abril	63.33	63.10	78.60
	mayo	86.72	36.70	50.00
	junio	4.00	19.30	1.00
	julio	3.39	1.50	2.30
	agosto	17.11	6.20	20.90
	setiembre	22.17	16.00	20.20
	octubre	70.32	44.50	65.30
	noviembre	15.09	47.40	63.20
	diciembre	111.88	76.80	168.10
2018	enero	128.54	53.10	99.00
	febrero	94.42	117.70	125.70
	marzo	98.11	95.70	117.30
	abril	67.74	41.00	72.90
	mayo	52.40	52.60	50.10
	junio	0.15	6.60	10.80
	julio	4.00	1.20	0.50
	agosto	2.73	0.50	0.00
	setiembre	25.87	18.20	24.40
	octubre	69.51	48.30	61.60
	noviembre	73.41	40.50	97.40
	diciembre	78.17	70.80	68.70
2019	enero	42.98	48.10	43.70

	febrero	71.13	130.10	104.10
	marzo	187.47	141.10	172.70
	abril	65.51	65.20	78.10
	mayo	27.79	27.00	37.40
	junio	1.06	8.50	9.10
	julio	3.14	12.30	11.70
	agosto	4.00	0.00	0.00
	setiembre	6.94	6.60	7.60
	octubre	92.29	99.90	121.00
	noviembre	83.38	46.80	52.60
	diciembre	153.80	122.60	162.70
	2020	enero	27.85	26.50
febrero		65.56	29.66	31.20
marzo		89.25	32.18	35.20
abril		33.21	9.99	0.00
mayo		15.64	9.99	0.00
junio		3.85	9.99	0.00
julio		20.30	27.39	27.60
agosto		8.66	10.43	0.70
setiembre				
octubre				
noviembre				
diciembre				
	n	53	53	53
	X	51.13	41.53	50.03
	Sa	46.83	40.00	47.90
	Sa <sup>2</sup>	2,193.21	1,600.18	2,294.38

Para poder realizar las extensiones de datos se procedió a organizar los datos en tablas tales donde se muestren los meses que se van a extender y los años en los cuales estos presentan valores, a partir de estos datos se determinó las ecuaciones y sus correlaciones, se tomaron para ese mes el valor que mostró un coeficiente de correlación más cercana a la unidad.

Tabla 65: Valores de precipitación obtenido para los meses faltantes

Año	Enero			Año	Octubre		
	Porcón	Aylambo	Weberbauer		Porcón	Aylambo	Weberbauer
2016		<b>95.76</b>		2016	59.55	54.20	58.85
2017	74.12	82.80	77.50	2017	70.32	44.50	65.30
2018	128.54	53.10	99.00	2018	69.51	48.30	61.60
2019	42.98	48.10	43.70	2019	92.29	99.90	121.00
2020	27.85	26.50	38.20	2020	<b>97.45</b>		
Y	-22.437x + 45358	<b>-17.39x + 35154</b>	-17.32x + 35025	Y	9.7423x - 19582	14.09x - 28365	18.275x - 36793
R <sup>2</sup>	0.4237	<b>0.937</b>	0.6039	R <sup>2</sup>	0.829	0.4986	0.6327
Año	Febrero			Año	Noviembre		
	Porcón	Aylambo	Weberbauer		Porcón	Aylambo	Weberbauer
2016	<b>124.90</b>			2016	24.69	19.20	22.33
2017	110.11	30.50	71.90	2017	70.32	44.50	65.30
2018	94.42	117.70	125.70	2018	73.41	40.50	97.40
2019	71.13	130.10	104.10	2019	83.38	46.80	52.60
2020	65.56	29.66	31.20	2020	<b>108.34</b>		

Y	<b>-15.694x + 31764</b>	0.9866x - 1914.5	-14.37x + 29089
R <sup>2</sup>	<b>0.9553</b>	0.0005	0.2035
Año	Marzo		
	Porcón	Aylambo	Weberbauer
2016		<b>95.76</b>	
2017	180.94	162.90	138.70
2018	98.11	95.70	117.30
2019	187.47	141.10	172.70
2020	65.56	29.66	31.20
Y	-25.677x + 51963	<b>-35.433x + 71630</b>	-26.71x + 54029
R <sup>2</sup>	0.2989	<b>0.6038</b>	0.3267
Año	Setiembre		
	Porcón	Aylambo	Weberbauer
2016	14.03	8.50	11.17
2017	22.17	16.00	20.20
2018	25.87	18.20	24.40
2019	6.94	6.60	7.60
2020			<b>38.10</b>
Y	5.9193x - 11919	4.85x - 9768.2	<b>6.6149x - 13324</b>
R <sup>2</sup>	0.9551	0.9095	<b>0.9575</b>

Y	<b>17.917x - 36084</b>	7.88x - 15860	12.29x - 24735
R <sup>2</sup>	<b>0.7848</b>	0.648	0.2605
Año	Diciembre		
	Porcón	Aylambo	Weberbauer
2016	65.12	59.80	64.69
2017	15.09	47.40	63.20
2018	78.17	70.80	68.70
2019	153.80	122.60	162.70
2020		<b>127.60</b>	
Y	32.911x - 66320	<b>21.18x - 42656</b>	29.952x - 60338
R <sup>2</sup>	0.5487	<b>0.6846</b>	0.632

Gráfico N° 35: Datos para precipitaciones de enero

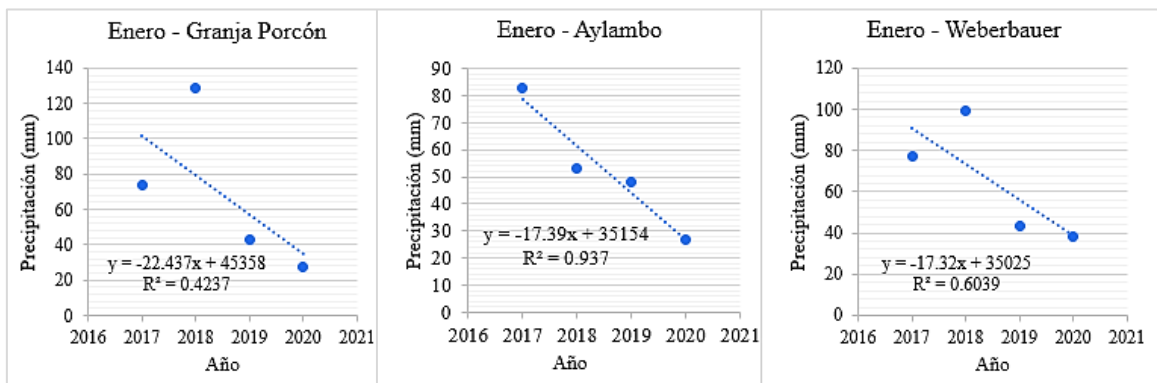


Gráfico N° 36: Datos para precipitaciones de febrero

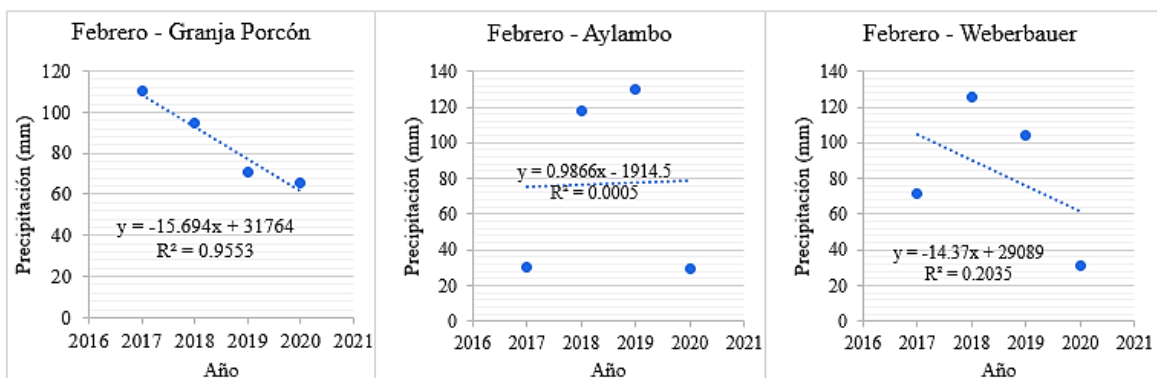


Gráfico N° 37: Datos para precipitaciones de marzo

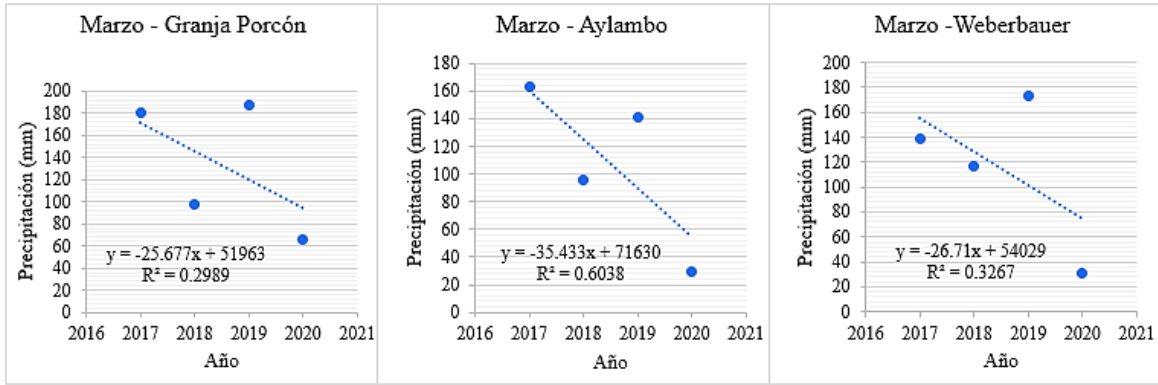


Gráfico N° 38: Datos para precipitaciones de setiembre

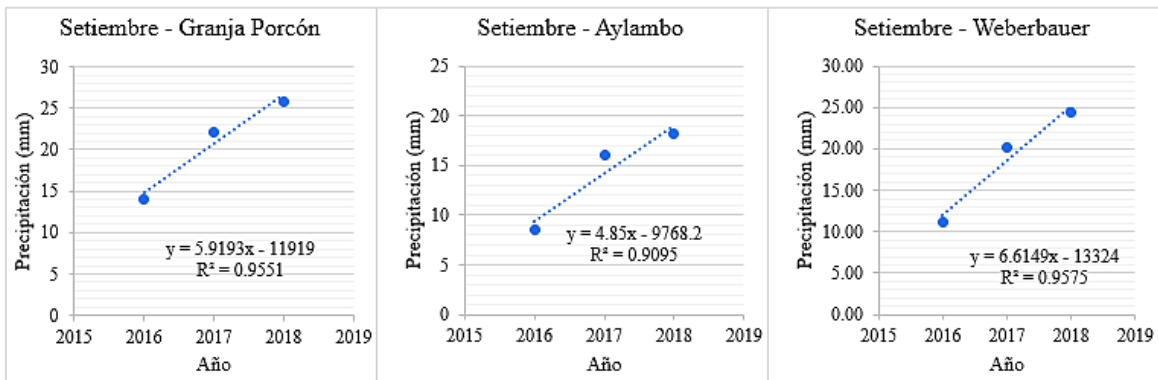


Gráfico N° 39: Datos para precipitaciones de octubre

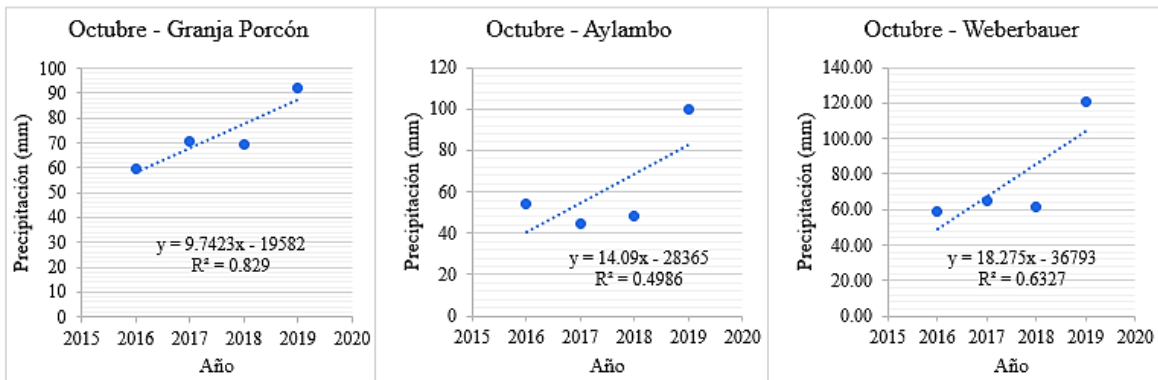


Gráfico N° 40: Datos para precipitaciones de noviembre

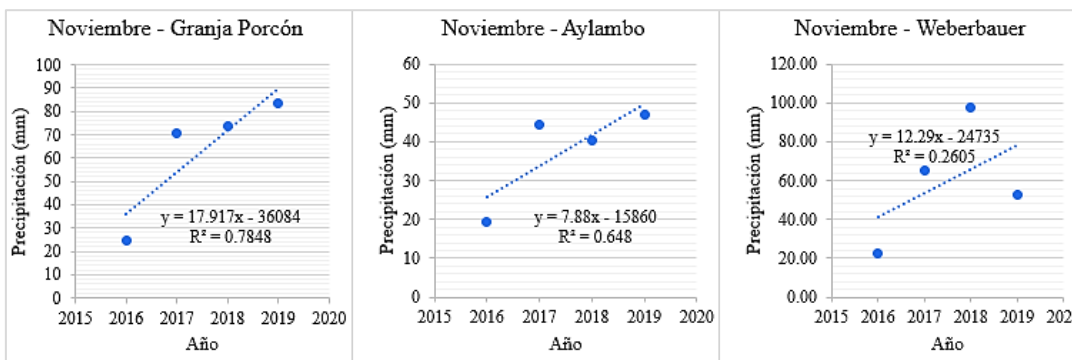
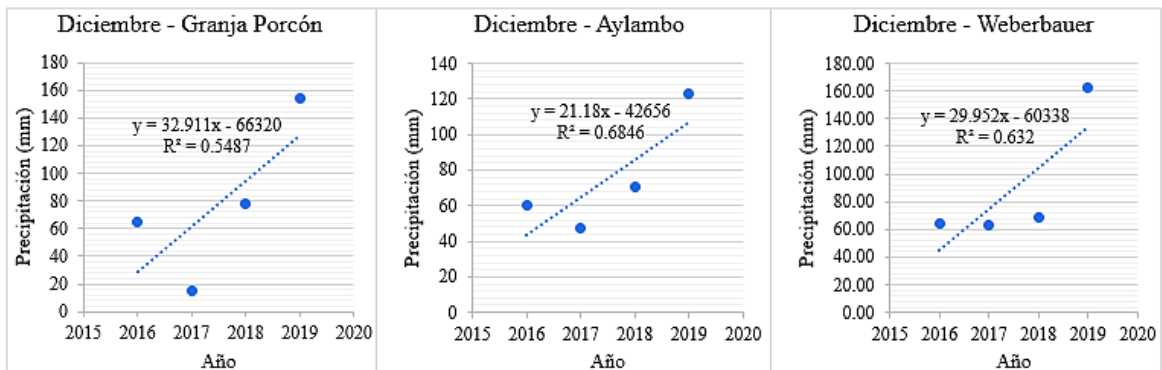




Gráfico N° 41: Datos para precipitaciones de diciembre



Para la última parte del proceso de completación de datos se analizó una estación con las otras dos ya que una es la base para completar las otras dos, las ecuaciones para realizar dichos completamientos de datos se obtuvieron de los siguientes gráficos:

Gráfico N° 42: Comparación estación Aylambo - Weberbauer

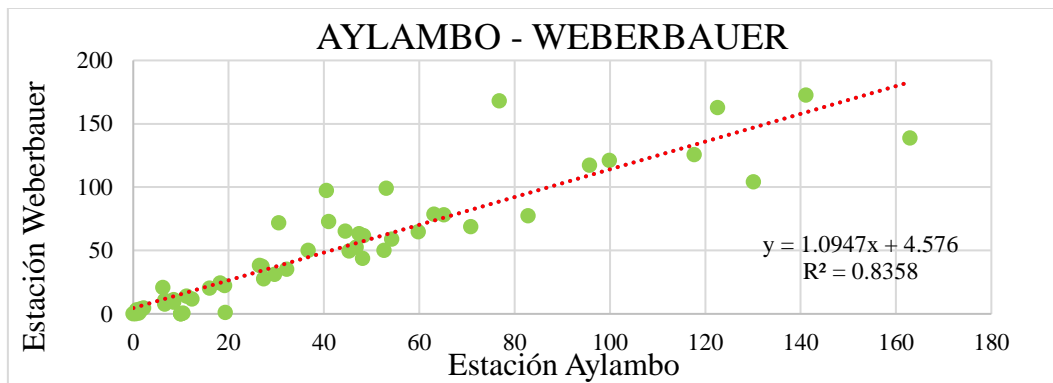


Gráfico N° 43: Comparación estación Aylambo – Granja Porcón

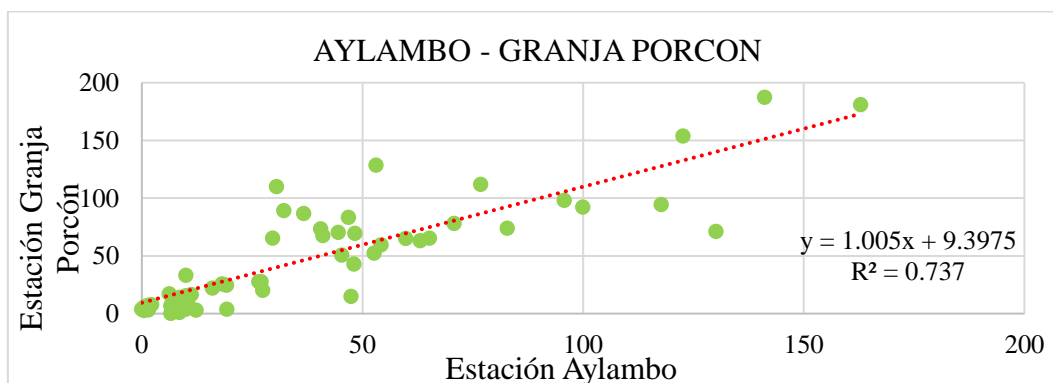


Gráfico N° 44: Comparación estación Granja Porcón - Weberbauer

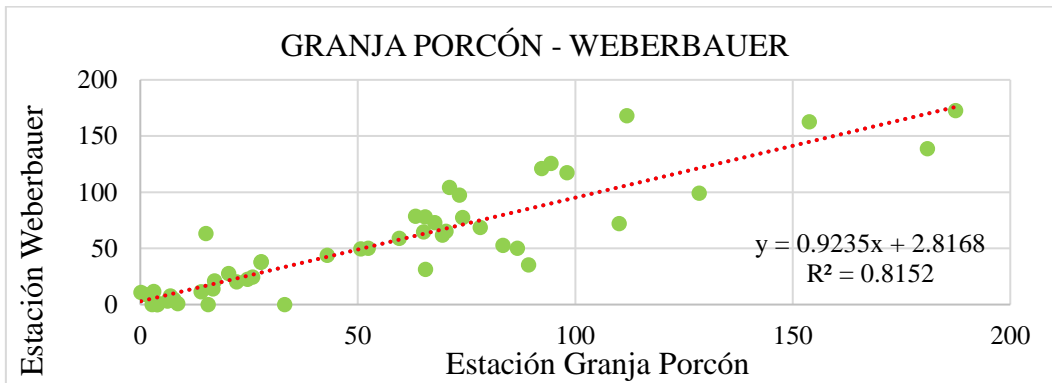


Gráfico N° 45: Comparación estación Granja Porcón - Aylambo

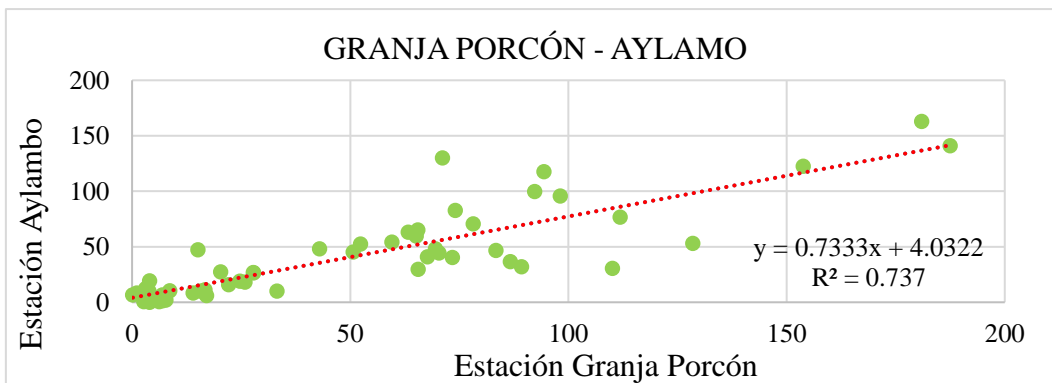


Gráfico N° 46: Comparación estación Weberbauer - Aylambo

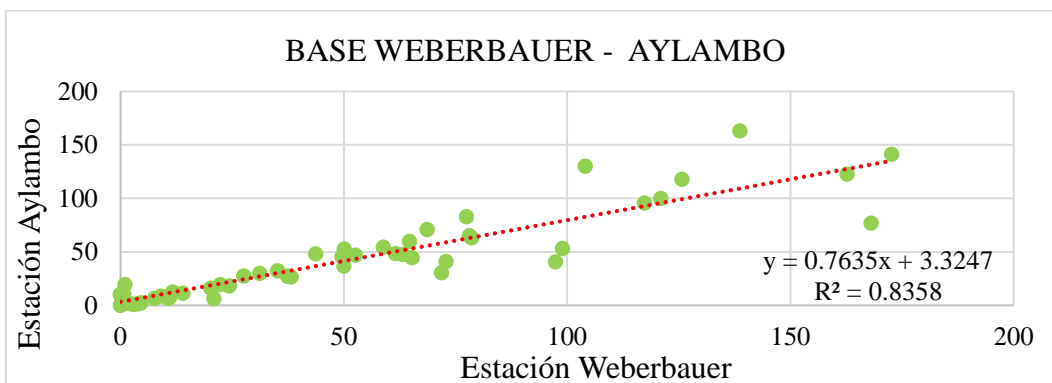
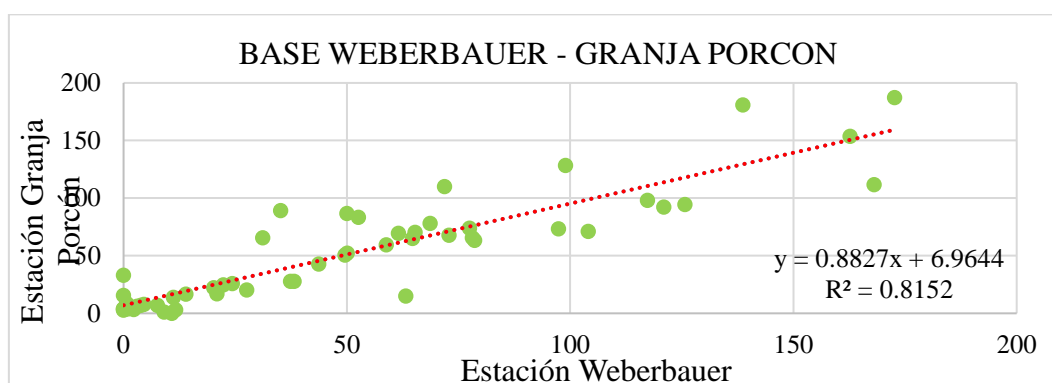


Gráfico N° 47: Comparación estación Weberbauer - Granja Porcón



A continuación, se presente el cálculo para la extensión de un dato y para el resto se procederá de igual manera:

Enero estación Granja Porcón

$$y = 1.005(95.76) + 9.3975 = 105.64 \text{ mm}$$

Enero estación Weberbauer

$$y = 1.0947(95.76) + 4.576 = 109.40 \text{ mm}$$

Febrero estación Aylambo:

$$y = 0.7333(124.896) + 4.0322 = 95.618 \text{ mm}$$

Febrero estación Weberbauer:

$$y = 0.9235(124.896) + 2.8168 = 118.158 \text{ mm}$$

Para el cálculo para los demás datos se procedió de la misma manera y el resumen se presenta en la siguiente tabla:

Tabla 66: Datos corregidos, completados y extendidos

AÑO	Mes	ESTACIÓN GRANJA PORCON	ESTACIÓN AYLAMBO	ESTACIÓN WEBERBAUER
		Precipitación (mm)	Precipitación (mm)	Precipitación (mm)
2016	enero	105.64	95.76	109.40
	febrero	124.896	95.618	118.158
	marzo	207.45	197.072	220.31
	abril	50.68	45.30	49.57
	mayo	16.72	11.20	13.99

	junio	7.76	2.20	4.60
	julio	7.06	1.50	3.87
	agosto	6.26	0.70	3.03
	setiembre	14.03	8.50	11.17
	octubre	59.55	54.20	58.85
	noviembre	24.69	19.20	22.33
	diciembre	65.12	59.80	64.69
2017	enero	74.12	82.80	77.50
	febrero	110.11	30.50	71.90
	marzo	180.94	162.90	138.70
	abril	63.33	63.10	78.60
	mayo	86.72	36.70	50.00
	junio	4.00	19.30	1.00
	julio	3.39	1.50	2.30
	agosto	17.11	6.20	20.90
	setiembre	22.17	16.00	20.20
	octubre	70.32	44.50	65.30
	noviembre	15.09	47.40	63.20
	diciembre	111.88	76.80	168.10
2018	enero	128.54	53.10	99.00
	febrero	94.42	117.70	125.70
	marzo	98.11	95.70	117.30
	abril	67.74	41.00	72.90
	mayo	52.40	52.60	50.10
	junio	0.15	6.60	10.80
	julio	4.00	1.20	0.50
	agosto	2.73	0.50	0.00
	setiembre	25.87	18.20	24.40
	octubre	69.51	48.30	61.60
	noviembre	73.41	40.50	97.40
	diciembre	78.17	70.80	68.70
2019	enero	42.98	48.10	43.70
	febrero	71.13	130.10	104.10
	marzo	187.47	141.10	172.70
	abril	65.51	65.20	78.10
	mayo	27.79	27.00	37.40
	junio	1.06	8.50	9.10
	julio	3.14	12.30	11.70
	agosto	4.00	0.00	0.00
	setiembre	6.94	6.60	7.60
	octubre	92.29	99.90	121.00
	noviembre	83.38	46.80	52.60
	diciembre	153.80	122.60	162.70
2020	enero	27.85	26.50	38.20
	febrero	65.56	29.66	31.20
	marzo	89.25	32.18	35.20
	abril	33.21	9.99	0.00
	mayo	15.64	9.99	0.00
	junio	3.85	9.99	0.00
	julio	20.30	27.39	27.60
	agosto	8.66	10.43	0.70
	setiembre	40.594	20.983	38.10
	octubre	97.45	75.489	92.808

	noviembre	108.34	83.478	102.869
	diciembre	152.645	79.821	165.04

Tabla 67: Precipitación promedio por año

AÑO	ESTACIÓN GRANJA PORCON	ESTACIÓN AYLAMBO	ESTACIÓN WEBERBAUER	P. promedio (mm/año)
	Precipitación (mm/año)	Precipitación (mm/año)	Precipitación (mm/año)	
2016	689.87	591.05	679.97	653.63
2017	759.19	587.70	757.70	701.53
2018	695.05	546.20	728.40	656.55
2019	739.50	708.20	800.70	749.47
2020	663.35	415.90	531.71	536.99

### Datos Estación MTC

Tabla 68: IMDA de la estación E012 del año 2000, 2006, 2008 y 2010

TIPO DE VEHICULO	Año 2000		Año 2006		Año 2008		Año 2010	
	IMDA	PORC.	IMDA	PORC.	IMDA	PORC.	IMDA	PORC.
AUTO	131	8.40%	69	2.80%	61	2.60%	164	5.70%
STATION WAGON	0	0%	450	18%	358	15.20%	551	19.20%
PICK UP	528	33.70%	869	34.70%	835	35.40%	943	32.80%
PANEL	0	0%	62	2.50%	101	4.30%	98	3.40%
COMBI	379	24.20%	480	19.20%	366	15.50%	392	13.60%
MICROBUS	141	9%	1	0%	143	6.10%	136	4.70%
BUS 2E	172	11%	293	11.70%	172	7.30%	129	4.50%
BUS 3E	0	0%	1	0%	1	0%	2	0.10%
CAMION 2E	109	7%	144	5.70%	164	6.90%	189	6.60%
CAMION 3E	49	3.10%	42	1.70%	51	2.20%	77	2.70%
CAMION 4E	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
SEMI TRAYLER 2S1 y 2S2	55	3.50%	0	0%	0	0%	1	0%
SEMI TRAYLER 2S3	0	0%	3	0.10%	6	0.30%	3	0.10%
SEMI TRAYLER 3S1 y 3S2	0	0%	10	0.40%	5	0.20%	11	0.40%
SEMI TRAYLER 3S3	0	0%	81	3.20%	99	4.20%	167	5.80%
TRAYLER 2T2	3	0.20%	0	0%	0	0%	2	0.10%
TRAYLER 2T3	0	0%	0	0%	0	0%	1	0%
TRAYLER 3T2	0	0%	1	0%	0	0%	8	0.30%
TRAYLER 3T3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
TRAYLER 4T3	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
<b>TOTAL</b>	<b>1567</b>	<b>100.00%</b>	<b>2506</b>	<b>100.00%</b>	<b>2362</b>	<b>100.00%</b>	<b>2874</b>	<b>100.00%</b>

Fuente: (MTC, IMDA índice medio diario anual, 2014)

## Estudio de clasificación vehicular

Tabla 69: martes 18 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	20	31	30	-	9	-	5	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	98	8.39	
07-08	22	27	21	-	6	-	3	-	-	-	-	-	4	-	-	-	-	83	7.11	
08-09	21	34	32	-	-	-	4	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	99	8.48	
09-10	26	28	20	-	-	-	7	4	-	-	-	-	1	2	-	-	-	88	7.53	
10-11	43	28	30	-	7	-	8	6	-	1	-	-	-	1	-	-	-	124	10.62	
11-12	32	19	25	-	2	-	5	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	87	7.45	
12-13	24	19	31	-	1	-	5	5	1	-	-	-	7	-	-	-	-	93	7.96	
13-14	25	10	18	-	-	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	59	5.05	
14-15	27	18	32	-	2	-	3	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	84	7.19	
15-16	25	17	29	-	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	76	6.51	
16-17	24	23	24	-	-	-	6	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	80	6.85	
17-18	20	7	24	-	-	-	10	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	62	5.31	
18-19	26	10	20	-	3	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	64	5.48	
19-20	29	22	14	-	2	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	6.08	
TOTAL	364	293	350	-	32	-	70	30	1	1	-	-	24	3	-	-	-	1,168	100.00	
%	31.16	25.09	29.97	0.00	2.74	0.00	5.99	2.57	0.09	0.09	0.00	0.00	2.05	0.26	0.00	0.00	0.00	100.00		

Tabla 70: miércoles 19 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	27	51	42	-	19	-	7	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	150	11.69	
07-08	37	44	20	-	3	-	3	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	111	8.65	
08-09	30	27	25	-	-	-	6	6	-	-	-	-	1	1	-	-	-	96	7.48	
09-10	30	32	22	-	-	-	8	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94	7.33	
10-11	41	29	30	3	4	-	9	5	-	-	-	-	3	2	-	-	-	126	9.82	
11-12	42	20	25	1	2	-	4	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	99	7.72	

12-13	28	13	25	-	-	-	3	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	72	5.61
13-14	19	14	23	-	-	-	6	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	66	5.14
14-15	32	20	26	-	2	-	3	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	6.70
15-16	27	15	25	-	-	-	5	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	74	5.77
16-17	26	14	27	-	2	-	13	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	87	6.78
17-18	37	14	25	-	2	-	8	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	88	6.86
18-19	19	14	21	-	1	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	4.68
19-20	27	16	27	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	74	5.77
<b>TOTAL</b>	<b>422</b>	<b>323</b>	<b>363</b>	<b>4</b>	<b>36</b>	<b>-</b>	<b>83</b>	<b>29</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>20</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,283</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>32.89</b>	<b>25.18</b>	<b>28.29</b>	<b>0.31</b>	<b>2.81</b>	<b>0.00</b>	<b>6.47</b>	<b>2.26</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>1.56</b>	<b>0.23</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	

Tabla 71: jueves 20 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS			CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	19	24	19	-	2	-	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	70	5.93	
07-08	22	54	25	1	4	-	6	5	-	-	-	2	3	-	-	-	-	122	10.34	
08-09	24	21	27	-	1	-	10	6	1	2	-	-	1	-	-	-	-	93	7.88	
09-10	25	21	23	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	74	6.27	
10-11	31	26	31	2	7	-	7	2	-	-	-	-	4	2	-	-	-	112	9.49	
11-12	40	14	39	-	10	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	107	9.07	
12-13	27	13	19	-	5	1	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	6.02	
13-14	24	18	21	-	-	-	2	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	5.68	
14-15	35	16	30	1	3	-	8	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	97	8.22	
15-16	21	12	34	-	-	-	6	4	-	-	1	-	1	-	-	-	-	79	6.69	
16-17	18	15	26	1	1	-	10	4	-	-	-	-	3	-	-	-	-	78	6.61	
17-18	26	22	17	-	2	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	6.19	
18-19	35	18	20	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	6.44	
19-20	30	7	16	-	1	-	5	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	5.17	
<b>TOTAL</b>	<b>377</b>	<b>281</b>	<b>347</b>	<b>5</b>	<b>38</b>	<b>1</b>	<b>75</b>	<b>32</b>	<b>2</b>	<b>2</b>	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>14</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,180</b>	<b>100.00</b>	
<b>%</b>	<b>31.95</b>	<b>23.81</b>	<b>29.41</b>	<b>0.42</b>	<b>3.22</b>	<b>0.08</b>	<b>6.36</b>	<b>2.71</b>	<b>0.17</b>	<b>0.17</b>	<b>0.08</b>	<b>0.17</b>	<b>1.19</b>	<b>0.25</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>		

Tabla 72: viernes 21 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06-07	22	46	48	1	13	-	4	1	-	-	-	-	2	-	-	-	-	137	8.79
07-08	23	40	27	-	5	-	8	3	-	-	-	-	6	-	-	-	-	112	7.18
08-09	31	37	22	-	2	1	4	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	99	6.35
09-10	32	25	35	-	2	-	3	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	100	6.41
10-11	53	31	38	3	3	-	15	1	-	-	-	-	-	3	-	-	-	147	9.43
11-12	68	41	30	-	6	-	8	2	-	-	-	-	2	1	-	-	-	158	10.13
12-13	40	25	30	-	-	-	1	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	101	6.48
13-14	23	19	22	-	2	-	9	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	80	5.13
14-15	29	30	32	-	1	-	4	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	102	6.54
15-16	31	22	44	-	1	-	11	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	112	7.18
16-17	37	24	35	1	5	2	12	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	117	7.50
17-18	34	16	33	-	-	-	7	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	5.84
18-19	48	19	30	-	2	-	4	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	105	6.74
19-20	38	19	29	-	1	-	9	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	98	6.29
TOTAL	509	394	455	5	43	3	99	26	1	-	-	-	19	5	-	-	-	1,559	100.00
%	32.65	25.27	29.19	0.32	2.76	0.19	6.35	1.67	0.06	0.00	0.00	0.00	1.22	0.32	0.00	0.00	0.00	100.00	

Tabla 73: sábado 22 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06-07	25	20	23	-	5	-	8	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	84	7.38
07-08	31	28	31	-	1	-	9	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	101	8.88
08-09	25	32	22	-	3	-	7	1	-	-	-	-	3	1	-	1	-	95	8.35
09-10	53	33	22	-	1	-	4	3	-	1	-	-	1	2	-	-	-	120	10.54
10-11	46	41	32	-	5	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	128	11.25
11-12	38	21	25	-	7	-	3	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	98	8.61
12-13	20	20	20	-	-	-	4	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	67	5.89
13-14	19	18	12	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	51	4.48



14-15	26	9	23	-	-	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	61	5.36
15-16	25	17	36	-	3	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	7.38
16-17	30	10	26	-	-	-	6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	74	6.50
17-18	24	7	20	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	5.10
18-19	24	11	17	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1	57	5.01
19-20	26	10	23	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	5.27
TOTAL	412	277	332	-	27	-	61	11	1	1	-	-	11	3	-	1	1	1,138	100.00
%	36.20	24.34	29.17	0.00	2.37	0.00	5.36	0.97	0.09	0.09	0.00	0.00	0.97	0.26	0.00	0.09	0.09	100.00	

Tabla 74: domingo 23 de febrero - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06-07	12	13	23	-	3	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	3.82
07-08	26	17	23	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	71	5.12
08-09	38	28	22	-	1	1	4	-	-	-	-	-	1	1	-	-	-	96	6.92
09-10	38	36	23	-	2	1	2	-	-	1	-	-	1	2	-	-	-	106	7.64
10-11	81	46	25	1	7	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	165	11.90
11-12	75	57	36	1	4	-	5	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	183	13.19
12-13	72	31	26	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	9.59
13-14	63	43	23	-	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	9.59
14-15	43	22	20	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	6.42
15-16	41	27	27	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	99	7.14
16-17	32	21	30	-	-	-	6	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	90	6.49
17-18	19	21	23	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	65	4.69
18-19	35	17	30	-	3	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	86	6.20
19-20	6	2	6	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	18	1.30
TOTAL	581	381	337	2	28	3	42	3	-	1	-	1	5	3	-	-	-	1,387	100.00
%	41.89	27.47	24.30	0.14	2.02	0.22	3.03	0.22	0.00	0.07	0.00	0.07	0.36	0.22	0.00	0.00	0.00	100.00	

Tabla 75: lunes 24 - Sentido Huambocancha Alta - Porcón Bajo

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06-07	15	30	26	-	10	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	6.24
07-08	18	42	24	-	3	1	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	94	6.90
08-09	19	22	16	-	2	-	1	-	-	-	-	-	3	1	-	-	-	64	4.70
09-10	31	33	28	1	-	-	8	3	-	-	-	-	-	1	-	-	-	105	7.71
10-11	66	36	35	3	6	-	6	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	155	11.38
11-12	59	40	32	-	10	-	3	3	-	1	-	-	1	-	-	-	-	149	10.94
12-13	46	36	26	-	11	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	123	9.03
13-14	30	26	26	-	-	-	4	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	89	6.53
14-15	37	23	18	-	1	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	85	6.24
15-16	33	16	28	1	3	-	11	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	6.83
16-17	26	23	27	-	1	-	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	6.46
17-18	30	20	28	-	-	-	10	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	88	6.46
18-19	27	16	22	-	3	-	9	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	5.65
19-20	22	13	26	1	1	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	4.92
<b>TOTAL</b>	<b>459</b>	<b>376</b>	<b>362</b>	<b>6</b>	<b>51</b>	<b>1</b>	<b>83</b>	<b>15</b>	<b>-</b>	<b>1</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>5</b>	<b>3</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>-</b>	<b>1,362</b>	<b>100.00</b>
<b>%</b>	<b>33.70</b>	<b>27.61</b>	<b>26.58</b>	<b>0.44</b>	<b>3.74</b>	<b>0.07</b>	<b>6.09</b>	<b>1.10</b>	<b>0.00</b>	<b>0.07</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.37</b>	<b>0.22</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>0.00</b>	<b>100.00</b>	

Tabla 76: martes 18 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC. %
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3		
06-07	22	11	31	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	69	5.33
07-08	30	9	21	-	1	-	2	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	65	5.02
08-09	21	11	23	-	2	-	1	2	-	1	-	1	-	-	-	-	-	62	4.79
09-10	24	16	33	-	3	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	83	6.41
10-11	20	14	28	-	1	-	14	2	-	-	-	-	2	-	-	-	-	81	6.25
11-12	11	22	22	-	-	-	15	-	-	1	-	-	1	-	-	-	-	72	5.56
12-13	28	11	27	-	1	-	8	1	-	-	-	1	1	-	-	-	-	78	6.02
13-14	17	19	16	-	6	-	6	2	-	-	-	1	2	-	-	-	1	70	5.41
14-15	32	28	29	-	4	-	8	3	-	-	-	-	2	-	-	-	-	106	8.19
15-16	16	31	26	-	2	-	7	4	-	-	-	3	-	-	-	-	-	89	6.87

16-17	39	38	2	-	3	-	9	-	-	-	-	2	4	-	-	-	-	97	7.49
17-18	25	33	47	1	10	1	5	5	-	3	-	-	9	-	-	-	-	139	10.73
18-19	32	55	53	-	29	-	9	-	1	-	-	-	8	-	-	-	-	187	14.44
19-20	29	30	22	-	1	-	3	1	1	-	-	-	9	-	1	-	-	97	7.49
TOTAL	346	328	380	1	63	1	97	22	2	5	-	8	40	-	1	-	1	1,295	100.00
%	26.72	25.33	29.34	0.08	4.86	0.08	7.49	1.70	0.15	0.39	0.00	0.62	3.09	0.00	0.08	0.00	0.08	100.00	

Tabla 77: miércoles 19 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC.	%
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	20	9	35	-	1	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	67	4.58	
07-08	27	15	23	-	-	-	2	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	4.65	
08-09	22	15	32	-	2	-	3	1	-	1	-	-	-	-	-	-	-	76	5.19	
09-10	17	17	30	-	4	-	2	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	73	4.99	
10-11	14	16	21	-	-	-	18	2	-	-	-	-	3	-	-	-	-	74	5.06	
11-12	21	14	19	-	2	-	8	3	-	-	-	-	1	-	-	-	-	68	4.65	
12-13	31	28	29	-	-	-	13	2	1	-	-	-	1	-	-	-	-	105	7.18	
13-14	30	29	25	3	6	-	2	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	98	6.70	
14-15	34	30	36	1	4	-	7	1	-	-	-	-	3	-	-	-	-	116	7.93	
15-16	38	40	27	-	1	2	9	6	-	-	-	-	5	-	-	-	-	128	8.75	
16-17	32	42	38	-	2	-	9	1	1	1	-	-	4	-	-	-	-	130	8.89	
17-18	45	63	57	1	12	-	10	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	190	12.99	
18-19	28	41	49	-	25	-	7	2	-	-	-	-	5	-	-	-	-	157	10.73	
19-20	26	36	29	1	3	-	4	5	-	-	-	-	6	3	-	-	-	113	7.72	
TOTAL	385	395	450	6	62	2	95	29	2	2	-	-	32	3	-	-	-	1,463	100.00	
%	26.32	27.00	30.76	0.41	4.24	0.14	6.49	1.98	0.14	0.14	0.00	0.00	2.19	0.21	0.00	0.00	0.00	100.00		

Tabla 78: jueves 20 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC.	%
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	23	8	37	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	4.73	

07-08	29	17	30	-	4	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	84	5.67
08-09	18	21	32	-	9	-	2	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	83	5.60
09-10	20	14	32	-	5	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	75	5.06
10-11	16	13	30	-	-	-	13	3	-	-	-	-	3	-	-	-	-	78	5.27
11-12	14	17	24	-	1	-	11	5	-	-	-	-	3	-	-	-	-	75	5.06
12-13	38	29	28	-	-	-	10	2	-	-	-	-	6	-	-	-	-	113	7.63
13-14	20	31	36	3	4	-	8	5	-	-	-	-	1	-	-	-	-	108	7.29
14-15	39	36	31	-	2	-	6	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114	7.70
15-16	36	24	26	1	2	1	6	1	-	-	-	1	3	-	-	-	-	101	6.82
16-17	37	46	35	-	4	1	5	3	-	-	-	2	2	-	-	-	-	135	9.12
17-18	37	50	57	1	12	-	5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	164	11.07
18-19	45	60	36	-	24	-	9	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	175	11.82
19-20	32	30	18	-	6	1	8	3	-	-	-	-	4	4	-	-	-	106	7.16
TOTAL	404	396	452	5	73	3	91	25	-	-	-	3	25	4	-	-	-	1,481	100.00
%	27.28	26.74	30.52	0.34	4.93	0.20	6.14	1.69	0.00	0.00	0.00	0.20	1.69	0.27	0.00	0.00	0.00	100.00	

Tabla 79: viernes 21 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC.	%
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	28	14	40	-	-	-	6	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	89	4.89	
07-08	14	14	39	-	-	-	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	75	4.12	
08-09	37	25	24	-	-	-	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	90	4.94	
09-10	25	21	35	-	1	1	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	88	4.83	
10-11	23	17	19	-	-	-	14	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	76	4.17	
11-12	28	22	26	1	-	1	11	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	91	5.00	
12-13	38	34	25	-	1	-	5	-	-	-	-	1	2	-	-	-	-	106	5.82	
13-14	53	36	35	2	5	1	11	4	-	-	-	-	1	-	-	-	-	148	8.13	
14-15	44	56	54	-	10	-	6	5	1	-	-	-	1	-	-	-	-	177	9.72	
15-16	68	60	61	-	11	-	10	6	-	-	-	-	2	-	-	-	-	218	11.97	
16-17	54	57	40	1	8	1	10	6	-	-	-	1	2	1	-	-	-	181	9.94	
17-18	57	46	47	-	6	-	7	6	-	-	-	-	11	-	-	-	-	180	9.88	
18-19	55	69	39	-	5	-	4	4	-	-	-	-	11	1	-	-	-	188	10.32	
19-20	34	29	32	1	4	1	12	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	114	6.26	

TOTAL	558	500	516	5	51	5	111	37	1	-	-	2	33	2	-	-	-	1,821	100.00
%	30.64	27.46	28.34	0.27	2.80	0.27	6.10	2.03	0.05	0.00	0.00	0.11	1.81	0.11	0.00	0.00	0.00	100.00	

Tabla 80: sábado 22 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC.	%
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	27	7	22	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	58	4.45	
07-08	23	15	30	-	-	1	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	73	5.60	
08-09	35	24	29	-	4	-	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	-	95	7.29	
09-10	23	27	26	-	2	-	6	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	86	6.60	
10-11	18	22	25	1	1	-	12	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	79	6.06	
11-12	13	23	18	-	2	-	8	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	64	4.91	
12-13	34	22	30	-	2	-	7	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	96	7.37	
13-14	26	19	26	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	77	5.91	
14-15	33	18	27	-	2	-	9	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	6.98	
15-16	26	28	26	-	5	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	91	6.98	
16-17	47	33	29	-	3	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	119	9.13	
17-18	42	40	35	-	3	-	4	2	-	-	-	1	4	-	-	-	-	131	10.05	
18-19	61	37	21	1	1	-	4	1	-	-	-	-	12	1	-	-	-	139	10.67	
19-20	39	25	25	-	1	-	4	-	-	-	-	-	8	2	-	-	-	104	7.98	
TOTAL	447	340	369	2	30	1	71	10	-	-	-	1	29	3	-	-	-	1,303	100.00	
%	34.31	26.09	28.32	0.15	2.30	0.08	5.45	0.77	0.00	0.00	0.00	0.08	2.23	0.23	0.00	0.00	0.00	100.00		

Tabla 81: domingo 23 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC.	%
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	16	4	16	-	-	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	38	2.77	
07-08	20	11	24	-	1	-	3	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	60	4.38	
08-09	17	14	19	-	2	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	53	3.87	
09-10	21	18	15	-	2	-	6	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	63	4.60	
10-11	17	13	16	-	-	-	11	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	57	4.16	

11-12	20	21	21	-	-	1	7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	70	5.11
12-13	27	16	21	-	1	-	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	68	4.96
13-14	42	15	28	-	2	2	4	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	6.79
14-15	52	41	27	2	6	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	133	9.71
15-16	66	42	34	-	2	1	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	148	10.80
16-17	62	38	34	-	1	-	4	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	10.22
17-18	79	60	45	-	2	-	17	3	1	-	-	-	-	1	-	-	-	208	15.18
18-19	48	48	36	-	1	-	8	-	-	-	-	-	3	-	-	-	-	144	10.51
19-20	42	26	22	-	-	-	3	1	-	-	-	-	-	1	-	-	-	95	6.93
TOTAL	529	367	358	2	20	4	76	7	1	-	-	-	4	2	-	-	-	1,370	100.00
%	38.61	26.79	26.13	0.15	1.46	0.29	5.55	0.51	0.07	0.00	0.00	0.00	0.29	0.15	0.00	0.00	0.00	100.00	

Tabla 82: lunes 24 de febrero - Porcón Bajo - Sentido Huambocancha Alta

HORA	AUTO	CAMIONETAS		MICRO	BUS		CAMION			SEMI TRAYLER				TRAYLER				TOTAL	PORC.	%
		PICKUP	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2	2S3	3S1/3S2	>=3S3	2T2	2T3	3T2	3T3			
06-07	19	24	35	-	-	-	14	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	6.64	
07-08	35	24	37	-	4	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	102	7.36	
08-09	30	17	32	2	10	-	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	93	6.71	
09-10	27	19	30	-	4	-	7	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	88	6.35	
10-11	26	21	28	-	2	-	13	2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	92	6.64	
11-12	28	17	28	-	1	-	9	3	-	-	-	1	-	-	-	-	-	87	6.28	
12-13	23	14	15	-	-	-	2	2	-	-	-	-	1	-	-	-	-	57	4.11	
13-14	30	17	19	1	4	-	-	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	72	5.19	
14-15	29	42	27	-	9	1	5	1	-	-	-	-	1	-	-	-	-	115	8.30	
15-16	40	30	21	1	3	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	101	7.29	
16-17	52	31	33	1	-	-	4	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	122	8.80	
17-18	51	45	35	-	3	-	5	1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	140	10.10	
18-19	55	49	26	1	4	1	6	1	-	-	-	-	-	2	-	-	-	145	10.46	
19-20	28	23	20	1	2	-	4	-	-	-	-	1	1	-	-	-	-	80	5.77	
TOTAL	473	373	386	7	46	2	78	12	-	-	-	3	4	2	-	-	-	1,386	100.00	
%	34.13	26.91	27.85	0.51	3.32	0.14	5.63	0.87	0.00	0.00	0.00	0.22	0.29	0.14	0.00	0.00	0.00	100.00		

Tabla 83: Cuadro de coordenadas de BMs

Descripción	Este	Norte	Cotas
<b>R1</b>	771468.318	9213957.967	2895.510
<b>BM</b>	771439.390	9213986.571	2897.558
<b>E2</b>	771364.283	9214020.086	2902.345
<b>E3</b>	771255.467	9213957.344	2908.809
<b>E4</b>	771059.036	9214016.712	2919.142
<b>E5</b>	770966.264	9214012.163	2918.732
<b>E6</b>	770917.768	9214049.812	2917.793
<b>E7</b>	770837.412	9214019.807	2916.090
<b>E8</b>	770718.102	9214098.745	2918.053
<b>E9</b>	770657.872	9214065.011	2919.730
<b>E10</b>	770562.746	9214147.463	2924.286
<b>E11</b>	770411.983	9214176.973	2932.376
<b>E12</b>	770165.321	9214339.710	2944.710
<b>E13</b>	770057.313	9214348.627	2949.502
<b>E14</b>	769894.141	9214476.999	2960.387
<b>E15</b>	769804.322	9214502.271	2964.576
<b>E16</b>	769713.408	9214604.107	2968.782
<b>E17</b>	769482.341	9214686.665	2979.777
<b>E18</b>	769403.322	9214754.688	2985.426
<b>E19</b>	769237.732	9214809.276	2995.704
<b>E20</b>	769226.727	9214799.339	2996.393
<b>E21</b>	769098.903	9214832.183	3004.128
<b>E22</b>	768930.196	9214751.657	3015.188
<b>E23</b>	768866.753	9214696.907	3021.264

Descripción	Este	Norte	Cotas
E24	768563.352	9214726.921	3035.716
E25	768599.163	9214800.821	3039.750
E26	768642.732	9214804.362	3040.490
E27	768696.370	9214826.756	3043.441
E28	768759.876	9214885.008	3048.940
E29	768762.474	9214942.455	3053.534
E30	768608.159	9214883.444	3061.572
E31	768477.269	9214902.202	3069.353
E32	768427.252	9214839.181	3072.229
E33	768169.169	9214693.791	3082.985
E34	768155.965	9214740.641	3087.637
E35	768257.923	9214763.058	3088.223
E36	768318.114	9214878.419	3092.572
E37	768318.750	9215030.638	3100.338
E38	768455.559	9215004.194	3103.992
E39	768334.003	9215092.513	3111.385
E40	768274.644	9215112.015	3114.601
E41	768119.849	9215250.145	3123.564
E42	768144.652	9215343.219	3126.581
E43	768108.102	9215352.583	3129.377
E44	768106.121	9215264.267	3130.080
E45	768083.001	9215173.538	3134.358
E46	768169.743	9215130.062	3134.856
E47	768175.022	9215071.687	3136.300

Descripción	Este	Norte	Cotas
E48	768130.746	9215130.474	3138.280
E49	768019.563	9215200.435	3142.210
E50	768049.633	9215328.400	3145.515
E51	767987.436	9215228.657	3147.758
E52	768076.479	9215116.487	3150.550
E53	768096.465	9215021.332	3151.880
E55	768084.626	9214929.171	3156.303
E56	768008.427	9214909.598	3159.028
E57	767899.028	9215009.869	3167.796
E58	767817.848	9215001.800	3168.968
E59	767850.957	9215034.986	3176.073
E60	767939.139	9215045.926	3180.154
E61	767870.760	9215120.181	3183.701
E62	767719.875	9215200.448	3191.620
E63	767714.896	9215280.850	3194.777
E64	767790.548	9215333.891	3197.876
E65	767787.893	9215398.246	3200.274
E66	767604.514	9215498.777	3209.612
E67	767462.759	9215697.885	3220.533
RF1	767414.934	9215710.766	3224.570
RF2	767416.498	9215709.462	3224.596
RF3	767418.293	9215708.387	3224.556
RF4	767420.198	9215709.740	3223.304

## Panel fotográfico

Fotografía N° 7: Primer día de levantamiento topográfico



Fotografía N° 8: Nivelación de estación total Leica TS- 09 Plus





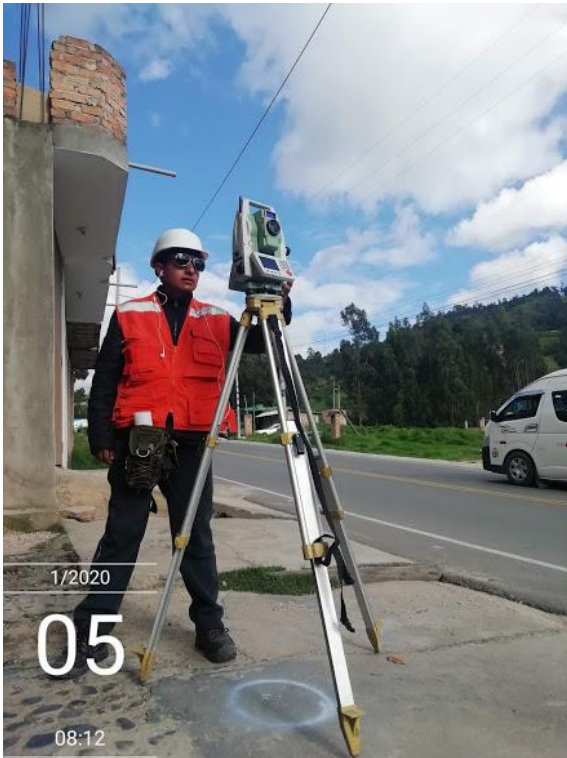
Fotografía N° 9: Estación de equipo el segundo día de levantamiento



Fotografía N° 10: Estación en un tramo en curva de la carretera



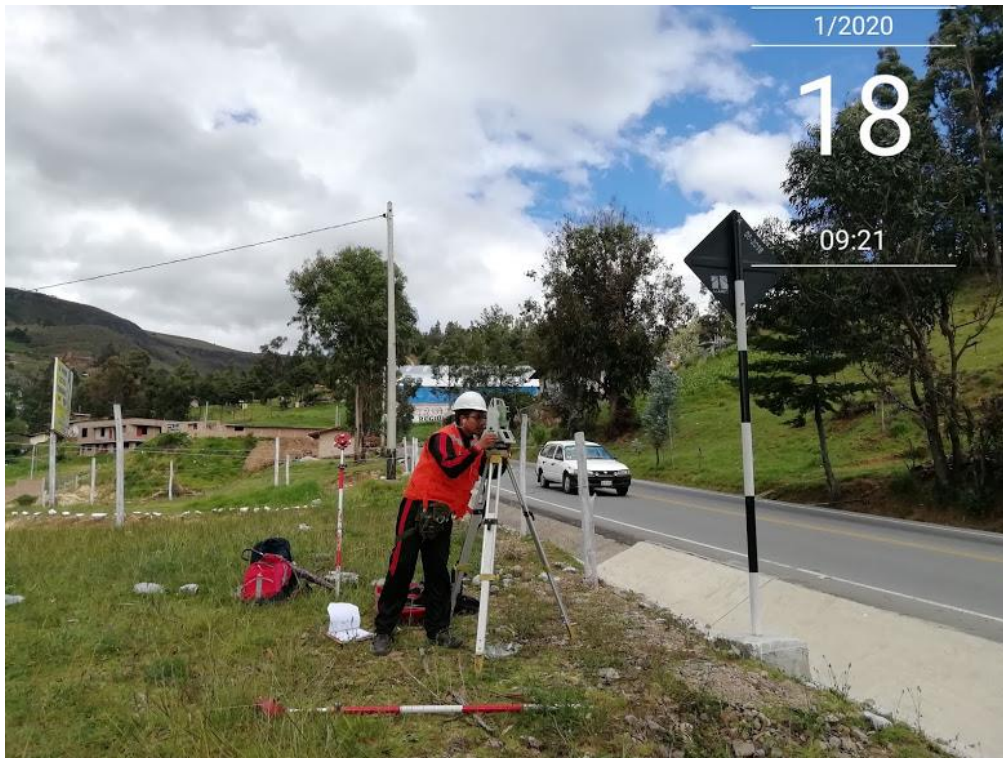
Fotografía N° 11: Utilización del aerosol para dejar marcada la estación



Fotografía N° 12: Apoyo de mi amigo George Julca Abanto en el tercer día de levantamiento



Fotografía N° 13: Se retoma el levantamiento el 18 de enero de 2020



Fotografía N° 14: Estación en una curva de vuelta



Fotografía N° 15: Apoyo de mi madre Lorenza Herrera Vilcamango el cuarto día de levantamiento



Fotografía N° 16: Estación en un tramo curvo el quinto día de levantamiento



Fotografía N° 17: Apoyo de mi amigo Carlos Eduardo Chilón Terán



Fotografía N° 18: Apoyo de mi padre Julio Absalón Villena Sáenz en el quinto día de levantamiento



Fotografía N° 19: Último día que se realizó el levantamiento



Fotografía N° 20: Última estación I.E.P Porcón Bajo



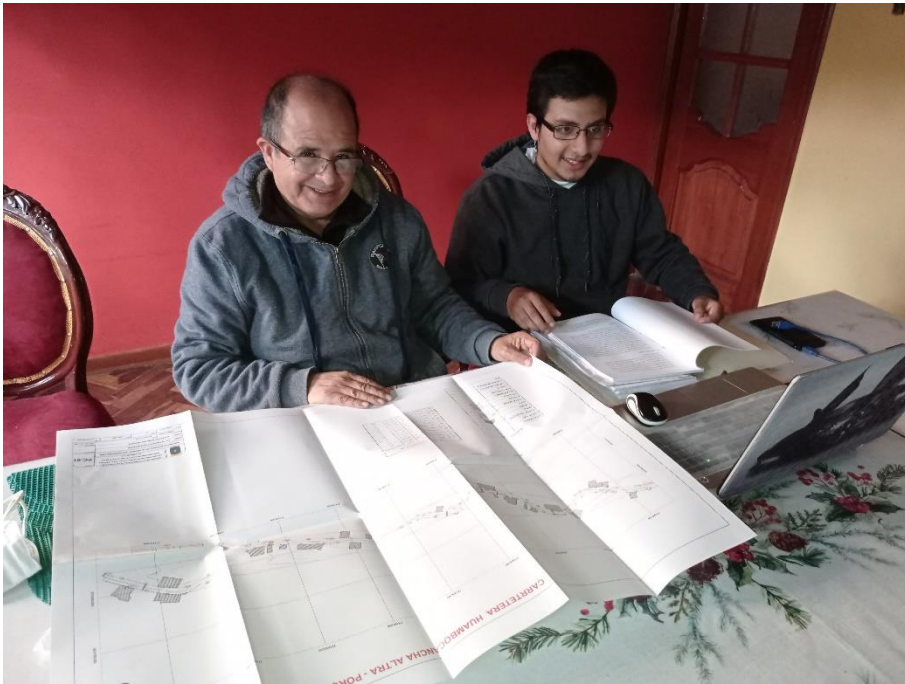
Fotografía N° 21: Eje donde se realizó el estudio vehicular



Fotografía N° 22: Tercer día de estudio vehicular



Fotografía N° 23: Revisión del informe y avance de tesis



Fotografía N° 24: Revisión de planos por parte del asesor

