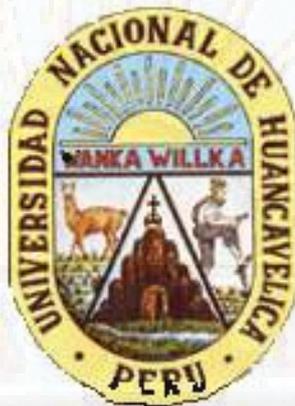


UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCABELICA

(Creada por Ley Nº 25265)

FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA CIVIL - LIRCAY



TESIS:

**“EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE DISEÑO
EN LA CARRETERA LIRCAY - SECCLLA –
ANGARAES - HUANCABELICA”**

LINEA DE INVESTIGACIÓN

INFRAESTRUCTURA VIAL

PRESENTADO POR:

BACH. HUACHO TORRES VICTOR

BACH. MALLMA GARZON ANA ROSA

PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO CIVIL

HUANCABELICA, PERU

2020



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAVELICA
(Creada por Ley N° 26265)
FACULTAD DE INGENIERIA DE MINAS CIVIL AMBIENTAL

AV. CENTENARIO N°1200 TELÉF. 952847104
LICENCIADA BAJO RESOLUCIÓN N° 086-2019-SUNEDU/CD
ACTA DE SUSTENTACIÓN

EN LA CIUDAD DE LIRCAY DEL DIA 11 DE SEPTIEMBRE DEL 2020, SIENDO LAS 10:00 A.M; EN CUMPLIMIENTO A LA DIRECTIVA N° 001-VRAC-UNH, APROBADO CON RESOLUCIÓN N° 355-2020-CU-UNH (20/07/2020), MEDIANTE LA PLATAFORMA VIRTUAL MEET SE REUNIERON LOS MIEMBROS DEL JURADO DESIGNADO CON RESOLUCION DE CONSEJO DE FACULTAD N° 355- 2019 – FIMCA – UNH (13/11/2019) CONFORMADO EN LA SIGUIENTE MANERA

- PRESIDENTE** : ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA.
SECRETARIO : ING. URIEL NEIRA CALSIN
VOCAL : MG. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ.

Y EN CUMPLIMIENTO A LA RESOLUCIÓN DE CONSEJO DE FACULTAD VIRTUAL N° 045 - 2020-FIMCA-UNH, DE HORA Y FECHA DE SUSTENTACIÓN DE LA TESIS TITULADO: "EVALUACIÓN DE PARAMETROS DE DISEÑO EN LA CARRETERA LIRCAY - SECCLLA – ANGARAES - HUANCAVELICA"

CUYO AUTORES (EL) (LOS) GRADUADO (S):

BACHILLER (S):

- HUACHO TORRES VICTOR
MALLMA GARZON ANA ROSA

A FIN DE PROCEDER CON LA SUSTENTACION DE LA TESIS FINAL DE INVESTIGACION CIENTIFICA

ACTO SEGUIDO SE INVITA A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL ABANDONAR LA PLATAFORMA DEL MEET POR UNOS MINUTOS PARA LA DELIBERACIÓN DE LOS RESULTADOS; LUEGO SE INVITÓ A PASAR NUEVAMENTE A LA PLATAFORMA DEL MEET A LOS SUSTENTANTES Y PÚBLICO EN GENERAL, EN LA QUE SE DA EL RESULTADO SIENDO APROBADO POR MAYORÍA, CULMINANDO A LAS 11:45 A.M.

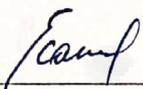
BACHILLER: HUACHO TORRES VICTOR

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

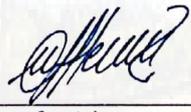
BACHILLER: MALLMA GARZON ANA ROSA

MIEMBROS:	RESULTADO FINAL:
PRESIDENTE	APROBADO POR MAYORÍA
SECRETARIO	
VOCAL	

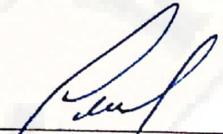
EN CONFORMIDAD A LO ACTUADO FIRMAMOS AL PIE DEL PRESENTE.



Presidente
ING. ENRIQUE RIGOBERTO CAMAC OJEDA.



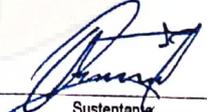
Secretario
ING. URIEL NEIRA CALSIN



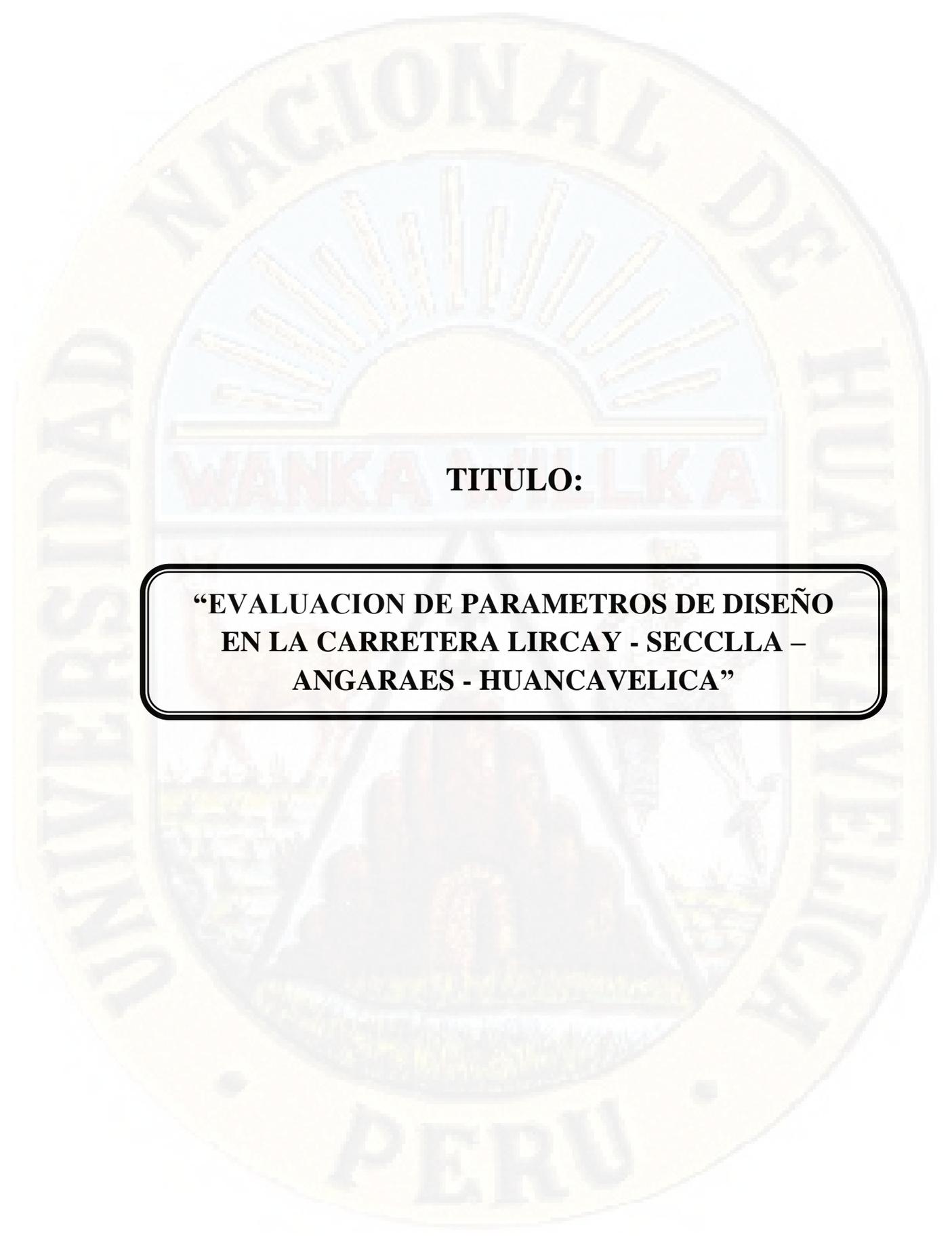
Vocal
MG. FRANKLIN SURICHAQUI GUTIERREZ



Sustentante
HUACHO TORRES VICTOR

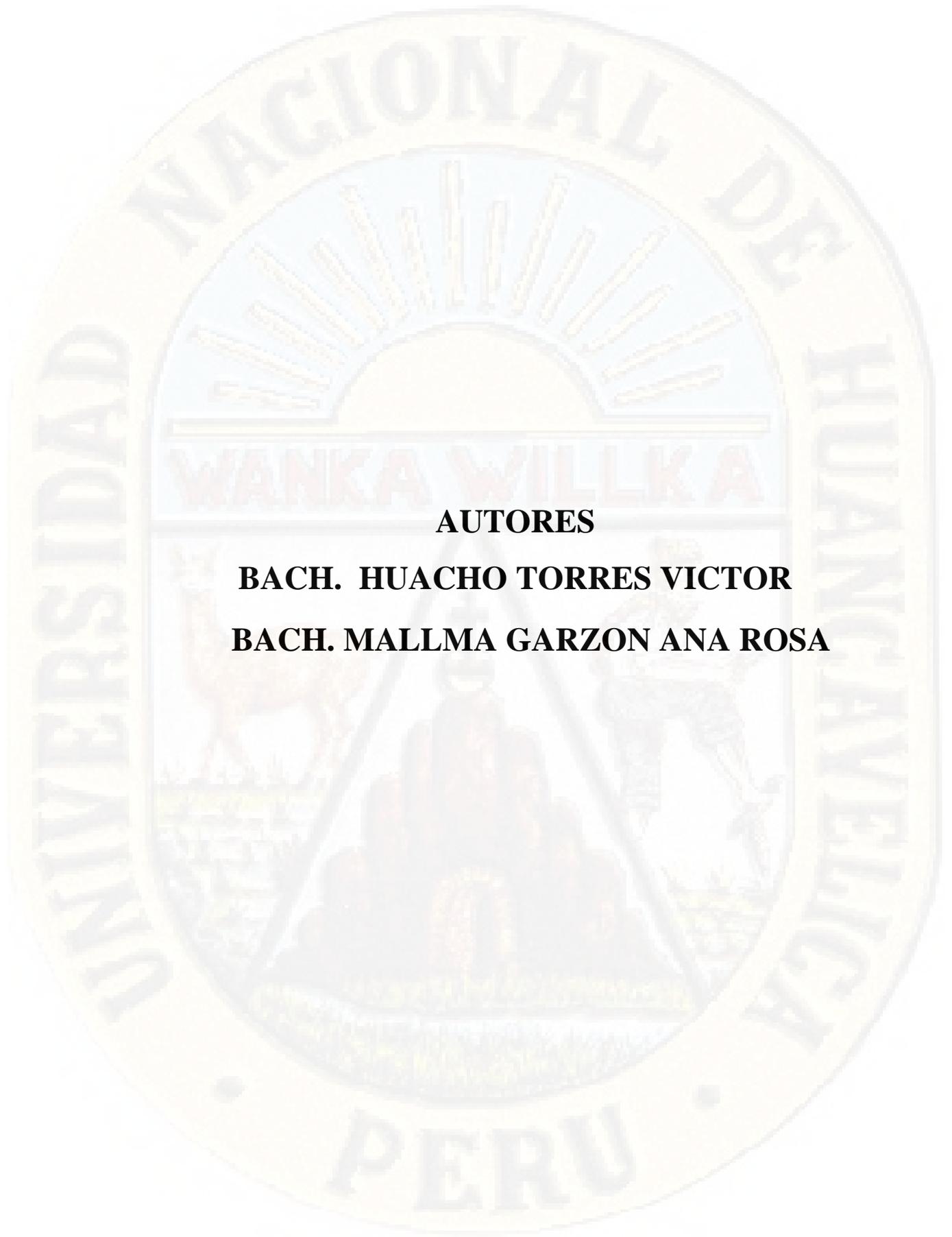


Sustentante
MALLMA GARZON ANA ROSA



TITULO:

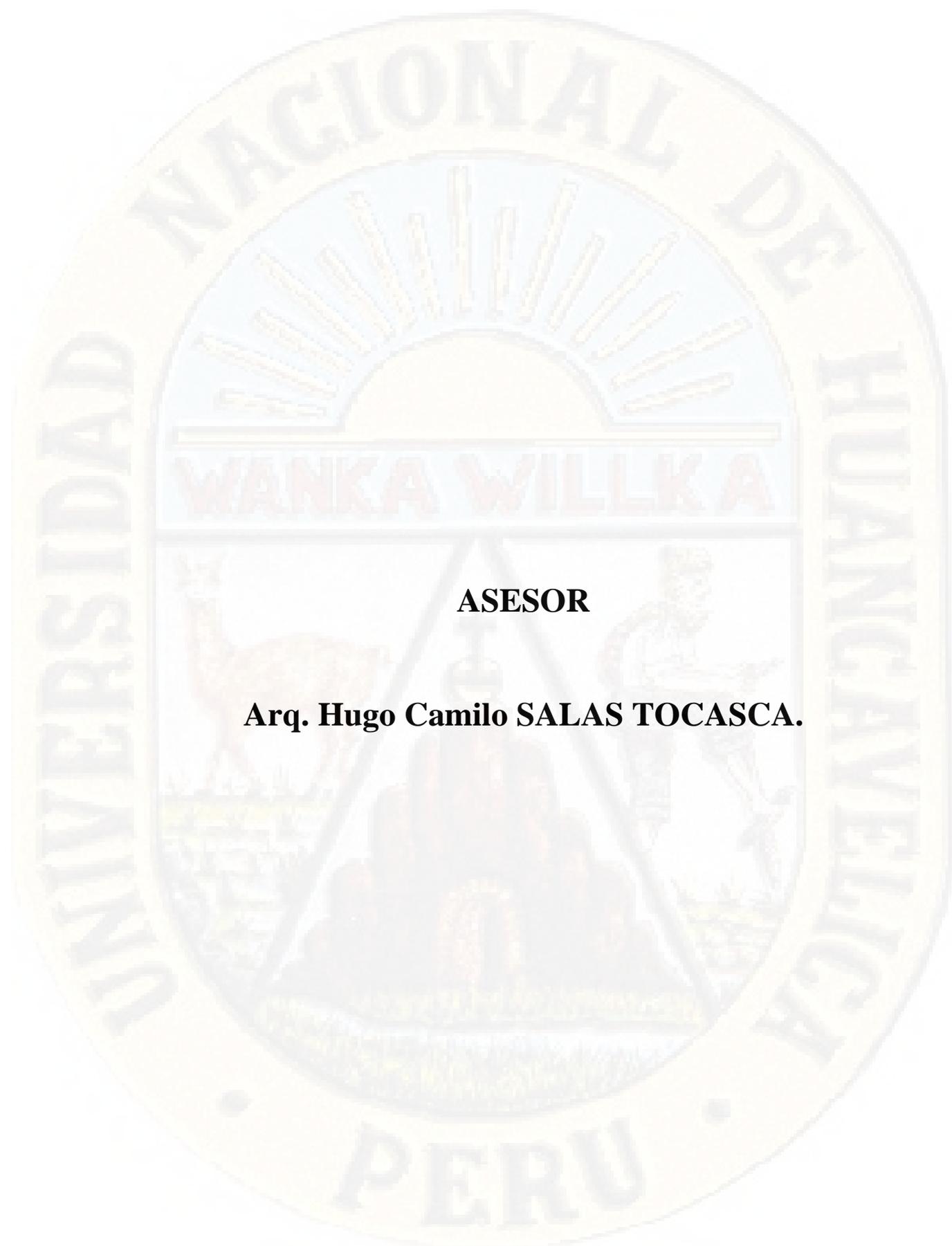
**“EVALUACION DE PARAMETROS DE DISEÑO
EN LA CARRETERA LIRCAY - SECCLLA –
ANGARAES - HUANCVELICA”**



AUTORES

BACH. HUACHO TORRES VICTOR

BACH. MALLMA GARZON ANA ROSA



ASESOR

Arq. Hugo Camilo SALAS TOCASCA.

DEDICATORIA

Al divino Dios por su infinita bendición.

A mis padres Máximo y Norma, quienes hicieron abnegados esfuerzos para la culminación del presente trabajo

A mis hermanos por su apoyo incondicional, quienes han sabido ser mi motivación y aliento para seguir adelante en cada adversidad durante el proceso de este proyecto.

HUACHO TORRES, Víctor

A Dios por su amor y bondad infinita, guía mi sendero e ilumina mi camino hacia mis objetivos y metas. A mis señores padres Moisés y Donatilda, por todo su apoyo incondicional y cariño brindado. A mis hermanas quienes son cómplices en cada meta y logro alcanzado. A mis amigos por todos los momentos y experiencias vividas.

MALLMA GARZON, Ana Rosa.

AGRADECIMIENTO

El estudio en mi vida ha sido acompañado de grandes recuerdos con mi familia, amigos y profesores, de quienes he aprendido que la vida está llena de oportunidades y desafíos que con esfuerzo y confianza en uno mismo todo se resuelve. Por ello, especiales agradecimientos a:

A Dios, por haberme permitido llegar con salud a este hecho en mi vida para lograr mis objetivos, además de su infinita bondad y amor.

A nuestra alma mater la Universidad Nacional de Huancavelica, Facultad de Ingeniería Minas, Civil y Ambiental, Escuela Profesional de Ingeniería Civil- Lircay. Por brindarme sus instalaciones y por todos los conocimientos compartidos a través de sus catedráticos.

Al Arq. Salas Tocasca Hugo Camilo, asesor del presente trabajo mi gratitud y cariño por sus consejos, su valiosa orientación en la realización de la tesis y enseñanza constante que me inspira conseguir más logros en mi vida.

A los señores miembros del jurado: Ing. Enrique Camac Ojeda, Ing. Uriel Neira Calsin y Mag. Surichaqui Gutiérrez Franklin, por sus apreciadas sugerencias durante la revisión del borrador de tesis.

A mis queridos maestros de la Escuela Profesional de Ingeniería Civil, y les expreso mi aprecio y admiración por fomentar la educación en generaciones inculcando valores para formar mejores ciudadanos y profesionales.

A mis padres, por los ejemplos de perseverancia y constancia que los caracterizan y que me ha infundado siempre, por el valor mostrado para salir adelante con optimismo.

A mis hermanas, por haberme apoyado en todo momento por sus consejos sus valores y motivación constante que me ha permitido ser una persona de bien, pero más que nada, por su amor y apoyo incondicional.

A mis amigos, con quienes compartí valiosos momentos de amistad y apoyo continuo.

En fin, a todos los que han hecho posible de una o de otra manera que contribuyeron en esta etapa de mi vida muchas gracias.

ÍNDICE

PORTADA.....	I
ACTA DE SUSENTACIÓN.....	II
TITULO	III
AUTORES	IV
ASESOR	V
DEDICATORIA	VI
AGRADECIMIENTO	VII
INDICE	VIII
ÍNDICE DE TABLAS	XI
ÍNDICE DE FIGURAS.....	XIII
RESUMEN.....	XV
ABSTRAC	XVII
INTRODUCCIÓN	XIX

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1 DESCRIPCION DEL PROBLEMA:	20
1.2 FORMULACIÓN DEL PROBLEMA	21
1.2.1 PROBLEMA GENERAL	21
1.2.2 PROBLEMAS ESPECIFICOS	21
1.3 OBJETIVOS	21
1.3.1 OBJETIVO GENERAL.....	21
1.3.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS	21
1.4 JUSTIFICACIÓN:.....	22

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1	ANTECEDENTES	23
2.1.1	A NIVEL INTERNACIONAL.....	23
2.1.2	A NIVEL NACIONAL.....	25
2.2	BASES TEÓRICAS SOBRE EL TEMA DE INVESTIGACIÓN.....	29
2.3	BASES CONCEPTUALES.....	60
2.4	DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:.....	64
2.5	FORMULACION DE HIPÓTESIS.....	68
2.6	VARIABLES.....	69
2.7	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	69

CAPÍTULO III

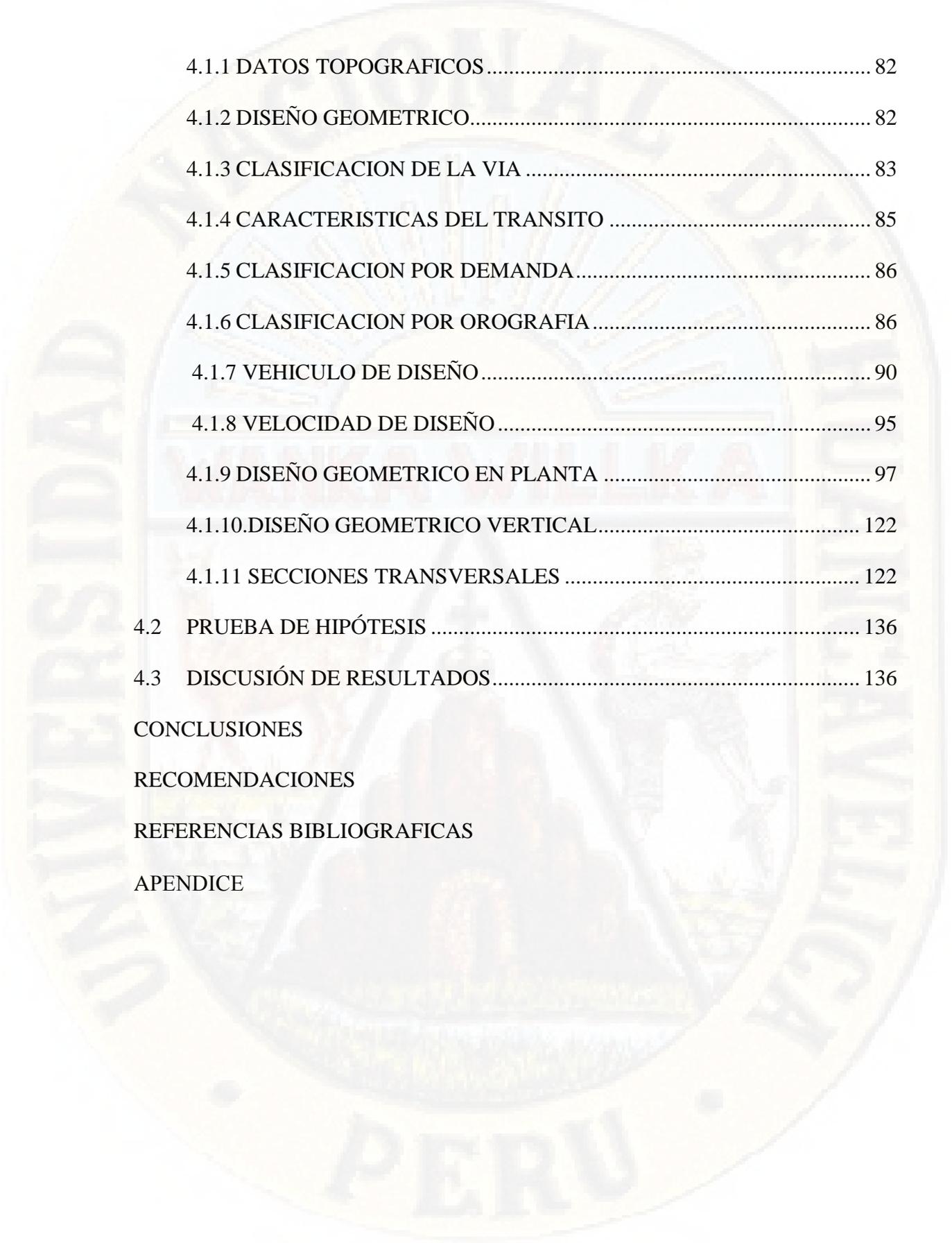
METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1	ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL	70
3.1.1	ÁMBITO TEMPORAL	70
3.1.2	ÁMBITO ESPACIAL.....	70
3.2	TIPO DE INVESTIGACIÓN	71
3.3	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	71
3.4	POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO	71
3.5	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS	72
3.6	TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS	75

CAPITULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1	ANÁLISIS DE INFORMACION	82
-----	-------------------------------	----



4.1.1 DATOS TOPOGRAFICOS.....	82
4.1.2 DISEÑO GEOMETRICO.....	82
4.1.3 CLASIFICACION DE LA VIA	83
4.1.4 CARACTERISTICAS DEL TRANSITO	85
4.1.5 CLASIFICACION POR DEMANDA.....	86
4.1.6 CLASIFICACION POR OROGRAFIA.....	86
4.1.7 VEHICULO DE DISEÑO	90
4.1.8 VELOCIDAD DE DISEÑO	95
4.1.9 DISEÑO GEOMETRICO EN PLANTA	97
4.1.10.DISEÑO GEOMETRICO VERTICAL.....	122
4.1.11 SECCIONES TRANSVERSALES	122
4.2 PRUEBA DE HIPÓTESIS	136
4.3 DISCUSIÓN DE RESULTADOS.....	136
CONCLUSIONES	
RECOMENDACIONES	
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	
APENDICE	

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 <i>Fricción transversal máxima en curvas</i>	44
Tabla 2 <i>Valores de Peralte Máximo</i>	44
Tabla 3 Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente	50
Tabla 4 <i>Variación lineal del sobreancho de 80 cm, en 20 m de desarrollo.</i>	60
Tabla 5 <i>Técnicas e instrumentos generales de recolección de datos</i>	79
Tabla 6 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 28/11/2019</i>	80
Tabla 7 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 29/10/2019</i>	81
Tabla 8 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 30/11/2019</i>	81
Tabla 9 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 31/10/2019</i>	82
Tabla 10 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 01/11/2019s</i>	82
Tabla 11 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 02/11/2019.</i>	82
Tabla 12 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 03/11/2019s</i>	83
Tabla 13 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 11/11/2019</i>	83
Tabla 14 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 12/11/2019</i>	83
Tabla 15 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 29/05/2019</i>	84
Tabla 16 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 14/11/2019</i>	84
Tabla 17 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 15/11/2019</i>	84
Tabla 18 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 16/11/2019</i>	85
Tabla 19 <i>Cuadro de resumen de conteo del día 17/11/2019</i>	85
Tabla 20 <i>Resumen Semanal del Aforo Vehicular de la Semana del 28/10/2019 al 03/11/2019</i>	87
Tabla 21 <i>Resumen Semanal del Aforo Vehicular de la Semana del 11/11/2019 al 17/11/2019</i>	88
Tabla 22 <i>Valor promedio semanal de tráfico</i>	89
Tabla 23 <i>Datos promedio respecto a la Orografía</i>	90
Tabla 24 <i>Valores promedio de tráfico por tipo de vehículo</i>	95
Tabla 25 <i>Valores promedio de tráfico por tipo de vehículo</i>	96
Tabla 26 RESUMEN PROMEDIO VEHICULAR TIPO LIVIANO	97
Tabla 27 RESUMEN PROMEDIO VEHICULAR TIPO PESADO	97
Tabla 28 <i>Verificación de la Velocidad de diseño</i>	99

Tabla 29	<i>Velocidad promedio</i>	99
Tabla 30	<i>Verificación del Radio mínimo</i>	101
Tabla 31	<i>Verificación del Radio mínimo</i>	103
Tabla 32	<i>Elementos de curva</i>	103
Tabla 33	<i>Longitud de la rampa de peralte</i>	106
Tabla 34	<i>Verificación de la Rampa de peralte</i>	108
Tabla 35	Verificación de la longitud de tangente	109
Tabla 36	<i>Longitudes de tramos rectos</i>	112
Tabla 37	<i>Verificación de longitud de curva mínima</i>	113
Tabla 38	<i>Resumen de Longitud de curva</i>	115
Tabla 39	Sobreancho	116
Tabla 40	<i>Resumen de Longitud de sobreancho</i>	118
Tabla 41	Banquetas en curvas con sobreanchos medidos en campo	119
Tabla 42	<i>Resumen de visibilidad "M"</i>	121
Tabla 43	<i>Peralte calculado y medido</i>	122
Tabla 44	<i>Resumen del peralte 9</i>	124
Tabla 45	<i>Ancho de la calzada - Ancho de bermas</i>	126
Tabla 46	Resumen de calzada	130
Tabla 47	<i>Resumen de berma izquierda</i>	131
Tabla 48	Resumen de berma izquierda	132
Tabla 49	<i>Sección de sobreanchos</i>	134
Tabla 50	<i>Valores de parámetros de la carretera</i>	142

ÍNDICE DE FIGURAS

<i>Figura 1:</i> Distancia de visibilidad de Parada (en metros).....	41
<i>Figura 2:</i> Fórmula para determinar la distancia de parada	41
<i>Figura 3:</i> Coeficientes de parada en pavimento húmedo y a nivel	42
<i>Figura 4:</i> Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (en metros).....	43
<i>Figura 5:</i> Coordinación entre curvas circulares para autopistas y carreteras de 1ra clase.....	45
<i>Figura 6:</i> Coordinación entre curvas circulares para carreteras de 2da y 3ra clase.....	45
<i>Figura 7:</i> Curva peraltada que contrarresta la fuerza centrífuga	46
<i>Figura 8:</i> Peralte para zona rural (Tipo 3 o 4).....	47
<i>Figura 9:</i> Fin de Berma Normal.....	48
<i>Figura 10:</i> Fin de Bombeo Normal.....	48
<i>Figura 11:</i> Bombeo Nivelado	48
<i>Figura 12:</i> Bombeo al revés.....	49
<i>Figura 13:</i> Berma al Revés	49
<i>Figura 14:</i> Inicio de Curva Circular (PC).....	50
<i>Figura 15:</i> Inicio de Peralte Máximo.....	50
<i>Figura 16:</i> Vista tridimensional de la transición de peralte.....	51
<i>Figura 17:</i> Proyección de perfil de la transición de peralte.....	52
<i>Figura 18:</i> Fórmula para calcular la longitud de transición de peralte	53
<i>Figura 19:</i> Configuración de curva circular con curvas de transición.....	54
<i>Figura 20:</i> Valores de radio mínimo para poder prescindir de curvas de transición	55
<i>Figura 21:</i> Variación de la aceleración transversal	56
<i>Figura 22:</i> Proyección de perfil de la transición de peralte en curva con espirales ..	58
<i>Figura 23:</i> Desarrollo del sobreebanco para una curva sin espirales	60
<i>Figura 24:</i> Pendientes máximas.....	61
<i>Figura 25:</i> Longitud mínima de curva vertical para contar con D_p	74
<i>Figura 26:</i> Longitud mínima de curva vertical para contar con D_a	62
<i>Figura 27:</i> Longitud mínima de curva vertical cóncava.....	63
<i>Figura 28:</i> Sección Transversal típica de una carretera de 3ra clase	64

<i>Figura 29:</i> Conteo de Vehículos Realizados	77
<i>Figura 30:</i> Formato para la recolección de datos, según Según (MTC)	78
<i>Figura 31:</i> Volúmenes de Vehículos de la Semana del 28/10/2019 al 03/11/2019.....	78
<i>Figura 32:</i> Volúmenes de Vehículos de la Semana del 11/11/2019 al 17/11/2019)	88
<i>Figura 33:</i> Camión simple de 2 ejes “C2”)	94
<i>Figura 34:</i> Valores promedio de por tipo de Vehículos de la Semana del 28/10/2019 al 03/11/2019.....	96
<i>Figura 35:</i> Valores promedio de por tipo de Vehículos de la Semana del 11/10/2019 al 17/11/2019.....	96
<i>Figura 36:</i> Porcentajes de vehículos automotor liviano).....	97
<i>Figura 37:</i> Porcentajes de vehículo automotor pesado.....	98
<i>Figura 38:</i> Velocidades promedio	100
<i>Figura 39:</i> Porcentajes de Radio de Diseño	103
<i>Figura 40:</i> Representación porcentual de la rampa de peralte	109
<i>Figura 41:</i> Porcentajes de Tramos rectos en tangente	112
<i>Figura 42:</i> Porcentaje de la Longitud de curva mínima	115
<i>Figura 43:</i> Representación en porcentaje del sobreaancho	118
<i>Figura 44:</i> Representación gráfica porcentual de la distancia de visibilidad	121
<i>Figura 45:</i> Resumen porcentual de peralte.	124
<i>Figura 46:</i> Resumen porcentual de la calzada	131
<i>Figura 47:</i> Porcentajes de Berma izquierda.....	132
<i>Figura 48:</i> Porcentajes de Berma Derecha.	133

RESUMEN

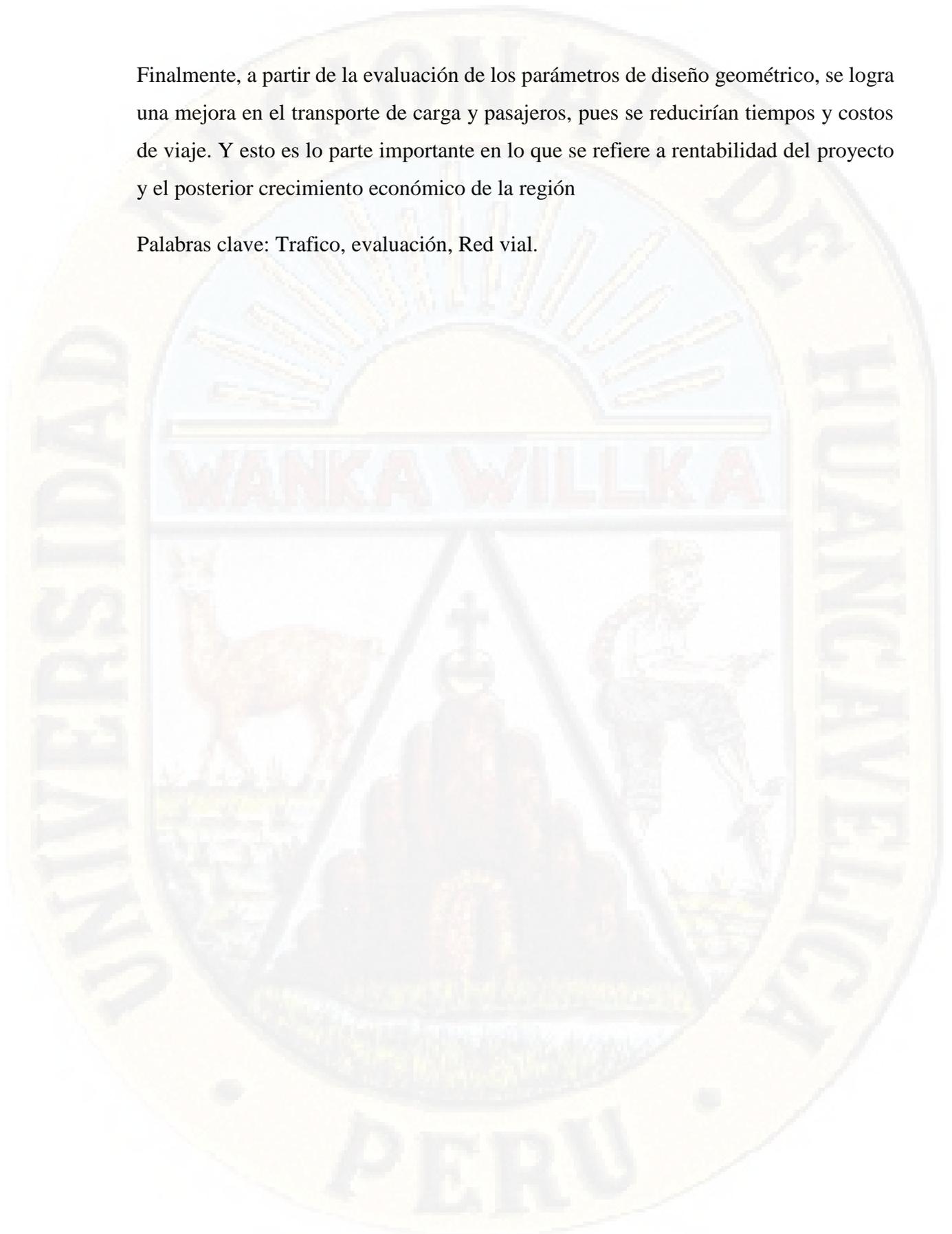
El objetivo principal es establecer la mejora del transporte de carga y pasajeros a partir de una Evaluación de los parámetros de diseño en la carretera Lircay -Secclla – Angaraes-Huancavelica. Asimismo, es diseñar la señalización pertinente a modo de otorgarle la seguridad que toda carretera debe tener. Ambos diseños a partir del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras DG-2018 y el Manual de Dispositivos de Control del Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016, respectivamente.

A partir de estudios básicos de ingeniería, como son la topografía, geología y geotecnia, ha sido posible definir los mejores criterios y soluciones de diseño geométrico. La vía, actualmente es una vía con asfalto económico, que sería una carretera de tercera clase a nivel de asfaltado diseñada en 20 km/h, aumentando en 15 Km/h, la velocidad con la se movilizan los usuarios actualmente. Se ha definido un ancho de calzada de 3.2 m y pendientes longitudinales en el orden de 4.5%. Y respecto a la seguridad vial, se ha optado por usar los más adecuados dispositivos de seguridad, así como las señales reglamentarias, preventivas e informativas. Se han definido, también, demarcaciones en el pavimento a manera de complementar información y prevenir accidentes en la carretera diseñada. Por último, se ha desarrollado una rutina de cálculo (macro) en Microsoft Excel que permite el cálculo automático de ciertos parámetros de diseño basados en la norma DG-2018, la cual permite automatizar el diseño.

El tratamiento investigativo es tipo no experimental, diseño transversal descriptivo, la técnica es la observación directa y como instrumento la guía de observación que consiste en formatos para registrar la información cuya muestra es la carretera Lircay-Pampamali; luego del procedimiento ejecutado y evaluado se tiene una orografía de 23% clasificado como ondulado y/o accidentado, análisis de tráfico (bajo volumen de tránsito), velocidad directriz de 20 km/h. El radio mínimo, sobreechancho, peralte no cumplen en algunas curvas, ídem el ancho de calzada, lo cual se convierte en una vía insegura e incómoda; por lo tanto, la geometría de la carretera no cumple con el Manual de Carreteras DG-2018.

Finalmente, a partir de la evaluación de los parámetros de diseño geométrico, se logra una mejora en el transporte de carga y pasajeros, pues se reducirían tiempos y costos de viaje. Y esto es lo parte importante en lo que se refiere a rentabilidad del proyecto y el posterior crecimiento económico de la región

Palabras clave: Trafico, evaluación, Red vial.



ABSTRAC

The main objective is to establish the improvement of cargo and passenger transport based on an evaluation of the design parameters on the Lircay -Secclla - Angaraes-Huancavelica road. It is also to design the relevant signage in order to grant the security that every road must have. Both designs from the DG-2018 Road Geometric Design Manual and the Manual of Automotive Traffic Control Devices for Streets and Roads 2016, respectively.

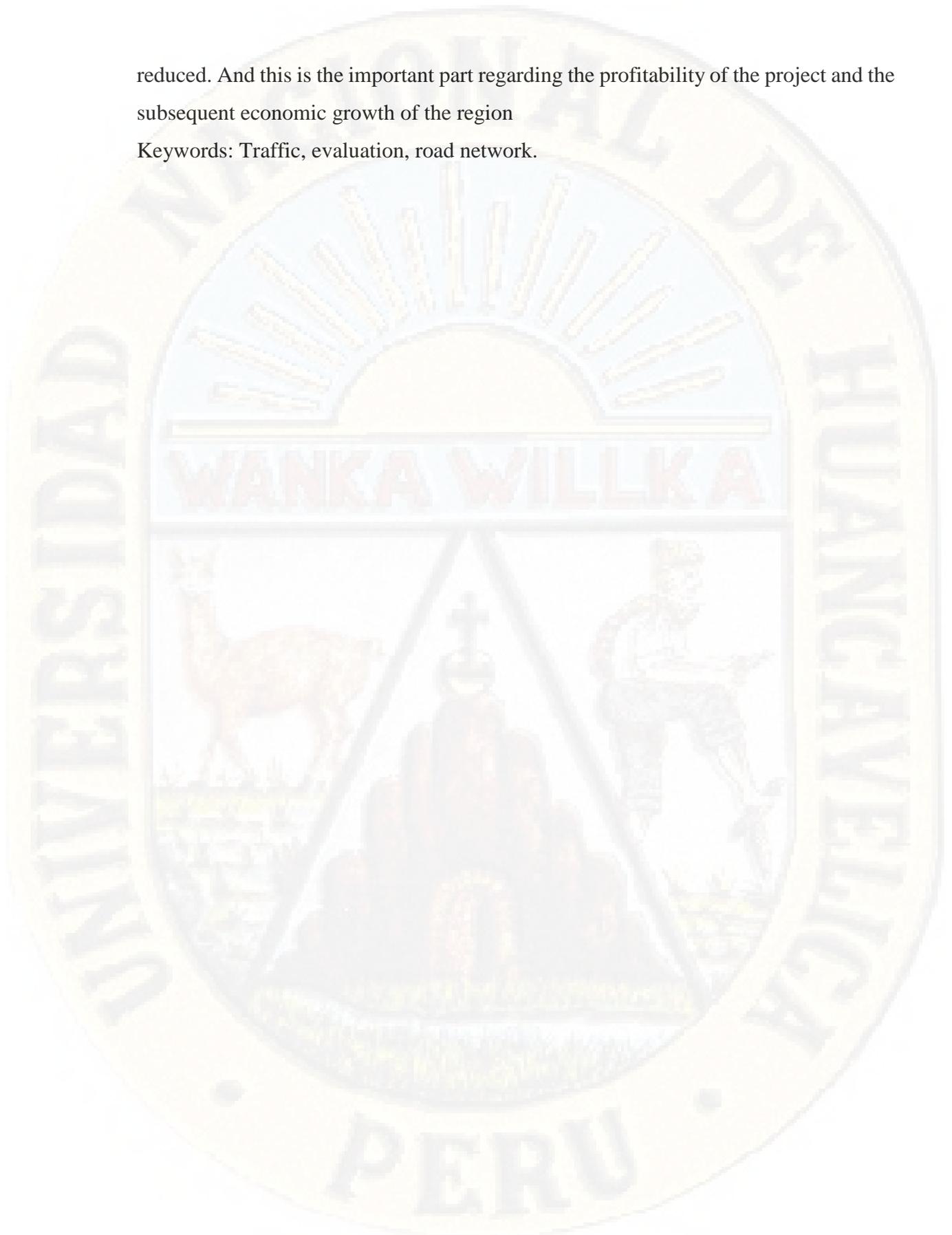
From basic engineering studies, such as topography, geology and geotechnics, it has been possible to define the best criteria and geometric design solutions. The road is currently a road with economic asphalt, which would be a third-class asphalt road designed at 20 km / h, increasing by 15 km / h, the speed with which users are currently moving. A roadway width of 3.2 m and longitudinal slopes have been defined in the order of 4.5%. And with regard to road safety, it has been decided to use the most appropriate safety devices, as well as regulatory, preventive and informative signs. Demarcations on the pavement have also been defined in order to complement information and prevent accidents on the designed road. Finally, a calculation routine (macro) has been developed in Microsoft Excel that allows the automatic calculation of certain design parameters based on the DG-2018 standard, which allows the design to be automated.

The investigative treatment is a non-experimental type, descriptive transversal design, the technique is direct observation and as an instrument the observation guide that consists of formats to record the information whose sample is the Lircay-Pampamali road; After the procedure executed and evaluated, there is a 23% orography classified as undulating and / or accidental, traffic analysis (low traffic volume), driving speed of 20 km / h. The minimum radius, wide, cant not meet in some curves, the same as the width of the road, which becomes an insecure and uncomfortable way; therefore the geometry of the road does not comply with the DG-2018 Road Manual.

Finally, from the evaluation of the geometric design parameters, an improvement in the transport of cargo and passengers is achieved, as travel times and costs would be

reduced. And this is the important part regarding the profitability of the project and the subsequent economic growth of the region

Keywords: Traffic, evaluation, road network.



INTRODUCCIÓN

El presente Proyecto está basado en la evaluación de los parámetros de diseño en una carretera.

Uno de los problemas más importantes en carreteras es en cuanto al trazo de la misma, es decir por los terrenos por los que habrá de pasar afectando terrenos agrícolas más aún cuando la topografía del lugar no es favorable, en otras ocasiones se construye una carretera tomando como base un camino de trocha carrozable, se realiza un pavimento económico, el que no se ajusta al diseño geométrico adecuado.

La presente tesis de investigación denominada **“EVALUACION DE PARAMETROS DE DISEÑO EN LA CARRETERA LIRCAY - SECCLLA – ANGARAES – HUANCAVELICA”** surge como respuesta a este problema el cual pretende ser un documento de información social y técnico, en la parte social los pobladores que están el área de incidencia de la carretera van a tener referencia acerca del trazo de la carretera, soluciones de trazo; desde el punto de vista técnico como una guía que facilite el diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Se pretende realizar un estudio que analiza y compara las diferentes características geométricas de la carretera con los parámetros del Manual de Diseño Geométrico DG-2018, mediante el levantamiento topográfico para evaluar el estado actual, haciendo uso de los conocimientos académicos en nuestra formación profesional en la solución del transporte vial.

La metodología usada es del tipo transversal-descriptivo.

El trabajo se desarrolla en cuatro capítulos: el primer capítulo comprende la introducción, el segundo el marco teórico, el tercero la metodología, y el cuarto Resultados y discusión de los resultados, conclusiones, recomendaciones y anexos.

CAPÍTULO I

PLANTEAMIENTO DEL PROBLEMA

1.1. DESCRIPCION DEL PROBLEMA:

El mal diseño de una infraestructura vial no hace posible el adecuado desarrollo de la región de un país. Este déficit podría generar el lento crecimiento económico de la región, debido a la falta de integración de los mercados locales (distritos, provincias o centros poblados) con los centros económicos más relevantes, como las capitales departamentales.

Esta tesis servirá para tener en cuenta la evaluación de los parámetros de diseño en la carretera Lircay - Seclla ya que es una vía departamental.

El problema principal que se observa en la zona donde se desarrollara el proyecto de investigación es el inadecuado nivel de transpirabilidad del camino departamental y acceso entre las comunidades de común corral, Buenavista y pampamali, Situación que origina incremento en los costos de producción, el tiempo en el traslado para llegar a los mercados de consumo, todo consecuentemente genera la presencia de acciones negativas por el mal estado del acceso a la vía y a la vez que el camino vecinal existente está en malas condiciones, además dificultad en el embarque y desembarque de los productos; de esta manera se genera un bajo nivel de desarrollo socioeconómico de las comunidades de la zona, Sin embargo, la evaluación y diseño geométrico y la señalización de la

carretera Lircay - Secclla está influenciada grandemente por disminución en los peligros por un mal diseño de la carretera.

De esta manera las obras de ingeniería en cuanto a la construcción de carreteras se refieren, tendrán datos certeros para su ejecución y posteriormente se logrará la eficacia de dicha obra para satisfacción tanto de los usuarios y pobladores de zonas aledañas, como para los profesionales en ingeniería civil que participaron en su ejecución.

Por lo mencionado anteriormente en el problema, el estudio de la presente tesis se centra en realizar el “Diseño geométrico y señalización de la carretera Lircay-Secclla-provincia de Angaraes-Huancavelica”.

1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA

1.2.1. PROBLEMA GENERAL

¿Cuáles son los parámetros a evaluar para mejorar el diseño en la carretera Lircay - Secclla – Angaraes -Huancavelica?

1.2.2. PROBLEMAS ESPECIFICOS

- a) ¿En qué medida la evaluación de los parámetros servirá para mejorar el diseño en la carretera Lircay - Secclla – Angaraes - Huancavelica?
- b) ¿Cuáles son los parámetros según la normatividad vigente del MTC que nos permitirá comparar en el Diseño de la carretera Lircay - Secclla - Angaraes - Huancavelica?

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. OBJETIVO GENERAL

Establecer los parámetros a evaluar para mejorar el diseño en la carretera Lircay - Secclla – Angaraes - Huancavelica

1.3.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- a) Calcular la medida de evaluación de los parámetros que servirá para mejorar el diseño en la carretera Lircay - Secclla – Angaraes – Huancavelica.
- b) Calcular los parámetros según la normatividad vigente del MTC que nos permitirá comparar en el Diseño de la carretera Lircay - Secclla – Angaraes –Huancavelica.

1.4. JUSTIFICACIÓN:

Una deficiente infraestructura vial no hace posible el adecuado desarrollo de la región de un país y a medida que el tiempo pasa y las construcciones de carreteras en este caso, van adquiriendo modernas técnicas. En tal sentido el diseño geométrico desempeña un papel importante para la construcción de carreteras y donde se hace frecuente estar ante el problema de realizar un análisis correcto que nos ayude a obtener un buen diseño de las carreteras, por lo que es necesario determinar los detalles y parámetros geométricos y señalización de la carretera Lircay – Secclla.

Un aspecto también a tomar en cuenta es el tema económico, ya que, las carreteras son a la fecha de suma importancia para el progreso de una población.

Una parte del crecimiento comercial de cualquier región del país y del potencial económico corresponde al adecuado desarrollo de la infraestructura vial.

La presente tesis busca desarrollar una nueva alternativa para el diseño geométrico y señalización de la carretera Lircay – Secclla, de acuerdo a las normas del Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC 2018).

CAPÍTULO II

MARCO TEÓRICO

2.1 ANTECEDENTES DE LA INVESTIGACION

Los antecedentes de la presente investigación se ubican en las siguientes esferas:

2.1.1. A NIVEL INTERNACIONAL

Se tiene las siguientes investigaciones:

TESIS: (CHILUISA, 2009)“**DISEÑO GEOTÉCNICO DE LA CARRETERA CAHUAJI – EMPATE CON LA CARRETERA AMBATO – BAÑOS**”-**ECUADOR**

CONCLUSIONES:

De una manera general la mayor parte de la carretera que se estudió para el proyecto de mi tesis se observa que 18 km se desarrolla por suelos arenosos SP-SM y depósitos de roca alterada, y los 8 km restantes se

Encuentra sobre depósitos de limos de baja plasticidad (ML) tipo cangagua, tal como se indica en el perfil estratigráfico del trazado.

Se estableció con los estudios realizados dos zonas que por capacidad de carga se pueden clasificar como homogéneas, la primera que va desde el km 0+000 hasta el km 12+500, con un CBR de Diseño en estado natural de 14 % y desde el km 12+500 hasta el km 26+000 con un CBR en estado natural de 4 %.

Se estableció con los estudios realizados dos zonas que por capacidad de carga se pueden clasificar como homogéneas, la primera que va desde el km 0+000 hasta el km 12+500, con un CBR de Diseño en estado natural de 14 % y desde el km 12+500 hasta el km 26+000 con un CBR en estado natural de 4 %.

En la estabilización mecánica se estableció que en la primera zona el CBR al compactar el suelo se incrementaba a 28 % y en la segunda a 5 %.

Se comprobó que al ser compactado el material arenoso se obtenía una densidad seca máxima que variaba entre 1.70 a 1.90 Kg.cm³ con un contenido de humedad óptima de 12 %, en el caso de los suelos limosos se alcanzó una densidad seca máxima de 1.68 Kg.cm³ con una humedad óptima de 14 %.

En la inspección para el reconocimiento de la carretera encontramos suficientes yacimientos de materiales de construcción para mejoramiento de Subbase y base de Suelo Cemento.

Considerando las características de la zona, y la escasez de materiales de construcción para capa de base granular y capa de rodadura asfáltica, se

Selecciono como alternativa de pavimento, la que está conformada por una capa de material de subbase granular, una capa de base de suelo cemento y una capa de rodadura asfáltica.

Las inclinaciones de los taludes serán las que se indican en los cuadros No 4 y No 5.

El material de construcción para las diferentes capas del pavimento se deberá tomar de las minas Chazo y de la abscisa 7+740 y de las canteras Nieto para la capa de rodadura asfáltica.

De acuerdo al estudio geológico, se estableció que la mayoría del material de corte el 70% puede ser excavado fácilmente con máquinas convencionales.

Así mismo será necesario cambiar el ancho de la sección transversal, especialmente en las zonas inestables del km 4+000 al km 7+000 y realizar diferentes obras de estabilización del macizo rocoso inestable.

En una primera corrida se establece que el proyecto prácticamente se desarrollara en corte, por lo cual se ha determinado un volumen de excavación aproximado de 70.000 m³ por km.

Igualmente se ha estimado un volumen de relleno de un 5%; por lo que el volumen total será:

Volumen de corte :1757.700 m³

Volumen de relleno :87.885 m³.

2.1.2. A NIVEL NACIONAL

Se tiene las siguientes investigaciones:

TESIS: Ibérico, (2015) “ESTABILIZACION Y RECUPERACION EN CARRETERAS, CASO IIRSA NORTE TRAMO N^o 1 KM 45+690-KM 45+830”

CONCLUSIONES

Las características físicas de una ladera o talud son las que determinan las condiciones geológicas propicias para la generación de deslizamientos. Pero hay que tener en cuenta que estos deslizamientos pueden ocurrir por otros factores, geotécnicos, hidráulicos o sismos. Existen causas artificiales como producto de la actividad humana que puede modificar la estabilidad de un talud. La velocidad de un deslizamiento tiene que ver directamente con el factor que la desencadena y el tipo de suelo, pudiendo ser clasificado en el siguiente orden, siendo el más lento la reptación, seguido por deslizamiento rotacional, flujo, deslizamiento traslacional, avalancha y caída.

El principal agente erosivo y desencadenante de los procesos geodinámicos, es el agua.

Evidenciado en las precipitaciones pluviales y activación de quebradas.

El objetivo principal de un estudio de estabilidad de taludes, es diseñar medidas de prevención, y/o estabilización para reducir los niveles de amenaza y riesgo.

La estabilización de taludes requiere de metodologías específicas de diseño y construcción.

Cada sistema tiene su base teórica y sus procedimientos constructivos, para determinar el sistema a utilizar es preciso conocer las causas y mecanismos del problema.

La estabilidad de un talud es evaluada para dos condiciones: estática y pseudo estática (durante un sismo). La condición estática considera como fuerzas actuantes desestabilizadoras, solamente los esfuerzos producidos por el peso propio de los materiales.

La condición pseudo estática considera los esfuerzos producidos por una fuerza horizontal adicional producida por el sismo, donde la aceleración máxima ocurre una sola vez y en un lapso corto de tiempo (Iberico, 2015).

TESIS: (DELZO, 2018) “PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEÑALIZACIÓN DEL TRAMO 5 DE LA RED VIAL VECINAL EMPALME RUTA AN-111 – TINGO CHICO, PROVINCIAS DE HUAMALÍES Y DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO”

CONCLUSIONES:

La vía proyectada en la presente tesis se localiza en el departamento de Huánuco, en las provincias de Huamalíes y Dos de Mayo, la cual involucra a los distritos de Marías, Chuquis y Quivilla. Se encuentra en el orden los 2950 m.s.n.m.

Los beneficiarios directos del proyecto alcanzan los 24,500 habitantes, que comprenden los distritos de Jacas Grande, Quivilla, Marías y Chuquis. Así mismo, a partir de la mejora del transporte, el comercio aumenta y beneficia también al centro económico más relevante de la zona, que viene a ser la provincia de Huánuco con 304,487 habitantes (Censo 2017).

Los beneficios del proyecto son considerados a partir del ahorro obtenido por los costos de operación vehicular que incluyen los ahorros por tiempo de viaje de los usuarios de transporte de pasajeros y mercancías.

Así mismo, el mejoramiento tanto en el trazo de la vía, así como en la superficie de rodadura, resulta una manera adecuada de atraer el tráfico hacia dicha vía. De modo que, una posible intervención en los tramos restantes (1-4), resultaría en que la vía sea mucho más útil que la actual vía secundaria Huaráz – La Unión – Huánuco. Y con seguridad, resultaría mucho más rentable y segura.

- El tráfico de la vía, expresado en Índice Medio Diario Anual (IMDA) para el año 2037 es de 245 veh/día (85% de vehículos ligeros y 15% de vehículos pesados).

- El trazo proyectado para la vía Nuevas Flores – Tingo Chico es la mejor alternativa entre otras dos que se evaluaron previamente. La elección se sujeta a la idea de mejorar el trazo ya existente y no simplemente priorizar el ensanchamiento de la plataforma de rodadura y la mejora del pavimento.

La primera alternativa consistía en ajustarse al eje existente de la vía, lo cual no se consideraba adecuada, ya que esta es una vía de bajo tránsito con curvas menores al radio mínimo de diseño, y que, en su mayoría, los elementos geométricos no cumplían con los parámetros, recomendaciones y criterios que el Manual de Carreteras peruano establece.

La segunda alternativa resultaba de un trazo ligeramente diferente al eje existente en la que se priorizaba que obligatoriamente pase por los mismos tramos de empalme entre la carretera existente y los accesos a los poblados cercanos; sin embargo, los empalmes desde el eje nuevo al existente, en dichos tramos, generaban curvas muy cerradas, elevadas cantidades de corte de material y pendientes pronunciadas.

- A partir de lo anterior, el trazo proyectado tiene una longitud de 10.6 Km, empezando en la progresiva 58+300 y culminando en la progresiva 68+907. La vía comunica los poblados de Nuevas Flores, Quivilla y Tingo Chico, y beneficia también a los distritos de Marías y Chuquis. La topografía es accidentada con relieve ligeramente sinuoso. La carretera proyectada se clasifica como de tercera

clase y la solución a la superficie de rodadura es a nivel de carpeta asfáltica en caliente.

- En sectores donde existe un centro urbano, el trazo se desvía hacia la zona por donde es muy probable ya no pueda crecer más la urbanización, comportándose como una vía de evitamiento. Con ello se reduce la probabilidad de accidentes en el poblado, además de evitar que la urbanización sea dividida por la vía de doble sentido de velocidad moderada.

El diseño geométrico de la carretera cumple con todos los criterios y recomendaciones del Manual de Diseño Geométrico de Carreteras 2014 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

- Se ha revisado y tomado en cuenta los manuales complementarios chileno (Manual de Carreteras 2014 – Ministerio de Obras Públicas) y norteamericano (A Policy on Geometric Design of Highways and Streets 2011 – AASHTO).

- La vía proyectada tiene 6 m de ancho de plataforma, de dos carriles, cada uno por sentido. Tiene pendientes en el orden de 3% y en casos puntuales 4%. La velocidad de diseño es de 40 Km/h y el radio de giro mínimo es de 45 m. Todas las curvas horizontales son mayores al radio mínimo, siendo la menor de 60 m.

- Los parámetros como sobrecanchos, peraltes, distancias de parada, adelantamiento, etc. han sido considerados de acuerdo a la norma DG- 2014. En las zonas donde se propone barreras de seguridad, se considera un ensanche de 1m con la finalidad de asegurar la funcionalidad de las barreras. Al tratarse de una zona lluviosa, el bombeo de diseño es de 2.5%.

La rutina (macro) en Excel desarrollada para la presente tesis es un producto que puede ser aún mejorado y al cual se le incorporen distintas funciones que permitan mayor automatización en diseño geométrico de carreteras. Ha sido de mucha utilidad en el desarrollo de la presente tesis, ahorrando tiempo y evitando cálculos engorrosos, de modo que se minimicen errores.

- Como volumen total aproximado de corte se tiene 168,995 m³ de material, mientras que de relleno se tiene 119,172 m³. De estas cantidades se busca compensar entre material excavado y de relleno a partir de los diagramas de masa.

Estos permitirían calcular costos de transporte, así como ubicación estratégica de canteras y depósitos de material excedente (DMEs), el cual no es objetivo de la presente tesis.

- La señalización planteada corresponde a un complemento al componente de la seguridad de la vía. Pues si bien la seguridad de la carretera parte desde los criterios y parámetros en el ensamblaje de elementos geométricos, es ampliamente definida a partir de la colocación de señales verticales y horizontales, así como dispositivos de seguridad.

- La señalización proyectada en la presente tesis se basa en los criterios del Manual de Dispositivos de Control de Tránsito Automotor para Calles y Carreteras 2016 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú.

2.2 BASES TEÓRICAS:

❖ COMPONENTES PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA

El diseño de una carretera debe ser tal que la misma resulte ser funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Lo funcional se mide en cuanto:

- La carretera cumple con la finalidad de unir las localidades involucradas de acuerdo a las especificaciones que el cliente establece
- Si durante el tiempo de vida útil de la carretera, ésta no deje de ser utilizada.

❖ **Talud.** - Cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal, que haya de adoptar la estructura de la tierra bien en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería, se dividen en taludes naturales (laderas) o artificiales (cortes y terraplenes) (Morales, 2000).

❖ **Geomorfología.** - Rama de la geografía física que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a descubrir, entender su

génesis y entender su actual comportamiento. Uno de los modelos geomorfológicos explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos (Morales, 2000).

- ❖ **Riesgo.** - Pérdida social o económica promedio anual debido a la ocurrencia de todos los eventos posibles que pueden causar daño. El riesgo anual para una obra existente, en la que hay estadísticas sobre pérdidas del pasado, puede calcularse como la pérdida esperada o promedio multianual de pérdidas. Para un diseño, o para el desarrollo de medidas correctivas, el riesgo anual puede calcularse, determinando primero la amenaza o frecuencia de distintos niveles de lluvias, y luego promediando valores de vulnerabilidad con las respectivas frecuencias de ocurrencia de todas las lluvias (Morales, 2000).
- ❖ **Calicata** es una excavación superficial en el suelo de determinado punto de estudio a fin de observar los estratos del suelo mencionado según se vaya incrementando la profundidad de excavación. Es un estudio de suelo previo a la construcción de estructuras viales y carreteras. Mientras que la **Superficie de Falla** es referida a todo un bloque de suelo, que por composición o efectos externos tienden a un deslizamiento (Morales, 2000).
- ❖ **Erosión.** - Remoción (desprendimiento) de granos individuales o grupos de partículas de suelo y transporte de los mismos después del desprendimiento (Morales, 2000)
- ❖ **Corrimientos.** - Movimientos de masa de suelo o roca, fundamentalmente por la acción de la gravedad en materiales de laderas o taludes de un modo general. Los corrimientos son clasificados de la siguiente manera: caídas, volcaduras, flujos, deslizamientos (Morales, 2000).
- ❖ **Factor de Seguridad.** - Se define como la división entre las condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que podrían ocasionar la falla. También es definida como el cociente de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento del talud actual y cohesión o ángulo de fricción del talud requerido para mantener el talud estable (Morales, 2000).
- ❖ **Cohesión.** - La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre

otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno. La cohesión se mide kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de $0,25 \text{ kg/cm}^2$ a 1.5 kg/cm^2 , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula.

- ❖ **Capacidad Portante.** - Valor soporte, es la resistencia del suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas. Significa conferir al suelo la capacidad de resistir las cargas exteriores que se le aplican sin que produzcan fallas como rotura o deformaciones excesivas (Morales, 2000).

COMPONENTES PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA

El diseño de una carretera debe ser tal que la misma resulte ser funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Lo funcional se mide en cuanto:

- La carretera cumple con la finalidad de unir las localidades involucradas de acuerdo a las especificaciones que el cliente establece
- Si durante el tiempo de vida útil de la carretera, ésta no deje de ser utilizada.

La seguridad se mide en cuanto:

- La carretera presenta un trazo sencillo.
- La carretera esté muy bien señalizada.
- Se ubiquen diversos implementos de seguridad a lo largo del recorrido de la carretera.
- Se observe una disminución de accidentes de tránsito a lo largo del tiempo de vida útil de la carretera.

La comodidad se mide en cuanto:

- El conductor no se ve forzado a realizar giros muy complicados.
- No sea necesario que el conductor disminuya constantemente la velocidad de marcha
- Resulte fácil obtener información al ver las señales de tránsito.

La estética se mide en cuanto:

- En el recorrido de la carretera se encuentren atractivos paisajes
- El mismo trazo de la carretera permita que el conductor se sienta cómodo en su recorrido.

Lo económico se mide en cuanto:

- Los costos por la construcción, operación y mantenimiento de la carretera son considerablemente bajos.
- Los costos de viaje entre dos puntos son menores a comparación de la situación anterior sin carretera o con carretera en mal estado.

Es compatible con el medio ambiente en cuanto:

- El trazo de la vía respete el paisaje, tal que no sea considerable el daño al hábitat natural de las especies animales y vegetales.
- El trazo respete también las áreas de patrimonio natural.
- El trazo permita tener menores tiempo de viaje, evitando así mayores emisiones de monóxido por parte de los vehículos.

Para realizar el diseño geométrico tridimensional se procede al análisis y diseño bidimensional, con una proyección en un plano que es el diseño geométrico horizontal o trazado en planta, con una proyección en un plano que es diseño geométrico vertical o trazado en perfil longitudinal y complementándose con el diseño en un plano perpendicular el eje de la carretera, que viene hacer el diseño de la sección transversal. (BWC&C, 2010:8)

Dentro de la metodología del diseño geométrico, se deben considerar características tales como el volumen de tránsito y topografía de la zona. Siendo esto importante para poder establecer los parámetros de diseño, acordes a la normativa vigente.

Recopilación de Información

Consiste en la obtención de todo tipo de información de fuentes confiables que aporten directa e indirectamente en la elección de parámetros de diseño. Se puede considerar, por ejemplo:

- Estudio de Tráfico y Demanda, del cual se obtiene el Índice Medio Diario Anual (IMDA) para los 20 años de vida útil de la carretera y el vehículo de diseño.
- Estudio de Geología y Geotecnia, del cual se obtiene características del lugar que podrían influir en el trazo de la vía. Si, por ejemplo, existen zonas con peligro de inestabilidad de taludes, se podría cambiar el trazado.
- Estudio de Hidrología.

CLASIFICACIÓN DE LA CARRETERA

Uno de los factores determinantes en el diseño de carreteras es, sin duda, la clasificación que obtienen de acuerdo con el máximo volumen vehicular que pueda contener en un periodo de tiempo en una sección de la carretera. Es decir, la cantidad máxima de vehículos que pasan por una sección de la carretera, en un periodo de tiempo, determinan indicadores que permiten clasificarla.

Dentro de los índices determinantes en la clasificación de la carretera, el más común y más usado es el Índice Medio Diario Anual (IMDA). El IMDA Es la

cantidad promedio de vehículos que pasan por cierta sección de una carretera durante una hora, promediada en todos los días de un año, previsible al año fin de la vida útil de la carretera.

Por ejemplo, si el diseño de una carretera se realiza en el año 2015, el IMDA debe ser tal que muestre la realidad más probable a los 20 años de vida útil de la carretera, es decir, en el año 2035. (DG-2018, 2018, pág. 12)

El Manual DG-2018 considera que la clasificación de las carreteras está también en función de la demanda existente, así como se presenta en **cuadro N° 01**.

Cuadro N° 01:

Criterios de Clasificación de una carretera peruana en función de la demanda

CLASIFICACIÓN	ÍNDICE MEDIO DIARIO ANUAL (IMDA) EN VEHÍCULOS/DÍA	CARACTERÍSTICAS
Autopistas de Primera Clase	Mayor a 6000	Calzadas divididas por un separador central de 6.00 m como mínimo
Autopistas de Segunda Clase	Entre 6000 y 4001	Calzadas divididas por un separador central de entre 6.00m y 1.00 m
Carreteras de Primera Clase	Entre 400 y 2001	Una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo
Carreteras de Segunda Clase	Entre 200 y 400	Una calzada de dos carriles de 3.30 m de ancho como mínimo.
Carreteras de Tercera Clase	Menores a 400	Una calzada de dos carriles de 3.00 m de ancho como mínimo
Trochas Carrozables	Menores a 200	Una calzada de 4.00 m de ancho como mínimo

Fuente: Manual DG-2018

Cabe recalcar que el Índice Medio Diario Anual (IMDA) viene a ser el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año previsible en 20 años, tiempo considerado como vida útil de la carretera proyectada. (Manual DG- 2018, 2018:95)

Por otro lado, la clasificación de las carreteras en el Perú en función de la orografía predominante del terreno es de la siguiente manera:

Cuadro N° 02:

Criterios de Clasificación de una carretera peruana

CLASIFICACIÓN	CARACTERÍSTICAS
Terreno Plano (Tipo 1)	Tiene pendientes transversales al eje de la vía, menores o iguales al 10%. Las pendientes longitudinales son menores al 3%
Terreno Ondulado (Tipo 2)	Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 11% y 50%. Las pendientes longitudinales están entre 3% y 6%.
Terreno Accidentado (Tipo 3)	Tiene pendientes transversales al eje de la vía entre 51% y 100%. Las pendientes longitudinales están entre 6% y 8%.
Terreno Escarpado (Tipo 4)	Tiene pendientes transversales al eje de la vía superiores al 100%. Las pendientes longitudinales son mayores al 8%

FUENTE: MANUAL DG-2018

VEHÍCULO DE DISEÑO. -

Las características físicas de los vehículos que transitan o que transitarán por la carretera a diseñar, así como sus dimensiones, serán parámetros influyentes en la construcción geométrica de los diversos elementos de la carretera. Las características de los vehículos inciden de cierta forma en el diseño de curvas, sobrecanchos, curvas de transición, pendientes longitudinales de la rasante, etc. Es necesario conocer que vehículo servirá como parámetro de diseño. No se toma en consideración todos los vehículos que transiten en una determinada vía, solo se toma en cuenta el vehículo más grande que vaya a usar la carretera proyectada.

El vehículo de diseño o de proyecto es aquel vehículo hipotético, cuyo peso, dimensiones y características de operación son utilizados para establecer los lineamientos que guiarán el proyecto geométrico de las carreteras, calles e

intersecciones tal que éstas puedan acomodar vehículos de este tipo. (DG-2018, 2018, pág. 24).

VELOCIDAD DE DISEÑO. -

Se define como la máxima velocidad con la que un tramo determinado de la carretera se puede mantener segura y cómoda, cuando prevalezcan las condiciones de diseño. Además, permite definir las características geométricas mínimas de todos los elementos del trazado en condiciones de comodidad y seguridad (DG-2018, 2018, pág. 96)

Todos aquellos elementos geométricos de los alineamientos horizontal, de perfil y transversal, tales como radios mínimos, pendientes máximas, distancias de visibilidad, peraltes, anchos de carriles y bermas, sobrecanchos, etc. dependen de la velocidad de diseño y varían con un cambio de ella (DG-2018, 2018, pág. 96)

DISTANCIAS DE VISIBILIDAD. -

En cualquier lugar de la carretera el usuario tiene una visibilidad que depende de la forma, dimensiones y la disposición de los elementos del trazado. Para que las distintas maniobras puedan efectuarse de una forma se precisa de una visibilidad mínima que depende de la velocidad del vehículo y del tipo de maniobra. Se considera la visibilidad de parada y de adelantamiento.

DISTANCIA DE VISIBILIDAD DE PARADA:

Es la distancia mínima requerida para que se detenga un vehículo que viaja a la velocidad de diseño, antes de que alcance un objeto inmóvil que se encuentra en su trayectoria.

Se considera obstáculo aquel de una altura igual o mayor a 0.15 m, estando situados los ojos del conductor a 1.15 m, sobre la rasante del eje de su pista de circulación.

De acuerdo al Manual DG-2018, la distancia de visibilidad de parada se obtiene de dos maneras, de manera gráfica o empleando la ecuación mostrada más adelante. (DG-2018, 2018, pág. 103)

Velocidad de diseño (km/h)	Pendiente nula o en bajada				Pendiente en subida		
	0%	3%	6%	9%	3%	6%	9%
20	20	20	20	20	19	18	18
30	35	35	35	35	31	30	29
40	50	50	50	53	45	44	43
50	65	66	70	74	61	59	58
60	85	87	92	97	80	77	75
70	105	110	116	124	100	97	93
80	130	136	144	154	123	118	114
90	160	164	174	187	148	141	136
100	185	194	207	223	174	167	160
110	220	227	243	262	203	194	186
120	250	283	293	304	234	223	214
130	287	310	338	375	267	252	238

Figura N° 01: Distancia de visibilidad de Parada (en metros)

Fuente: Manual DG-2018

Es recomendable calcular la distancia de visibilidad de parada a partir de la fórmula presentada en el Manual, de modo que, al tener estos dos valores de longitud, con seguridad se escoge dicha distancia mínima. La fórmula es la siguiente:

$$D_p = \frac{V t_p}{3,6} + \frac{V^2}{254(f \pm i)}$$

Dónde:

- D_p : Distancia de parada (m)
- V : Velocidad de diseño
- t_p : Tiempo de percepción + reacción (s)
- f : Coeficiente de fricción, pavimento húmedo
- i : Pendiente longitudinal (tanto por uno)
- +i : Subidas respecto al sentido de circulación
- i : Bajadas respecto al sentido de circulación.

Figura N° 02: Fórmula para determinar la distancia de parada

Fuente: Manual DG-2018

Design Speed (km/h)	Assumed Speed for Condition (km/h)	Brake Reaction		Coefficient of Friction ^a f	Breaking Distance on Level (m)	Stopping Sight Distance for Design (m)
		Time (s)	Distance (m)			
30	30-30	2.5	20.8-20.8	0.40	8.8-8.8	29.6-29.6
40	40-40	2.5	27.8-27.8	0.38	16.6-16.6	44.4-44.4
50	47-50	2.5	32.6-34.7	0.35	24.8-28.1	57.4-62.8
60	55-60	2.5	38.2-41.7	0.33	36.1-42.9	74.3-84.6
70	63-70	2.5	43.7-48.6	0.31	50.4-62.2	94.1-110.8
80	70-80	2.5	48.6-55.5	0.30	64.2-83.9	112.8-139.4
90	77-90	2.5	53.5-62.5	0.30	77.7-106.2	131.2-168.7
100	85-100	2.5	59.0-69.4	0.29	98.0-135.6	157.0-205.0
110	91-110	2.5	63.2-76.4	0.28	116.3-170.0	179.5-246.4
120	98-120	2.5	68.0-83.3	0.28	134.9-202.3	202.9-285.6

Figura N° 03: Coeficientes de parada en pavimento húmedo y a nivel

Fuente: AASHTO

El tiempo de percepción/reacción se asume de 2s de acuerdo a las tendencias vigentes a la fecha.

Distancia de Visibilidad de Adelantamiento:

Es la distancia mínima que debe estar disponible a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que se supone viaja a una velocidad 15 Kph menor, con comodidad y seguridad sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz, y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. (DG-2018, 2018, pág. 106)

El Manual peruano sugiere mínimas distancias de visibilidad que se obtienen del siguiente gráfico, de acuerdo con la velocidad de diseño. (DG-2018, 2018, pág. 106).

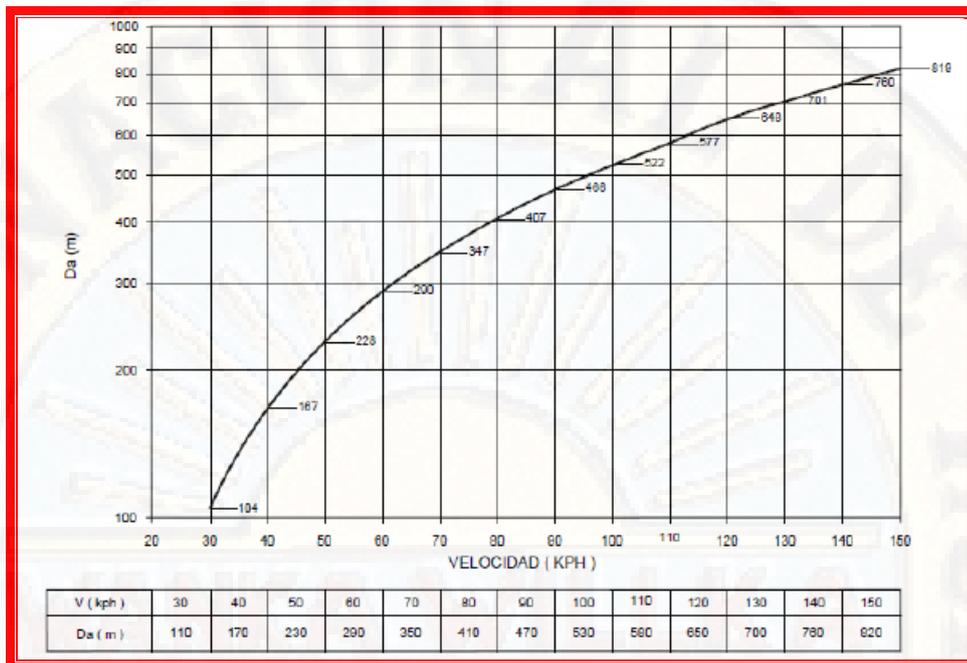


Figura N° 04: Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento (en metros)

Fuente: Manual DG-2018

ALINEAMIENTO HORIZONTAL

Un punto importante que considerar en relación con el alineamiento horizontal está en minimizar el impacto ambiental que pudiera generarse, preservando la flora, fauna y la geografía de la zona que atraviesa, así como también las propiedades privadas. (DG-2018, 2018, pág. 137)

Radio mínimo

Son los menores radios que pueden recorrerse a la velocidad de diseño y a la tasa máxima de peralte, en condiciones aceptables de seguridad y comodidad.

De acuerdo al Manual DG-2014, el valor del radio mínimo debe ser tal que:

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

Donde:

$R_{\text{mín}}$ = Radio mínimo absoluto (m)

V = Velocidad de diseño (Kph)

$P_{\text{máx}}$ = Peralte máximo asociado a V (en decimal)

$f_{\text{máx}}$ = Coeficiente de fricción transversal asociado a V

Coeficientes de fricción:

Velocidad de Diseño Km/h	f _{máx}
20	0.18
30	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

Tabla N° 01: Fricción transversal máxima en curvas

Fuente: Manual DG-2018

Peralte máximo:

Ubicación de la vía	Peralte Máximo
Área Urbana	4%
Área Rural (con peligro de hielo)	6%
Área Rural (plano u ondulado)	8%
Área Rural (accidentado o escarpado)	12%

Tabla N° 02: Valores de Peralte Máximo

Fuente: Manual DG-2018

De la ecuación anterior, se observa que el radio mínimo tomará valores pequeños cuando el valor de la fricción máxima transversal sea bajo (implica que la velocidad de diseño sea baja), y cuando la vía se ubique en zonas accidentadas o escarpadas. Se permite radios mínimos con valores altos cuando la velocidad de diseño es alta y cuando la vía se ubique en zonas más planas o urbanas. (DG-2018, 2018, pág. 127)

Coordinación entre curvas circulares

De acuerdo con el Manual DG-2018, la coordinación entre curvas circulares trata de que entre dos curvas consecutivas sin tangente intermedia o con tangente menor a 200 m de longitud, no puede existir una diferencia abrupta en los radios correspondientes. La relación de radios de las curvas no sobrepasará los valores obtenidos a partir de las Figuras 302.06 y 302.07 del Manual. (DG-2018, 2018, pág. 127)

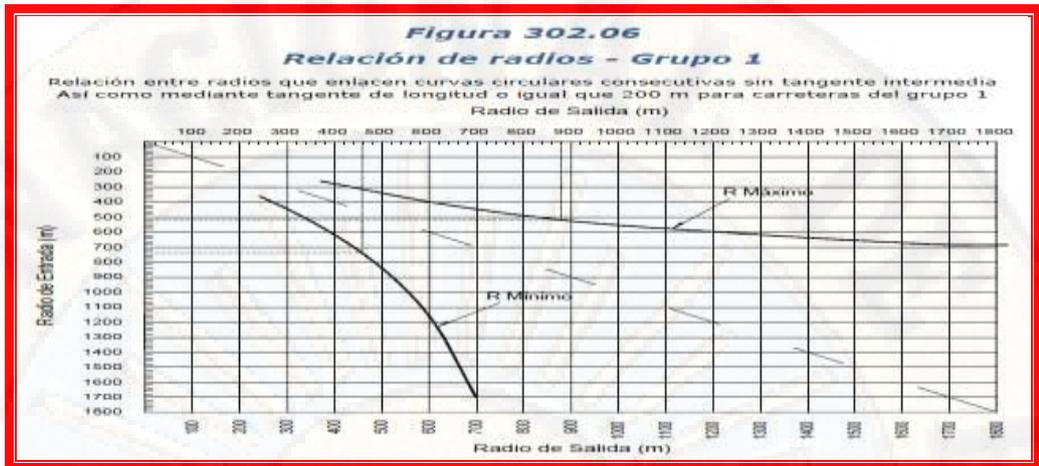


Figura N° 05: Coordinación entre curvas circulares para autopistas y carreteras de 1ra clase.

Fuente: Manual DG-2018

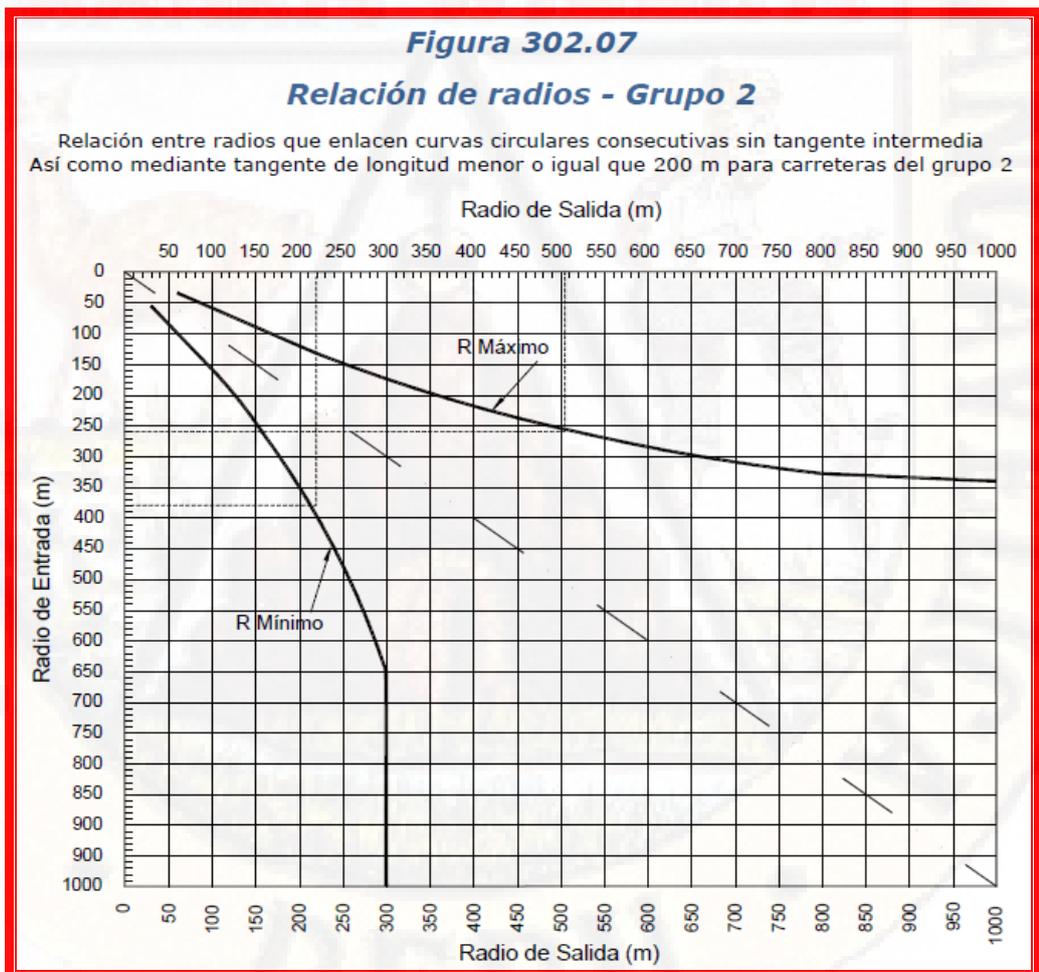


Figura N° 06: Coordinación entre curvas circulares para carreteras de 2da y 3ra clase.

Fuente: Manual DG-2018

Las figuras anteriores muestran que, por ejemplo, para una carretera de tercera clase, con un radio de entrada de 300 m, el mínimo radio de la siguiente curva debe ser 175m, y como máximo 650 m. Esto sólo se aplica si no existe tangente entre ambas curvas o si la tangente tiene longitud menor a 200 m.

Peralte de curvas

Se denomina peralte a la pendiente transversal de la plataforma que ocurre en las curvas de una carretera. Esto con el fin de contrarrestar la fuerza centrífuga que impele al vehículo hacia el exterior de la curva. (CIVIL CONSULTING & CADEXPRESS, 2016:1)

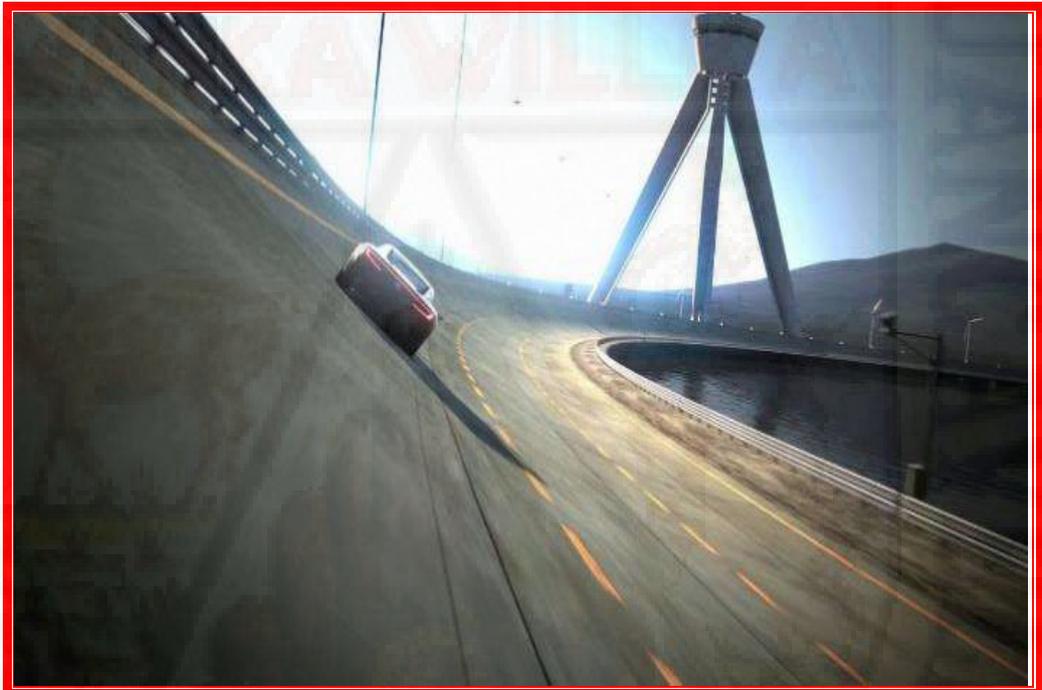


Figura N° 07: Curva peraltada que contrarresta la fuerza centrípeta

Fuente: Gtplanet – www.gtplanet.net

La norma peruana presenta, en diversos gráficos, la variación del peralte respecto al radio asignado a las curvas del trazo diseñado. En cada caso se establece valores de peralte máximo dependen de la orografía o de las características climatológicas.

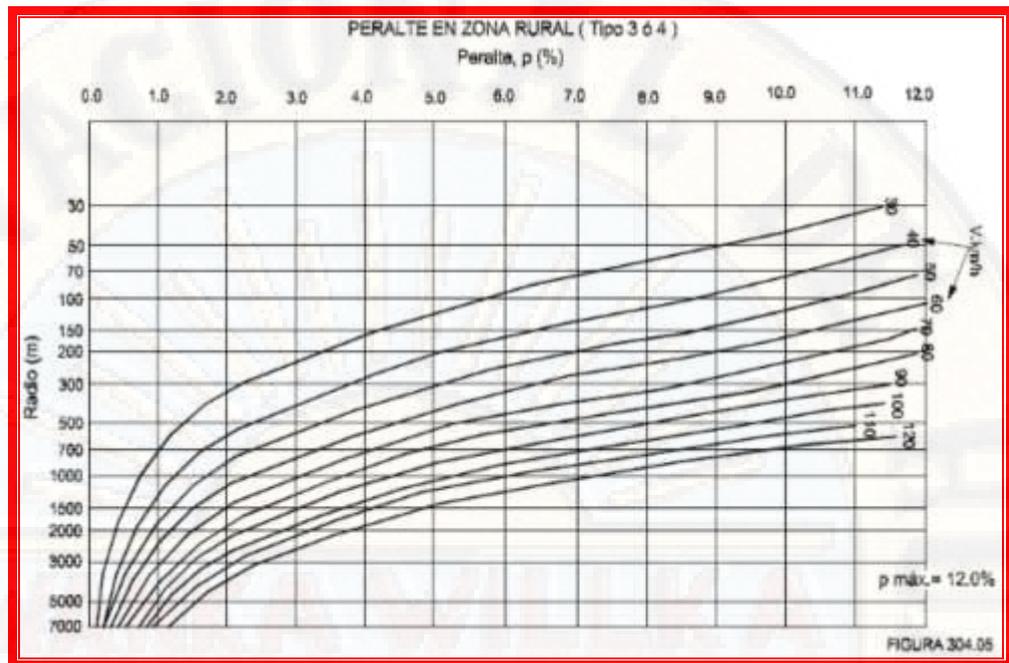


Figura N°08: Peralte para zona rural (Tipo 3 o 4)

Fuente: Manual DG-2018

En la figura mostrada, se observa una variación no lineal del peralte con respecto al radio de la curva para cada velocidad de diseño. El valor de peralte máximo vendría a ser 12%, al tratarse de una zona rural (con orografía accidentada o escarpada). Se aprecia que a medida que los radios de las curvas circulares toman valores más grandes, el peralte correspondiente se va haciendo más pequeño. Esto se explica por la relación entre el radio de giro y la fuerza centrípeta; mientras mayor sea el radio, menor será la fuerza que impulsa al vehículo a salir de la curva, y esto se traduce en reducir la inclinación transversal de la calzada.

Por otro lado, la inclinación transversal de la calzada se da en forma gradual a medida que se recorre la curva circular. Es decir, el peralte va incrementándose desde un punto en el tramo tangente hasta el punto donde toma su valor máximo. A este desarrollo gradual se le conoce como transición de peralte.

La longitud de transición del peralte **L_{tp}** en una curva circular, empieza a desarrollarse antes del inicio de curva y llega a su máximo valor un poco después del inicio de curva. Según la norma una vez alcanzado el peralte total, este debe mantenerse en la curva en una extensión $V/3.6$ metros. De preferencia

evitar este valor que es demasiado pequeño. (CIVIL CONSULTING & CADEXPRESS, 2016:7)

A continuación, se muestra gráficamente la transición de peralte.



Figura N° 09: Fin de Berma Normal

Fuente: Manual DG-2018

La figura muestra la sección transversal de la vía en tangente, justo en el momento en que se inicia la disminución de la inclinación de la berma. La disminución será en el lado exterior de la curva. La pendiente de la berma para este ejemplo es de 4%. A este punto se le llama **Fin de Berma Normal (Punto F)**.



Figura N° 10: Fin de Bombeo Normal

Fuente: Manual DG-2018

La figura muestra la sección transversal de la vía en tangente, justo en el momento en que se inicia el desvanecimiento del bombeo. El desvanecimiento será en el lado exterior de la curva. El bombeo para este ejemplo es de 2%. A este punto se le llama **Fin de Bombeo Normal (Punto A)**.



Figura N° 11: Bombeo Nivelado

Fuente: Manual DG-2018

El siguiente punto es cuando el carril exterior se nivela a cero grados. A este punto se le denomina **Bombeo Nivelado (Punto B)**.



Figura N° 12: Bombeo al revés

Fuente: Manual DG-2018

El siguiente punto notable de la transición de peralte es cuando el carril exterior de la calzada se alinea con el carril interior de la calzada. Ambos carriles tienen el mismo valor de inclinación, en este caso 2%, pero con signo cambiado. Es negativo cuando está en bombeo y es positivo en el carril exterior, porque el carril se ha elevado hacia arriba. A este punto se le denomina **Bombeo al Revés (Punto C)**.

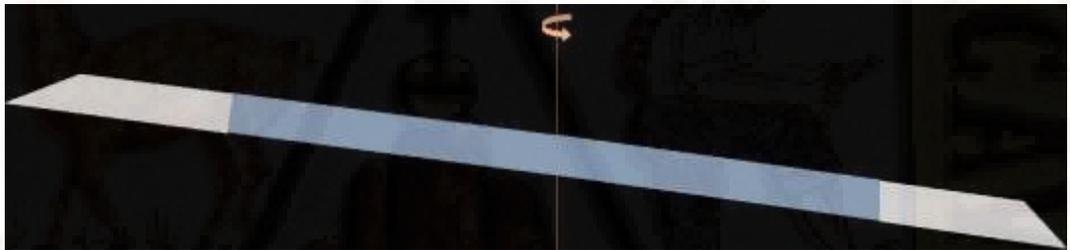


Figura N° 13: Berma al Revés

Fuente: Manual DG-2018

El punto notable de la figura es el que se da cuando, tanto la calzada y las bermas, llegan a inclinarse conjuntamente, obteniendo una pendiente igual a la que tenían en un inicio las bermas. Para este ejemplo, la pendiente de las bermas es 4%. A este punto se le conoce como **Berma al Revés (Punto G)**.

Hasta aquí, todos los puntos notables ocurren antes del inicio de la curva circular. El momento en el que se inicie la curva circular, el peralte ya debe haber superado el 50% de su desarrollo. Esto quiere decir que una parte del desarrollo del peralte ocurre en el tramo tangente. El Manual DG-2018 establece qué proporción de peralte es la que se debe dar en el tramo recto.

$p \leq 4.5 \%$	$4.5 \% < p \leq 7 \%$	$p > 7 \%$
0.5p	0.7p	0.8p

Tabla N° 03: Proporción del peralte (p) a desarrollar en tangente

Fuente: Manual DG-2018

La tabla anterior indica, por ejemplo, que si el peralte asignado a la curva es menor o igual a 4.5%, el 50% del peralte debe desarrollarse en el tramo tangente. A estos valores de 0.5, 0.7 y 0.8 se les conoce como factores “K”, y dependen del valor de peralte asignado a la curva.

A manera de ejemplo, si el peralte de una curva circular es de 8%, corresponde que el 70% (K=0.7) del peralte se desarrolle en el tramo tangente. Esto implica que el valor del peralte en el inicio de la curva sea el 70% del 8%, y esto es 5.6%. Entonces, en el inicio de la curva (PC), la calzada, juntamente con las bermas, ya tiene 5.6% de inclinación (Ver Figura N°14).

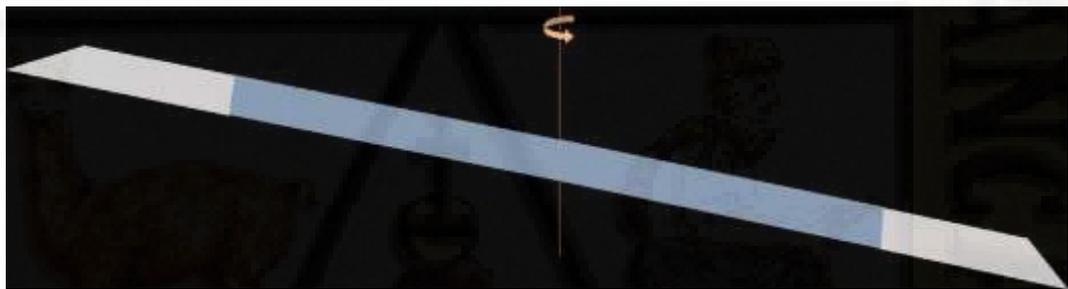


Figura N° 14: Inicio de Curva Circular (PC)

Fuente: Manual DG-2018

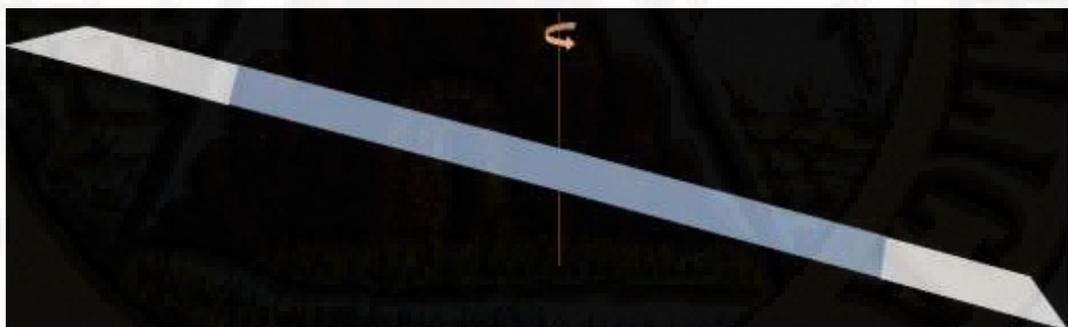


Figura N° 15: Inicio de Peralte Máximo

Fuente: Manual DG-2018

Finalmente, se llega al punto de peralte máximo (Ver Figura N°15), donde la pendiente en el carril interior será negativa, y en el exterior, positiva. A este punto se le llama **Inicio de Peralte Máximo (Punto D)**.

Como ilustración, se muestra la Figura N°16 en la cual se aprecia la transición del peralte en cada punto notable tridimensionalmente. La Figura N°17 es una proyección de una vista de perfil, en cual se observa la variación de dos puntos a cada extremo de la calzada durante el desarrollo del peralte.

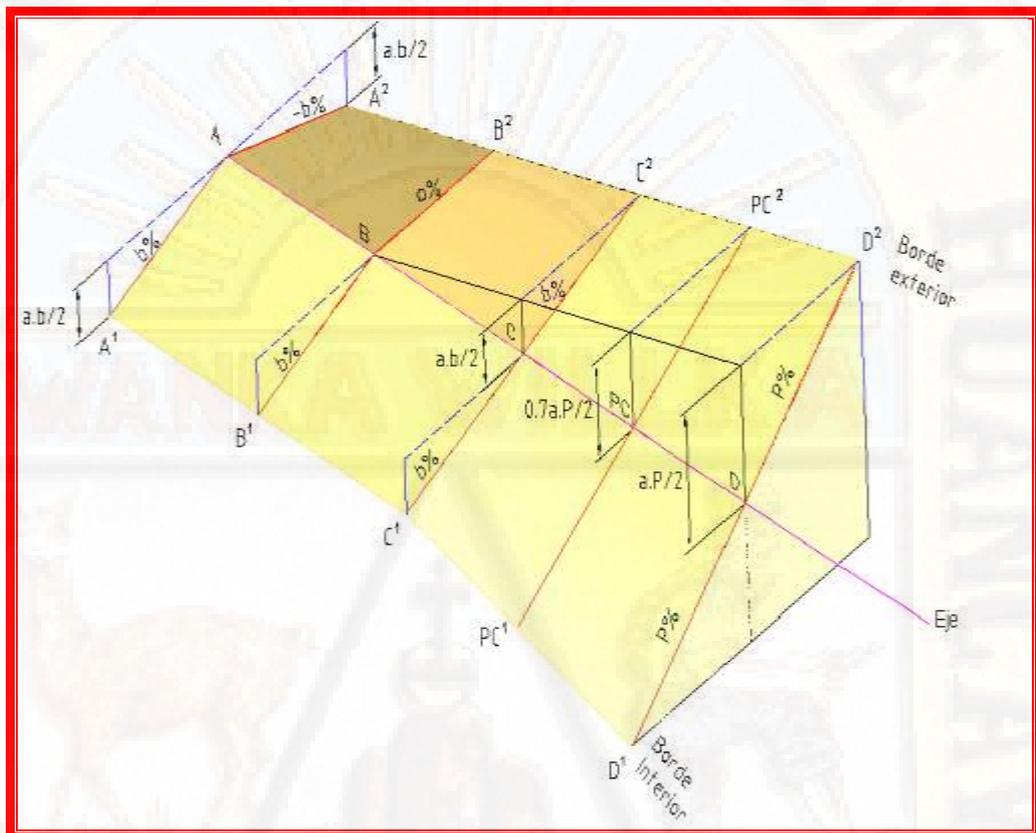


Figura N° 16: Vista tridimensional de la transición de peralte

Fuente: Civil Consulting & CAD Express

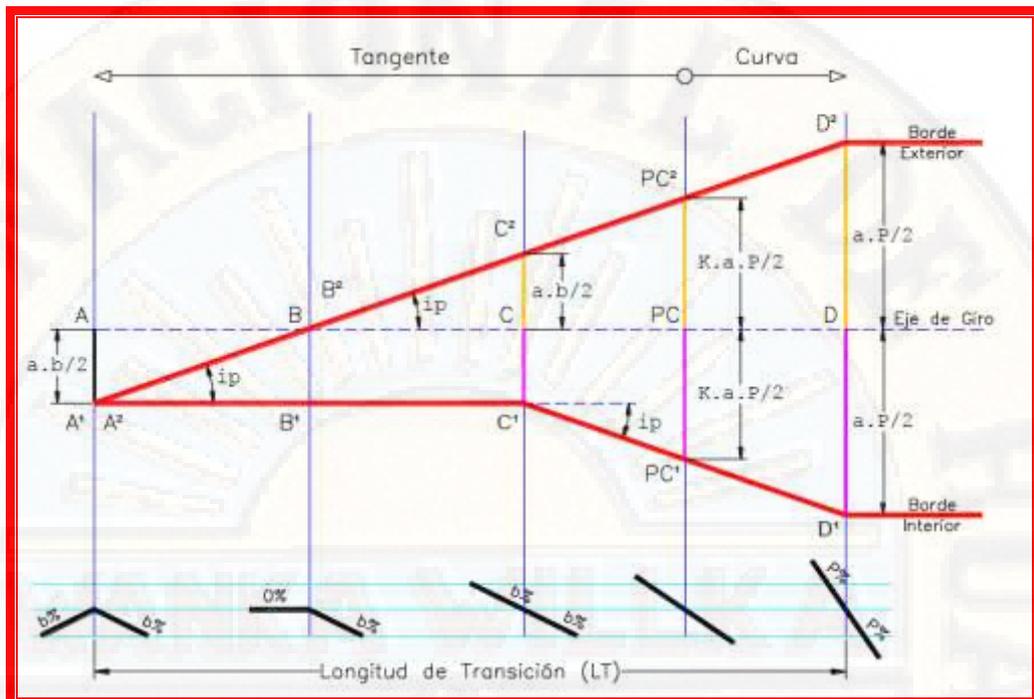


Figura N° 17: Proyección de perfil de la transición de peralte

Fuente: Civil Consulting & CAD Express

La Figura N°17 muestra distancias y medidas que serán necesarias para el cálculo de proporción de peralte en cada punto notable.

a = Ancho de calzada

b = Bombeo (%)

P = Peralte asignado a la curva

K = Factor de proporción de peralte (Manual DG-2018)

Las distancias AB , BC , CPC , PCD , etc., se calculan por semejanza de triángulos. Todos los cálculos serán de necesidad al momento de diseñar la transición de peraltes de la carretera.

Sin bien los valores e ilustraciones corresponden a la transición de peralte en la entrada a la curva, para la transición de salida solo es necesario tomarlo de manera inversa.

No obstante, la longitud de transición de peralte no siempre se da en el mismo orden anteriormente presentado. Suele existir algunas condiciones que modifiquen el orden de los puntos notables. Las condiciones son las siguientes:

- Existe la posibilidad de que el Punto G se encuentre antes o después del inicio de la curva circular (PC), esto dependerá del factor K, presentado líneas arriba.
- Si la inclinación de la berma inicial o por diseño es mayor al peralte máximo de la curva, el Punto G no existe y no se considera en la transición.

La longitud de transición de peralte desde el punto de bombeo normal hasta el punto de inicio de peralte máximo se desarrolla de acuerdo a la siguiente fórmula:

**FORMULA PARA EL CALCULO DE
LONGITUD DE TRANSICIÓN DEL PERALTE**

$$L_{tp \text{ min}} = \frac{(p_f - p_i)}{i_{p \text{ max}}} \times B$$

Donde :

pf : peralte que requiere la curva
 pi : peralte inicial, que generalmente corresponde al valor de bombeo
 B : distancia del borde de la calzada a la zona donde se realiza el giro
 ip_{max} : pendiente longitudinal del desarrollo del peralte, borde exterior

$$i_{p \text{ max}} = 1.8 - 0.01V_d$$

Figura N° 18: Fórmula para calcular la longitud de transición de peralte

Fuente: Civil Consulting & CAD Express

Curva de transición

En presencia de curvas de radios pequeños, resulta un peligro que los conductores se vean forzados a realizar maniobras incómodas. Esto se debe a que el vehículo no describe una trayectoria circular adecuada y resulta en que este invade el carril contrario.

Se sugiere que el paso de un tramo recto a una curva circular se haga de forma gradual, de manera que no se presenten dichos inconvenientes. Para ello, es necesario emplear curvas de transición que permitan un cambio gradual de dirección, inclinación transversal y la ampliación de la calzada (sobreeanchos y anchos de visibilidad). (Cárdenas, 2015: 242)

En el ámbito local, una curva de transición por defecto corresponde a la ecuación de la Clotoide o Espiral de Euler. Dicha ecuación es sencilla e involucra tres parámetros determinantes para su diseño:

$$A^2 = RL$$

Donde:

A = Parámetro de la Espiral

R = Radio de curvatura de la espiral en un punto de la espiral

L = Longitud desde el origen hasta dicho punto.

Esta característica geométrica de la espiral permite una adecuada transición desde un tramo tangente ($R = \infty$) hasta el inicio de la curva circular ($R = R_c$). La siguiente imagen muestra la configuración de una curva circular con espirales de transición a la entrada y a la salida. Las líneas rojas representan tramos tangentes, las azules vienen a ser las espirales, y las curvas lilas son curvas circulares.

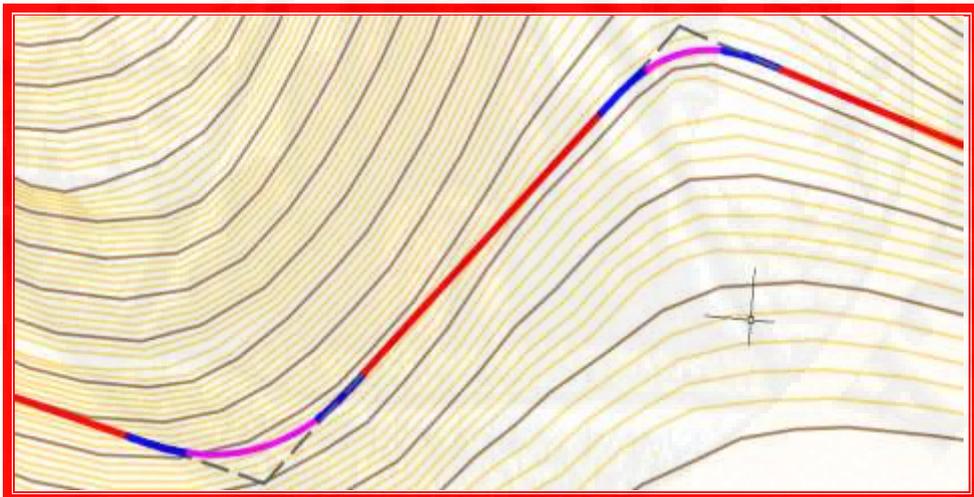


Figura N° 19: Configuración de curva circular con curvas de transición

FUENTE: Los tesisas

Si bien las curvas de transición permiten una mejor transición entre tramo recto y curvo, no es muy necesario emplearlas en curvas de radios grandes, pues al ser

curvas amplias, permiten al vehículo tener una trayectoria circular y que no experimente cambios bruscos de dirección. Es así, que la Norma peruana ha establecido los radios mínimos para que una curva pueda prescindir de espirales.

Radios circulares límites que permiten prescindir de la curva de transición

V (km/h)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
R (m)	80	150	225	325	450	600	750	900	1200	1500	1800

Radios que permiten prescindir de la curva de transición en carreteras de Tercera Clase

Velocidad de diseño Km/h	Radio M
20	24
30	55
40	95
50	150
60	210
70	290
80	380
90	480

Figura N° 20: Valores de radio mínimo para poder prescindir de curvas de transición

Fuente: Manual DG-2018

A manera de ejemplo, para una carretera de tercera clase con 40Kph de velocidad de diseño, si alguna de sus curvas tiene un radio menor a 95 m, entonces es necesario e obligatorio emplear curvas de transición a la entrada y a la salida en dicha curva.

De otro lado, por parte del diseño de estas curvas de transición, el parámetro más influyente a calcular es la longitud mínima de la curva espiral ($L_{mín}$), que resulta de determinar el parámetro de la espiral mínimo ($A_{mín}$) de modo que la curva de transición distribuya la aceleración transversal no compensada, a una tasa J , compatible con la seguridad y comodidadl. (DG-2018, 2018, pág. 151)

La ecuación es la siguiente:

$$A_{mín} = \sqrt{VR 46.656 J (V^2 R - 1.27p)}$$

Donde:

V = Velocidad de diseño (Kph)

R = Radio de la curva circular asociada (m)

J = Variación uniforme de la aceleración (m/s³)

p = peralte correspondiente a V y R (%)

A partir de la ecuación de la espiral y del Amín, se puede determinar el valor de Lmín:

$$L_{mín} = V \sqrt{46.656 J (V^2 R - 1.27p)}$$

Se puede apreciar que mientras más pequeño sea el radio de la curva, la longitud de la espiral aumenta. El valor de J es un parámetro influenciado por la velocidad de diseño, mientras mayor velocidad haya, menor será la variación de la aceleración transversal. El Manual DG-2018 establece valores de J para rangos de velocidades de diseño.

V (km/h)	V < 80	80 < V < 100	100 < V < 120	V > 120
J (m/s ³)	0,5	0,4	0,4	0,4
Jmáx (m/s ³)	0,7	0,8	0,5	0,4

Figura N° 21: Variación de la aceleración transversal

Fuente: Manual DG-2018

Los valores de Jmáx se emplean cuando el proyecto tiene la finalidad de ser principalmente económico, de tal modo que al usar valores grandes de J, la longitud de la espiral se reduce. Como consecuencia de Lmín pequeños, los costos de construcción resultan, en parte, cómodos.

Una vez calculada la longitud mínima de la espiral, es necesario verificar que cumpla ciertos criterios de diseño según el Manual DG-2018. Los criterios son los siguientes:

1. En ningún caso, la longitud de la espiral debe ser menor a 30 m.
2. La longitud de la espiral mínima debe ser la calculada con la ecuación de Amín.

3. Para que la presencia de la espiral sea fácilmente perceptible por el conductor, se debe cumplir:

$$R/3 \leq A_{\text{mín}} \leq R$$

Donde:

a = Ancho de la calzada (m)

p = Peralte de la curva (%)

En el caso de que se trate de una carretera de tercera clase:

$$L_{\text{mín}} = 0.0178 V^3 R \quad L_{\text{máx}} = \sqrt{(24R)}$$

6. Una vez que la longitud mínima escogida cumpla con los criterios anteriores, se calcula la longitud máxima:

$$L_{\text{máx}} = 1.5 L_{\text{mín}}$$

A partir del $L_{\text{mín}}$ y $L_{\text{máx}}$, ya se tiene un rango de valores de longitudes de espiral que se pueden asignar en el diseño.

Por otro lado, así como se da el desarrollo del peralte en una curva sin espirales, también es necesario analizar lo que ocurre en una que contenga curvas de transición. El valor de L asignada a la espiral viene a ser la composición de una longitud L_2 y otra L_3 . Es decir, $L = L_2 + L_3$, mientras que L_1 es el complemento para que la suma de estas tres longitudes resulte ser la longitud de transición de peralte (L_{tp}).

$$L_{tp} = L_1 + L_2 + L_3$$

Dónde:

L_1 = longitud del desarrollo de una proporción del peralte en el tramo tangente (m)

L_2 = longitud del desarrollo de otra proporción del peralte en la curva de transición (m)

L_3 = longitud del desarrollo de la última proporción del peralte en la curva de transición (m)

Al igual que en curvas sin espirales, los puntos notables en la transición del peralte son los mismos, con la diferencia de que, en este caso, el Punto D y el

de inicio de la curva circular (PC) coinciden. La siguiente imagen ilustra mejor la transición de peralte en una curva con espirales.

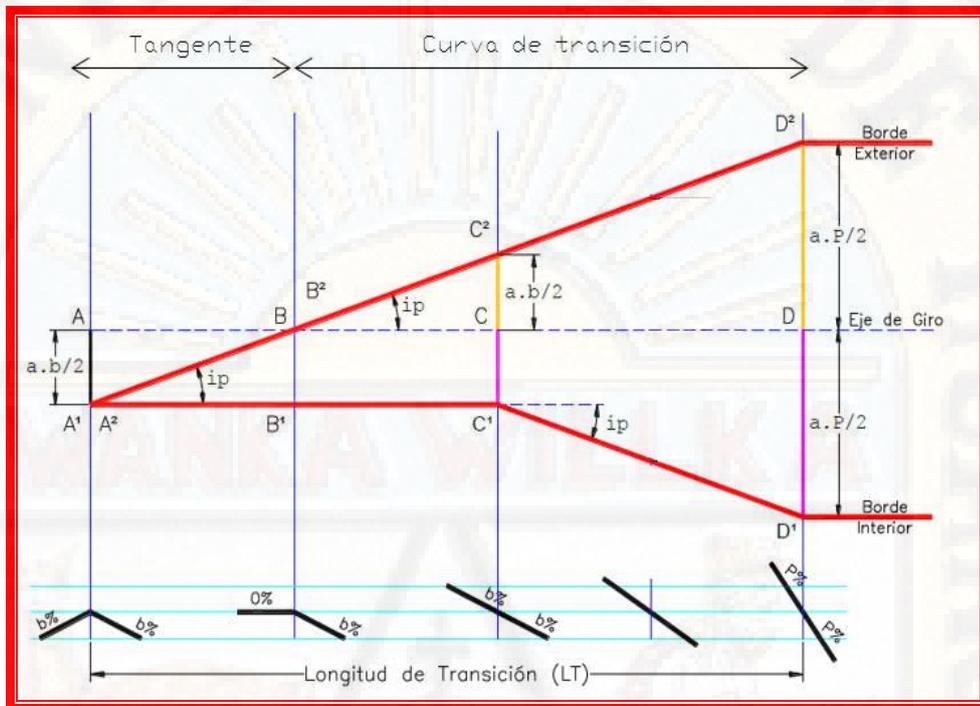


Figura N° 22: Proyección de perfil de la transición de peralte en curva con espirales

Fuente: Civil Consulting & CAD Express.

De la imagen anterior, se puede apreciar que $L1 = L2$, por lo que, si se define una longitud de la curva de transición, es posible, mediante propiedades geométricas, determinar los valores de $L1$, $L2$ y $L3$.

Sobreanchos

Cuando un vehículo circula por una curva horizontal, ocupa un ancho de calzada mayor que en recta. Debido a la rigidez y dimensiones del vehículo, sus ruedas traseras siguen una trayectoria distinta a la de las ruedas delanteras, ocasionando dificultad a los conductores para mantener su vehículo en el eje del carril de circulación que sigue. Es por ello que la calzada en las curvas debe ensancharse para compensar el mayor espacio que ocupa el vehículo al girar por ella.

El cálculo del sobreancho se realiza mediante la siguiente fórmula:

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

Donde:

Sa = Sobreancho (m)

n = Número de carriles

R = Radio de la curva (m)

L = Longitud del vehículo de diseño medido entre el último eje y la parte frontal del vehículo (m)

V = Velocidad de diseño (Kph)

Es recomendable redondear los resultados a múltiplos de 10 cm.

El sobreancho se ubica en el borde interior de la curva circular o espiralada, aumentando el ancho de la calzada progresivamente a lo largo de la longitud de transición de peralte, mediante una variación lineal.

La variación lineal del sobreancho se da de dos maneras diferentes. Si la curva no presenta curvas de transición, el desarrollo del ensanchamiento se da en la longitud de transición de peralte. Si la curva tiene espirales, el desarrollo del sobreancho se da en la longitud de la espiral.

La variación lineal del sobreancho se expresa con la siguiente fórmula:

$$S_{an} = S_a L L_n$$

Donde:

S_{an} = Sobreancho a calcular en un punto determinado (m)

S_a = Sobreancho calculado para una curva (m)

L_n = Longitud en un punto en el cual se requiere calcular el sobreancho (m)

L = Longitud total del desarrollo del sobreancho (m)

Por ejemplo, si la longitud de transición de peralte de una curva es de 20 metros y el sobreancho calculado es de 80 cm, y tratándose de una curva circular sin espirales, entonces se toma la longitud del desarrollo la misma longitud de la transición de peralte. (DG-2018, 2018, pág. 138)

Entonces:

$$S_{an} = 0.8 \cdot 20 L_n = 0.04 L_n$$

L_n -(m)	Sa_n -(m)
0	0.0
5	0.2
10	0.4
15	0.6
20	0.8

Tabla N°04: Variación lineal del sobrancho de 80 cm, en 20 m de desarrollo.

Fuente: Manual DG- 2018

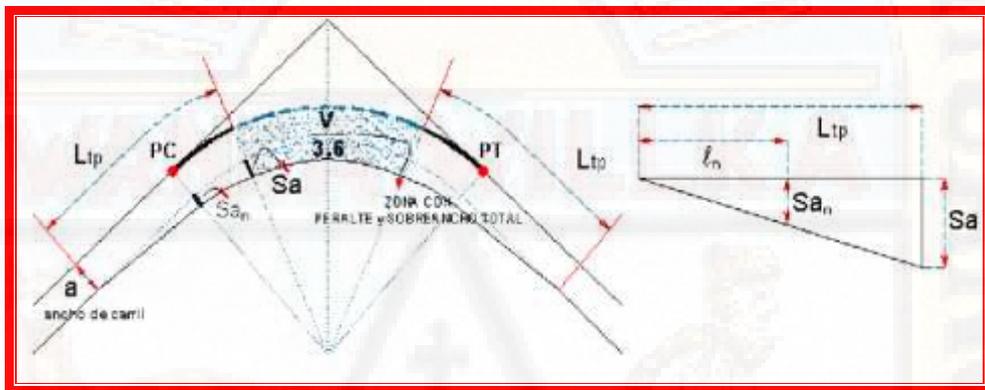


Figura N° 23: Desarrollo del sobrancho para una curva sin espirales

Fuente: Civil Consulting & CAD Express SAC

Alineamiento Vertical

Para el diseño del alineamiento vertical se toma en cuenta la velocidad de diseño, la topografía de la zona, condiciones de seguridad, condiciones de drenaje, costos de construcción y valores estéticos.

El principal criterio que se utiliza para definir la rasante es la orografía de la zona y garantizar el correcto drenaje longitudinal y transversal. En tramos llanos u ondulados la rasante se proyecta sobre las inflexiones del terreno, teniendo en cuenta consideraciones de estética, visibilidad y seguridad. En tramos de cruce urbano, se uniformiza la rasante existente tratando de conservar los niveles existentes. (DG-2018, 2018, pág. 188)

Pendiente mínima y máxima

Como menciona la norma DG-2014, para un adecuado drenaje superficial del agua de las lluvias, se debe procurar proveer una pendiente mínima de aproximadamente 0.5%. Sin embargo, se pueden presentar los siguientes casos:

- Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas, se puede adoptar sectores con hasta 0.2% de pendiente.
- Si el bombeo es de 2.5%, se puede adoptar pendientes igual a cero (0).

Si existen bermas, la pendiente mínima deseada es de 0.5% y la mínima es de 0.35%.

En zonas de transición de peralte, la pendiente mínima debe ser 0.5%.

Por otro lado, de acuerdo con la Tabla 303.01 del Manual, se admiten como máximas las siguientes pendientes: (DG-2018, 2018, pág. 170)

Demanda	Autopistas								Carretera				Carretera				Carretera			
	> 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-1000				< 400			
Vehículos/día	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera clase			
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																				
40 km/h																				
50 km/h																				
60 km/h																				
70 km/h																				
80 km/h																				
90km/h																				
100km/h																				
110 km/h																				
120 km/h																				
130 km/h																				

Figura N° 24: Pendientes máximas

Fuente: Manual DG-2014

Curvas verticales

En el diseño vertical, las curvas son parábolas definidas por el parámetro de curvatura K, el cual viene a ser la relación entre la longitud de la curva vertical y el valor absoluto de la diferencia algebraica de pendientes de entrada y salida. Las curvas pueden ser de forma cóncava o convexa.

En el caso de la norma peruana, el diseño de las curvas verticales convexas se basa en calcular la longitud de la curva de modo que cuente con una adecuada visibilidad de parada o de adelantamiento. Mientras que, para las curvas cóncavas, es necesario que cuente con la distancia de visibilidad de parada.

En el caso de curvas convexas, las ecuaciones vienen a ser las siguientes:

Si se desea contar con visibilidad de parada (Dp) (DG-2018, 2018, pág. 170)

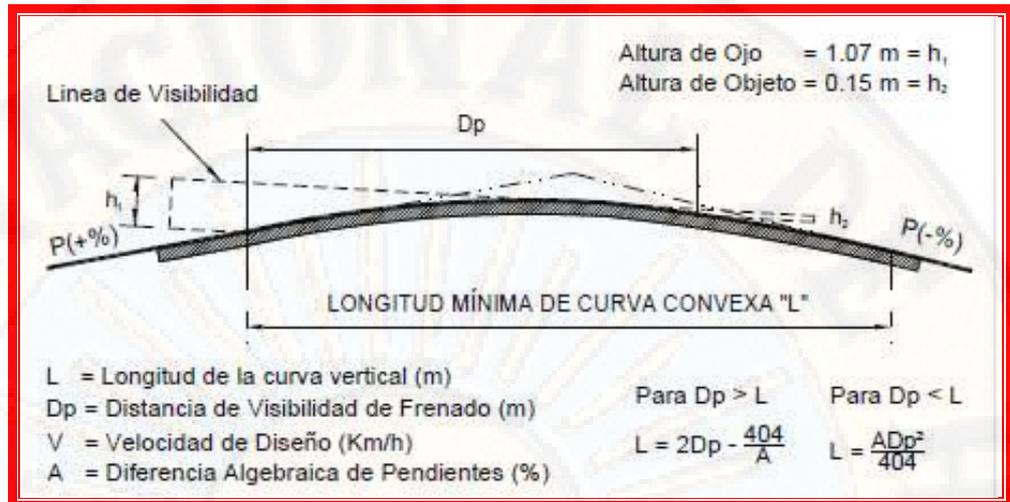


Figura N° 25: Longitud mínima de curva vertical para contar con D_p

Fuente: Manual DG-2014

Si se desea contar con visibilidad de adelantamiento (D_a) (DG-2018, 2018, pág. 177)

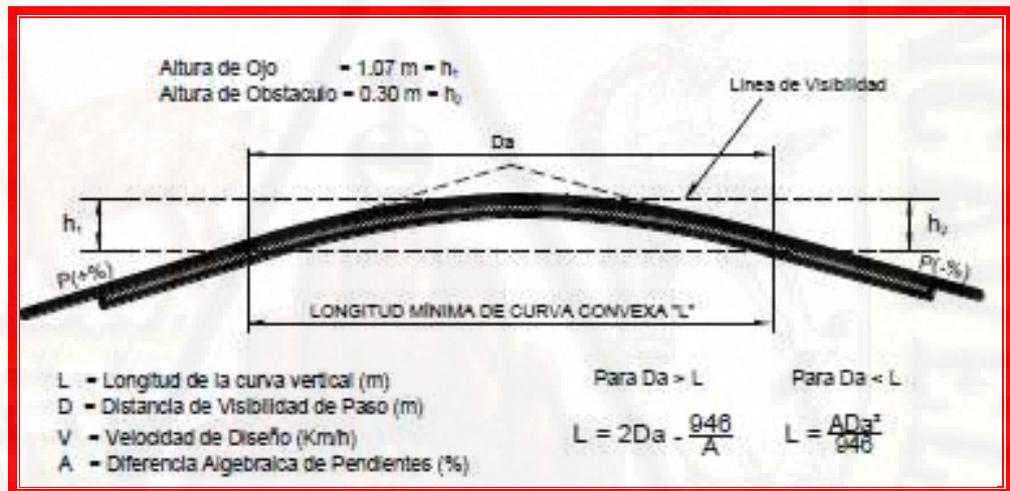


Figura N° 26: Longitud mínima de curva vertical para contar con D_a

Fuente: Manual DG-2014

En el caso de curvas cóncavas, las ecuaciones vienen a ser las siguientes: (DG-2018, 2018, pág. 180)

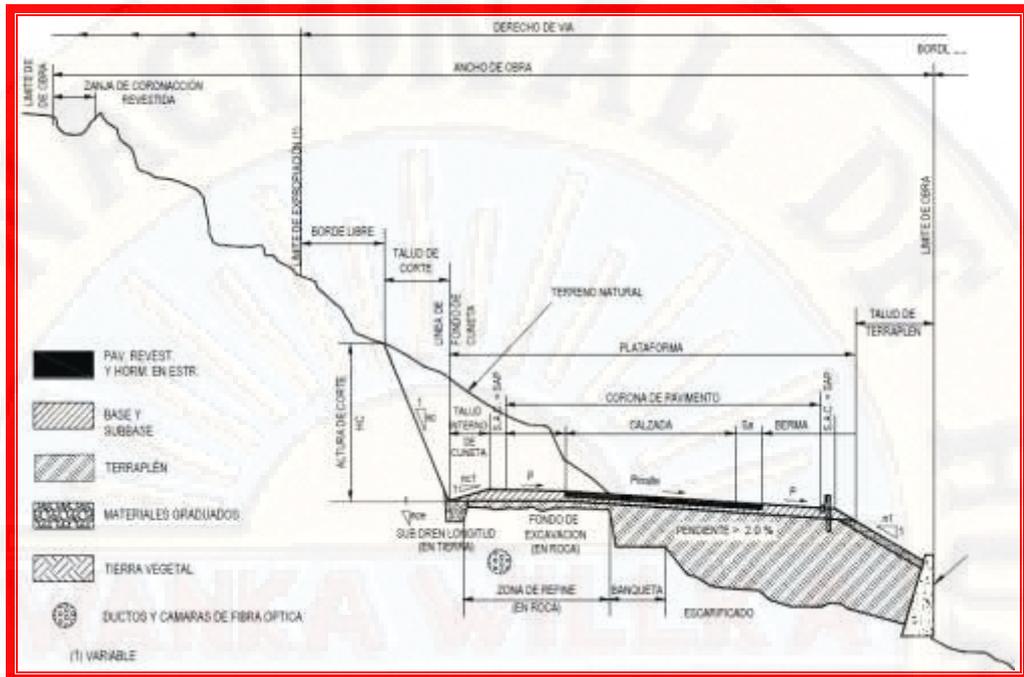


Figura N° 28: Sección Transversal típica de una carretera de 3ra clase

Fuente: Manual DG-2014

2.3. BASES CONCEPTUALES.

El término **Base conceptual** se utiliza básicamente en el ámbito de la investigación con carácter científico. Por **Base conceptual** se entiende la representación general de toda la información que se maneja en el proceso de investigación.

❖ COMPONENTES PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA

El diseño de una carretera debe ser tal que la misma resulte ser funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Lo funcional se mide en cuanto:

- La carretera cumple con la finalidad de unir las localidades involucradas de acuerdo a las especificaciones que el cliente establece

- Si durante el tiempo de vida útil de la carretera, ésta no deje de ser utilizada.
- ❖ **Talud.** - Cualquier superficie inclinada respecto a la horizontal, que haya de adoptar la estructura de la tierra bien en forma natural o como consecuencia de la intervención humana en una obra de ingeniería, se dividen en taludes naturales (laderas) o artificiales (cortes y terraplenes) (Morales, 2000).
- ❖ **Geomorfología.** - Rama de la geografía física que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a descubrir, entender su génesis y entender su actual comportamiento. Uno de los modelos geomorfológicos explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos (Morales, 2000).
- ❖ **Riesgo.** - Pérdida social o económica promedio anual debido a la ocurrencia de todos los eventos posibles que pueden causar daño. El riesgo anual para una obra existente, en la que hay estadísticas sobre pérdidas del pasado, puede calcularse como la pérdida esperada o promedio multianual de pérdidas. Para un diseño, o para el desarrollo de medidas correctivas, el riesgo anual puede calcularse, determinando primero la amenaza o frecuencia de distintos niveles de lluvias, y luego promediando valores de vulnerabilidad con las respectivas frecuencias de ocurrencia de todas las lluvias (Morales, 2000).
- ❖ **Calicata** es una excavación superficial en el suelo de determinado punto de estudio a fin de observar los estratos del suelo mencionado según se vaya incrementando la profundidad de excavación. Es un estudio de suelo previo a la construcción de estructuras viales y carreteras. Mientras que la **Superficie de Falla** es referida a todo un bloque de suelo, que por composición o efectos externos tienden a un deslizamiento (Morales, 2000).
- ❖ **Erosión.** - Remoción (desprendimiento) de granos individuales o grumos de partículas de suelo y transporte de los mismos después del desprendimiento (Morales, 2000)
- ❖ **Corrimientos.** - Movimientos de masa de suelo o roca, fundamentalmente por la acción de la gravedad en materiales de laderas o taludes de un modo general.

Los corrimientos son clasificados de la siguiente manera: caídas, volcaduras, flujos, deslizamientos (Morales, 2000).

- ❖ **Factor de Seguridad.** - Se define como la división entre las condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que podrían ocasionar la falla. También es definida como el cociente de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento del talud actual y cohesión o ángulo de fricción del talud requerido para mantener el talud estable (Morales, 2000).
- ❖ **Cohesión.** - La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno. La cohesión se mide kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de $0,25 \text{ kg/cm}^2$ a 1.5 kg/cm^2 , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula. (Morales, 2000)
- ❖ **Capacidad Portante.** - Valor soporte, es la resistencia del suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas. Significa conferir al suelo la capacidad de resistir las cargas exteriores que se le aplican sin que produzcan fallas como rotura o deformaciones excesivas (Morales, 2000).

COMPONENTES PRINCIPALES DEL DISEÑO GEOMÉTRICO DE UNA CARRETERA

El diseño de una carretera debe ser tal que la misma resulte ser funcional, segura, cómoda, estética, económica y compatible con el medio ambiente.

Lo funcional se mide en cuanto:

- La carretera cumple con la finalidad de unir las localidades involucradas de acuerdo a las especificaciones que el cliente establece
- Si durante el tiempo de vida útil de la carretera, ésta no deje de ser utilizada.

La seguridad se mide en cuanto:

- La carretera presenta un trazo sencillo.

- La carretera esté muy bien señalizada.
- Se ubiquen diversos implementos de seguridad a lo largo del recorrido de la carretera.
- Se observe una disminución de accidentes de tránsito a lo largo del tiempo de vida útil de la carretera.

La comodidad se mide en cuanto:

- El conductor no se ve forzado a realizar giros muy complicados.
- No sea necesario que el conductor disminuya constantemente la velocidad de marcha
- Resulte fácil obtener información al ver las señales de tránsito.

La estética se mide en cuanto:

- En el recorrido de la carretera se encuentren atractivos paisajes
- El mismo trazo de la carretera permita que el conductor se sienta cómodo en su recorrido.

Lo económico se mide en cuanto:

- Los costos por la construcción, operación y mantenimiento de la carretera son considerablemente bajos.
- Los costos de viaje entre dos puntos son menores a comparación de la situación anterior sin carretera o con carretera en mal estado.

Es compatible con el medio ambiente en cuanto:

- El trazo de la vía respete el paisaje, tal que no sea considerable el daño al hábitat natural de las especies animales y vegetales.
- El trazo respete también las áreas de patrimonio natural.
- El trazo permita tener menores tiempo de viaje, evitando así mayores emisiones de monóxido por parte de los vehículos.

Para realizar el diseño geométrico tridimensional se procede al análisis y diseño bidimensional, con una proyección en un plano que es el diseño geométrico horizontal o trazado en planta, con una proyección en un plano que es diseño geométrico vertical o trazado en perfil longitudinal y complementándose con el diseño en un plano perpendicular el eje de la carretera, que viene hacer el diseño de la sección transversal. (BWC&C, 2010:8)

Dentro de la metodología del diseño geométrico, se deben considerar características tales como el volumen de tránsito y topografía de la zona. Siendo esto importante para poder establecer los parámetros de diseño, acordes a la normativa vigente.

2.4. DEFINICIÓN DE TÉRMINOS:

- ❖ **Carretera:** Camino para el tránsito de vehículos motorizados de por lo menos dos ejes, cuyas características geométricas, tales como: pendiente longitudinal, pendiente transversal, sección transversal, superficie de rodadura y demás elementos de la misma, deben cumplir las normas técnicas vigentes del Ministerio de Transportes y Comunicaciones. (DG-2018, 2018, pág. 10)
- ❖ **Derecho de Vía:** Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera y todos los elementos que la conforman, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva. (DG-2018, 2018, pág. 10)

Las obras necesarias para garantizar la seguridad y funcionamiento hidráulico en los ríos, quebradas y otros cursos de agua, no están limitadas a la indicada faja del terreno que constituye el Derecho de Vía. (DG-2018, 2018, pág. 10)

- ❖ **Estudio de impacto vial:** Es aquel dirigido a identificar los cambios que se generan en el tránsito vehicular y peatonal existente, como consecuencia de la implementación de un proyecto o instalación dentro o fuera del Derecho de Vía de la carretera, y establecer la solución para mitigar los impactos que puedan producirse por su funcionamiento. (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Plataforma logística:** Área dentro de la cual, se realizan diversas actividades relacionadas al transporte intermodal y su gestión, que incluye entre otras, transferencia de carga, logística y distribución, y está provista de los servicios públicos y privados necesarios para su funcionamiento. (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Sección Transversal:** Representación de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas, que nómina y dimensiona los elementos que conforman la misma, dentro del Derecho de Vía. Hay dos tipos de sección transversal: General y Especial”. (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Sección Transversal General:** Está conformada por los elementos de la carretera, tales como: calzada o superficie de rodadura (constituida por carriles), bermas, taludes, sistema de drenaje (cunetas, alcantarillas, zanja de coronación, badenes y otros) y obras complementarias (muros, ductos y cámaras para fibra óptica, elementos del sistema de señalización, seguridad vial e infraestructura para dispositivos de control de tránsito inteligente y otros). (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Sección Transversal Especial:** Corresponde a los tramos de carretera que requieren soluciones de carácter integral a situaciones extraordinarias, tales como: zonas de concentración de personas, comercio, tránsito de vehículos de transporte local, interconexión con el sistema vial local, puentes, túneles y otros. Está conformada, además de

algunos elementos de la Sección Transversal General, por vías auxiliares vehiculares o peatonales, ciclovías, veredas, facilidades para el uso de personas discapacitadas, intersecciones vehiculares a nivel o desnivel, puentes peatonales, pasos a desnivel para vehículos menores y/o animales, estaciones de peaje, pesaje, ensanches de plataforma y otros elementos de la misma. (DG-2018, 2018, pág. 11)

- ❖ **Tramos homogéneos:** Son aquellos que el diseñador identifica a lo largo de una carretera, a los que por las condiciones orográficas, se les asigna una misma velocidad de diseño. Por lo general, una carretera tiene varios tramos homogéneos. (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Velocidad de diseño de tramo homogéneo:** Es la base para la definición de las características de los elementos geométricos incluidos para un tramo homogéneo. (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Velocidad de Operación:** Es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de una carretera, sin sobrepasar la velocidad de diseño de tramo homogéneo. (DG-2018, 2018, pág. 11)
- ❖ **Geomorfología.** - Rama de la geografía física que tiene como objeto el estudio de las formas de la superficie terrestre enfocado a descubrir, entender su génesis y entender su actual comportamiento. Uno de los modelos geomorfológicos explica que las formas de la superficie terrestre es el resultado de un balance dinámico que evoluciona en el tiempo entre procesos constructivos y destructivos (Lugo, 2018).
- ❖ **Riesgo.** - Pérdida social o económica promedio anual debido a la ocurrencia de todos los eventos posibles que pueden causar daño. El riesgo anual para una obra existente, en la que hay estadísticas sobre pérdidas del pasado, puede calcularse como la pérdida esperada o promedio multianual de pérdidas. Para un diseño, o para el desarrollo de medidas correctivas, el riesgo anual puede calcularse, determinando primero la amenaza o frecuencia de distintos niveles de lluvias, y luego

promediando valores de vulnerabilidad con las respectivas frecuencias de ocurrencia de todas las lluvias (Lugo, 2018).

- ❖ **Calicata** es una excavación superficial en el suelo de determinado punto de estudio a fin de observar los estratos del suelo mencionado según se vaya incrementando la profundidad de excavación. Es un estudio de suelo previo a la construcción de estructuras viales y carreteras. Mientras que la **Superficie de Falla** es referida a todo un bloque de suelo, que por composición o efectos externos tienden a un deslizamiento (Lugo, 2018).
- ❖ **Erosión.** - Remoción (desprendimiento) de granos individuales o grumos de partículas de suelo y transporte de los mismos después del desprendimiento (Lugo, 2018).
- ❖ **Corrimientos.** - Movimientos de masa de suelo o roca, fundamentalmente por la acción de la gravedad en materiales de laderas o taludes de un modo general. Los corrimientos son clasificados de la siguiente manera: caídas, volcaduras, flujos, deslizamientos (Lugo, 2018).
- ❖ **Factor de Seguridad.** - Se define como la división entre las condiciones reales que presenta un talud y las condiciones que podrían ocasionar la falla. También es definida como el cociente de la cohesión del terreno o el ángulo de rozamiento del talud actual y cohesión o ángulo de fricción del talud requerido para mantener el talud estable (Lugo, 2018).
- ❖ **Cohesión.** - La cohesión del terreno es la cualidad por la cual las partículas del terreno se mantienen unidas en virtud de fuerzas internas, que dependen, entre otras cosas, del número de puntos de contacto que cada partícula tiene con sus vecinas. En consecuencia, la cohesión es mayor cuanto más finas son las partículas del terreno. La cohesión se mide kg/cm^2 . Los suelos arcillosos tienen cohesión alta de $0,25 \text{ kg/cm}^2$ a 1.5 kg/cm^2 , o más. Los suelos limosos tienen muy poca, y en las arenas la cohesión es prácticamente nula (Lugo, 2018).
- ❖ **Capacidad Portante.** - Valor soporte, es la resistencia del suelo a la acción de las cargas o su capacidad para resistir cargas. Significa

conferir al suelo la capacidad de resistir las cargas exteriores que se le aplican sin que produzcan fallas como rotura o deformaciones excesivas (Lugo, 2018).

- ❖ **Sistema de Estabilización.** - Materiales para la estabilización de taludes de cualquier tipo de terreno y pendiente, con inestabilidades y movimientos importantes con requerimientos de soporte medio-altos. Es concebido para terreno en taludes con pendiente moderada o riesgosa, paredes rocosas globalmente estables con importante fracturación superficial, material rocoso alterado con pendiente media y para todo tipo de terreno con requerimiento de soporte (Lugo, 2018).
- ❖ **TALUD.** -En forma concisa entendemos por “talud” a una ladera conformada por fragmentos de roca o por estratos de suelo acumulados en forma compacta. Las hallamos por lo general como parte de los relieves y morfologías de diferentes zonas como son montañas, cuencas de valles, y son pues los taludes el punto esencial a estudiar en las obras de ingeniería vial como lo es la construcción de carreteras. Todo talud, según la Geotecnia, tiene en su estructura las siguientes partes: Base, cabeza o cima, altura, altura de nivel freático y pendiente (Lugo, 2018).

2.5. FORMULACION DE HIPÓTESIS

2.5.1. HIPÓTESIS GENERAL:

Los parámetros a evaluar permitirán mejorar el diseño en la carretera Lircay-Seclla – Angaraes –Huancavelica

2.5.2. HIPÓTESIS ESPECÍFICAS:

- a) La medida de evaluación de los parámetros permitirá mejorar el diseño en la carretera Lircay-Seclla – Angaraes –Huancavelica.
- b) Los parámetros según la normatividad vigente del MTC permitirá comparar en el Diseño de la carretera Lircay-Seclla – Angaraes – Huancavelica.

2.6. VARIABLES

- VARIABLE INDEPENDIENTE

Evaluación de los Parámetros de Diseño.

- VARIABLE DEPENDIENTE

Carretera Lircay -Seclla – Angaraes-Huancavelica

2.7. OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	OPERACIONALIZACION DE VARIABLES	DIMENSIONES	INDICADORES
VARIABLE INDEPENDIENTE Evaluación de los parámetros de diseño	Evaluar los parámetros de diseño de carreteras.	-carretera de primera clase -carretera de segunda clase -carretera de tercera clase	Clasificación de carretera
		-Peralte -curvas horizontales -curvas verticales -Pendiente	Parámetros de diseño
		Unidades	Señalización horizontal y vertical
VARIABLE DEPENDIENTE Carretera Lircay – Seclla – Angaraes. Huancavelica	Comparar los parámetros de diseño Velocidad directriz Señalización Visibilidad	Veh/Dia	IMDA
		Km/h	Velocidad Directriz

Fuente: Los tesisistas.

CAPÍTULO III

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1 ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL

El ámbito de la investigación está ubicado en la Provincia de Angaraes en la Carretera Lircay - Secclla, ya que se estudiará los parámetros de diseño geométrico.

3.1.1. ÁMBITO TEMPORAL

El ámbito temporal del proyecto de investigación se realizó durante el periodo del mes de julio a noviembre del 2019.

3.1.2. ÁMBITO ESPACIAL

El Proyecto de tesis “EVALUACION DE PARAMETROS DE DISEÑO EN LA CARRETERA LIRCAY -SECCLLA – ANGARAES-HUANCAVELICA se Desarrolló en la provincia de Angaraes, Región Huancavelica.

Ubicación Política y administrativa

Región : Huancavelica

Provincia : Angaraes

Distrito : Lircay

Ubicación Política y administrativa

Región : Huancavelica

Provincia : Angaraes

Distrito : Lircay

Ubicación Geográfica:

Este : 13° 5' 28.47" S.

Oeste : 74° 38' 7.16" W.

Altura : 3,307msnm.

3.2. TIPO DE INVESTIGACION

El tipo de investigación de acuerdo al fin que persigue: **APLICADA**; porque ya existe enfoques teóricos a cerca de las variables.

Así como también se utiliza el tipo sustantivo: Descriptivo-explicativo, que nos permitirá describir las variables y por ende nos ayudará a la explicación de dichas variables, para el mejor entendimiento del problema de investigación.

3.3. NIVEL DE INVESTIGACION

El presente estudio de investigación arribo hasta un **nivel DESCRIPTIVO-EXPLICATIVO**, se efectúa cuando se desea describir, en todos sus componentes principales, una realidad. Tiene como objetivo la descripción de los fenómenos a investigar tal como es y cómo se manifiesta en el momento (presente) de realizarse el estudio y utiliza la observación como método descriptivo buscando especificar las propiedades importantes para medir y evaluar aspectos, dimensiones o componentes.

Explicativo, encarga de buscar el porqué de los hechos mediante el establecimiento de relaciones causa-efecto. En este sentido los estudios explicativos pueden ocuparse tanto de la determinación de las causas como de los efectos mediante la prueba de hipótesis.

3.4 POBLACION, MUESTRA Y MUESTREO

3.4.1. POBLACIÓN

Está formada por la Carretera Lircay- Secella,

3.4.2. MUESTRA

La muestra se tomará en un tramo de Lircay- Pampamali, 04+000 km. y se tomó Aleatoriamente dicho tramo, donde existe problemas de diseño geométrico para la evaluación de los parámetros de diseño.

3.4.3. MUESTREO.

No Probabilístico

3.5 TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCION DE DATOS TÉCNICAS

Las principales técnicas que se utilizó en esta investigación de tesis fueron:

- Se ubicó y reconoció la vía de mayor incidencia vehicular en la red vial comprendida entre Lircay a Pampamali.
- Se realizó el conteo y/o aforo vehicular del volumen horario de máxima demanda, ubicándonos en uno de los lados de la carretera Lircay- Secella donde se pudo observar los tipos de vehículos que incurren sobre la vía y los flujos vehiculares, con los cuales se pudo recolectar mejor los datos.
- El conteo vehicular realizado en el inicio de la carretera Lircay- Secella, durante un periodo de tiempo de dos semanas, por día las 24 horas.





Figura 29: Conteo de Vehículos Realizados

Fuente: Los tesistas

AFORO VEHICULAR																		
RED VIAL:											CODIGO DE INTERSECCION							
INTERSECCION:																	
DIA:											FECHA:							
TIEMPO DE AFORO:											00:00 Am - 24:00 Pm							
HORA	SENTIDO	FLUJO	MOTOS		AUTO	CAMIONETAS			MICRO	BUS		CAMION				SEMI TRAYLER	TRAYLER	SUMA
			MOTOCICLETAS	MOTO TAXI		PICK UP	PANEL	RURAL Combi		2E	3E	2E	3E	4E	2S1/2S2			
00:00 - 01:00	SUR	N-FR															0	
		W-VD															0	
		E-VI															0	
	NORTE	S-FR																0
		E-VD																0
		W-VI																0
	ESTE	W-FR																0
		S-VD																0
		N-VI																0
	OESTE	E-FR																0
		N-VD																0
		S-VI																0
ASTA LAS 24 HORAS	SUR	N-FR															0	
		W-VD															0	
		E-VI															0	
	NORTE	S-FR																0
		E-VD																0
		W-VI																0
	ESTE	W-FR																0
		S-VD																0
		N-VI																0
	OESTE	E-FR																0
		N-VD																0
		S-VI																0
TOTAL	:	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	

Figura 30: Formato para la recolección de datos, según Según (MTC)
Fuente: Formato por los testistas

- Se realizó las mediciones en las diferentes progresivas donde se realizó repetidas veces para corregir errores.



Figura 31: Medición de sección de la carretera.
Fuente: Los testistas

INSTRUMENTOS

Los instrumentos a utilizar en estas técnicas de recolección fueron:

- Cinta métrica
- Cámara Fotográfica
- Cronometro
- Formato de conteo y/o aforo vehicular según la metodología.
- Otros útiles de Escritorio

Las técnicas para la recolección de datos generales que se han de utilizar en la ejecución del presente trabajo de investigación serán:

TÉCNICA	INSTRUMENTO
• Técnica de análisis documental	• Libros y archivos.
• Evaluación	• Levantamiento topográfico.
• Estudio de suelos	• Laboratorio de mecánica de suelos
• Observación	• Resultados obtenidos

Tabla N°05: Técnicas e instrumentos generales de recolección de datos

Fuente: Los tesis

3.6. TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO Y ANALISIS DE DATOS TÉCNICAS DE PROCESAMIENTO

Para realizar o llevar a cabo el proyecto se ejecutará una serie de procesos que se mencionan la cual se llevará a cabo a través del Software Microsoft Excel para su desarrollo; cuyo procedimiento constará de siete pasos:

- 1ª Análisis de datos recolectados en los puntos de estudio.
- 2ª Revisión bibliográfica a nivel local, regional, nacional e internacional.

3° Determinación de volúmenes de tránsito, velocidades, tasas de flujo, tiempos de semáforo.

4ª Procesamiento de datos en gabinete, empleando las metodologías descritas en el D-G-2018 Reglamento de carreteras.

5° Identificación de problemáticas en los parámetros de diseños.

6° Por último se analizará e interpretaran los datos.

7° Recomendaciones para la posterior mejora.

ANALISIS DE DATOS

En campo se extraerá los principales parámetros los cuales son: volúmenes de tránsito, tasas de flujo, velocidades; para así poder identificar la problemática y la posterior adaptación específica a cada intersección, según se cubran las necesidades.

Para el análisis e interpretación de datos se desarrollará a través de la aplicación de la estadística descriptiva (cuadros y gráficos estadísticos) en algunos casos, para mejorar la interpretación y explicación.

CÁLCULO DE TRANSITO PROMEDIO DIARIO DE LA CARRETERA DURANTE UNA SEMANA

Índice medio diario semanal (TPDS)

CÁLCULO DE TPDS DE LA CARRETERA LIRCAY- SECCLLA SEMANA DEL 28/10/2019 AL 03/11/2019

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 28 / 10 / 2019	DIA: 01

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	85
NORTE	131
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	216

Tabla N°06: Cuadro de resumen de conteo del día 28/10/2019

Fuente: Los testistas

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 29 / 10 /2019	DIA: 02

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	92
NORTE	128
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	220

Tabla N°07: Cuadro de resumen de conteo del día 29/10/2019

Fuente: Los testistas.

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 30 / 10 /2019	DIA: 03

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	111
NORTE	98
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	209

Tabla N°08: Cuadro de resumen de conteo del día 30/10/2019

Fuente: Los testistas.

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 31 / 10 /2019	DIA: 04

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	113
NORTE	153
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	266

Tabla N°09: Cuadro de resumen de conteo del día 31/10/2019

Fuente: Los testistas.

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 01 / 11 / 2019	DIA: 05

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	121
NORTE	117
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	238

Tabla N°10: Cuadro de resumen de conteo del día 01/11/2019

Fuente: Los testistas.

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 02 / 11 / 2019	DIA: 06

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	129
NORTE	145
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	274

Tabla N°11: Cuadro de resumen de conteo del día 02/11/2019

Fuente: Los testistas

CARRETERA LIRCAY SECCLLA	
FECHA: 03 / 11 / 2019	DIA: 07

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	89
NORTE	152
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	241

Tabla N°12: Cuadro de resumen de conteo del día 03/11/2019

Fuente: Los testistas.

**CÁLCULO DE TPDS DE LA CARRETERA LIRCAY- SECCLLA
SEMANA DEL 11/11/2019 AL 17/11/2019**

SENTIDO LIRCAY A SECCLLA	
FECHA: 11 / 11 /2019	DIA: 01

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	107
NORTE	95
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	202

Tabla N°13: Cuadro de resumen de conteo del día 11/11/2019

Fuente: Los testistas

SENTIDO LIRCAY A SECCLLA	
FECHA: 12 / 11 /2019	DIA: 02

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	78
NORTE	121
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	199

Tabla N°14: Cuadro de resumen de conteo del día 12/11/2019

Fuente: Los testistas

SENTIDO LIRCAY A SECCLLA	
FECHA: 13 / 11 /2019	DIA: 03

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	99
NORTE	161
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	260

Tabla N°15: Cuadro de resumen de conteo del día 13/11/2019

Fuente: Los testistas

SENTIDO LIRCA Y A SECCLLA	
FECHA: 14 / 11 /2019	DIA: 04

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	107
NORTE	145
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	252

Tabla N°16: Cuadro de resumen de conteo del día 14/11/2019

Fuente: Los testistas.

SENTIDO LIRCA Y A SECCLLA	
FECHA: 15 / 11 /2019	DIA: 05

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	121
NORTE	142
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	263

Tabla N°17: Cuadro de resumen de conteo del día 15/11/2019

Fuente: Los testistas.

SENTIDO LIRCA Y A SECCLLA	
FECHA: 16 / 11 /2019	DIA: 06

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	98
NORTE	156
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	254

Tabla N°18: Cuadro de resumen de conteo del día 16/11/2019

Fuente: Los testistas.

SENTIDO LIRCA Y SECCLLA	
FECHA: 17 / 11 / 2019	DIA: 07

SENTIDO	NUMERO DE VEHICULOS
SUR	115
NORTE	168
ESTE	0
OESTE	0
TOTAL, DE VEHÍCULO POR DÍA	283

Tabla N°19: Cuadro de resumen de conteo del día 17/11/2019

Fuente: Los testistas.

VALIDEZ Y CONFIABILIDAD DE CONTEO Y/O AFORO VEHICULAR

Estudio de conteo y aforo vehicular: El conteo de vehículos y/o aforo de vehículos que transcurren por la vía, para mayor confiabilidad y validez de los resultados realizados, se han realizado bajo el apoyo de un Ingeniero Civil, las cuales a su vez fueron validadas, el cual da fe a la veracidad y fiabilidad de este proyecto de investigación.



CAPITULO IV

PRESENTACION DE RESULTADOS

4.1. ANALISIS DE LA INFORMACION

4.1.1. DATOS TOPOGRAFICOS

La carretera Lircay- Seccla topográficamente presenta un relieve de ondulado a accidentado, encontrándose en la región natural de la yunga (3,300- 3700 y 3350 msnm. de altitud aproximadamente) Para realizar el Levantamiento Topográfico se utilizó una Estación Total de marca South NTS 362.

El trabajo del levantamiento topográfico se hace mediante el seccionamiento transversal cada 20 m. en tramos rectos y en los tramos en curva a cada 10 m; en cada cambio de pendiente de la sección respectiva el ancho de la sección transversal es 25 m. aproximadamente. El BM inicial se ha monumentado junto al poste de una señalización existente usando para ello pintura de color rojo y para el resto de BMs también se usó pintura roja sobre superficie de la plataforma de la carretera con asfalto económico.

4.1.2. DISEÑO GEOMÉTRICO

En esta Sección se presentan los criterios, factores y elementos que deberán adoptarse para realizar los estudios preliminares que definen el diseño geométrico de las carreteras nuevas, así como las carreteras que serán rehabilitadas y mejoradas especialmente en su trazo.

Al definir la geometría de la vía, no debe perderse de vista que el objetivo es diseñar una carretera que reúna las características apropiadas, con dimensiones y alineamientos tales que su capacidad resultante satisfaga la demanda del proyecto.

Asimismo, establece la clasificación e interrelación existente entre los tipos de proyectos, niveles y metodologías de estudio previstas para las obras viales y sintetiza el contenido y alcance de dichos niveles de estudio.

Ejecutados las etapas de trabajo de campo y el procesamiento de datos en gabinete se obtienen los resultados del diseño geométrico de la carretera que une Lircay-Secclla, tramo Lircay- Pampamali los que se muestran a continuación.

4.1.3. CLASIFICACIÓN DE LA VÍA

Para clasificar la vía se usan los datos del uso de vía por los vehículos en ambas direcciones:

Tabla 27: Toma de datos del tráfico en campo

Tabla 20

Resumen Semanal del Aforo Vehicular de la Semana del 28/10/2019 al 03/11/2019

DIAS	SENTIDOS				TD TRANSITO DIARIO
	SUR	NORTE	ESTE	OESTE	
28	85	131	0	0	216
29	92	128	0	0	220
30	111	98	0	0	209
31	113	153	0	0	266
01	121	117	0	0	238



Figura 32: Volúmenes de Vehículos de la Semana del 11/11/2019 al 17/11/2019
Fuente: Los tesisistas

4.1.4. CARACTERÍSTICAS DEL TRÁNSITO

4.1.4.1. Índice medio diario semanal (TPDS)

El índice medio diario semanal de la carretera es de 242 veh/día la cual es considerada como una carretera de bajo volumen de tránsito cuyo procedimiento es el siguiente:

- Cálculo del Índice Diario Semanal

Con los datos obtenidos del aforo vehicular se calcula el promedio semanal como el cociente del promedio de cada semana entre el número de semanas:

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

Dónde:

N: Promedio del tráfico semanal.

T: Periodo determinado (semanas).

Tabla 22.- Valor promedio semanal de tráfico

PROMEDIO SEMANA 1	PROMEDIO SEMANA 1	PROMEDIO	PROMEDIO
238	245	241.5	242

Fuente: Los tesisistas.

4.1.5. CLASIFICACIÓN POR DEMANDA

De acuerdo a las características básicas el flujo vehicular de 242 veh/día para confirmar que es de bajo volumen de tránsito se usa la fórmula del IMDA con 20 años de proyección, 3% de tasa anual y el valor resultante es 417 veh/día por lo que corresponde clasificarla en una carretera de segunda clase que 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.

4.1.6. CLASIFICACIÓN POR OROGRAFÍA

En base a la clasificación de carreteras según las condiciones de clasificación orográfica del Manual de DG-2018, se tiene que el terreno tiene inclinaciones transversales que varían entre 11% y 50% de pendiente transversal por lo que corresponde clasificarla como una carretera de terreno accidentado (Tipo 2), pero por el valor de 22% se puede decir que existe una tendencia hacia el tipo escarpado; cuyos datos se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 23.- Datos promedio respecto a la Orografía

% IZQ.	PROGRESIVA	% DER.
3	00+000	5
3	00+020	5
3	00+040	5
3	00+060	5
3	00+080	5
3	00+100	5
3	00+120	5
3	00+140	5
3	00+160	5
3	00+180	5
3	00+200	5

3	00+220	5
3	00+240	5
3	00+260	5
3	00+280	5
3	00+300	5
4	00+320	3
4	00+340	3
4	00+360	3
4	00+380	3
4	00+400	3
5	00+420	3
5	00+440	3
5	00+460	6
5	00+480	6
5	00+500	6
5	00+520	6
5	00+540	6
5	00+560	6
8	00+580	6
8	00+600	6
8	00+620	6
8	00+640	6
8	00+660	6
8	00+680	12
8	00+700	12
8	00+720	10
8	00+740	10
11	00+760	10
11	00+780	10
11	00+800	10
11	00+820	10
11	00+840	9
11	00+860	9
15	00+900	9
15	00+920	9
15	00+940	9
15	00+960	9
15	00+980	9
15	01+000	9

Fuente: Los tesis

% IZQ.	PROGRESIVA	% DER.
15	01+000	9
22	01+020	15

22	01+040	15
22	01+060	15
22	01+080	15
22	01+100	15
22	01+120	15
22	01+140	15
22	01+160	15
22	01+180	15
22	01+200	15
22	01+220	15
35	01+240	38
15	01+260	19
15	01+280	19
15	01+300	19
15	01+320	12
10	01+340	12
10	01+360	12
10	01+380	12
10	01+400	12
10	01+420	8
7	01+440	8
7	01+460	8
7	01+480	8
7	01+500	8
7	01+520	8
7	01+540	8
7	01+560	8
7	01+580	8
7	01+600	8
7	01+620	8
5	01+640	8
5	01+660	8
5	01+680	6
5	01+700	6
5	01+720	6
5	01+740	6
5	01+760	6
5	01+780	6
5	01+800	6
5	01+820	6
5	01+840	6
3	01+860	4
3	01+900	4
3	01+920	4

3	01+940	4
3	01+960	4
3	01+980	4
3	02+000	4

Fuente: Los testistas

% IZQ.	PROGRESIVA	% DER.
3	02+000	4
3	02+020	8
3	02+040	8
3	02+060	8
3	02+080	8
22	02+100	8
22	02+120	15
22	02+140	15
22	02+160	15
22	02+180	15
9	02+200	8
9	02+220	8
9	02+240	8
9	02+260	8
9	02+280	8
9	02+300	8
9	02+320	8
9	02+340	8
9	02+360	8
10	02+380	12
10	02+400	12
10	02+420	8
7	02+440	8
7	02+460	8
7	02+480	12
7	02+500	12
7	02+520	12
12	02+540	12
12	02+560	12
12	02+580	12
12	02+600	8
12	02+620	8
12	02+640	8
12	02+660	8
12	02+680	6
5	02+700	6
5	02+720	7
5	02+740	7

5	02+760	7
5	02+780	7
5	02+800	7
5	02+820	6
5	02+840	6
3	02+860	4
3	02+900	4
3	02+920	5
4	02+940	5
4	02+960	5
4	02+980	5
4	03+000	5

Fuente: Los testistas

Discusión:

De acuerdo a la pendiente transversal dada en porcentaje que se muestran en la tabla anterior se tiene que:

El tipo de orografía que predomina en función al porcentaje de mayor incidencia de la pendiente transversal al eje de la vía es de tipo: 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.

4.1.7. VEHÍCULO DE DISEÑO

El Diseño Geométrico de Carreteras se efectuará en concordancia con los tipos de vehículos, dimensiones, pesos y demás características, contenidas en el Reglamento Nacional de Vehículos, vigente.

Para el diseño del vehículo se eligió un camión simple de 2 ejes “C2”

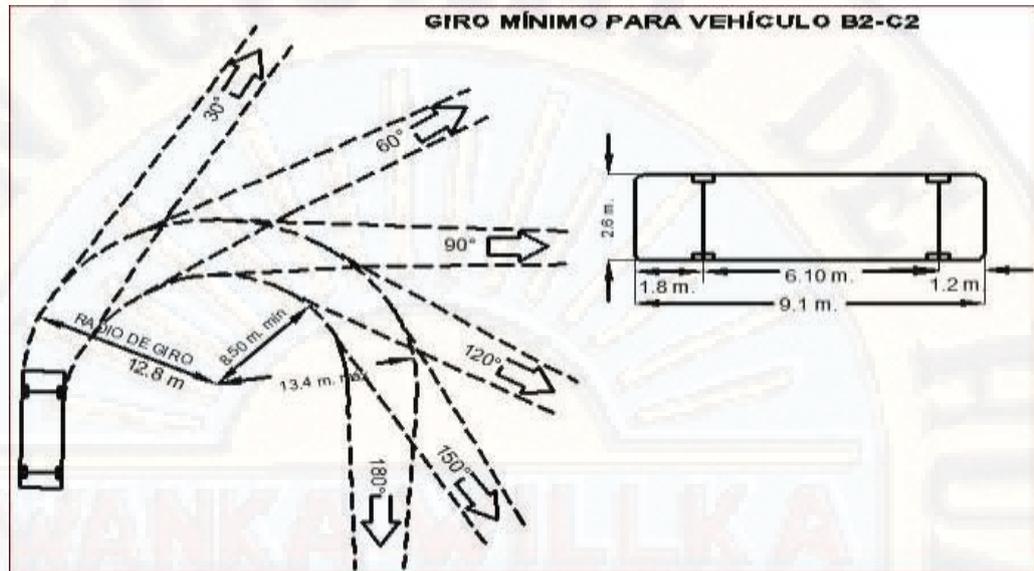


Figura 33.- Camión simple de 2 ejes “C2”

Fuente: MTC. Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018).

- Nomenclatura: C2
- Alto total: 4.10m.
- Ancho total: 2.60m.
- Largo total: 9.10 m.
- Longitud entre ejes: 6.10 m.
- Radio mínimo rueda externa delantera: 12.80m.
- Radio mínimo rueda interna trasera: 8.50 m.

La selección del vehículo de diseño se puede hacer mediante el análisis de tráfico cuyos datos se muestra:

SEMANA DEL 28/10/2019 AL 03/11/2019.

Tabla 24.- Valores promedio de tráfico por tipo de vehículo

DIA	MOTOCICLETA	MOTOTAXI	AUTO	PICKUP	RURAL	CAMION DE 2 EJES	VOLQUETE
28	35	25	62	53	13	13	15
29	36	24	77	40	14	10	19
30	39	23	63	38	14	16	16
31	41	31	89	55	16	15	19

1	32	31	73	63	14	13	12
2	45	36	81	65	16	14	17
3	38	32	75	58	13	11	14
TOTAL	266	202	520	372	100	92	112

Fuente: Los testistas

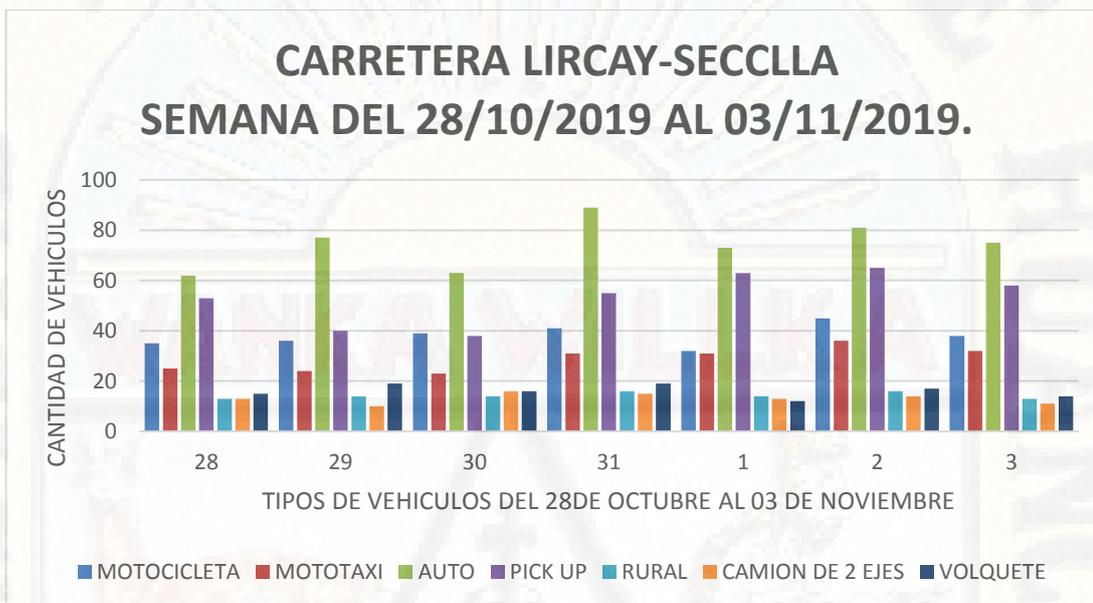


Figura 34: Valores promedio de por tipo de Vehículos de la Semana del 28/10/2019 al 03/11/2019.

Fuente: Los testistas

CARRETERA LIRCAY-SECCLLA
SEMANA DEL 11/11/2019 AL 17/11/2019.

Tabla 25.- Valores promedio de tráfico por tipo de vehículo

DIA	MOTOCICLET A	MOTOTA XI	AUT O	PICK UP	RURA L	CAMION DE 2 EJES	VOLQUET E
11	35	30	54	47	13	11	12
12	27	19	59	58	12	14	10
13	41	39	76	56	16	18	14
14	42	33	71	52	17	22	15
15	39	35	83	61	17	17	11
16	35	42	65	59	18	21	14
17	41	44	82	62	19	19	16
TOTAL	260	242	490	395	112	122	92

Fuente: Los testistas

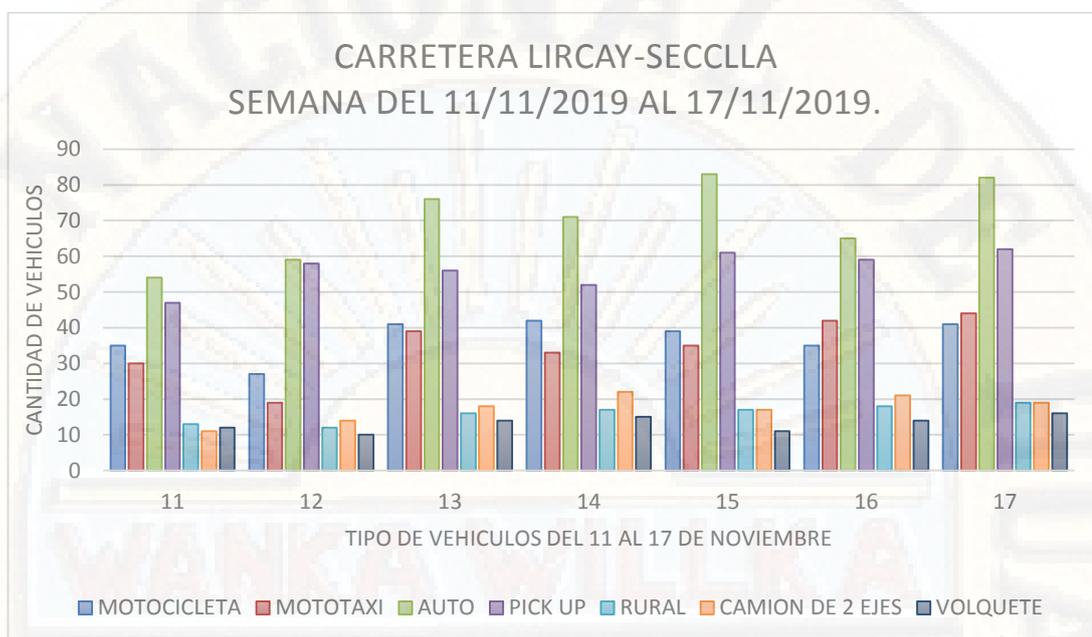


Figura 35: Valores promedio de por tipo de Vehículos de la Semana del 11/10/2019 al 17/11/2019.

Fuente: Los testistas

Tabla 26.- RESUMEN PROMEDIO VEHICULAR TIPO LIVIANO

RESUMENDE VEHICULOS AUTOMOTOR LIVIANO	
MOTOCICLETAS	263
MOTOTAXIS	222
AUTOS	505
PICK UP	383.5
RURAL	106

Fuente: Los testistas

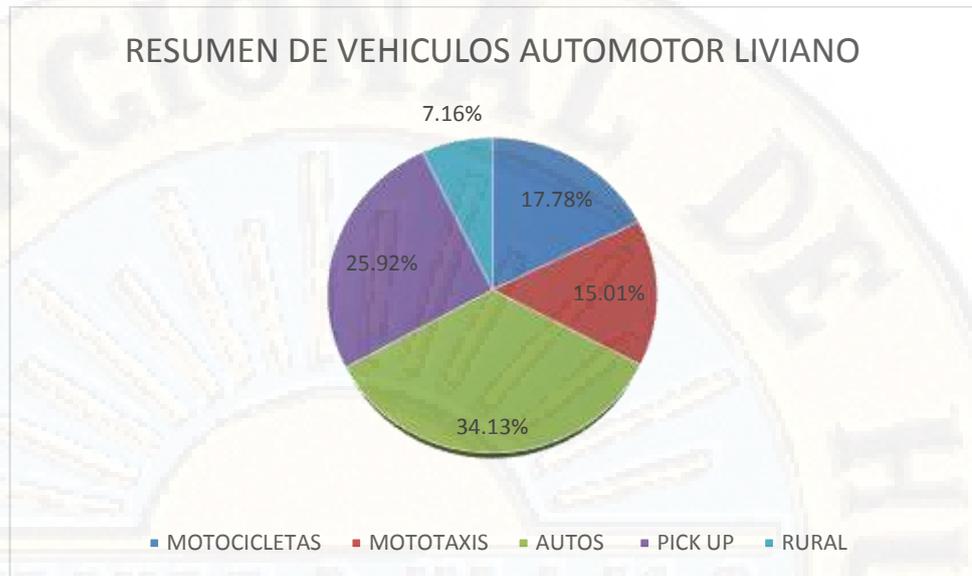


figura 36: Porcentajes de vehículos automotor liviano

Fuente: Los tesisistas

Discusión: El gráfico muestra que el mayor porcentaje es de autos 34.13%, pick up 25.92%, rural 7.16% motocicletas es 17.78%, moto taxis 15.01%.

Tabla 27.- RESUMEN PROMEDIO VEHICULAR TIPO PESADO

RESUMENDE VEHICULOS AUTOMOTOR PESADO	
CAMION DE 2 EJES	107
VOLQUETES	102

Fuente: Los tesisistas

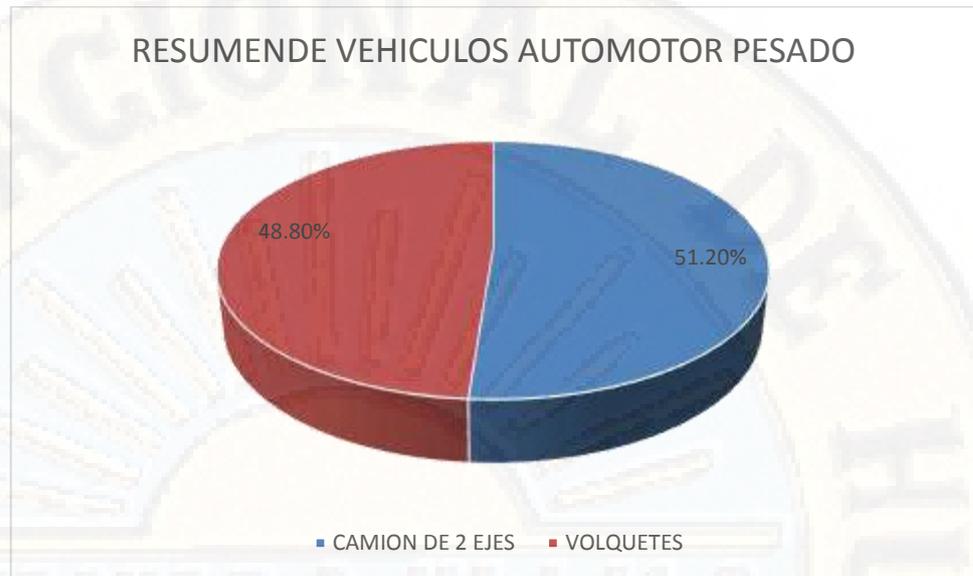


Figura 37: Porcentajes de vehículo automotor pesado

Fuente: Los tesisistas

Discusión: El gráfico muestra que el mayor porcentaje es Camión de 2 ejes 51.20%, Volquetes 48.80%.

Analizando las figuras anteriores se puede deducir que la figura 37 correspondiente al tipo muestra que el mayor porcentaje es de autos 34.13%, pick up 25.92%, rural 7.18% motocicletas es 17.77%, moto taxis 15.00% y El gráfico muestra que del Camión de 2 ejes 51.20%, Volquetes 48.80; afirmando que el vehículo de diseño para la carretera en estudio es el vehículo de tipo “C2” ya que es el vehículo pesado de mayor porcentaje.

4.1.8. VELOCIDAD DE DISEÑO (Vd)

Según del DG-2018 la velocidad de operación es la velocidad máxima a la que pueden circular los vehículos en un determinado tramo de la carretera, en función a la velocidad de diseño bajo las condiciones prevalecientes del tránsito y si el tránsito y las interferencias son bajas, la velocidad de operación del vehículo es del orden de la velocidad de diseño por tramo homogéneo, no debiendo sobrepasar a ésta. La tabla adjunta muestra las velocidades obtenidas en cada tramo donde cambia la pendiente porque es donde se realiza el cambio de velocidad para que

el vehículo no agote su rendimiento automotriz del cual se obtiene como promedio de velocidad de 30 km/h:

Tabla 28.-Verificación de la Velocidad de diseño

TRAMO N°	TRAMO INICIAL	TRAMO FINAL	PENDIENTE DE ENTRADA (%)	PENDIENTE DE SALIDA (%)	TIEMPO DE RECORRIDO(´)	VELOCIDAD km/h
1	00+000	00+200	0	3.9	0.9	30
2	00+200	00+560	3.9	5.4	1.2	40
3	00+560	00+840	5.4	5.9	1.3	30
4	00+840	01+020	4.6	6.5	1.6	40
5	01+020	01+260	6.5	5.3	1.8	50
6	01+260	01+540	5.3	6.9	1.5	30
7	01+540	01+760	6.5	4.6	1.7	20
8	01+760	02+120	5.5	4.7	1.9	30
9	02+120	02+460	4.7	5.8	2.1	30
10	02+460	02+820	5.9	4.6	1.8	20
11	02+820	03+100	4.9	5.6	1.7	40
12	03+100	03+380	7.8	6.9	1.9	30
13	03+380	03+780	6.9	5.7	2.2	30
14	03+780	03+960	5.7	6.8	2.8	40
15	03+960	04+280	6.8	7.3	3.1	40
16	04+280	04+520	7.3	6.9	2.9	30
17	04+520	04+880	5.8	6.2	2.3	30
18	04+880	05+240	6.9	7.3	2.5	30
19	05+240	05+620	7.3	6.1	2.6	40
20	05+620	05+940	6.1	6.8	3.2	40

Fuente: Los testistas

Tabla 29.- Velocidad promedio

VELOCIDADES PROMEDIO	%
20 KM/H	10
30 KM/H	50
40 KM/H	35
50 KM/H	5

Fuente: Los testistas

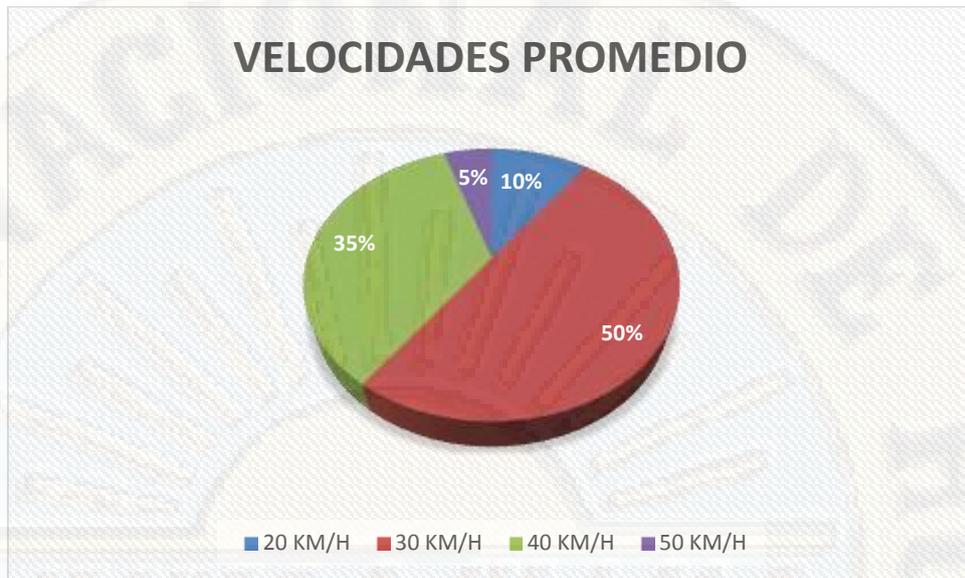


Figura 38: Velocidades promedio

Fuente: Los testistas

Discusión: La mayor representación porcentual de velocidades para la velocidad de diseño es del sector color naranja con el 50%.

4.1.9. DISEÑO GEOMÉTRICO EN PLANTA O ALINEAMIENTO HORIZONTAL

4.1.9.1 CURVAS CIRCULARES

En el diseño de curvas horizontales se hizo tomando como referencia el valor del radio mínimo.

4.1.9.2 RADIO MÍNIMO

Haciendo uso de la ecuación (2.5), además tomando en consideración los valores del cuadro 2.9 de Radios mínimos y peraltes máximos para los valores de la velocidad de diseño de 30 km/h, con un peralte máximo del 8% y considerando valor máximo de fricción de 0.17 del Manual para el Diseño de Carreteras DG-2018, se tiene:

$$R_{min} = \frac{30 \times 30}{127(p_{max} + f_{max})}$$

$$R_{min} = 25.00 \text{ m.}$$

Tabla 30: Verificación del Radio mínimo

N° PI	RADIO (m)	PC	PT	TIPO DE CURVA	VERIFICACION
PI- 01	41	0+156	0+177	simple	cumple
PI - 02	43	0+227	0+242	simple	cumple
PI -03	32	0+280	0+304	simple	cumple
PI -04	28	0+393	0+408.73	simple	no cumple
PI -05	31	0+458	0+467	simple	cumple
PI -06	33	1+437	1+467	simple	cumple
PI -07	52	1+910	1+934	simple	cumple
PI -08	70	2+625	2+694	simple	cumple
PI -09	94	3+088	3+124	simple	cumple
PI -10	30	3+361	3+384	simple	cumple
PI -11	73	3+484	3+534	simple	cumple
PI -12	11	3+588	3+616	simple	no cumple
PI -13	30	3+647	3+679	simple	cumple
PI -14	50	3+747	3+765	simple	cumple
PI -15	46	3+798	3+816	simple	cumple
PI -16	30	3+843	3+861	simple	cumple
PI -17	30	4+043	4+070	simple	cumple
PI -18	26	4+126	4+158	simple	cumple
PI -19	80	4+294	4+350	simple	cumple
PI -20	79	5+159	5+198	simple	cumple
PI -21	87	5+637	5+718	simple	cumple
PI -22	62	5+847	5+911	simple	cumple
PI -23	68	6+303	6+336	simple	cumple
PI -24	70	6+970	7+028	simple	cumple
PI -25	99	7+337	7+469	simple	cumple
PI -26	73	7+654	7+756	simple	cumple
PI -27	78	8+144	8+191	simple	cumple
PI -28	74	9+128	9+185	simple	cumple
PI -29	86	9+337	9+401	simple	cumple
PI -30	87	9+643	9+752	simple	cumple
PI -31	41	10+016	10+070	simple	cumple
PI -32	80	10+420	10+538	simple	cumple
PI -33	73	10+733	10+813	simple	cumple
PI -34	27	11+040	11+075	simple	cumple
PI -35	18	11+110	11+135	simple	no cumple

PI -36	19	11+149	11+174	simple	no cumple
PI -37	30	11+203	11+231	simple	cumple
PI -38	41	11+323	11+338	simple	cumple
PI -39	30	11+489	11+505	simple	cumple
PI -40	30	11+641	11+712	simple	cumple
PI -41	30	11+745	11+778	simple	cumple
PI -42	30	11+966	11+987	simple	cumple
PI -43	46	12+117	12+138	simple	cumple
PI -44	32	12+447	12+458	simple	cumple
PI -45	16	12+658	12+714	simple	no cumple
PI -46	12	12+874	12+908	simple	no cumple
PI -47	12	13+048	13+091	simple	no cumple
PI -48	74	13+213	13+264	simple	cumple
PI -49	30	13+379	13+401	simple	cumple
PI -50	12	13+514	13+551	simple	no cumple
PI -51	65	13+626	13+662	simple	cumple
PI -52	24	13+768	13+779	simple	no cumple
PI -53	76	13+839	13+918	simple	cumple
PI -54	23	14+101	14+118	simple	no cumple
PI -55	30	14+149	14+166	simple	cumple
PI -56	10	14+190	14+222	simple	no cumple
PI -57	18	14+261	14+272	simple	no cumple
PI -58	20	14+289	14+314	simple	no cumple
PI -59	30	14+491	14+506	simple	cumple
PI -60	11	14+567	14+603	simple	no cumple
PI -61	30	14+692	14+705	simple	cumple
PI -62	30	14+814	14+847	simple	cumple
PI -63	30	14+903	14+934	simple	cumple
PI -64	30	15+012	15+027	simple	cumple
PI -65	13	15+073	15+106	simple	no cumple
PI -66	29	15+147	15+180	simple	cumple
PI -67	30	15+213	15+237	simple	cumple
PI -68	47	15+317	15+367	simple	cumple
PI -69	73	15+438	15+483	simple	cumple

Fuente: Los tesistas

Tabla 31: Verificación del Radio mínimo

CUADRO DE RESUMEN		
DESCRIPCION	CUMPLE	NO CUMPLE
%	78%	22%

Fuente: Los tesistas

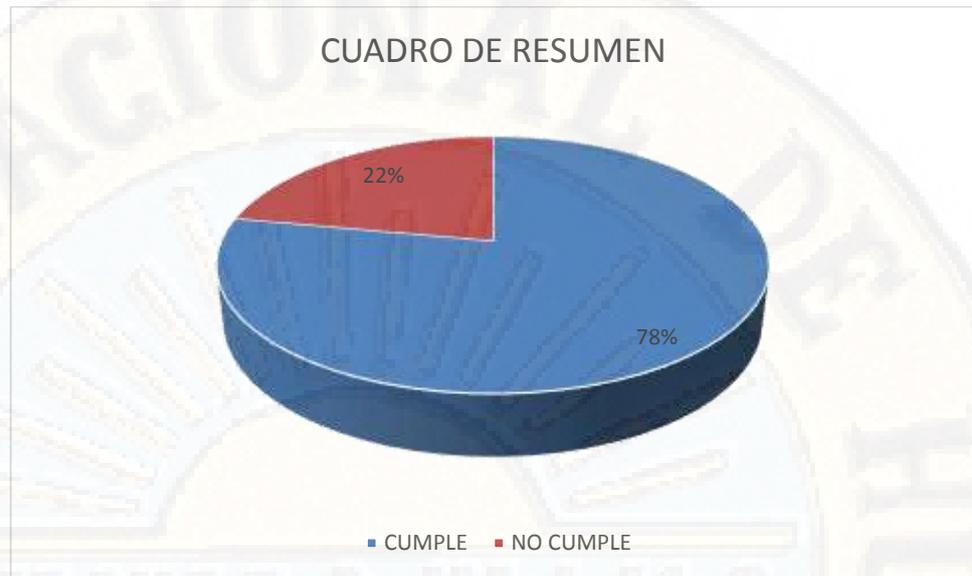


Figura 39: Porcentajes de Radio de Diseño

Fuente: Los testistas

Discusión: Las curvas circulares hacen un total de 69 de las cuales 78% cumple con el Radio mínimo y el 22 % no cumple.

4.1.9.3. ELEMENTOS DE CURVA

Los elementos de curva son calculados en función del radio asignado en cada cambio de dirección de la poligonal.

Tabla 32: Elementos de curva

N° CURVA	SENTIDO	RADIO (m)	ANG. DEFLEXION	LC(m)	T(m)	E(m)	PERALTE (%)
C-01	I	41	29°12'11",10.665"	21	11	1	2.5
C-02	D	43	19°11'07",7.282"	14	7	1	3
C-03	I	32	42°40'19",12.416"	23	12	2	4
C-04	D	28	31°20'50",7.832"	15	8	1	5
C-05	I	31	18°07'46",4.897"	10	5	0	4
C-06	D	33	50°55'09",15.838"	29	16	4	3
C-07	I	52	26°09'46",12.045"	23	12	1	3
C-08	D	70	55°41'56",37.212"	66	37	9	3
C-09	I	94	22°11'42",18.441"	36	18	2	4

C-10	I	30	43°17'52",11.907"	22	12	2	6
C-11	D	73	39°49'18",26.281"	49	26	5	6
C-12	I	11	143°10'14",33.387"	21	33	24	5
C-13	D	30	60°49'46",17.611"	30	18	5	5
C-14	D	50	20°59'38",9.325"	18	9	1	4
C-15	I	46	22°12'21",9.043"	18	9	1	4
C-16	D	30	33°39'10",9.073"	17	9	1	3
C-17	I	30	51°35'21",14.499"	26	15	3	3
C-18	D	26	68°06'44",17.796"	29	18	5	3
C-19	I	80	39°54'26",29.194"	55	29	5	3
C-20	I	79	27°53'14",19.539"	38	20	2	3
C-21	D	87	53°02'32",43.555"	78	44	10	4
C-22	I	62	58°44'23",34.756"	61	35	9	4
C-23	D	68	28°18'07",17.163"	33	17	2	5
C-24	I	70	47°01'40",30.663"	56	31	6	5
C-25	D	99	76°07'32",77.774"	122	78	27	5
C-26	I	73	80°21'06",61.533"	94	62	23	3
C-27	D	78	34°32'24",24.160"	46	24	4	3
C-28	D	74	44°38'34",30.416"	56	30	6	3
C-29	I	86	42°56'13",33.646"	63	34	6	3
C-30	D	87	71°49'30",62.912"	102	63	20	4
C-31	I	41	76°16'31",32.038"	50	32	11	4
C-32	D	80	84°41'22",72.589"	107	73	28	4
C-33	I	73	62°13'14",44.140"	76	44	12	4
C-34	I	27	73°24'22",20.084"	32	20	7	5
C-35	D	18	81°43'55",15.344"	23	15	6	5
C-36	D	19	75°00'51",14.655"	23	15	5	5
C-37	I	30	53°33'30",15.140"	27	15	4	5
C-38	D	41	21°57'16",7.886"	15	8	1	6
C-39	D	30	31°19'50",8.413"	16	8	1	6
C-40	I	30	135°59'12",74.228"	56	74	50	8

C-41	D	30	64°15'17",18.839"	32	19	5	4
C-42	D	30	39°04'39",10.646"	20	11	2	4
C-43	I	46	26°25'52",10.792"	21	11	1	4
C-44	D	32	19°55'04",5.668"	11	6	0	5
C-45	I	16	201°00'35",86.243"	31	86	104	5
C-46	D	12	164°11'20",85.603"	24	86	75	5
C-47	I	12	201°33'42",64.281"	24	64	78	3
C-48	I	74	39°28'49",26.468"	50	26	5	3
C-49	D	30	42°27'20",11.653"	22	12	2	3
C-50	D	12	175°25'08",300.500"	24	301	289	4
C-51	I	65	32°39'44",18.904"	36	19	3	4
C-52	I	24	25°25'50",5.435"	11	5	1	3
C-53	D	76	59°37'28",43.760"	76	44	12	3
C-54	I	23	44°30'43",9.293"	17	9	2	4
C-55	D	30	32°45'05",8.816"	17	9	1	4
C-56	I	10	180°34'23",2000.025"	20	2000	2010	4
C-57	I	18	35°23'51",5.631"	11	6	1	5
C-58	D	20	70°06'27",14.320"	23	14	5	5
C-59	I	30	29°55'39",8.018"	15	8	1	6
C-60	D	11	190°56'34",114.678"	22	115	126	6
C-61	D	30	26°02'47",6.939"	14	7	1	3
C-62	I	30	62°43'27",18.285"	31	18	5	3
C-63	D	30	58°18'35",16.735"	29	17	4	5
C-64	D	30	28°16'06",7.555"	15	8	1	5
C-65	I	13	147°02'31",43.180"	25	43	32	6
C-66	D	29	65°48'13",18.991"	32	19	6	6
C-67	I	30	44°02'10",12.132"	22	12	2	4
C-68	D	47	59°31'59",26.989"	47	27	7	5
C-69	I	73	35°53'38",23.561"	45	24	4	3

Fuente: Los tesisistas

4.1.9.4. LONGITUD DE TRANSICIÓN DE PERALTE

Para el cálculo de la longitud de transición se calcula por medio de la fórmula denominada longitud de la rampa de peralte del Manual de carreteras DG-2018 - Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC) considerando un bombeo del 2%, ancho de la faja de rodadura 3.5 m., mediante la ecuación:

$$Lrp = \frac{A(e + b)}{2(0.50)}$$

Dónde:

Lrp : Longitud de rampa de peralte (m).

A : Ancho de faja de rodadura (m).

e : Peralte de la faja de rodadura (%).

b : Bombeo de la faja de rodadura (%).

Los valores se muestran en la tabla siguiente:

Tabla 33: Longitud de la rampa de peralte

N° PI	Radio	Long. Por bombeo	Long. Por peralte	Longitud de la rampa de peralte		Verificación
				Calculado	Medido	
PI 01	41	7	20	27	30	cumple
PI 02	43	5	20	25	32	cumple
PI 03	32	7	6	13	28	Cumple
PI 04	28	7	5	12	14	Cumple
PI 05	31	5	18	23	23	Cumple
PI 06	33	5	20	25	22	No cumple
PI 07	52	5	20	25	25	Cumple
PI 08	70	5	18	23	23	Cumple
PI 09	94	7	10	17	17	Cumple
PI 10	30	7	8	15	15	Cumple
PI 11	73	7	10	17	17	Cumple
PI 12	11	5	20	25	16	No cumple
PI 13	30	7	20	27	16	No cumple
PI 14	50	5	20	25	28	cumple
PI 15	46	5	20	25	30	cumple

PI 16	30	5	20	25	32	cumple
PI 17	30	5	20	25	27	cumple
PI 18	26	5	20	25	10	No cumple
PI 19	80	5	20	25	10	No cumple
PI 20	79	5	18	23	19	No cumple
PI 21	87	7	15	22	17	No cumple
PI 22	62	7	6	13	14	Cumple
PI 23	68	7	8	15	15	No cumple
PI 24	70	7	6	13	13	No cumple
PI 25	99	7	10	17	17	Cumple
PI 26	73	5	20	25	25	Cumple
PI 27	78	7	15	22	21	No cumple
PI 28	74	5	18	23	23	Cumple
PI 29	86	7	20	27	27	Cumple
PI 30	87	7	5	12	12	Cumple
PI 31	41	7	15	22	14	No cumple
PI 32	80	5	20	25	14	No cumple
PI 33	73	7	20	27	27	Cumple
PI 34	27	7	12	19	19	Cumple
PI 35	18	5	18	23	23	No cumple
PI 36	19	7	20	27	27	Cumple
PI 37	30	5	20	25	25	Cumple
PI 38	41	7	20	27	27	Cumple
PI 39	30	7	10	17	17	Cumple
PI 40	30	7	10	17	17	Cumple
PI 41	30	7	10	17	17	Cumple
PI 42	30	7	10	17	17	Cumple
PI 43	46	7	4	11	11	Cumple
PI 44	32	5	20	25	9	No cumple
PI 45	16	5	20	25	9	No cumple
PI 46	12	5	20	25	11	No cumple
PI 47	12	5	20	25	11	No cumple
PI 48	74	7	20	27	21	No cumple
PI 49	30	7	20	27	18	No cumple
PI 50	12	7	15	22	16	No cumple
PI 51	65	7	12	19	16	No cumple
PI 52	24	7	8	15	15	Cumple
PI 53	76	5	20	25	25	Cumple
PI 54	23	5	20	25	25	Cumple
PI 55	30	5	20	25	25	Cumple
PI 56	10	5	20	25	25	Cumple
PI 57	18	7	15	22	22	Cumple

PI 58	20	7	8	15	15	Cumple
PI 59	30	7	3	10	10	Cumple
PI 60	11	7	8	15	15	Cumple
PI 61	30	7	8	15	15	Cumple
PI 62	30	7	8	15	15	Cumple
PI 63	30	7	10	17	17	Cumple
PI 64	30	7	15	22	22	Cumple
PI 65	13	7	15	22	22	Cumple
PI 66	29	7	15	22	22	Cumple
PI 67	30	7	8	15	11	No cumple
PI 68	47	5	20	25	21	No cumple
PI 69	73	5	20	25	21	No cumple

Fuente: Los tesisas

Tabla 34: Verificación de la Rampa de peralte

CUADRO DE RESUMEN		
DESCRIPCION	CUMPLE	NO CUMPLE
LONGITUD DE TRANSICION	65%	35%

Fuente: Los tesisas

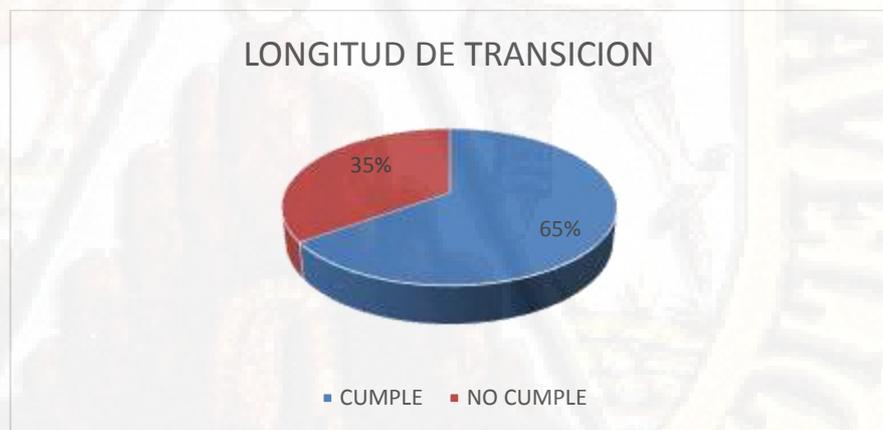


Figura 40: Representación porcentual de la rampa de peralte

Fuente: Los tesisas

DISCUSIÓN:

Del gráfico se tiene que para el caso de la longitud de transición el 65% de las curvas cumplen con la longitud de transición, mientras que el 35% no cumple con la longitud establecida.

4.1.9.5. LONGITUD DE TRAMOS EN TANGENTE

Para la longitud mínima de los tramos en tangente se considera los valores obtenidos por extrapolación del Reglamento DG-2018, siendo los siguientes:

- Longitud recta mínima entre dos curvas de sentido contrario: Lmín.s.
- Longitud recta mínima entre dos curvas en el mismo sentido: Lmín.o

Lmín.s = 28.00 m.

Lmín.o = 57 m.

Tabla 35: Verificación de la longitud de tangente

N° P.I.	Radio	Deflexión	Sentido	Tramo		Long. Entre curvas de : = sentido: s = sentido :s	L. mín. (m)	Verificación	
				Tangente	Longitud				
Inicio				Inicio	PC01	67			
PI 01	41	14° 25' 47"	I	PT01	PC02	13	Lmín.s	28	No cumple
PI 02	43	22° 55' 14"	D	PT02	PC03	69	Lmín.s	28	Cumple
PI 03	32	08° 04' 37"	I	PT03	PC04	118	Lmín.o	57	Cumple
PI 04	28	07° 37' 03"	D	PT04	PC05	85	Lmín.o	57	Cumple
PI 05	31	16° 03' 35"	I	PT05	PC06	22	Lmín.s	28	No cumple
PI 06	33	46° 35' 21"	D	PT06	PC07	99	Lmín.s	28	Cumple
PI 07	52	134° 45' 42"	I	PT07	PC08	25	Lmín.s	28	No Cumple
PI 08	70	27° 21' 20"	D	PT08	PC09	62	Lmín.s	28	Cumple
PI 09	94	16° 44' 11"	I	PT09	PC10	65	Lmín.s	28	Cumple
PI 10	30	10° 32' 38"	I	PT10	PC11	151	Lmín.o	57	Cumple
PI 11	73	13° 06' 03"	D	PT11	PC12	109	Lmín.o	57	Cumple
PI 12	11	80° 24' 26"	I	PT12	PC13	32	Lmín.o	57	No Cumple
PI 13	30	26° 09' 50"	D	PT13	PC14	27	Lmín.s	28	No Cumple
PI 14	50	124° 07' 38"	D	PT14	PC15	36	Lmín.o	57	No Cumple
PI 15	46	63° 39' 12"	I	PT15	PC16	27	Lmín.s	28	No Cumple
PI 16	30	55° 56' 06"	D	PT16	PC17	13	Lmín.s	28	No Cumple

PI 17	30	49° 47' 41"	I	PT17	PC18	12	Lmín.s	28	No Cumple
PI 18	26	77° 26' 28"	D	PT18	PC19	10	Lmín.o	57	No Cumple
PI 19	80	81° 57' 48"	I	PT19	PC20	19	Lmín.s	28	No Cumple
PI 20	79	29° 36' 00"	I	PT20	PC21	15	Lmín.s	28	No Cumple
PI 21	87	17° 29' 52"	D	PT21	PC22	60	Lmín.o	57	Cumple
PI 22	62	08° 53' 31"	I	PT22	PC23	35	Lmín.s	28	Cumple
PI 23	68	12° 21' 54"	D	PT23	PC24	35	Lmín.o	57	No Cumple
PI 24	70	06° 38' 05"	I	PT24	PC25	62	Lmín.o	57	Cumple
PI 25	99	08° 53' 11"	D	PT25	PC26	57	Lmín.o	57	No Cumple
PI 26	73	136° 09' 17"	I	PT26	PC27	21	Lmín.s	28	No Cumple
PI 27	78	08° 12' 15"	D	PT27	PC28	163	Lmín.o	57	Cumple
PI 28	74	37° 52' 35"	D	PT28	PC29	27	Lmín.s	28	Cumple
PI 29	86	28° 00' 17"	I	PT29	PC30	57	Lmín.o	57	No Cumple
PI 30	87	06° 46' 43"	D	PT30	PC31	48	Lmín.o	57	No Cumple
PI 31	41	22° 34' 19"	I	PT31	PC32	28	Lmín.o	57	No Cumple
PI 32	80	36° 12' 08"	D	PT32	PC33	52	Lmín.s	28	Cumple
PI 33	73	22° 41' 43"	I	PT33	PC34	63	Lmín.o	57	Cumple
PI 34	27	25° 06' 31"	I	PT34	PC35	74	Lmín.s	28	Cumple
PI 35	18	22° 28' 17"	D	PT35	PC36	94	Lmín.s	28	Cumple
PI 36	19	60° 22' 36"	D	PT36	PC37	73	Lmín.s	28	Cumple
PI 37	30	55° 08' 53"	I	PT37	PC38	25	Lmín.s	28	No Cumple
PI 38	41	26° 10' 30"	D	PT38	PC39	101	Lmín.o	57	Cumple
PI 39	30	11° 52' 49"	D	PT39	PC40	40	Lmín.o	57	No Cumple
PI 40	30	15° 56' 30"	I	PT40	PC41	50	Lmín.o	57	No Cumple
PI 41	30	17° 06' 26"	D	PT41	PC42	36	Lmín.o	57	No Cumple
PI 42	30	15° 49' 58"	D	PT42	PC43	42	Lmín.s	28	Cumple
PI 43	46	06° 23' 03"	I	PT43	PC44	60	Lmín.o	57	Cumple
PI 44	32	27° 42' 06"	D	PT44	PC45	17	Lmín.o	57	No Cumple
PI 45	16	56° 16' 26"	I	PT45	PC46	23	Lmín.s	28	No Cumple
PI 46	12	35° 29' 25"	D	PT46	PC47	23	Lmín.o	57	No Cumple
PI 47	12	21° 26' 37"	I	PT47	PC48	82	Lmín.s	28	Cumple
PI 48	74	25° 35' 51"	I	PT48	PC49	42	Lmín.o	57	No Cumple
PI 49	30	20° 27' 34"	D	PT49	PC50	37	Lmín.s	28	Cumple
PI 50	12	16° 21' 14"	D	PT50	PC51	31	Lmín.o	57	No Cumple
PI 51	65	12° 10' 31"	I	PT51	PC52	48	Lmín.o	57	No Cumple
PI 52	24	05° 41' 03"	I	PT52	PC53	55	Lmín.o	57	No Cumple
PI 53	76	84° 55' 19"	D	PT53	PC54	46	Lmín.s	28	Cumple
PI 54	23	109° 03' 20"	I	PT54	PC55	23	Lmín.s	28	No Cumple
PI 55	30	60° 29' 09"	D	PT55	PC56	27	Lmín.s	28	No Cumple
PI 56	10	54° 18' 30"	I	PT56	PC57	25	Lmín.s	28	No Cumple
PI 57	18	22° 51' 53"	I	PT57	PC58	50	Lmín.o	57	No Cumple

PI 58	20	12° 31' 17"	D	PT58	PC59	85	Lmín.o	57	Cumple
PI 59	30	03° 59' 09"	I	PT59	PC60	93	Lmín.o	57	Cumple
PI 60	11	17° 23' 12"	D	PT60	PC61	88	Lmín.o	57	Cumple
PI 61	30	15° 06' 12"	D	PT61	PC62	43	Lmín.o	57	No Cumple
PI 62	30	13° 05' 05"	I	PT62	PC63	98	Lmín.s	28	Cumple
PI 63	30	19° 10' 52"	D	PT63	PC64	78	Lmín.s	28	Cumple
PI 64	30	20° 11' 15"	D	PT64	PC65	48	Lmín.s	28	Cumple
PI 65	13	20° 55' 46"	I	PT65	PC66	44	Lmín.s	28	Cumple
PI 66	29	12° 36' 40"	D	PT66	PC67	39	Lmín.o	57	No Cumple
PI 67	30	04° 04' 13"	I	PT67	PC68	38	Lmín.s	28	Cumple
PI 68	47	36° 11' 36"	D	PT68	PC69	20	Lmín.o	28	No Cumple
PI 69	73	22° 01' 52"	I	PT69	PC70	30			

Fuente: Los testistas

Tabla 36: Longitudes de tramos rectos

RESUMEN DE LONGITUD EN TRAMO EN TANGENTE	
DESCRIPCION	%
CUMPLE	48%
NO CUMPLE	52%

Fuente: Los testistas

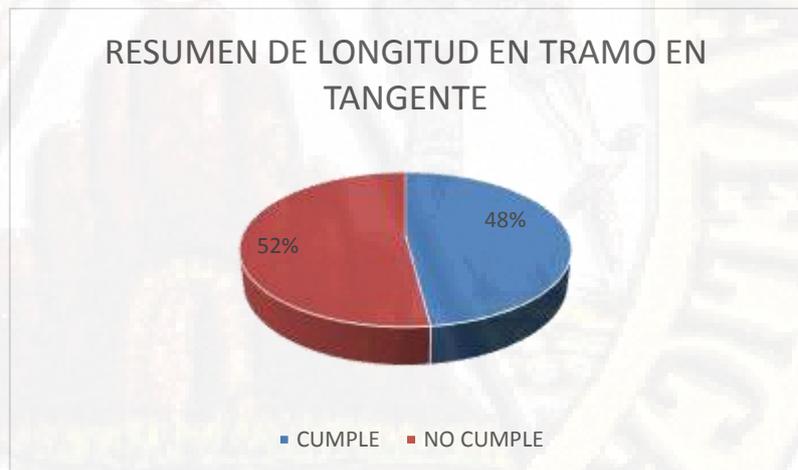


Figura 41: Porcentajes de Tramos rectos en tangente

Fuente Los testistas

DISCUSIÓN:

Luego del análisis de las longitudes de los tramos rectos que existe en la carretera, el 48% cumple con la longitud mínima de tramos en tangente, en cambio el 52% no cumple la condición.

4.1.9.6. LONGITUD DE CURVA

Para el valor de la longitud de curva mínima, con velocidad de diseño de 30 km/h y con el ángulo de deflexión mayor que 5°, el Manual para el Diseño de carreteras DG-2018- Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), considera la ecuación:

$$L. \text{ min. Curva} = 3V$$

$$L. \text{ min. Curva} = 3 (30)$$

$$L. \text{ min. Curva} = 90 \text{ m.}$$

Tabla 37: Verificación de longitud de curva mínima

Nº PI	Radio	Progresiva Inicial	Progresiva final	Longitud de curva	Verificación
PI 01	41	0+156	0+177	21	No cumple
PI 02	43	0+227	0+242	14	No cumple
PI 03	32	0+280	0+304	23	No cumple
PI 04	28	0+393	0+408.73	15	No cumple
PI 05	31	0+458	0+467	10	No cumple
PI 06	33	1+437	1+467	29	No cumple
PI 07	52	1+910	1+934	23	No cumple
PI 08	70	2+625	2+694	66	No cumple
PI 09	94	3+088	3+124	36	No cumple
PI 10	30	3+361	3+384	22	No cumple
PI 11	73	3+484	3+534	49	No cumple
PI 12	11	3+588	3+616	21	No cumple
PI 13	30	3+647	3+679	30	No cumple
PI 14	50	3+747	3+765	18	No cumple
PI 15	46	3+798	3+816	18	No cumple
PI 16	30	3+843	3+861	17	No cumple
PI 17	30	4+043	4+070	26	No cumple
PI 18	26	4+126	4+158	29	No cumple
PI 19	80	4+294	4+350	55	No cumple
PI 20	79	5+159	5+198	38	No cumple

PI 21	87	5+637	5+718	78	No cumple
PI 22	62	5+847	5+911	61	No cumple
PI 23	68	6+303	6+336	33	No cumple
PI 24	70	6+970	7+028	56	No cumple
PI 25	99	7+337	7+469	122	cumple
PI 26	73	7+654	7+756	94	No cumple
PI 27	78	8+144	8+191	46	No cumple
PI 28	74	9+128	9+185	56	No cumple
PI 29	86	9+337	9+401	63	No cumple
PI 30	87	9+643	9+752	102	cumple
PI 31	41	10+016	10+070	50	No cumple
PI 32	80	10+420	10+538	107	cumple
PI 33	73	10+733	10+813	76	No cumple
PI 34	27	11+040	11+075	32	No cumple
PI 35	18	11+110	11+135	23	No cumple
PI 36	19	11+149	11+174	23	No cumple
PI 37	30	11+203	11+231	27	No cumple
PI 38	41	11+323	11+338	15	No cumple
PI 39	30	11+489	11+505	16	No cumple
PI 40	30	11+641	11+712	56	No cumple
PI 41	30	11+745	11+778	32	No cumple
PI 42	30	11+966	11+987	20	No cumple
PI 43	46	12+117	12+138	21	No cumple
PI 44	32	12+447	12+458	11	No cumple
PI 45	16	12+658	12+714	31	No cumple
PI 46	12	12+874	12+908	24	No cumple
PI 47	12	13+048	13+091	24	No cumple
PI 48	74	13+213	13+264	50	No cumple
PI 49	30	13+379	13+401	22	No cumple
PI 50	12	13+514	13+551	24	No cumple
PI 51	65	13+626	13+662	36	No cumple
PI 52	24	13+768	13+779	11	No cumple
PI 53	76	13+839	13+918	76	No cumple
PI 54	23	14+101	14+118	17	No cumple
PI 55	30	14+149	14+166	17	No cumple
PI 56	10	14+190	14+222	20	No cumple
PI 57	18	14+261	14+272	11	No cumple
PI 58	20	14+289	14+314	23	No cumple
PI 59	30	14+491	14+506	15	No cumple
PI 60	11	14+567	14+603	22	No cumple
PI 61	30	14+692	14+705	14	No cumple
PI 62	30	14+814	14+847	31	No cumple

PI 63	30	14+903	14+934	29	No cumple
PI 64	30	15+012	15+027	15	No cumple
PI 65	13	15+073	15+106	25	No cumple
PI 66	29	15+147	15+180	32	No cumple
PI 67	30	15+213	15+237	22	No cumple
PI 68	47	15+317	15+367	47	No cumple
PI 69	73	15+438	15+483	45	No cumple

Fuente: Los testistas

Tabla 38: Resumen de Longitud de curva

RESUMEN DE LONGITUD EN TRAMO EN CURVA	
DESCRIPCION	%
CUMPLE	4%
NO CUMPLE	96%

Fuente: Los testistas

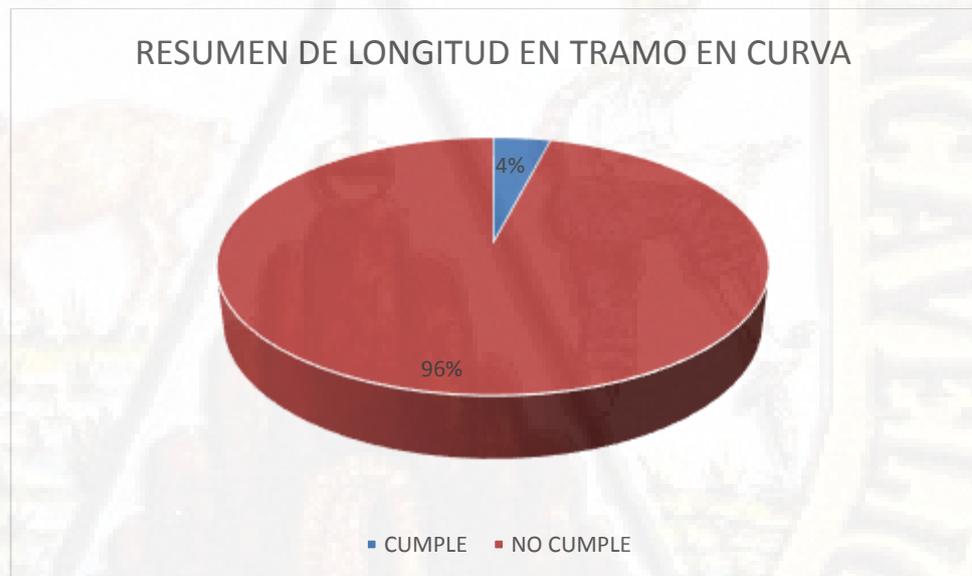


figura 42: Porcentaje de la Longitud de curva mínima

Fuente: Los testistas

Discusión:

Se observa que el 96% del total de curvas no cumple con la longitud mínima de curva requerida y el 4% si cumple con la longitud de curva requerida, lo cual hace que el vehículo no tenga desplazamiento con comodidad en la curva.

4.1.9.7. SOBREANCHO

Para calcular el sobreancho se considera la fórmula dada por la ecuación:

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

Dónde:

n : número de carriles, n=1

R : radio de la curva (m)

L : Longitud entre el eje delantero y el eje posterior del vehículo

(L entre ejes) = 6.10m

V : Velocidad de diseño (Km/h), V=30 km/h

Tabla 39: Sobreancho

N° PI	Radio(m)	Sobreancho		Verificación
		Calculado	Medido	
PI 01	41	0.93	0.6	No cumple
PI 02	43	0.89	0.6	No cumple
PI 03	32	1.12	0.3	No cumple
PI 04	28	1.24	0.3	No cumple
PI 05	31	1.15	0.6	No cumple
PI 06	33	1.08	1.2	No cumple
PI 07	52	0.78	1.8	No cumple
PI 08	70	0.62	0.6	No cumple
PI 09	94	0.51	0.6	No cumple
PI 10	30	1.17	0.3	No cumple
PI 11	73	0.61	0.6	Cumple
PI 12	11	2.72	1.2	No cumple
PI 13	30	1.17	0.6	No cumple
PI 14	50	0.79	1.8	cumple
PI 15	46	0.85	1.2	No cumple
PI 16	30	1.17	0.9	No cumple
PI 17	30	1.17	0.6	No cumple
PI 18	26	1.30	0.6	No cumple
PI 19	80	0.57	0.6	No cumple
PI 20	79	0.57	1.2	Cumple
PI 21	87	0.53	0.6	cumple
PI 22	62	0.68	0.3	No cumple

PI 23	68	0.64	0.6	Cumple
PI 24	70	0.62	0.6	Cumple
PI 25	99	0.49	0.6	Cumple
PI 26	73	0.61	2.4	No cumple
PI 27	78	0.58	0.6	cumple
PI 28	74	0.60	0.9	cumple
PI 29	86	0.54	1.2	No Cumple
PI 30	87	0.54	0.6	Cumple
PI 31	41	0.93	0.9	Cumple
PI 32	80	0.57	0.9	cumple
PI 33	73	0.61	0.9	No cumple
PI 34	27	1.28	0.9	No cumple
PI 35	18	1.79	1.2	No cumple
PI 36	19	1.69	1.2	No cumple
PI 37	30	1.17	2.1	Cumple
PI 38	41	0.93	0.9	No cumple
PI 39	30	1.17	0.6	No cumple
PI 40	30	1.17	0.6	No cumple
PI 41	30	1.17	0.6	No cumple
PI 42	30	1.17	0.6	No cumple
PI 43	46	0.85	0.3	No cumple
PI 44	32	1.11	0.6	No cumple
PI 45	16	1.96	0.9	No cumple
PI 46	12	2.55	0.9	No cumple
PI 47	12	2.49	0.9	No cumple
PI 48	74	0.60	1.2	Cumple
PI 49	30	1.17	0.6	No cumple
PI 50	12	2.53	0.6	No cumple
PI 51	65	0.66	0.6	No cumple
PI 52	24	1.40	0.6	Cumple
PI 53	76	0.59	1.2	cumple
PI 54	23	1.46	2.1	cumple
PI 55	30	1.17	0.9	No cumple
PI 56	10	3.02	2.1	No cumple
PI 57	18	1.80	0.9	No cumple
PI 58	20	1.60	0.6	No cumple
PI 59	30	1.17	0.3	No cumple
PI 60	11	2.76	0.6	No cumple
PI 61	30	1.17	0.6	No cumple
PI 62	30	1.17	0.6	No cumple
PI 63	30	1.17	0.6	No cumple
PI 64	30	1.17	0.9	No cumple

PI 65	13	2.39	0.9	No cumple
PI 66	29	1.19	0.9	No cumple
PI 67	30	1.17	0.3	No cumple
PI 68	47	0.83	1.2	cumple
PI 69	73	0.61	1.2	cumple

Fuente: Los tesisas

Tabla 40: Resumen de Longitud de sobreamiento

RESUMEN DE LONGITUD DE SOBREAMIENTO	
DESCRIPCION	%
CUMPLE	28%
NO CUMPLE	72%

Fuente: Los tesisas

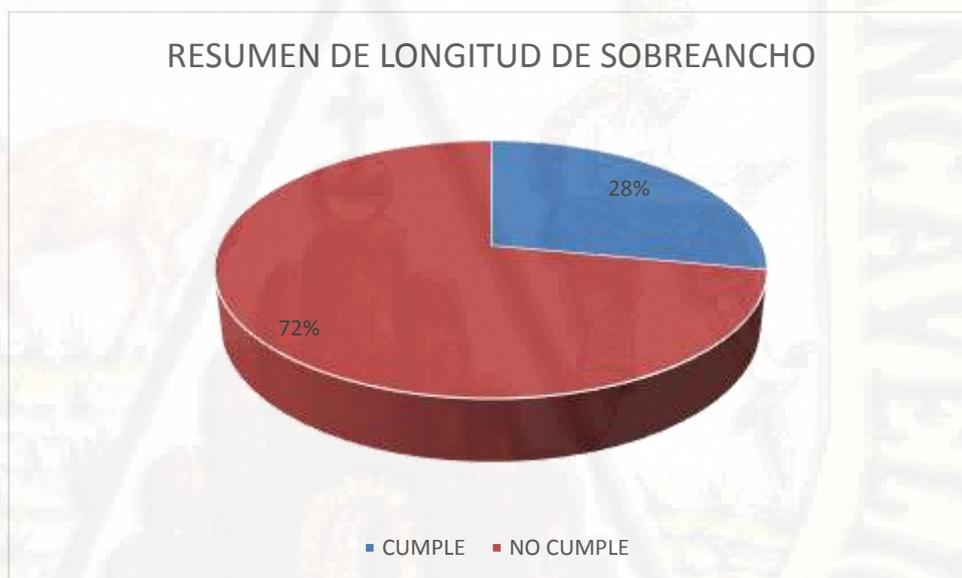


Figura 43: Representación en porcentaje del sobreamiento

Fuente: Los tesisas

Discusión:

La gráfica muestra los porcentajes de cumplimiento del sobreamiento existente donde el 28% cumple la norma y el 72% no cumple.

4.1.9.8. DISTANCIA DE VISIBILIDAD EN CURVAS

HORIZONTALES

El mínimo ancho que deberá quedar libre de obstrucciones a la visibilidad, se obtiene de la ecuación siguiente:

$$M = R \left(1 - \cos \frac{28.65 * S}{R} \right)$$

Dónde:

M = Ordenada media o ancho mínimo libre.

R= Radio de la curva horizontal.

S = Distancia de visibilidad.

Sea “c” igual a la suma de. 1/2carril + ancho de la berma+ancho cuneta, entonces:

c= 1.75 + 0.80 + 1.00 = 3.55, valor que será constante para calcular el valor de M.

Para curva1: el S/A (sobreecho medido) = 0.6, entonces

M = 0.6 + 3.55 = 4.15: M calculado

De la ecuación 2.11, el M mínimo = 1.21 m. con R=41 m. y S = 20 m, procedimiento que se usa para conformar la tabla siguiente:

Tabla 41: Banquetas en curvas con sobreechos medidos en campo

N° de curva	Radio(m)	Sa medido	c:Ancho de cuneta + (a/2 + Berma)	M: Sa ó + c	> <	M mínimo	Banqueta	
							Condición	Ancho b
C1	41	0.6	3.55	4.15	>	1.21	No Va	--
C2	43	0.6	3.55	4.15	>	1.16	No Va	--
C3	32	0.3	3.55	3.85	>	1.56	No Va	--
C4	28	0.3	3.55	3.85	>	1.77	No Va	--
C5	31	0.6	3.55	4.15	>	1.61	No Va	--
C6	33	1.2	3.55	4.75	<	1.49	No Va	--
C7	52	1.8	3.55	5.35	>	0.96	No Va	--
C8	70	0.6	3.55	4.15	>	0.71	No Va	--
C9	94	0.6	3.55	4.15	>	0.53	No Va	--
C10	30	0.3	3.55	3.85	>	1.65	No Va	--
C11	73	0.6	3.55	4.15	>	0.69	No Va	--

C12	11	1.2	3.55	4.75	>	4.20	No Va	--
C13	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C14	50	1.8	3.55	5.35	>	0.99	No Va	--
C15	46	1.2	3.55	4.75	>	1.08	No Va	--
C16	30	0.9	3.55	4.45	>	1.65	No Va	--
C17	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C18	26	0.6	3.55	4.15	>	1.88	No Va	--
C19	80	0.6	3.55	4.15	>	0.62	No Va	--
C20	79	1.2	3.55	4.75	>	0.63	No Va	--
C21	87	0.6	3.55	4.15	>	0.57	No Va	--
C22	62	0.3	3.55	3.85	>	0.81	No Va	--
C23	68	0.6	3.55	4.15	>	0.73	No Va	--
C24	70	0.6	3.55	4.15	>	0.71	No Va	--
C25	99	0.6	3.55	4.15	>	0.50	No Va	--
C26	73	2.4	3.55	5.95	>	0.69	No Va	--
C27	78	0.6	3.55	4.15	>	0.64	No Va	--
C28	74	0.9	3.55	4.45	>	0.67	No Va	--
C29	86	1.2	3.55	4.75	>	0.58	No Va	--
C30	87	0.6	3.55	4.15	>	0.58	No Va	--
C31	41	0.9	3.55	4.45	>	1.22	No Va	--
C32	80	0.9	3.55	4.45	>	0.63	No Va	--
C33	73	0.9	3.55	4.45	>	0.68	No Va	--
C34	27	0.9	3.55	4.45	>	1.84	No Va	--
C35	18	1.2	3.55	4.75	>	2.75	No Va	--
C36	19	1.2	3.55	4.75	>	2.56	No Va	--
C37	30	2.1	3.55	5.65	>	1.65	No Va	--
C38	41	0.9	3.55	4.45	>	1.22	No Va	--
C39	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C40	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C41	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C42	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C43	46	0.3	3.55	3.85	>	1.08	No Va	--
C44	32	0.6	3.55	4.15	>	1.54	No Va	--
C45	16	0.9	3.55	4.45	>	3.03	No Va	--
C46	12	0.9	3.55	4.45	>	3.96	No Va	--
C47	12	0.9	3.55	4.45	>	3.86	No Va	--
C48	74	1.2	3.55	4.75	>	0.68	No Va	--
C49	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C50	12	0.6	3.55	4.15	>	3.93	No Va	--
C51	65	0.6	3.55	4.15	>	0.77	No Va	--
C52	24	0.6	3.55	4.15	>	2.05	No Va	--
C53	76	1.2	3.55	4.75	>	0.65	No Va	--

C54	23	2.1	3.55	5.65	>	2.17	No Va	--
C55	30	0.9	3.55	4.45	>	1.65	No Va	--
C56	10	2.1	3.55	5.65	>	4.60	No Va	--
C57	18	0.9	3.55	4.45	>	2.76	No Va	--
C58	20	0.6	3.55	4.15	>	2.40	No Va	--
C59	30	0.3	3.55	3.85	>	1.65	No Va	--
C60	11	0.6	3.55	4.15	>	4.25	SI Va	0.1
C61	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C62	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C63	30	0.6	3.55	4.15	>	1.65	No Va	--
C64	30	0.9	3.55	4.45	>	1.65	No Va	--
C65	13	0.9	3.55	4.45	>	3.72	No Va	--
C66	29	0.9	3.55	4.45	>	1.69	No Va	--
C67	30	0.3	3.55	3.85	>	1.65	No Va	--
C68	47	1.2	3.55	4.75	>	1.06	No Va	--
C69	73	1.2	3.55	4.75	>	0.69	No Va	--

Fuente: Los testistas

Tabla 42: Resumen de visibilidad "M"

RESUMEN DE VISIBILIDAD EN CURVAS (M)	
DESCRIPCION	%
CON BANQUETA	2%
SIN BANQUETA	98%

Fuente: Los testistas



figura 44: Representación gráfica porcentual de la distancia de visibilidad

Fuente: Los testistas

DISCUSIÓN:

Del gráfico, se tiene que el 98% las curvas no requieren de un ancho adicional “M” para tener una eficiente visibilidad en cada curva de volteo con valores de sobreancho medidos en campo en cambio el 02% si es necesario.

4.1.9.9. PERALTE

La obtención de los valores del peralte de la carretera es mediante la ecuación 2.6 y teniendo en consideración la tabla 2.2.11-4 correspondiente a los valores de radios mínimos y peraltes máximos, con velocidad directriz igual a 30 km/h del Manual para el Diseño de carreteras D-G 2018 - Ministerio de Transportes y Comunicaciones y su radio respectivo se tiene:

$$P(\%) = \frac{V^2}{2.38 * R}$$

Si V= 30 Km/h, R= 41 m; el peralte será:

$$p(\%) = 9.22\%$$

Tabla 43: Peralte calculado y medido

N° PI	Radio	Peralte calculado	Peralte		Verificación
			p(máx)=8%	Medido	
PI 01	41	9.64	9	2.5	No cumple
PI 02	43	9.16	8	3	No cumple
PI 03	32	12.42	2	4	No cumple
PI 04	28	14.14	2	5	No cumple
PI 05	31	12.86	7	4	No cumple
PI 06	33	11.86	8	3	No cumple
PI 07	52	7.61	8	3	No cumple
PI 08	70	5.60	7	3	No cumple
PI 09	94	4.20	3	4	No cumple
PI 10	30	13.16	2	6	No cumple
PI 11	73	5.44	3	6	No cumple
PI 12	11	35.50	8	5	No cumple
PI 13	30	13.16	5.9	5	No cumple
PI 14	50	7.84	8	4	No cumple
PI 15	46	8.57	8	4	No cumple
PI 16	30	13.16	8	3	No cumple

PI 17	30	13.16	8	3	No cumple
PI 18	26	14.99	8	3	No cumple
PI 19	80	4.91	8	3	No cumple
PI 20	79	5.02	7	3	No cumple
PI 21	87	4.52	4.5	4	No cumple
PI 22	62	6.39	2	4	No cumple
PI 23	68	5.80	2.5	5	No cumple
PI 24	70	5.60	2	5	No cumple
PI 25	99	3.97	2	5	No cumple
PI 26	73	5.42	8	3	No cumple
PI 27	78	5.08	4.5	3	No cumple
PI 28	74	5.33	7	3	No cumple
PI 29	86	4.61	5.9	3	No cumple
PI 30	87	4.54	2	4	No cumple
PI 31	41	9.67	4.5	4	No cumple
PI 32	80	4.96	8	4	No cumple
PI 33	73	5.40	5.9	4	No cumple
PI 34	27	14.65	3.5	5	No cumple
PI 35	18	22.26	7	5	No cumple
PI 36	19	20.68	5.9	5	No cumple
PI 37	30	13.16	8	5	No cumple
PI 38	41	9.71	5.9	6	No cumple
PI 39	30	13.16	3	6	No cumple
PI 40	30	13.16	3	8	No cumple
PI 41	30	13.16	3	4	No cumple
PI 42	30	13.16	3	4	No cumple
PI 43	46	8.59	2	4	No cumple
PI 44	32	12.23	8	5	No cumple
PI 45	16	24.69	8	5	No cumple
PI 46	12	33.20	8	5	No cumple
PI 47	12	32.25	8	3	No cumple
PI 48	74	5.35	5.9	3	No cumple
PI 49	30	13.16	5.9	3	No cumple
PI 50	12	32.84	4.5	4	No cumple
PI 51	65	6.12	3.5	4	No cumple
PI 52	24	16.39	2.5	3	No cumple
PI 53	76	5.17	8	3	No cumple
PI 54	23	17.38	8	4	No cumple
PI 55	30	13.16	8	4	No cumple
PI 56	10	39.47	8	4	No cumple
PI 57	18	22.36	4	5	No cumple
PI 58	20	19.34	2.5	5	No cumple

PI 59	30	13.16	2	6	No cumple
PI 60	11	35.95	2.5	6	No cumple
PI 61	30	13.16	2.5	3	No cumple
PI 62	30	13.16	2.5	3	No cumple
PI 63	30	13.16	3	5	No cumple
PI 64	30	13.16	4.5	5	No cumple
PI 65	13	30.91	4.5	6	No cumple
PI 66	29	13.45	4.5	6	No cumple
PI 67	30	13.16	2.5	4	No cumple
PI 68	47	8.36	8	5	No cumple
PI 69	73	5.43	8	3	No cumple

Fuente: Los tesisas

Tabla 44: Resumen del peralte

RESUMEN DEL PERALTE	
DESCRIPCION	%
PERALTE CORRECTO	0%
PERALTE INCORRECTO	100%

Fuente: Los tesisas



figura 45: Resumen porcentual de peralte

Fuente: Los tesisas

DISCUSIÓN:

De la tabla del peralte se tiene:

- El valor referencial del peralte en el proceso de evaluación es mediante el Manual para el Diseño de carreteras D-2018, del Ministerio de Transportes y Comunicaciones que corresponde al 8% como peralte máximo, para una velocidad directriz de 30 Km/h
- Los peraltes son calculados en función del valor del radio de la curva y la velocidad directriz.
- El valor resultante en algunas ocasiones supera este peralte máximo, por lo que como peralte respectivo se reemplaza por este peralte máximo del 8%.
- También se tiene en la tabla una columna que corresponde al valor del peralte medido en la carretera para el cual se tuvo que hacer uso del eclímetro.
- En todas las curvas al hacer la comparación de resultados no cumple el valor del peralte de diseño sobretodo en las curvas de radios menores del radio de diseño donde el peralte se incrementa a valores altos.
- Finalmente, en el consolidado de datos de este parámetro se obtiene que 100% no cumple con el peralte adecuado.

4.1.10. DISEÑO GEOMÉTRICO VERTICAL

4.1.10.1. CURVAS VERTICALES

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabólicas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 1%, para carreteras pavimentadas y del 2% para las demás.

En el tramo en estudio no se tuvo curvas verticales.

4.1.11. SECCIONES TRANSVERSALES

4.1.11.1 CALZADA

El ancho de la calzada de la carretera en estudio conforme lo indica el Manual para el Diseño de carreteras D-G- 2018 No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito del Ministerio de Transportes y Comunicaciones debe ser de 3.5 m.

En realidad, el ancho de la carretera en toda su longitud es variable, pero se ha creído conveniente primero delimitar el ancho de la carretera conforme lo indica la norma, sumado a ello los anchos adicionales que genera el sobreaño en cada curva horizontal y su respectivo seccionamiento a cada 20 m. y la diferencia del ancho asignar como ancho de berma si lo hubiese.

4.1.11.2. BOMBEO

El bombeo de diseño señala un valor del 2% para los tramos rectos, en las curvas se sustituye por el peralte el que por norma es de 2.5% cuando el IMDA < 200 vehículos por día.

Existen tramos donde el bombeo se sustituye por la inclinación hacia el lado izquierdo de la carretera.

4.1.11.3. BERMA

El ancho de la berma es de 0.50 m. indicado en el Manual para el Diseño de carreteras D-G-2018 del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, el que de idéntica manera es variable.

Tabla 45: Ancho de la calzada - Ancho de bermas.

PROGRESIV A	TIPO DE SECCIO N	ANCHO DE CALZAD A	VERIFICACIÓ N	BERMA		VERIFICACIÓN	
				Izquierd a	Derech a	Bema Izquierd a	Berma derech a
00+000	Corte completo	3.5	Cumple	0.8	0.8	Cumple	Cumple
00+020	Corte completo	3.5	Cumple	0.55	0.6	Cumple	Cumple
00+040	Corte completo	3.5	Cumple	0.67	0.6	Cumple	Cumple
00+060	Corte completo	3.5	Cumple	0.55	0.04	Cumple	No cumple
00+070	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
00+080	Corte completo	3.5	Cumple	0.28	0.05	No cumple	No cumple
00+090	Corte completo	3.5	Cumple	0.45	0.5	No cumple	Cumple
00+100	Corte completo	3.5	Cumple	-	0.55	No tiene	Cumple
00+120	Corte completo	3.5	Cumple	0.57	0.57	Cumple	Cumple
00+140	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.57	Cumple	Cumple
00+160	Corte completo	3.5	Cumple	0.11	-	No tiene	No tiene
00+170	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.45	Cumple	No cumple
00+180	Corte completo	3.5	Cumple	0.43	-	No tiene	No tiene
00+200	Corte completo	3.5	Cumple	0.29	0.52	No cumple	Cumple
00+220	Corte completo	3.5	Cumple	0.53	0.49	Cumple	Cumple
00+240	Corte completo	3.5	Cumple	0.34	0.52	No cumple	Cumple
00+260	Corte completo	3.5	Cumple	0.4	0.51	No cumple	Cumple
00+280	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
00+300	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
00+310	Corte completo	3.7	Cumple	0.55	0.5	Cumple	Cumple
00+320	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
00+340	Corte completo	3.5	Cumple	0.12	0.49	No cumple	Cumple
00+360	Corte completo	3.5	Cumple	0.15	-	No cumple	No tiene
00+380	Corte completo	3.5	Cumple	0.25	-	No cumple	No tiene
00+400	Corte completo	3.5	Cumple	0.2	0.1	No cumple	No cumple
00+420	Corte completo	3.5	Cumple	0.3	-	No cumple	No tiene
00+430	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple

00+440	Corte completo	3.5	Cumple	-	0.25	No tiene	No cumple
00+480	Corte completo	3.5	Cumple	0.44	0.34	No cumple	No cumple
00+500	Corte completo	3.5	Cumple	0.25	0.5	No cumple	Cumple
00+520	Corte completo	3.5	Cumple	0.3	-	No cumple	No tiene
00+540	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	-	Cumple	No tiene
00+560	Media Ladera	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
00+580	Media Ladera	3.5	Cumple	0.52	0.51	Cumple	Cumple
00+600	Media Ladera	3.5	Cumple	0.16	0.5	No cumple	Cumple
00+620	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
00+640	Media Ladera	3.5	Cumple	0.17	-	No cumple	No tiene
00+650	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
00+660	Media Ladera	3.5	Cumple	0.36	-	No cumple	No tiene
00+680	Media Ladera	3.5	Cumple	0.29	-	No cumple	No tiene
00+700	Media Ladera	3.5	Cumple	0.22	-	No cumple	No tiene
00+720	Corte completo	3.5	Cumple	0.27	0.49	No cumple	Cumple
00+740	Corte completo	3.5	Cumple	0.45	0.25	No cumple	No cumple
00+760	Corte completo	3.5	Cumple	0.75	0.25	Cumple	No cumple
00+780	Corte completo	3.5	Cumple	0.41	0.49	No cumple	Cumple
00+800	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
00+820	Corte completo	3.5	Cumple	0.75	0.5	Cumple	Cumple
00+840	Corte completo	3.5	Cumple	0.75	0.5	Cumple	Cumple
00+860	Corte completo	3.5	Cumple	0.75	0.5	Cumple	Cumple
00+880	Corte completo	3.5	Cumple	0.15	0.5	No cumple	Cumple
00+900	Corte completo	3.5	Cumple	0.52	0.5	Cumple	Cumple
00+910	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
00+920	Corte completo	3.5	Cumple	0.17	0.5	No cumple	Cumple
00+940	Corte completo	3.5	Cumple	0.36	0.45	No cumple	No cumple
00+960	Corte completo	3.5	Cumple	0.35	0.75	No cumple	Cumple
00+980	Corte completo	3.5	Cumple	0.43	0.25	No cumple	No cumple
01+000	Corte completo	3.5	Cumple	0.36	0.55	No cumple	Cumple
01+020	Corte completo	3.5	Cumple	0.51	0.42	Cumple	No cumple

01+030	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+040	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+060	Media Ladera	3.5	Cumple	0.51	0.45	Cumple	No cumple
01+070	Media Ladera	3.5	Cumple	0.49	0.5	Cumple	Cumple
01+080	Media Ladera	3.5	Cumple	-	0.42	No tiene	No cumple
01+100	Media Ladera	3.5	Cumple	0.45	-	No cumple	No tiene
01+110	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+120	Media Ladera	3.5	Cumple	0.25	-	No cumple	No tiene
01+140	Media Ladera	3.5	Cumple	0.44	-	No cumple	No tiene
01+160	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.01	Cumple	No cumple
01+170	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+180	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	-	Cumple	No tiene
01+200	Corte completo	3.5	Cumple	0.21	-	No cumple	No tiene
01+210	Corte completo	3.5	Cumple	0.49	-	Cumple	No tiene
01+220	Corte completo	3.5	Cumple	0.38	0.6	No cumple	Cumple
01+240	Media Ladera	3.5	Cumple	0.39	-	No cumple	No tiene
01+260	Media Ladera	3.5	Cumple	0.52	0.55	Cumple	Cumple
01+280	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+290	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+300	Corte completo	3.5	Cumple	0.15	0	No cumple	No cumple
01+310	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+320	Corte cerrado	3.5	Cumple	0.29	0.52	No cumple	Cumple
01+340	Corte completo	3.5	Cumple	0.51	0	Cumple	No cumple
01+360	Corte completo	3.5	Cumple	0.14	0.62	No cumple	Cumple
01+380	Media Ladera	3.5	Cumple	0.03	0.07	No cumple	No cumple
01+400	Media Ladera	3.5	Cumple	0.14	-	No cumple	No tiene
01+420	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	-	Cumple	No tiene
01+440	Media Ladera	3.5	Cumple	0.47	-	No cumple	No tiene
01+460	Corte cerrado	3.5	Cumple	0.45	-	No cumple	No tiene
01+470	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+480	Corte completo	3.5	Cumple	0.51	-	Cumple	No tiene

01+500	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	Cumple	No tiene
01+520	Corte completo	3.5	Cumple	0.43	-	No cumple	No tiene
01+530	Corte completo	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+540	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
01+560	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
01+580	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
01+600	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
01+620	Corte completo	3.5	Cumple	-	-	No tiene	No tiene
01+640	Corte completo	3.5	Cumple	0.27	-	No cumple	Cumple
01+660	Media Ladera	3.5	Cumple	0.49	0.5	Cumple	Cumple
01+670	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+680	Media Ladera	3.5	Cumple	0.56	-	Cumple	No tiene
01+700	Media Ladera	3.5	Cumple	0.52	-	Cumple	No tiene
01+720	Media Ladera	3.5	Cumple	-	0.5	No tiene	Cumple
01+740	Corte completo	3.5	Cumple	0.25	0.75	No cumple	Cumple
01+760	Media Ladera	3.5	Cumple	0.37	0.75	No cumple	Cumple
01+780	Media Ladera	3.5	Cumple	0.47	0.75	No cumple	Cumple
01+800	Media Ladera	3.5	Cumple	0.49	0.75	Cumple	Cumple
01+820	Media Ladera	3.5	Cumple	0.5	0.5	Cumple	Cumple
01+840	Media Ladera	3.5	Cumple	0.47	0.75	No cumple	Cumple
01+860	Media Ladera	3.5	Cumple	0.22	0.75	No cumple	Cumple

Fuente: Los testistas

Tabla 46: Resumen de calzada

ANCHO DE CALZADA	
Descripción	%
Cumple	99%
No cumple	1%

Fuente: Los testistas



Figura 46: Resumen porcentual de la calzada

Fuente: Propia

Discusión:

Del gráfico se tiene que el 99% cumple con el ancho especificado, el 1% no cumple.

Tabla 47: Resumen de berma izquierda

RESUMEN DE BERMA IZQUIERDA	
DESCRIPCION	%
CUMPLE	49%
NO CUMPLE	31%
NO TIENE	20%

Fuente: Los tesisistas



Figura 47: Porcentajes de Berma izquierda

Fuente: Los testistas

Discusión:

El gráfico indica que 49% cumple con el ancho, el 31% no cumple y el 20% no tiene berma.

Tabla 48: Resumen de berma derecha

RESUMEN DE BERMA DERECHA	
DESCRIPCION	%
CUMPLE	43%
NO CUMPLE	29%
NO TIENE	28%

Fuente: Los testistas



Figura 48: Porcentajes de Berma Derecha

Fuente: Los tesisistas

Respecto a la berma derecha se tiene según el gráfico el porcentaje de cada criterio de participación.

Discusión:

Por lo tanto, de la tabla de Ancho de calzada y Bermas se tiene:

- En toda la longitud de la carretera por tratarse de una carretera afirmada se dio preferencia a considerar el ancho de la carretera de 3.5 m. de ancho del cual se cumple con el 99%, mientras que el 1% no cumple con este ancho.
- En cuanto al ancho de las bermas algunas secciones tienen el ancho respectivo así tenemos que en el lado izquierdo el 49% si cumple, el 31% no cumple y el 20% carece del elemento berma. En la franja derecha el 43% cumple, el 29% no cumple y el 28% no tiene.

4.1.11.4. TALUDES

Los taludes conformados a lo largo de la carretera tienen su inclinación de acuerdo a los valores que están dados por el Manual para el Diseño de Carreteras D-G-2018, de acuerdo al material existente en el lugar de estudio los cuales se encuentran conformados y consolidados durante la construcción y del tiempo transcurrido:

- Talud de corte (H:V) 1:1 (Tierra suelta, material arcillo arenoso).
- Talud de relleno (H:V) 1.5:1 (Gravas arcillosas)

4.1.11.5. SECCIÓN TRANSVERSAL DE SOBREANCHOS

En la tabla 4.6.6-1 se muestran las medidas del sobreecho medido en la longitud de la carretera, donde se pudo observar superficie adicional en la curva.

Tabla 49: Sección de sobreechos

LADO IZQUIERDO			PROGRESIVA	TIPO DE SECCION	LADO DERECHO		
Sa	1/2carril	ANCHO FRANJA			ANCHO FRANJA	1/2carril	Sa
0	1.75	2.3	00+060	Corte completo	2.59	1.75	0.8
0	1.75	2.25	00+070	Corte completo	2.85	1.75	0.6
0.6	1.75	2.63	00+080	Corte completo	2.6	1.75	0.8
0.65	1.75	2.85	00+090	Corte completo	2.25	1.75	0
0.84	1.75	2.59	00+100	Corte completo	2.3	1.75	0
0	1.75	1.86	00+160	Corte completo	2.99	1.75	1.24

0	1.75	2.25	00+170	Corte completo	3.15	1.75	0.95
0	1.75	2.18	00+180	Corte completo	2.9	1.75	1.15
0	1.75	1.7	00+280	Corte completo	2.25	1.75	0.5
0	1.75	1.7	00+300	Corte completo	2.79	1.75	1.03
0	1.7	2.25	00+310	Corte completo	2.55	1.75	0.3
0	1.75	1.7	00+320	Corte completo	2.34	1.75	0.58
0	1.75	1.9	00+360	Corte completo	2.25	1.75	0.49
0	1.75	2	00+380	Corte completo	2.46	1.75	0.7
0	1.75	1.95	00+400	Corte completo	2.85	1.75	1
1.2	1.75	3.25	00+420	Corte completo	2	1.75	0.24
1.2	1.75	3.45	00+430	Corte completo	2.25	1.75	0
1.2	1.75	3.02	00+440	Corte completo	2	1.75	0
0	1.75	2.05	00+520	Corte completo	3.29	1.75	1.53
0	1.75	2.25	00+540	Corte completo	4.05	1.75	2.29
0.57	1.75	2.32	00+560	Media Ladera	3.32	1.75	1.57
0.6	1.75	2.87	00+580	Media Ladera	2.26	1.75	0
0.6	1.75	2.51	00+600	Media Ladera	2.25	1.75	0
0	1.75	1.92	00+640	Media Ladera	2.7	1.75	0.94
0	1.75	2.25	00+650	Media Ladera	2.85	1.75	0.6
0	1.75	2.11	00+660	Media Ladera	2.86	1.75	1.11
0	1.75	2.04	00+680	Media Ladera	2.6	1.75	0.84
0.3	1.75	2.32	00+720	Corte completo	2.24	1.75	0
0.3	1.75	2.5	00+740	Corte completo	2	1.75	0
0.6	1.75	2.5	00+880	Corte completo	2.5	1.75	0
0.6	1.75	2.87	00+900	Corte completo	2.5	1.75	0
0.6	1.75	2.85	00+910	Corte completo	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.52	00+920	Corte completo	2.25	1.75	0

1.2	1.75	3.46	01+020	Corte completo	2.17	1.75	0
1.2	1.75	3.45	01+030	Corte completo	2.25	1.75	0
1	1.75	3.25	01+040	Media Ladera	3	1.75	0
0.15	1.75	2.41	01+060	Media Ladera	2.5	1.75	0
0.49	1.75	2.73	01+070	Media Ladera	2.25	1.75	0
1.12	1.75	2.87	01+080	Media Ladera	2.17	1.75	0
0	1.75	2.2	01+100	Media Ladera	3.08	1.75	1.33
0	1.75	2.25	01+110	Media Ladera	4.05	1.75	1.8
0	1.75	2	01+120	Media Ladera	4.07	1.75	2.32
0	1.75	2.19	01+140	Media Ladera	2.78	1.75	1.03
0	1.75	2.25	01+160	Media Ladera	3.23	1.75	1.47
0	1.75	2.25	01+170	Corte completo	3.45	1.75	1.2
0	1.75	2.25	01+180	Corte completo	3.09	1.75	1.34
0.9	1.75	2.86	01+200	Corte completo	2.27	1.75	0.51
0.91	1.75	3.15	01+210	Corte completo	2.25	1.75	0
0.9	1.75	3.03	01+220	Corte completo	2.35	1.75	0
0	1.75	2.14	01+240	Media Ladera	2.87	1.75	1.12
0.6	1.75	2.87	01+260	Media Ladera	2.3	1.75	0
0.6	1.75	2.85	01+280	Corte completo	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.85	01+290	Corte completo	2.25	1.75	0
0	1.75	1.9	01+300	Corte completo	2.5	1.75	0.75
0	1.75	2.25	01+310	Media Ladera	3.45	1.75	1.2
0	1.75	2.04	01+320	Corte completo	3.47	1.75	1.2
0.6	1.75	2.86	01+340	Corte completo	1.8	1.75	0.05
0.6	1.75	2.49	01+360	Corte completo	2.37	1.75	0
0.3	1.75	2.19	01+400	Media Ladera	2.14	1.75	0.39
0.3	1.75	2.55	01+420	Media Ladera	2.18	1.75	0.42
0	1.75	2.22	01+440	Media Ladera	2.25	1.75	0.5
0	1.75	2.2	01+460	Corte completo	2.82	1.75	1.07
0	1.75	2.25	01+470	Corte completo	2.85	1.75	0.6

0	1.75	2.26	01+480	Corte completo	2.71	1.75	0.96
0	1.75	1.75	01+500	Corte completo	2.28	1.75	0.52
0	1.75	2.18	01+520	Corte completo	2.85	1.75	1.1
0	1.75	2.25	01+530	Corte completo	2.85	1.75	0.6
0	1.75	1.76	01+540	Corte completo	2.44	1.75	0.69
0	1.75	1.76	01+560	Corte completo	1.77	1.75	0.02
0	1.75	1.78	01+580	Corte completo	1.76	1.75	0.01
0	1.75	1.75	01+600	Corte completo	1.78	1.75	0.03
0	1.75	2.02	01+640	Corte completo	2.84	1.75	1.09
0	1.75	2.24	01+660	Media Ladera	4.65	1.75	2.4
0	1.75	2.25	01+670	Media Ladera	4.65	1.75	2.4
0	1.75	2.31	01+680	Media Ladera	4.51	1.75	2.76
0.6	1.75	2.87	01+700	Media Ladera	2.5	1.75	0.75
0.6	1.75	2.43	01+720	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	2.87	01+860	Media Ladera	2.5	1.75	0
0.9	1.75	3.14	01+870	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	3.14	01+880	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.53	1.75	2.29	01+900	Media Ladera	2.85	1.75	1.1
0	1.75	2.17	01+920	Media Ladera	3.41	1.75	1.2
0	1.75	2.17	01+930	Media Ladera	3.4	1.75	1.2
0	1.75	2.24	01+940	Media Ladera	2.97	1.75	0.71
0	1.75	2.21	01+980	Media Ladera	2.58	1.75	0.6
0	1.75	2.25	01+990	Media Ladera	2.87	1.75	0.62
0	1.75	2.13	02+000	Media Ladera	2.85	1.75	0.6
0	1.75	2.25	02+040	Media Ladera	2.72	1.75	0.9
0	1.75	2.25	02+050	Media Ladera	3.15	1.75	0.9
0	1.75	2.15	02+060	Media Ladera	3.2	1.75	0.9
0	1.75	2.05	02+080	Media Ladera	2.5	1.75	0.75
0	1.75	2.25	02+100	Media Ladera	3.2	1.75	0.9
0.9	1.75	2.28	02+140	Media Ladera	2.34	1.75	0
0.9	1.75	3.18	02+160	Media Ladera	2.35	1.75	0
0.9	1.75	2.76	02+180	Media Ladera	2.2	1.75	0
0	1.75	2.06	02+200	Media Ladera	1.99	1.75	0
0.9	1.75	1.78	02+220	Media Ladera	2	1.75	0

0.9	1.75	3.14	02+240	Media Ladera	2	1.75	0
0.9	1.75	3.17	02+250	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	2.79	02+260	Media Ladera	2	1.75	0
0	1.75	1.95	02+320	Media Ladera	3.16	1.75	1.2
0	1.75	2.2	02+330	Media Ladera	3.45	1.75	1.2
0	1.75	1.6	02+340	Media Ladera	3.3	1.75	1.2
0.77	1.75	3.02	02+420	Media Ladera	2.05	1.75	0
1.2	1.75	3.45	02+430	Media Ladera	2	1.75	0
1.2	1.75	3.45	02+440	Media Ladera	1.9	1.75	0
1.2	1.75	3.45	02+450	Media Ladera	2	1.75	0
1.11	1.75	3.36	02+460	Media Ladera	2	1.75	0
0.44	1.75	2.67	02+480	Media Ladera	2	1.75	0
0	1.75	2.15	02+520	Media Ladera	3.13	1.75	1.38
0	1.75	1.7	02+540	Media Ladera	4.41	1.75	2.15
0.58	1.75	2.33	02+560	Media Ladera	3.46	1.75	1.7
0.9	1.75	2.96	02+580	Media Ladera	2.04	1.75	0
0.9	1.75	3.15	02+590	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.89	1.75	3.14	02+600	Media Ladera	2.08	1.75	0
0.26	1.75	2.5	02+620	Media Ladera	2.16	1.75	0
0.6	1.75	2.87	02+700	Media Ladera	2.22	1.75	0
0.6	1.75	2.85	02+710	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.37	1.75	2.62	02+720	Media Ladera	2.26	1.75	0
0.2	1.75	2.42	02+740	Media Ladera	2	1.75	0
0.6	1.75	2.86	02+760	Media Ladera	2	1.75	0
0.25	1.75	2.49	02+780	Media Ladera	2	1.75	0
0.6	1.75	2.54	02+820	Media Ladera	2	1.75	0
0.6	1.75	2.85	02+830	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.72	02+840	Media Ladera	2	1.75	0
0.2	1.75	2.44	02+860	Media Ladera	2.24	1.75	0
0.62	1.75	2.89	02+880	Media Ladera	2.24	1.75	0
0.25	1.75	2.5	02+900	Media Ladera	2.16	1.75	0
0	1.75	1.5	02+940	Media Ladera	2.61	1.75	0.35
0	1.75	2.25	03+010	Media Ladera	2.85	1.75	0.6
0	1.75	2.27	03+020	Media Ladera	2.62	1.75	0.6
0	1.75	2.24	03+040	Media Ladera	3.31	1.75	0.95
0.85	1.75	2.6	03+080	Media Ladera	2.27	1.75	0
0.9	1.75	3.15	03+090	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	3.16	03+100	Media Ladera	2.26	1.75	0
0.9	1.75	3.09	03+120	Media Ladera	2.3	1.75	0

0	1.75	2.25	03+140	Media Ladera	2.25	1.75	0
0	1.75	2.26	03+200	Media Ladera	2.94	1.75	1.19
0	1.75	2.25	03+210	Media Ladera	3.45	1.75	1.2
0	1.75	2.27	03+220	Media Ladera	3.48	1.75	1.2
0	1.75	2.24	03+240	Media Ladera	2.49	1.75	0.74
0	1.75	2.26	03+260	Media Ladera	2.74	1.75	0.99
0	1.75	2.25	03+270	Media Ladera	2.85	1.75	0.6
0	1.75	2.25	03+280	Media Ladera	2.71	1.75	0.96
0.16	1.75	2.39	03+300	Media Ladera	2.28	1.75	0
0.6	1.75	2.89	03+320	Media Ladera	2	1.75	0
0.11	1.75	2.36	03+340	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.89	03+360	Media Ladera	2	1.75	0
0.54	1.75	2.29	03+380	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.25	1.75	2	03+400	Media Ladera	2	1.75	0
0.6	1.75	2.89	03+420	Media Ladera	2.2	1.75	0
0.48	1.75	2.72	03+460	Media Ladera	2.1	1.75	0
1.2	1.75	3.47	03+480	Media Ladera	3	1.75	0
1.2	1.75	3.45	03+490	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.75	1.75	3	03+500	Media Ladera	3	1.75	0
0	1.75	2.28	03+520	Media Ladera	2.98	1.75	1.23
0	1.75	2.25	03+540	Media Ladera	4.38	1.75	2.1
0	1.75	2.25	03+550	Media Ladera	4.35	1.75	2.1
0	1.75	1.82	03+560	Media Ladera	3.7	1.75	1.95
0.52	1.75	2.77	03+580	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	3.15	03+590	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	3.15	03+600	Media Ladera	2.5	1.75	0
0.25	1.75	2	03+620	Media Ladera	3.76	1.75	2.01
0	1.75	2.25	03+630	Media Ladera	4.35	1.75	2.1
0	1.75	2	03+640	Media Ladera	4.48	1.75	2.2
0	1.75	2.22	03+660	Media Ladera	2.83	1.75	1.08
0.9	1.75	2.99	03+720	Media Ladera	2	1.75	0
0.9	1.75	3.15	03+730	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.9	1.75	3.27	03+740	Media Ladera	2	1.75	0
0.14	1.75	2.39	03+760	Media Ladera	2	1.75	0
0.24	1.75	2.48	03+780	Media Ladera	2	1.75	0
0.6	1.75	2.87	03+800	Media Ladera	2	1.75	0
0.15	1.75	2.4	03+820	Media Ladera	2	1.75	0
0.6	1.75	2.4	03+900	Media Ladera	2.22	1.75	0
0.6	1.75	2.85	04+000	Media Ladera	2	1.75	0

0.6	1.75	2.85	04+010	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.87	04+020	Media Ladera	2.21	1.75	0
0.08	1.75	2.32	04+100	Media Ladera	1.98	1.75	0
0.6	1.75	3	04+120	Media Ladera	2.07	1.75	0
0.6	1.75	2.85	04+130	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.37	1.75	2.61	04+140	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.87	04+180	Media Ladera	2.25	1.75	0
0.6	1.75	2.85	04+190	Media Ladera	2.1	1.75	0

Fuente: los tesisistas

4.2. PRUEBA DE HIPOTESIS

4.2.1. CONTRASTACIÓN DE LA HIPÓTESIS

Hipótesis alterna

Ha: Los parámetros a evaluar permitirán mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes –Huancavelica.

Hipótesis Nula

Ho: Los parámetros a evaluar no permitirán mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes –Huancavelica

Finalmente analizando los resultados de la evaluación de las características geométricas de la carretera Lircay- Secclla (tramo de estudio) se observa que tales características no cumplen con los parámetros del Manual de Diseño de Carreteras D-G- 2018, lo cual concuerda con el enunciado de la hipótesis alterna formulada.

4.3. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE RESULTADOS

De acuerdo al marco teórico se analiza y discute los parámetros de la carretera: Se realizó el análisis del IMD cuyo valor es de 242 veh/día, por lo tanto, es una carretera de Bajo Volumen de Tránsito.

El valor de la velocidad de diseño es 30 km/h, con topografía tipo accidentada a escarpada el cual está en el rango de valores del Manual de carreteras DG-2018.

El valor del radio mínimo es de 25 m. el cual está en el rango de valores del Manual de carreteras DG-2018., dichos valores permiten que el giro de vehículo se realice con cierta comodidad, por lo que se debe rectificar las curvas donde no se tiene este radio mínimo.

Para la longitud de transición de peralte no se cumple con la longitud requerida en algunos tramos de la carretera respecto del Manual de carreteras DG-2018. por lo que se tiene que rectificar esta interface para el desplazamiento homogéneo del vehículo cuando entra a la curva respectiva; los valores obtenidos para la comparación son en base a la fórmula respectiva previo cálculo del ancho de la carretera, el bombeo y el peralte.

Respecto a la longitud de tangente para obtener los valores de comparación nos ayudamos del manual DG-2018 los cuales son obtenidos mediante la extrapolación de datos donde en curvas de diferente sentido es 28 m. y en curvas del mismo sentido de 56m. En el análisis se tienen tramos que no cumplen con estos valores, esto da lugar a baja velocidad, en algunas curvas porque se tiene curva y contracurva cercanas dando la apariencia muy sinuosa y peligrosa por lo que conviene rectificar el tramo reduciendo a una sola curva y tramo recto adecuado.

En la longitud de curva el Manual de carreteras DG-2018 recomienda una longitud de $L = 3 * \text{Velocidad}$ valor que no cumplen en las curvas, esto hace que el vehículo ingrese con restricción para evitar que se produzca accidente en la curva.

Para el sobreebanco los valores medidos en algunas curvas no cumplen con la fórmula del sobreebanco; al ser la carretera de bajo volumen de tránsito se tomó un sobreebanco mínimo de 0.90 m. apoyándonos en el DG-2008 para evaluar las curvas dado que el sobreebanco está en función del radio; asimismo se asigna un mínimo de 0.90 m. según (DG-2018).

La pendiente usada en el estudio es del 10%, valor que está dentro del intervalo de valores que tiene el Manual de carreteras DG-2018, con este valor el vehículo no tiene esfuerzo adicional en los tramos de ascenso.

En el ancho de calzada el valor de mejor proximidad es de 3.5 m., valor que está dentro de la tabla de valores de la norma Manual de carreteras DG-2018, por ser de bajo volumen de tránsito con un promedio de 242 veh/día el cual se cumple en la mayoría de la longitud de calzada, lo cual hace que el vehículo se desplace con facilidad. Según el marco teórico.

En relación al ancho de berma en este trabajo se considera 0.50 m., el cual coincide con el valor que sugiere la norma de evaluación en la que a lo largo de la carretera existen tramos de berma que no cumplen con este ancho, lo que origina que la estructura del pavimento sea vulnerable ante los efectos climáticos de la naturaleza.

En el marco teórico se citó varias tesis de investigación las cuales han sido útiles para conocer el proceso de diseño geométrico de carreteras cada una con su propia realidad o sea tiene su propia topografía, la frecuencia vehicular es variable, etc. por tal razón el diseño de una carretera es única en su género.

La siguiente tabla muestra los valores obtenidos como resultado de la evaluación de la carretera en estudio.

Tabla 50: Valores de parámetros de la carretera

PARÁMETROS	NORMA	VALOR	VALOR CALCULADO	CUMPLE	NO CUMPLE
Velocidad de diseño (V).	DG-2018	30 Km/hr	30 Km/hr	Cumple	
Radio mínimo.	DG-2018	25 m.	28 m.	78%	22%
Elementos de curva.			Tabla 31		
Longitud de transición de peralte	DG-2018	Variable	Variable	65%	35%
Longitud de tangente	DG-2018	28	Variable	48%	52%
Longitud de curva.	DG-2018	90	Variable	4%	96%

Sobreancho.	DG-2018	0.93m.	Variable	28%	72%
Distancia de visibilidad en curva horizontal	DG-2018			2%	98%
Peralte.	DG-2018	8%	Variable	0%	100%
Curva Vertical.	DG-2018		no tiene		
Pendiente máxima	DG-2018	10%	Tabla 4.5.1-1	100%	
Ancho de Calzada.	DG-2018	3.5m.	3.50 m.	99%	1%
Ancho de berma	DG-2018	0.50m.	0.50 m.	43%	29%

Fuente: Los tesisas

CONCLUSIONES

Luego de realizar el estudio y evaluación de la carretera se tuvo las siguientes conclusiones de acuerdo a los objetivos planteados:

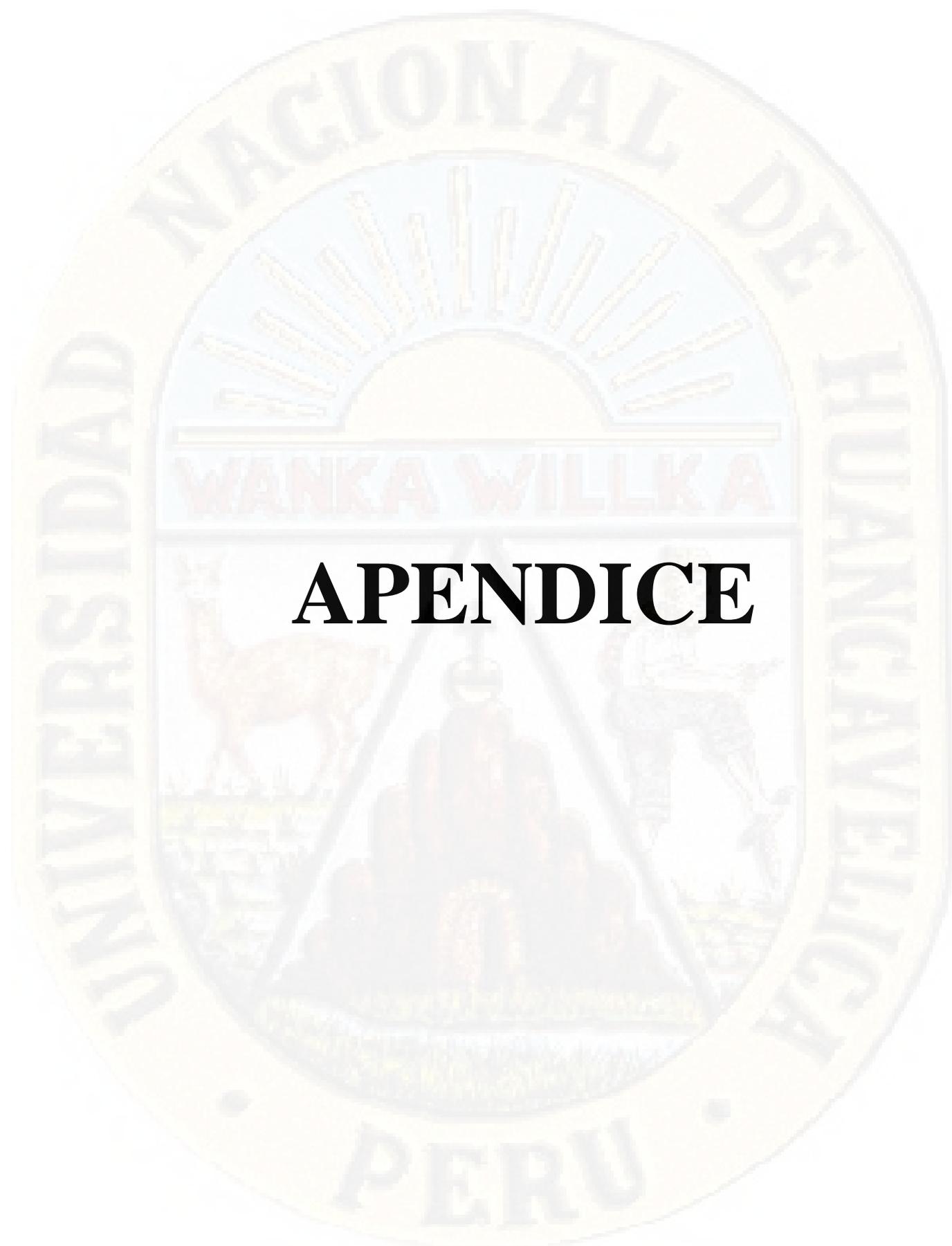
- a) Se obtuvo como resultado general que las características geométricas de la carretera comprendida entre Lircay- Secclla, **NO CUMPLEN** con algunos parámetros del diseño geométrico establecidos en el Manual para el Diseño de Carreteras DG-2018 y se efectuó el estudio de tráfico de la carretera con IMD de 242 veh/día, se clasificó a la carretera como trocha carrozable con pavimento económico con un ancho de 3,5 m. de un solo carril. Se realizó el reconocimiento, levantamiento topográfico de la zona y se cuantificó que la topografía tiene una clasificación que va desde accidentada a escarpada con un valor de coeficiente orográfico de 23%.
- b) Se determinó que el parámetro velocidad directriz usada es 30 km/h en promedio. El radio mínimo a usar es de 25 m. el cual no cumple en algunas curvas. La longitud de transición es variable siendo menor en algunos tramos, haciendo que esta interface tramo recto-curva el vehículo no permita el desplazamiento homogéneo en carretera. Se determinó que la longitud de tangente entre curvas de sentido contrario o del mismo sentido son menores que el mínimo lo cual ocasiona la disminución de la velocidad e incomodidad en el desplazamiento del vehículo; El valor del sobreamplio **NO SE CUMPLE** en algunas curvas lo cual genera en el vehículo que no pueda entrar a la curva con seguridad para el caso cuando dos vehículos ingresen a la curva en direcciones contrarias. El peralte que es del 8% no se cumple en algunas curvas esto causa la baja de velocidad en la curva para evitar salir de la curva por efecto de la fuerza lateral y La pendiente usada es del 10% y cumple con el parámetro establecido en el DG-2018. El ancho de la calzada de 3.5 m. no cumple en algunos tramos. El ancho de berma de 0.5 m. no cumple se cumple en ciertos tramos según lo recomienda el DG-2018, originando la vulnerabilidad de la estructura del pavimento frente a las condiciones climáticas.

RECOMENDACIONES

- a) Se recomienda ampliar las curvas con el radio mínimo cuyo valor es de 25 m. y ampliar las curvas a este valor y la distancia M de visibilidad son necesarias en algunas curvas que necesitan banqueteta y se recomienda dar el valor del radio mínimo radio para corregir M.
- b) La longitud de curva no se cumple, esto hace que el vehículo se desplace con dificultad en la curva que podría originar accidente por lo que se recomienda rectificar esta longitud para mejorar la transitibilidad y se recomienda mejorar las curvas, los tramos en tangente y así poder determinar una carretera de tercera clase con 2 carriles con un ancho de 3.00 m. en cada carril

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

1. CHILUISA, C. (2009). *DISEÑO GEOTECNICO DE LA CARRETERA CAHUAJI EMPATE CON LA CARRETERA AMBATO-BAÑOS*. SANGOLQUI: EPE.
2. COMUNICACIONES, M. D. (2018). *DG-2018*. LIMA: MTC.
3. DELZO, F. (2018). “*PROPUESTA DE DISEÑO GEOMÉTRICO Y SEÑALIZACIÓN DEL TRAMO 5 DE LA RED VIAL VECINAL EMPALME RUTA AN-111 – TINGO CHICO, PROVINCIAS DE HUAMALÍES Y DOS DE MAYO, DEPARTAMENTO DE HUÁNUCO*”. LIMA: PUCP.
4. Morales, D. (2000). *Analisis y diseño de taludes mediante metodos computacionales*. Lima: UNI.
5. Castañon, (2018). *Estabilidad de taludes. Ciudad de Mexico*. Mexico: UNAM.
6. Heredia, J., & Salazar, A. (2017). *Influencia de la granulometria en la estabilidad de los taludes de la gravera Shudal*. Cajamarca: UPN
7. Suarez, J. (1998). *Analisis geotecnico. capitulo 2- capitulo 4, mecanismos de falla*. Bucaramanga: Editorial de la Universidad Industrial de Santander.
8. BUSTAMANTE WILLIAMS CONSULTORES Y CONSTRUCTORES SAC
2010 Informe Final del Estudio de Topografía, Trazo y Diseño Vial del Estudio Definitivo para la construcción y/o mejoramiento de la carretera Chamaya – Jaen – San Ignacio – Río Canchis, tramo: San Ignacio – Puente Integración. Lima.
9. CIVIL CONSULTING & CAD EXPRESS
s/f “Generalidades”. Material del curso *Uso del software AutoCAD Civil 3D, aplicado al diseño de carreteras en el Perú*. Lima: Civil Consulting & CAD Express.



APENDICE

MATRIZ DE CONSISTENCIA

TÍTULO: “EVALUACION DE PARAMETROS DE DISEÑO EN LA CARRETERA LIRCAY - SECCLLA – ANGARAES - HUANCVELICA”

DEFINICIÓN DEL PROBLEMA	OBJETIVOS	HIPÓTESIS	VARIABLES	METODOLOGIA
<p>Problema general</p> <p>¿Cuáles son los parámetros a evaluar para mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes - Huancavelica?</p> <p>Problemas específicos:</p> <p>a) ¿En qué medida la evaluación de los parámetros servirá para mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes -Huancavelica?</p> <p>b) ¿Cuáles son los parámetros según la normatividad vigente del MTC que nos permitirá comparar en el Diseño de la carretera Lircay-Secclla – Angaraes -Huancavelica?</p>	<p>Objetivo general</p> <p>Establecer los parámetros a evaluar para mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes -Huancavelica.</p> <p>Objetivos específicos:</p> <p>a) Calcular la medida de evaluación de los parámetros que servirá para mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes –Huancavelica.</p> <p>b) Calcular los parámetros según la normatividad vigente del MTC que nos permitirá comparar en el Diseño de la carretera Lircay-Secclla – Angaraes – Huancavelica.</p>	<p>Hipótesis general</p> <p>Los parámetros a evaluar permitirán mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes –Huancavelica.</p> <p>Hipótesis específicas:</p> <p>a) La medida de evaluación de los parámetros permitirá mejorar el diseño en la carretera Lircay-Secclla – Angaraes – Huancavelica.</p> <p>b) Los parámetros según la normatividad vigente del MTC permitirá comparar en el Diseño de la carretera Lircay-Secclla – Angaraes – Huancavelica.</p>	<p>a. Variable Independiente: Evaluación de los parámetros de diseño</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reglamento del MTC - Reglamento del MTC - Reglamento del MTC <p>Dimensiones:</p> <ul style="list-style-type: none"> -Costo/Beneficio - Soles -Habitantes/ personas <p>b. Variable Dependiente: Carretera Lircay -Secclla – Angaraes-Huancavelica</p> <p>Indicadores:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Reglamento del MTC - Reglamento del MTC - Reglamento del MTC <p>Dimensiones</p> <ul style="list-style-type: none"> -Veh/Dia -Km/h -Unidades. 	<p>ÁMBITO TEMPORAL Y ESPACIAL</p> <p>El ámbito de la investigación está ubicado en la Provincia de Angaraes en la Carretera Lircay - Secclla, ya que se estudiará el diseño geométrico y la señalización de la carretera.</p> <p>Tipo Aplicada,</p> <p>Nivel: Descriptivo -Explicativo. Muestra análisis resultado</p> <p>Población y Muestra: Población</p> <p>Está formada por la carretera Lircay-Secclla</p> <p>Muestra</p> <p>La muestra se tomará en un tramo de Lircay-Pampamali, se tomó Aleatoriamente dicho tramo, donde existe problemas de diseño geométrico y señalización.</p> <p>Muestreo.- No probabilístico</p> <p>Técnicas e Instrumentos: Técnicas:</p> <p>Observación. Medición. Descripción.</p> <p>Instrumentos:</p> <p>Instrumentos de observación. Instrumentos de medición. Instrumentos de descripción.</p> <p>Técnicas de Procesamiento de datos</p> <p>Estadística descriptiva: Estadística inferencial. Análisis de datos.</p>

CRONOGRAMA

ACTIVIDADES	MESES 2019					
	MARZO	JULIO	AGOSTO	SETIEMBRE	OCTUBRE	NOVIEMBRE
Presentación del Proyecto	X					
Aprobación del Proyecto		X				
Recopilación de datos			X			
Análisis y procesamiento de datos				X	X	X
Elaboración de informes final de la tesis						X
Sustentación y Presentación de la tesis para su publicación					X	X

Fuente: propia

PRESUPUESTO

DESCRIPCION	CANTIDAD	COSTO UNITARIO (S/.)	COSTO TOTAL (S/.)
Pasajes y gastos de transporte	10	65.00	650.00
Otros servicios de terceros			
Internet	100	6.00	600.00
Impresiones	1500	0.10	150.00
Laboratorio de mecánica de suelos	5	500.00	2500.00
Materiales de escritorio			
Cuadernos de apuntes	2	20.00	40.00
Hoja bond A4 de 80 g.	1500	0.10	150.00
Lapiceros	10	0.50	5.00
Calculadora	1	72.00	72.00
Cámara digital	1	500.00	500.00
Laptop	1	4000.00	4000.00
USB	2	60.00	120.00

Fuente: propia

TOTAL S/. 9,787.00

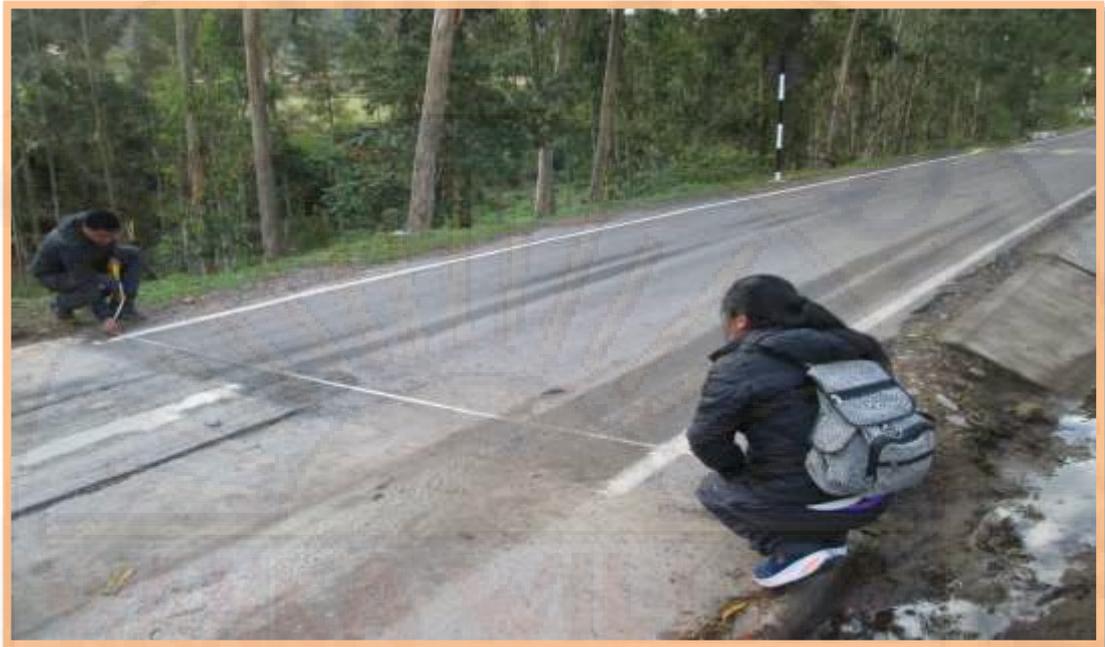


Figura N° 33: Hay podemos observar la mérida de calzada 3.70 m en la progresiva N° 00+76, con berma de 0.80 m, con la cuneta de 1.30 m y altura de 0.50m

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 34: Hay podemos observar la mérida de la progresiva N°00+76, con berma de 0.80 m

Fuente: Los Tesistas.

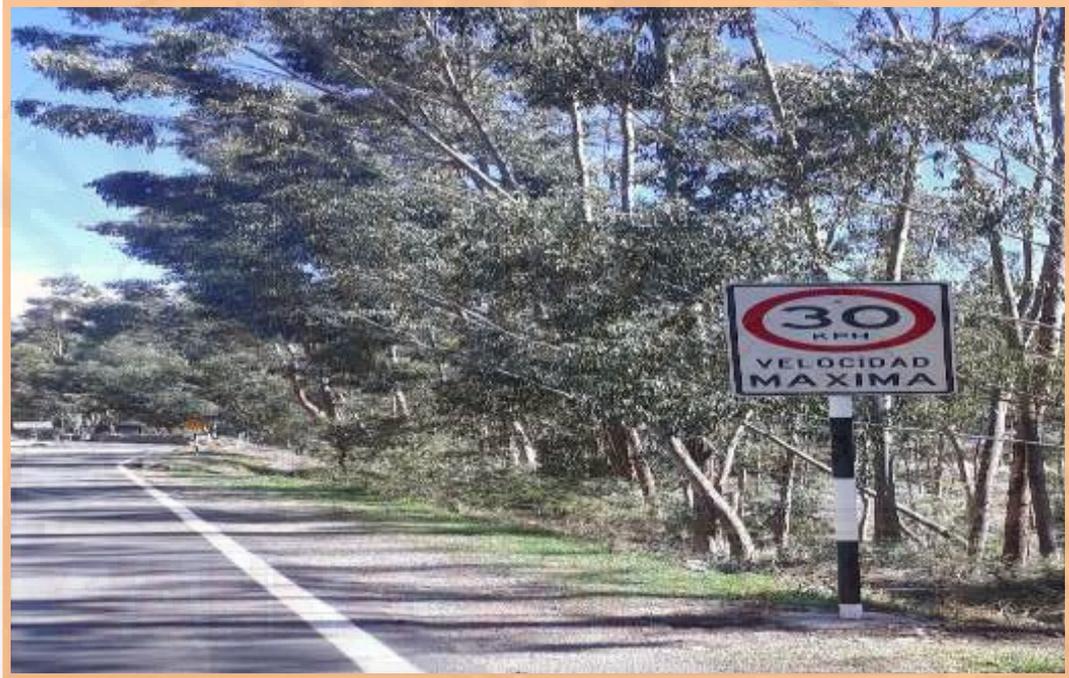


Figura N° 35: Hay podemos observar la señalización de máxima velocidad
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 36: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m en la progresiva N°00+76,
con berma de 0.80 m, con la cuneta de 1.30 m y altura de 0.50m

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 37: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m en la progresiva N°76, con berma de 0.80 m, con la cuneta de 1.30 m y altura de 0.50m

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 38: Hay podemos observar el baden en vista horizontal.

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 39: Hay podemos observar el baden.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 39: Hay podemos observar las señalizaciones
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 40: Hay podemos observar el puente
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 41: Hay podemos observar el muro de contención.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 42: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 43: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 44: Hay podemos observar el puente
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 45: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m y berma de 0.80 m. y la señalización.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 46: Hay podemos observar la métrica de calzada 4.50 m en la progresiva N°00+89, con su respectiva señalización
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 47: Hay podemos observar la curva de la carretera
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 48: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.80 m en la progresiva N°00+90, con berma de 0.80 m.

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 49: Hay podemos observar la señalización

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 50: Hay podemos observar la señalización de la velocidad máxima.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 51: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m y la señalización
Fuente: Los Tesistas.

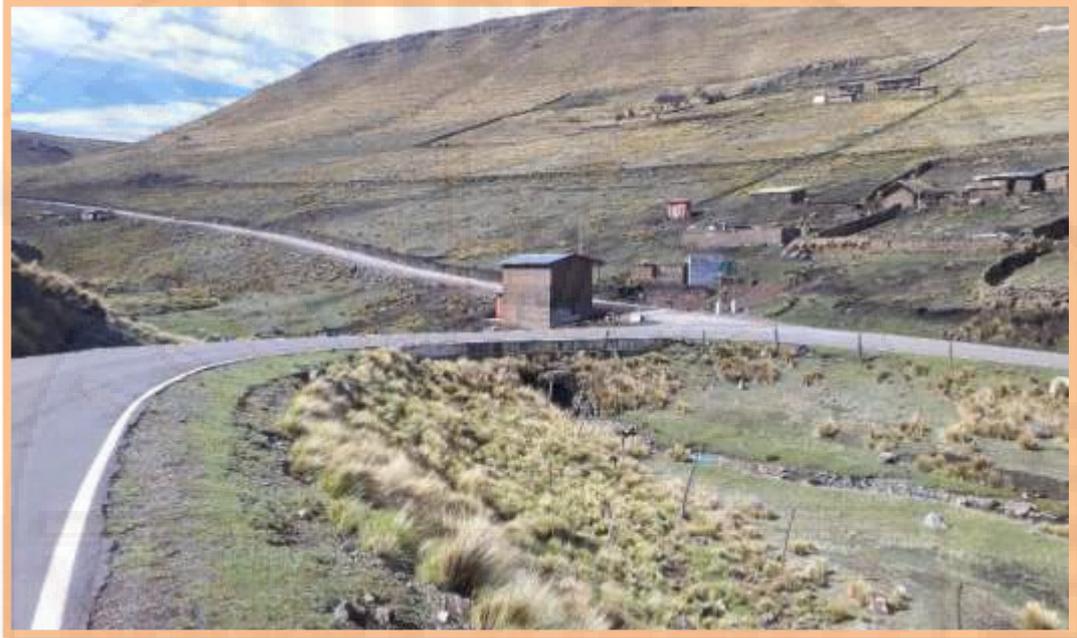


Figura N° 52: Hay podemos observar el pontón y la curva de la carretera
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 53: Hay podemos observar la métrica de calzada 4.00 m en la progresiva N°00+95, y la señalización

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 54: Hay podemos observar la alcantarilla
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 55: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m en la progresiva N°00+96,
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 56: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m en la progresiva N°00+100, con berma de 0.80 m, con la cuneta de 1.30 m y altura de 0.50m

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 57: Hay podemos observar la métrica 3.80 m de plazoleta de cruce
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 58: Hay podemos observar la métrica del pontón de Largo -6.50 m
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 59: Hay podemos observar la métrica del pontón de Ancho- 5.00 m
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 60: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.

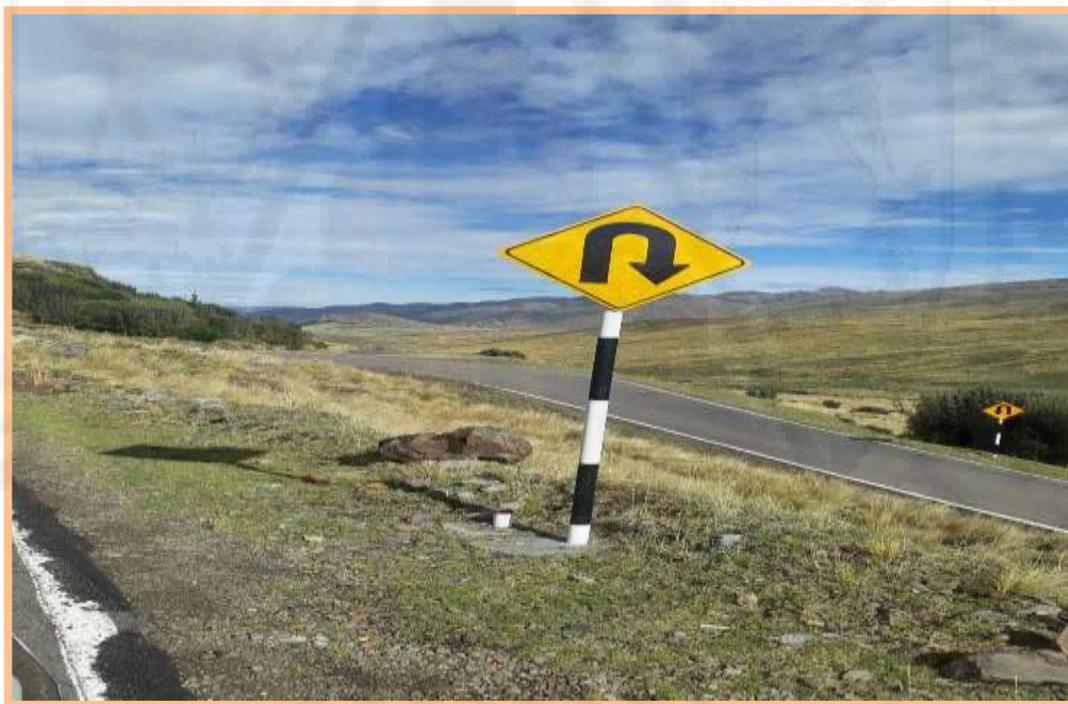


Figura N° 61: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 62: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 63: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 64: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.90 m en la progresiva N°00+103, con berma de 1.20 m, con la cuneta de 1.00 m y altura de 0.50m

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 65: Hay podemos observar la señalización

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 66: Hay podemos observar el pontón
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 67: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 68: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.

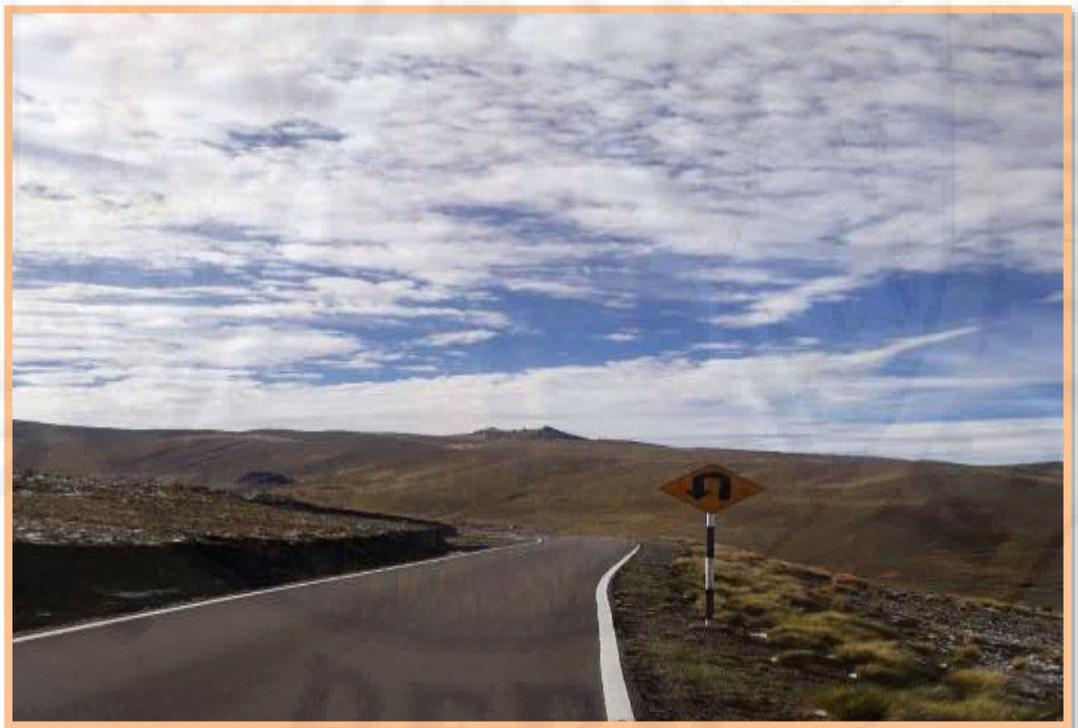


Figura N° 69: Hay podemos observar la señalización
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 70: Hay podemos observar la alcantarilla
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 71: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.70 m en la progresiva N°00+105, con
berma de 0.80 m
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 72: Hay podemos observar la alcantarilla
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 73: Hay podemos observar la alcantarilla
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 74: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.80 m en la progresiva N°00+107, con berma de 0.80 m.

Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 75: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.90 m en la progresiva N°00+108.

Fuente: Los Tesistas.

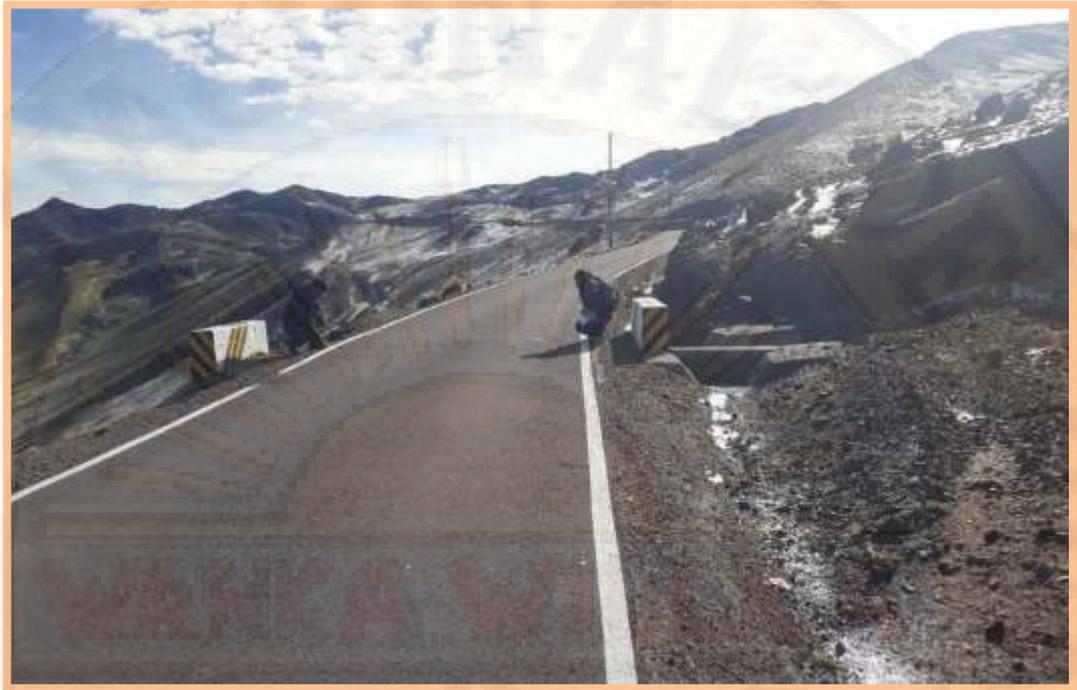


Figura N° 76: Hay podemos observar la alcantarilla.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 77: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.80 m en la progresiva N°109.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 78: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.80 m.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 79: Hay podemos observar la métrica de calzada 3.80 m en la progresiva N°00+110.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 80: Hay podemos observar el levantamiento topográfico.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 81: Hay podemos observar el levantamiento topográfico.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 82: Hay podemos observar el levantamiento topográfico.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 83: Hay podemos observar el levantamiento topográfico.
Fuente: Los Tesistas.



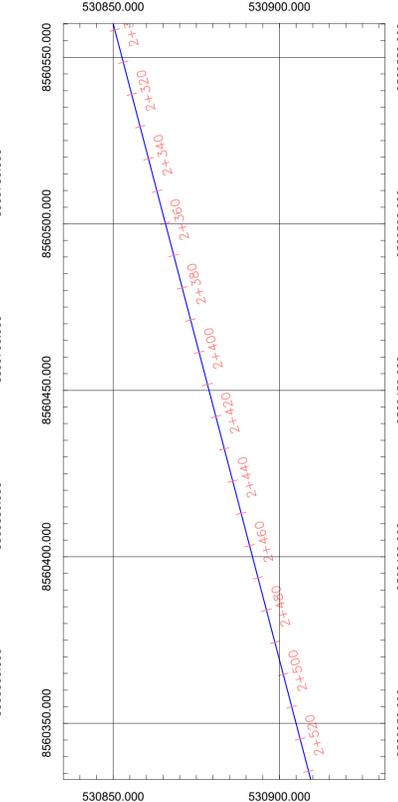
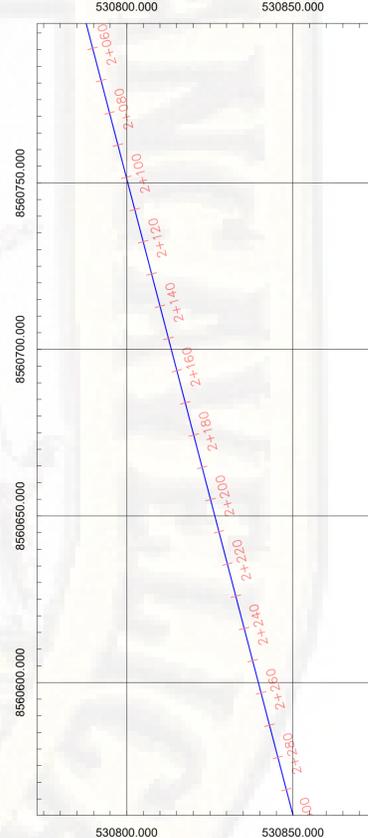
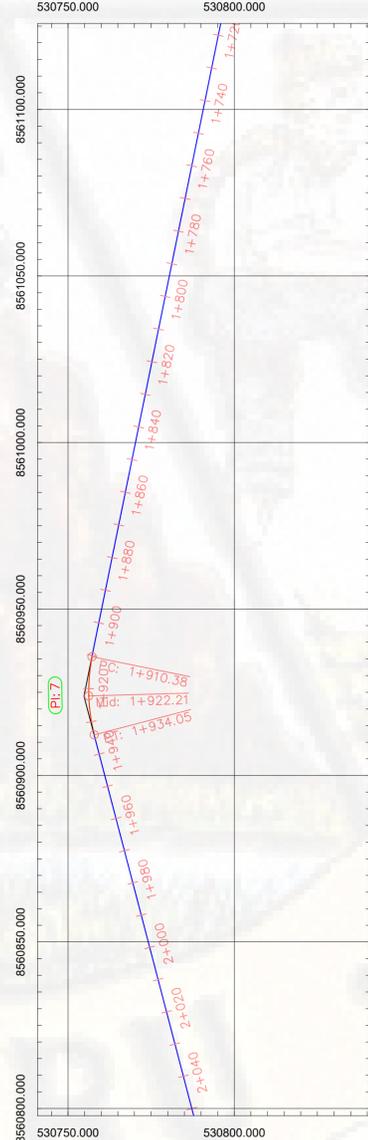
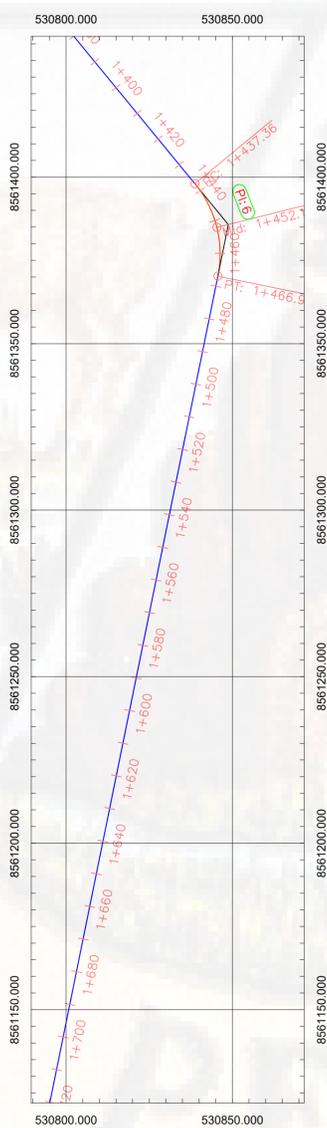
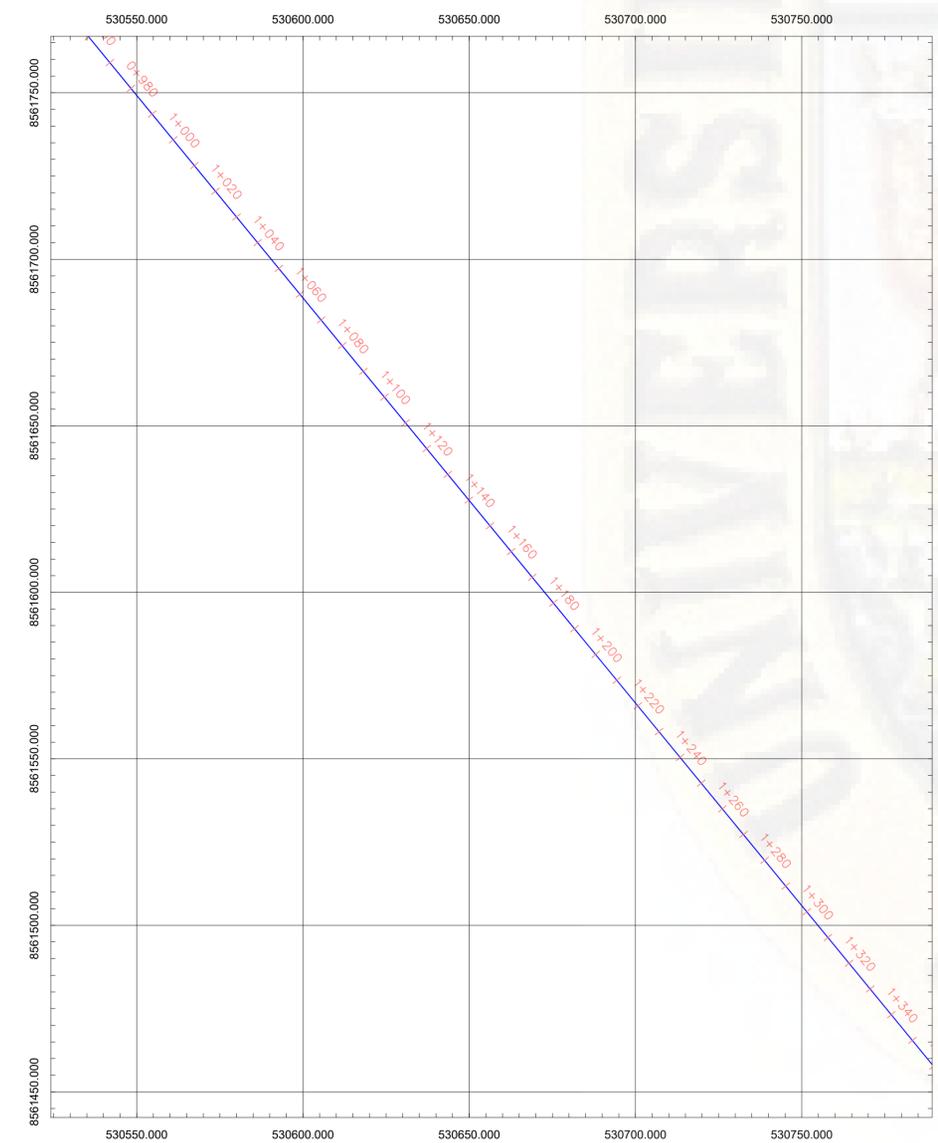
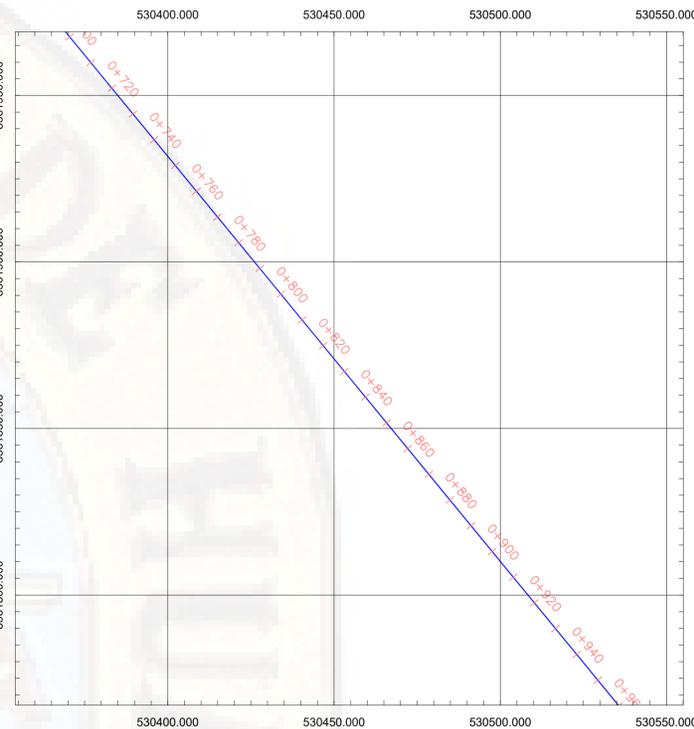
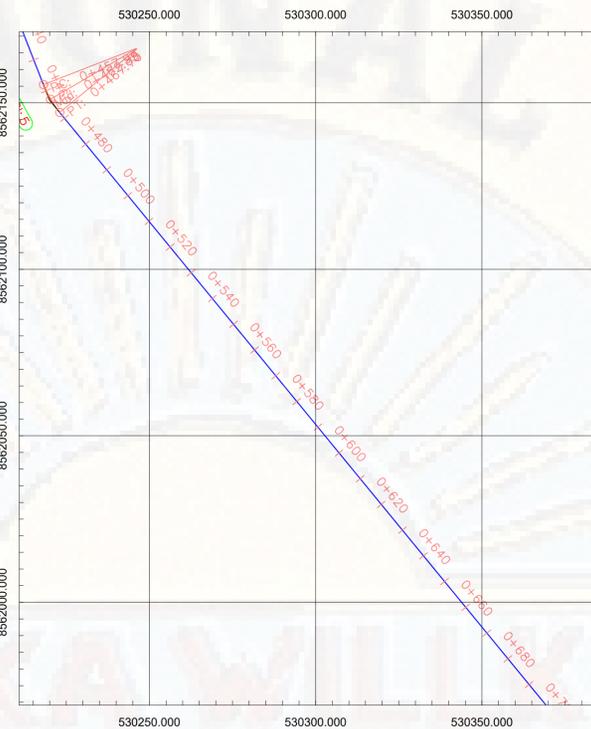
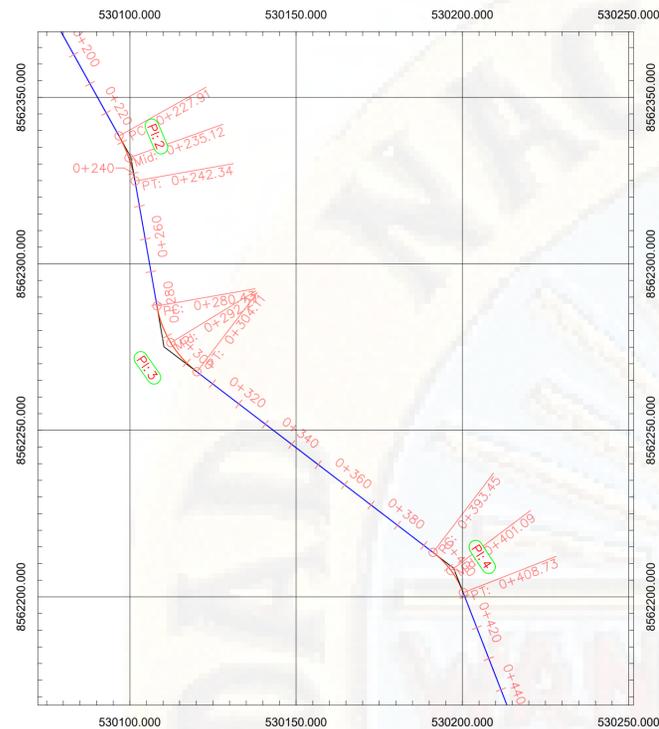
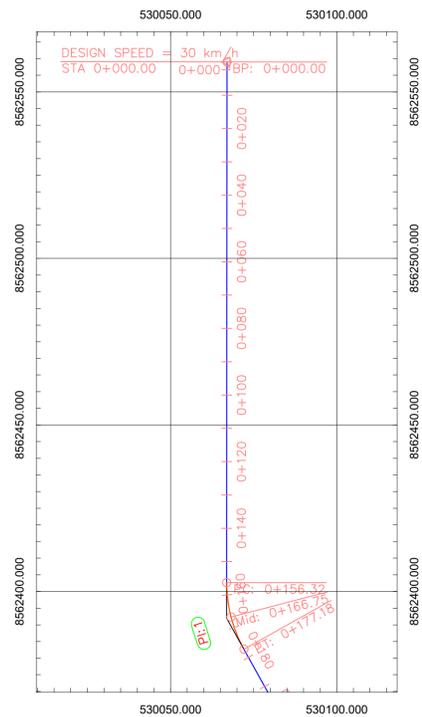
Figura N° 84: Hay podemos observar el aforo de vehículos.
Fuente: Los Tesistas.



Figura N° 85: Hay podemos observar el aforo de vehículos.
Fuente: Los Tesistas.



PLANOS



UNIVERSIDAD NACIONAL DE HUANCAYELICA



UNH
INGENIERIA
CIVIL

PROYECTO :

PLANO : **PLANO GENERAL**

REGION : HUANCAYELICA PROVINCIA : ANGARAES DISTRITO : LIRCAY LUGAR : LIRCAY SECCLLA

DISENO : HTV DIBUJO : MGAR FECHA : DIC - 2019 ESCALA : 1:1000

LAMINA : **PG-1**