

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
FACULTAD DE INGENIERIA
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



TRABAJO DE SUFICIENCIA PROFESIONAL:

**INFLUENCIA DE LA OROGRAFIA EN DISEÑO
GEOMETRICO DE LA CARRETERA CHULLCUPATA -
PUMAPACHUPAN DE LA LOCALIDAD DE NINOBAMBA
DEL DISTRITO DE COLCABAMBA-TAYACAJA-
HUANCAVELICA**

PRESENTADO POR:

Bach. AGUIRRE GALINDO LUIS PEDRO

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL
DE:**

INGENIERO CIVIL

**HUANCAYO-PERU
2022**

HOJA PARA LA CONFORMIDAD DE LOS MIEMBROS DEL JURADO

**Dr. RUBEN DARIO TAPIA SILGUERA
PRESIDENTE**

**ING. CARLOS GERARDO FLORES ESPINOZA
JURADO**

**MG. RANDO PORRAS OLARTE
JURADO**

**ING. ERNESTO WILLY GARCIA POMA
JURADO**

**MG. LEONEL UNTIVEROS PEÑALOZA
SECRETARIO DOCENTE**

DEDICATORIA

El presente trabajo de suficiencia profesional está dedicado en primer lugar a Dios, de la misma manera se lo dedico a mi padre y hermanos que gracias al apoyo moral y sobre todo por la confianza depositada de ellos hacia mí, he logrado finalizar mi carrera como profesional de Ingeniero Civil.

AGRADECIMIENTO

Agradezco de manera muy especial y sincera a las diferentes organizaciones y personas que mencionare a continuación, las mismas que formaron parte fundamental de mi crecimiento personal y profesional, a ellos todo mi respeto y consideración:

- A la Universidad Peruana Los Andes (UPLA) por haberme acogido y formado con principios y valores.
- A los docentes de la Escuela profesional de Ingeniería civil de las diferentes Unidades de ejecución curricular y talleres técnicos que se aunaron en mi formación profesional.
- A mis jurados designados por la Universidad Peruana los Andes – Facultad de Ingeniería, por el tiempo dedicado para su revisión y aprobación de este material.

Bachiller: Aguirre Galindo Luis Pedro

INDICE GENERAL

CARATULA	i
HOJA DE CONFORMIDAD	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTO	iv
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
ÍNDICE DE TABLAS	viii
RESUMEN	ix
ABSTRATC	x
INTRODUCCIÓN	xi

CAPITULO I:PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO _____ 13

1.1. DESCRIPCIÓN DE LA REALIDAD PROBLEMÁTICA _____	13
1.2. FORMULACIÓN DEL PROBLEMA _____	15
1.2.1. Problema General _____	15
1.2.2. Problemas específicos _____	15
1.3. OBJETIVOS _____	15
1.3.1. Objetivo general _____	15
1.3.2. Objetivos específicos _____	15
1.4. JUSTIFICACIÓN _____	16
1.4.1. Justificación teórica _____	16
1.4.2. Justificación práctica _____	16
1.4.3. Justificación metodológica _____	16
1.5. DELIMITACIÓN _____	16
1.5.1. Delimitación espacial _____	16
1.5.2. Delimitación Temporal _____	17
1.5.3. Delimitación Geográfica _____	17

CAPITULO II:MARCO TEÓRICO _____ 18

2.1. ANTECEDENTES _____	18
2.2. MARCO CONCEPTUAL _____	25
2.2.1. Orografía _____	25
2.2.2. Carretera _____	25
2.2.3. Clasificación general de los proyectos viales. _____	27
2.2.4. Vehículo de diseño _____	28
2.2.5. Índice medio diario anual (IMDA) _____	29
2.3. VELOCIDAD DE DISEÑO _____	30
2.3.1. Distancia de visibilidad _____	31
2.3.2. Derecho de vía o faja de dominio _____	34
2.3.3. Diseño geométrico en Planta _____	34
2.3.4. Diseño geométrico en perfil _____	42
2.3.5. Diseño geométrico de la sección transversal _____	53
2.4. BASES TEÓRICAS _____	60
2.4.1. Afirmado: _____	60
2.4.2. Agregado: _____	60
2.4.3. Agregado fino _____	61
2.4.4. Agregado grueso: _____	61
2.4.5. Alcantarilla. _____	61

2.4.6. Análisis Granulométrico:	61
2.4.7. Asentamiento:	61
2.4.8. Bache:	62
2.4.9. Badén:	62
2.4.10. Base:	62
2.4.11. Berma:	62
2.4.12. Bombeo:	62
2.4.13. Camino:	63
2.4.14. Canal:	63
2.4.15. Cantera:	63
2.4.16. Carretera:	63
2.4.17. Carretera afirmada	63
2.4.18. Carril	64
2.4.19. Clotoide:	64
2.4.20. Cota:	64
2.4.21. Cota de rasante:	64
2.4.22. Cota de terreno:	64
2.4.23. Cuneta:	64
2.4.24. Curva de nivel:	65
2.4.25. Curva horizontal:	65
2.4.26. Curva horizontal de transición:	65
2.4.27. Curva vertical:	65
2.4.28. Defensa ribereña:	65
2.4.29. Distancia de parada:	66
2.4.30. Diseño geométrico de carreteras:	66
2.4.31. Índice medio diario anual (IMDA).	66
2.4.32. Ladera.	67
2.4.33. Levantamiento topográfico.	67
2.4.34. Obras de drenaje.	67
2.4.35. Pendiente de la carretera.	67
2.4.36. Perfil longitudinal.	67
2.4.37. Peralte.	67
2.4.38. Punto de intersección.	68
2.4.39. Punto de tangencia.	68
2.4.40. Quebrada.	68
2.4.41. Rasante.	68
2.4.42. Red vial:	68
2.4.43. Red vial departamental o regional.	68
2.4.44. Red vial nacional.	68
2.4.45. Red vial vecinal o rural.	69
2.4.46. Replanteo topográfico.	69
2.4.47. Sección transversal.	69
2.4.48. Sobreebanco.	69
2.4.49. Subdren.	69
2.4.50. Subrasante.	70
2.4.51. Superficie de rodadura.	70
2.4.52. Talud.	70
2.4.53. Terraplén.	70
2.4.54. Transitabilidad.	70
2.4.55. Trocha carrozable.	70

2.4.56.	Velocidad de diseño.	70
2.4.57.	Velocidad de operación.	71
2.4.58.	Vida útil.	71
2.4.59.	Zanjas de coronación.	71
CAPITULO III:METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN		72
3.1.	TIPO DE INVESTIGACIÓN	72
3.2.	NIVEL DE INVESTIGACIÓN	72
3.3.	DISEÑO DE INVESTIGACIÓN	72
3.4.	POBLACIÓN Y MUESTRA	73
3.4.1.	Población	73
3.4.2.	Muestra	73
3.5.	TÉCNICAS E INSTRUMENTOS DE RECOLECCIÓN DE DATOS	73
3.6.	TÉCNICA PARA EL PROCEDIMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	74
3.7.	TÉCNICAS PARA EL PROCESAMIENTO Y ANÁLISIS DE INFORMACIÓN	74
CAPITULO IV:DESARROLLO DEL PROYECTO		75
4.1.	UBICACIÓN:	75
4.2.	DISEÑO GEOMÉTRICO DE LA CARRETERA	76
4.2.1.	Generalidades	76
4.2.2.	Clasificación de la vía	77
4.2.3.	Velocidad de diseño	80
4.2.4.	Pendiente longitudinal máxima	81
4.2.5.	Peralte Máximo	83
4.2.6.	Radio Mínimo Curvas Horizontales	83
4.2.7.	Longitud curvas verticales	85
4.2.8.	Metodología de diseño geométrico de la carretera.	85
4.2.9.	Levantamiento topográfico de la faja del terreno.	86
4.3.	ASPECTOS ÉTICOS	93
4.4.	ALTERNATIVA DE RUTA	93
4.5.	ALINEAMIENTO HORIZONTAL	95
4.6.	CURVAS HORIZONTALES	96
4.7.	BANQUETAS DE VISIBILIDAD	97
4.8.	DISEÑO EN SECCIÓN TRANSVERSAL.	98
4.8.1.	Pavimento	98
4.8.2.	Bermas	99
4.8.3.	Calzada	99
4.8.4.	Elemento físico del drenaje.	99
4.8.5.	Taludes	102

CONCLUSIONES

RECOMENDACIONES

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANEXOS

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1 Ubicación del proyecto	17
Figura 2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS	26
Figura 3 Parámetros para la visibilidad	31
Figura 4 Esquema de la curva circular Radios mínimos	39
Figura 5 Esquema de una curva de volteo	42
Figura 6 Curvas verticales convexas y cóncavas	48
Figura 7 curvas verticales convexas y cóncavas	48
Figura 8 Esquema de la curva circular simétrica	49
Figura 9 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada	50
Figura 10 Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso	51
Figura 11 Longitudes mínimas de curvas verticales cóncavas	52
Figura 12 Longitud mínima de curva vertical cóncava	53
Figura 13 Ubicación política de la comunidad de Ninabamba	75
Figura 14 Clasificación de la carretera por IMDa	78
Figura 15 Pendiente de la sección transversal al eje de la carretera	79
Figura 16 ESQUEMA N° 02 Clasificación de la carretera por orografía	79
Figura 17 Se observa el trabajo del trazo preliminar del eje de la vía	90
Figura 18 Importación de puntos topográficos	91
Figura 19 Generación de líneas TIN	92
Figura 20 Generación de la superficie de terreno	92
Figura 21 Trazo de la línea de cerros.	94
Figura 22 Curvas de nivel del levantamiento topográfico	94
Figura 23 Alineamiento de del eje horizontal.	95
Figura 24 Verificación de los radios y curvas horizontales	97
Figura 25 Curvas verticales, rasante y pendiente máxima.	98
Figura 26 SECCIÓN TRANSVERSAL EN TANGENTE	100
Figura 27 sección transversal típica en terraplén y en curva	101
Figura 28 Ancho de la calzada	101
Figura 29 Transversal de diseño en AutoCAD Civil 3D.	102
Figura 30 Ensamblaje de sección típica	103
Figura 31 Valores referenciales para taludes de corte.	104
Figura 32 Combinación de tipo de sección típica según al tipo de material empleando el AutoCAD Civil 3D	105

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1 clasificación de vehículos _____	29
Tabla 2 Rango de la velocidad en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía _____	30
Tabla 3 Distancia de visibilidad de parada en función a la velocidad de diseño. _____	32
Tabla 4 Distancia de visibilidad de parada en función a la velocidad de diseño y pendiente. _____	33
Tabla 5 La longitud mínima de curva (L) será: _____	36
Tabla 6 Longitud de tramos en tangentes. _____	38
Tabla 7 Elementos de una curva circular _____	38
Tabla 8 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras _____	40
Tabla 9 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras _____	41
Tabla 10 Pendientes máximas DG-2018. _____	45
Tabla 11 Pendientes máximas. _____	46
Tabla 12 Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros) _____	54
Tabla 13 Ancho de bermas DG-2018 _____	55
Tabla 14 Ancho de bermas _____	56
Tabla 15 pendiente de Bombeo _____	57
Tabla 16 Valores de peralte máximo. _____	58
Tabla 17 Valores referenciales para taludes de corte. _____	59
Tabla 18 Valores referenciales para taludes de relleno. _____	59
Tabla 19 Ubicación geográfica de la comunidad de Ninabamba _____	75
Tabla 20 velocidad de diseño de la carretera _____	80
Tabla 21 Pendiente longitudinal máxima de la carretera. _____	82
Tabla 22 Peralte máximo de la carretera _____	83
Tabla 23 Valores de radios mínimos para carreteras de tercera clase. _____	84
Tabla 24 fórmulas para el cálculo de curvas verticales. _____	85
Tabla 25 Radios mínimos _____	96
Tabla 26 Sección de cuneta _____	100
Tabla 27 Valores referenciales para taludes de relleno. _____	104
Tabla 28 Parámetro de diseño geométrico final _____	105

RESUMEN

Este informe técnico respondió a la interrogante ¿Cómo influye la orografía en el diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba – Tayacaja - Huancavelica?, para el efecto se formula el objetivo general realizar el diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba – Tayacaja - Huancavelica.

El tipo de investigación es aplicada o tecnológica, con un nivel descriptivo no experimental, con un diseño cuantitativo: La población está constituido por todo el tramo de la carretera Chullcupata – Pumapachupan. La cual es la única que comunica a ambas localidades mencionadas, tanto la localidad de Chullcupata y Pumapachupan tiene un gran potencial agrícola por lo que esta no es desarrollado en forma técnica y continua por la dificultad en el traslado de los fertilizantes hacia los terrenos de cultivo y el traslado propio de los productos hacia los mercados locales. El trabajo realizado trata de solucionar este problema, realizando el diseño geométrico de la carretera según el manual de diseño actual (DG-2018), la misma que se clasifico como una trocha carrozable, cuyos radios horizontales y de volteo no son menores a 10 metros según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de transito la misma que el tipo de carretera “trocha carrozable” permitió establecer los parámetros de diseño y para lograr estos de propusieron como alternativa de diseño sola una ruta.

Palabras clave: trocha carrózae, diseño geométrico, orografía

ABSTRACT

This technical report answered the question How does orography influence the geometric design of the Chullcupata - Pumapachupan road in the town of Ninobamba in the district of Colcabamba - Tayacaja - Huancavelica? the Chullcupata - Pumapachupan road in the town of Ninobamba in the district of Colcabamba - Tayacaja - Huancavelica.

The type of research is applied or technological, with a non-experimental descriptive level, with a quantitative design: The population consists of the entire section of the Chullcupata - Pumapachupan highway. Which is the only one that communicates to both mentioned localities, both the town of Chullcupata and Pumapachupan has a great agricultural potential, so it is not developed in a technical way and continues due to the difficulty in transferring fertilizers to the cultivation land and the proper transfer of products to local markets. The work done tries to solve this problem, making the geometric design of the road according to the current design manual (DG-2018), the same that was classified as a float trail, whose horizontal and turning radii are not less than 10 meters According to the design manual of unpaved roads with low traffic volume, the same as the type of road "carriage trail" allowed to establish the design parameters and to achieve these, they proposed as a design alternative only one route.

Keywords: trocha carrózale, geometric design, orography

INTRODUCCIÓN

El presente informe consistió en el estudio sobre la influencia de la orografía en diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba – Tayacaja - Huancavelica. Se trata de una infraestructura vial clasificada por su demanda como trocha carrózale, y clasificada por su orografía como terreno ondulado tipo 3 y clasificado por su función como carretera de red vecinal o rural.

Siendo el objetivo el diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba - Tayacaja – Huancavelica.

El presente informe técnico consta de cinco capítulos:

Capítulo I: Está relacionado con el planteamiento del problema, considerando la formulación del problema, objetivo general, específico, justificación e importancia así mismo también las limitaciones del estudio y la viabilidad del estudio desarrollado.

Capítulo II: Relacionado a la información teórica, en las cuales se menciona los antecedentes tanto a nivel internacional y nacional, relacionados al tipo de investigación que se desarrolló, manuales utilizados para la elaboración del presente informe técnico, manual de carreteras diseño geométrico DG – 2018, manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

Capítulo III: Referido a la metodología del estudio, en tal sentido se mencionan el tipo, método, diseño de investigación, técnicas e instrumentos de investigación.

Capítulo IV: Las conclusiones, recomendaciones, referencias bibliográficas y anexos las cuales se encontraron a través del estudio de investigación.

PLANTEAMIENTO DEL ESTUDIO

1.1. Descripción de la realidad problemática

A nivel mundial la infraestructura vial es una de las más importantes la cual permite el desplazamiento vehicular y la intercomunicación de ciudades importantes, las cuales ayudan a dinamizar la economía internacional y local esta infraestructura se ha visto desarrollada a través del tiempo desde que la propia humanidad existió hasta el día de hoy sea esta como un complemento a los medios de comunicación o como condición indispensable para el desarrollo socio económico y cultural de una determinada población. Este medio de transportes se ha visto muy desarrollado en los países en desarrollo cuyas inversiones y mejoras en sus estructuras de sistemas transporte son muy diferenciados al país donde vivimos y el resto de países en vías de desarrollo y/o considerados como sub desarrollados, infraestructura vial que se ejecutan en el interior del país de acorde a las necesidades básicas de transporte y/o de comunicación entre dos o más localidades. El Perú es un país con una topografía muy accidentada y una geografía variado por lo que la construcción, mantenimiento y operatividad de las infraestructuras viales van de acorde a las clasificaciones del tipo de carretera con la que se cuenta. Huancayo, Ayacucho, Huancavelica entre otros son ciudades en la que la infraestructura vial se ve muy comprometido y las cuales se encuentran en condiciones de abandono y en donde en un gran porcentaje las infraestructuras viales son de trochas carrózales y muchas veces los mantenimientos no se dan con frecuencia de por lo menos de 1

o 2 veces al año, En la visita a la carretera que une las localidades de Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba, región de Huancavelica se observó que la construcción de la carretera presenta ciertas deficiencias y carecen de las características geométricas mínimas que deben de cumplir esto de acuerdo a los manuales de diseño geométrico de carreteras, debido a estas las carreteras son un peligro más con la que el transportista de a diario está expuesto a los riesgos por la ausencia de características geométricas mínimas en los radios de giros en curvas de volteo, curvas horizontales, tangente, taludes de corte y relleno: Tal es así que las ausencias de características geométricas mínimas establecidas en los manuales y técnicas no considerados en su momento vienen ocasionando daños a la propia estructura vial siendo estas productos de las pendientes superiores a los establecidos de la rasante, altura de corte, terraplenes produciéndose a raíz de esto deslizamientos de los taludes de corte, socavaciones por pendientes máximas en la rasante de la plataforma, falta de plazoletas de cruces que hace que los transportistas realicen maniobras peligrosas para poder dar el pase entre vehículos del otro sentido.

1.2. Formulación del problema

1.2.1. Problema General

¿Qué relación existe en la orografía con el diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba – Tayacaja - Huancavelica?

1.2.2. Problemas específicos

- a) ¿Qué relación existe entre la orografía durante el diseño geométrico de carreteras?
- b) ¿Qué parámetros se debe tener en cuenta para diseñar la carretera que une las localidades de Chullcupata - Pumapachupan?

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Identificar qué relación existe entre la orografía y el diseño geométrico carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba – Tayacaja - Huancavelica.

1.3.2. Objetivos específicos

- a) Identificar qué relación existe entre la orografía en el diseño geométrico de carreteras.
- b) Identificar los parámetros a tomar en cuenta para el diseño de la carretera que une las localidades de Chullcupata - Pumapachupan.

1.4. Justificación

1.4.1. Justificación teórica

“La información recopilada y procesada servirá de sustento para esta y otras investigaciones similares, ya que enriquecen el marco teórico y/o cuerpo de conocimientos que existe sobre el tema en mención.”

1.4.2. Justificación práctica

“Este informe técnico, Para desarrollar la investigación nos basamos en la experiencia de aquellos aspectos básicos de diseño relacionados con las características geométricas para el diseño de carreteras para esto se deberá inicialmente acceder al análisis topográfico, descripción de alternativas de alineamientos horizontales y taludes.

1.4.3. Justificación metodológica

Los instrumentos que se diseñaron y elaboraron para la investigación sirvió para recopilar la información, asimismo para analizar los datos, los mismos que han sido guiado y orientados en todo momento por el método científico.

1.5. Delimitación

1.5.1. Delimitación espacial

El informe técnico “Influencia de la orografía en diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del Distrito de Colcabamba - Tayacaja-Huancavelica”, nos conlleva a que solo es específicamente para el diseño geométrico de la carretera que une las localidades de Chullcupata – Pumapachupan, estudio el cual no será aplicado para otros tipos de diseños geométricos que se pudieran encontrar en las localidades cercanas y/o dentro del país por lo que las

condiciones orográficas, la clasificación del tipo carretera, ancho de calzada, son variables e independientes a la condición orográfica y topográfica donde se puedan realizar diseños geométricos de carreteras.

1.5.2. Delimitación Temporal

Para el diseño geométrico de la carretera que une las localidades de Chullcupata – Pumapachupan, se efectuó empleando el manual de carreteras diseño geométrico DG – 2018, manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

1.5.3. Delimitación Geográfica

-) Por el norte: Con el Distrito de Andaymarca
-) Por el este: Con el Distrito de Chinchihuasi
-) Por el sur: Con el Distrito de Quichuas
-) Por el oeste: Con el Distrito de Daniel Hernández



Figura 1 Ubicación del proyecto
Fuente propia

MARCO TEÓRICO

2.1. Antecedentes

- a) Román Huacho & Saldaña Romero (2018), con su tesis: **“PROPUESTA DE PARÁMETROS DE DISEÑO GEOMÉTRICO PARA TROCHAS CARROZABLES EN LA NORMA DG – 2018 A FIN DE OPTIMIZAR COSTOS, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL”** , llegan a las siguientes conclusiones: (1) Gracias a los criterios y parámetros de diseño geométrico para trochas carrozables identificados en normas tanto nacionales como internacionales, se pudo obtener parámetros tanto para sección transversal y el material adecuado para la superficie de rodadura”, de acuerdo al análisis realizado en el capítulo V se ve reflejado la optimización de costos para construcción y mantenimiento. (2). “Para optimizar los costos de construcción, utilizamos el Manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (2005), ya que fue lo más conveniente en mantener los parámetros de sección transversal en dicha norma”. “Según la norma actual DG – 2018 presenta un ancho mínimo de plataforma de 7.00m que representa un costo de S/. 1 047 361.25; pero obteniendo nuevos anchos de plataforma que son de 6.50m, 5.50m y 4.50m que van a depender según el IMDA y la velocidad de diseño, los nuevos costos serán de S/. 895 314.82, S/. 782 841.24 y S/.638 850.64 respectivamente, por lo que se ve reflejado una optimización económica con estos

nuevos parámetros. (3). Para optimizar los costos de conservación, es más efectivo emplear como tipo de superficie de rodadura el Afirmado, ya que generalmente solo necesita perfilados por periodos de tiempos más largos, y difícilmente presenta fallas que requieran partidas como reposición de material; a diferencia del terreno natural que presenta más daños en menos tiempo. Esto se ve reflejado en los factores de costos de mantenimiento periódico que se tiene al año, 1971.41 US\$ para el terreno natural y 1138.40 US\$ para el afirmado. Siendo estos valores aproximados relativamente semejantes, ya que se debe considerar las condiciones de cada carretera y la disponibilidad de material, aun así, existiendo una ligera ventaja a largo plazo en una carretera con afirmado.

- b) Contreras Rojas (2018), con su tesis: "**DISEÑO DE LA VÍA DE ACCESO VICHKA – HUAYRA PARA MEJORAR LA TRANSITABILIDAD EN EL DISTRITO DE TUPE - YAUYOS - LIMA, PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO CIVIL**", llega a las siguientes conclusiones: (1) Se aceptó la hipótesis alterna 1 la cual dice que analizar el estudio topográfico contribuye al diseño de la vía de acceso Vichka – Huayra. No se aceptó la hipótesis alterna 2, la cual menciona que el estudio de suelo contribuye con el diseño de la vía de acceso Vichka – Huayra y se aceptó la hipótesis alterna 3, la cual dice que las obras de arte contribuyen al diseño de la vía de acceso Vichka

– Huayra. Por lo tanto, se mejora la transitabilidad mediante el diseño de la vía de acceso Vichka - Huayra en el distrito de Tupe - Yauyos - Lima. (2). Se precisa que se mejora la transitabilidad, mediante el diseño de la vía que contiene planos (Planta, Perfil y Secciones transversales) que serán utilizadas en la ejecución de la vía. (3). Los cortes y rellenos no se realizaron necesariamente analizando el estudio de suelo (Ver Anexo 2), pues este no lo garantiza ya que es afectada por el Fenómeno del Niño Costero; sino al interpretar el tipo de roca que posee, se pudo determinar su tipo, clasificación, etc., obteniendo así la relación H: V, que será determinante para el movimiento de tierra. (4). Se ha diseñado cunetas como obras de arte, que estarán a lo largo del tramo diseñado, adyacente al talud, considerando todas sus dimensiones según el DG – 2018 que beneficiará al diseño; por lo tanto, mejorará la Transitabilidad.

- c) Delzo Cuyubamba (2018), con su tesis "**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**", Tesis para optar por el Título de Ingeniero Civil, llega a las siguientes conclusiones: (1) 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. (2) 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. (3) 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.

- d) Parrado Méndez & García Home (2017), con su tesis de título **"PROPUESTA DE UN DISEÑO GEOMÉTRICO VIAL PARA EL MEJORAMIENTO DE LA MOVILIDAD EN UN SECTOR PERIFÉRICO DEL OCCIDENTE DE BOGOTÁ"**, Trabajo de Grado para optar al título de Ingeniero Civil, llegan a las conclusiones: (1) La propuesta de diseño vial tipo variante para los municipios de Funza y Mosquera es una solución efectiva teniendo en cuenta los problemas de movilidad allí presentados y ofreciendo como resultado un nivel de servicio C donde la velocidad a flujo libre será a entre (100 km/h hasta 120 km/h) brindando las condiciones óptimas de seguridad y comodidad para los conductores. (2) Al realizar los estudios de tránsito se notó la tendencia homogénea en el comportamiento del tráfico, analizando que el flujo vehicular tiende a una velocidad promedio de 45km/h para la mayor cantidad

de vehículos que circulan en este corredor vial, además de las detenciones frecuentes que se observaron a la hora de realizar este estudio. (3) Los parámetros empleados para el diseño geométrico de la vía cumplen con las normas establecidas en el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras propuesto por el INVIAS, garantizando así su funcionalidad, seguridad y demás requisitos allí presentados. (4) De acuerdo a lo propuesto durante el desarrollo del presente proyecto, el software HCS 2000 nos arroja como resultado un nivel de servicio C como se tenía proyectado en las condiciones del diseño, con dos carriles por calzada. (5) Como las vías aledañas que interceptan el proyecto están diseñadas a una velocidad diferente, fue necesario realizar un ajuste a los accesos de entrada y salida a la nueva vía, siendo diseñados a la misma velocidad de las vías existentes y aumentando progresivamente hasta alcanzar la velocidad de diseño proyectada. Lo que se conoce comúnmente como velocidad de tramo homogéneo.

- e) Sánchez Caro(2018), con su tesis "**DISEÑO DEFINITIVO DE LA CARRETERA LA PRIMAVERA - SIMÓN BOLÍVAR, DISTRITO DE NUEVA CAJAMARCA, PROVINCIA DE RIOJA, REGIÓN SAN MARTÍN**" , para optar el título profesional en Ingeniería Civil, llega a las siguientes conclusiones: (1) Se realizó el estudio de tráfico para el cálculo del IMDA teniendo en cuenta el factor económico puesto que es una vía nueva por la cual aún no transitan vehículos,

el cual dio como resultado un IMDA para un periodo de diseño de 10 años de 15 veh/día. (2) “Se realizó un estudio topográfico el cual definió las características en cuanto a diseño geométrico de la carretera debiendo acomodarse al perfil del terreno por lo tanto se optó por radios mínimos de 10.00 m, pendiente máxima de 10%,” (3) “El peralte máximo para curvas horizontales es igual a 10%, índices de curvatura de 0.60 y 2.10 para curvas verticales convexa y cóncava respectivamente. (4) Se conoció las características físicas del terreno donde se va a colocar el afirmado, dando como resultado la presencia de suelos arcillosos con presencia de limos. (5) El estudio hidrológico indicó la necesidad de construir badenes de diversas longitudes, cunetas y alcantarillas de alivio. (6) El diseño de la superficie de rodadura indicó la necesidad de eliminar el material de subrasante existente, reemplazándolo por material que posea un CBR > 6% al 95% de la M.D.S y colocar una capa de afirmado (e = 21 cm). (7) El diseño de obras de arte contempla la construcción de 03 badenes de longitudes, también se tiene proyectado la construcción de 08 alcantarillas circulares de TMC Ø 36” además de la construcción de 1978.52 ml de cunetas triangulares.

2.2. Marco conceptual

2.2.1. Orografía

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 126), La orografía es la parte de la geografía física que se dedica a la descripción de montañas. A través de sus representaciones cartográficas (mapas), es posible visualizar y estudiar el relieve de una región. La orografía sirve para comprender el relieve de una región o zona relativamente pequeña, sirve de manera efectiva para planear obras de infraestructura (por ejemplo, el estudio de pendientes en el trazado de una carretera o de una línea de ferrocarril, en el diseño de una represa o de un puente, etc.). Además, el estudio topográfico del relieve permite conocer muchas de las características que tienen aplicaciones prácticas en el campo de la investigación del suelo y del subsuelo, de los recursos hidráulicos, minerales, agrícolas y económicos en general de la zona de que se trate.

2.2.2. Carretera

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 86) 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.

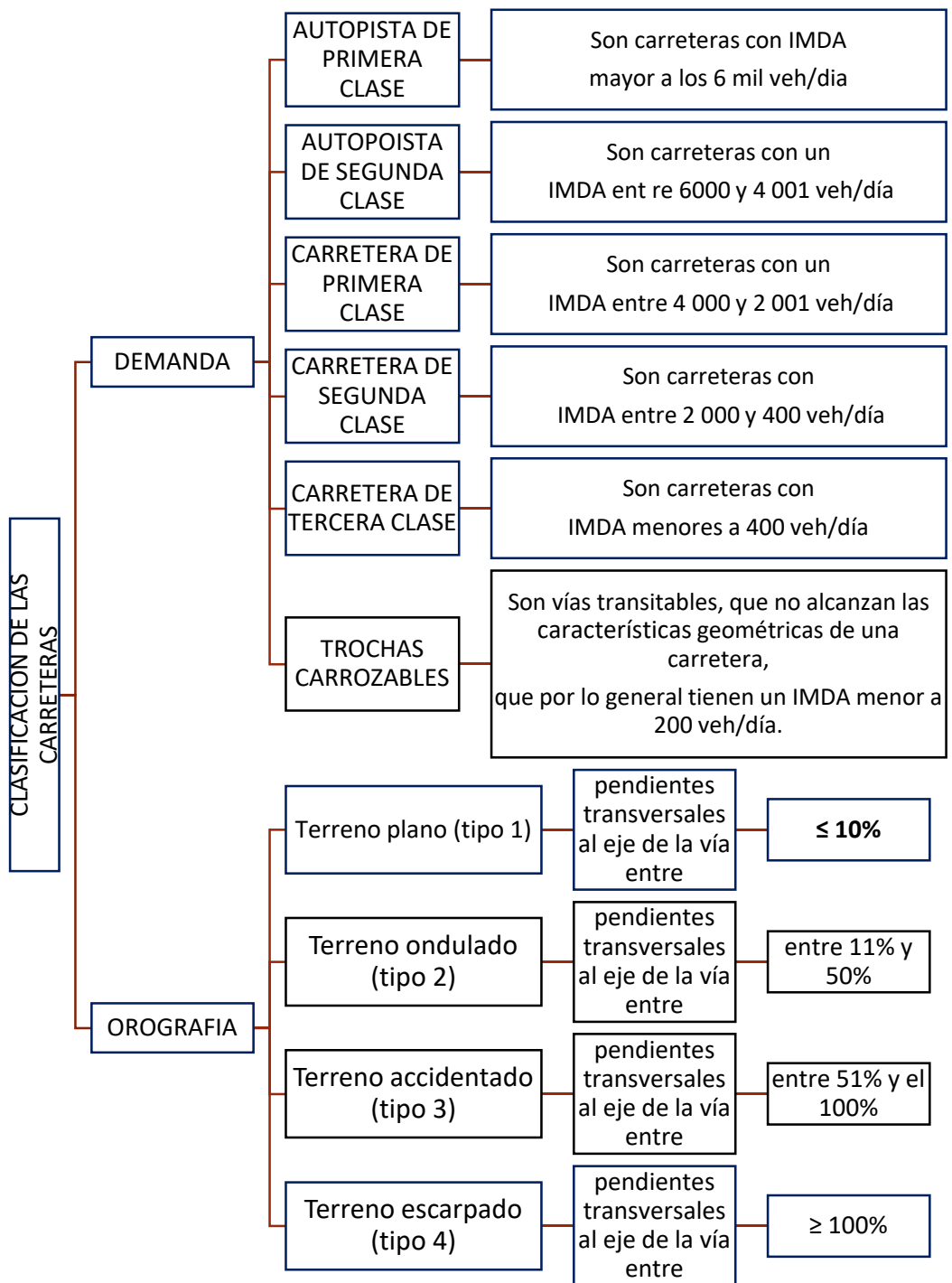


Figura 2. CLASIFICACIÓN DE LAS CARRETERAS
 Fuente: elaboración propia

2.2.3. Clasificación general de los proyectos viales.

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 78) Los proyectos viales para efectos del diseño geométrico se clasifican de la siguiente manera:

- a. Proyectos de nuevo trazo Son aquellos que permiten incorporar a la red una nueva obra de infraestructura vial. “El caso más claro corresponde al diseño de una carretera no existente, incluyéndose también en esta categoría, aquellos trazos de vías de evitamiento o variantes de longitudes importantes. Para el caso de puentes y túneles, más que un nuevo trazo constituye un nuevo emplazamiento. Tal es el caso de obras de este tipo generadas por la construcción de una segunda calzada, que como tal corresponde a un cambio de trazo de una ruta existente, pero para todos los efectos, dichas obras requerirán de estudios definitivos en sus nuevos emplazamientos.
- b. Proyectos de mejoramiento puntual de trazo Son aquellos proyectos de rehabilitación, que pueden incluir rectificaciones puntuales de la geometría, destinadas a eliminar puntos o sectores que afecten la seguridad vial. Dichas rectificaciones no modifican el estándar general de la vía.
- c. Proyectos de mejoramiento de trazo Son aquellos proyectos que comprenden el mejoramiento del trazo en planta y/o perfil en longitudes importantes de una vía existente, que pueden efectuarse mediante rectificaciones del eje de la vía o introduciendo variantes en el entorno de ella, o aquellas que comprenden el rediseño general de la geometría y el drenaje de un camino para adecuarla a su nuevo nivel de servicio.

En casos de ampliación de calzadas en plataforma única, el trazo está controlado por la planta y el perfil de la calzada existente. Los estudios de segundas calzadas con plataformas independientes, deben abordarse para todos los efectos prácticos, como trazos nuevos.

2.2.4. 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” (DG-2018). Las características de los vehículos tipo indicados, definen los distintos aspectos del dimensionamiento geométrico y estructural de una carretera. Así, por ejemplo:

-) El ancho del vehículo adoptado incide en los anchos del carril, calzada, bermas y sobre-ancho de la sección transversal, el radio mínimo de giro, intersecciones y gálibo.
-) La distancia entre los ejes influye en el ancho y los radios mínimos internos y externos de los carriles.
-) La relación de peso bruto total/potencia, guarda relación con el valor de las pendientes admisibles.

Conforme al Reglamento Nacional de Vehículos, se consideran como vehículos ligeros aquellos correspondientes a las categorías L (vehículos automotores con menos de cuatro ruedas) y M1 (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el transporte de pasajeros con ocho asientos o menos, sin contar el asiento del conductor).

Serán considerados como vehículos pesados, los pertenecientes a las categorías M (vehículos automotores de cuatro ruedas diseñados para el

transporte de pasajeros, excepto la M1), N (vehículos automotores de cuatro ruedas o más, diseñados y contruidos para el transporte de mercancías), O (remolques y semirremolques) y S (combinaciones especiales de los M, N y O).

La clasificación del tipo de vehículo según encuesta de origen y destino, empleada por SNIP para el costo de operación vehicular (VOC), es la siguiente:

Tabla 1
clasificación de vehículos

CLASIFICACION DE VEHICULOS	
VEHICULO DE PASAJEROS	VEHICULO DE CARGA
Jeep (VI)	Pick-up (equivalent a Remolque Simple t2s1)
Auto (VI)	Camión c2
Bus (B2, B3, B4, y Ba)	camión c3 y c2cr
Camión C2	t3s2

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018

2.2.5. Índice medio diario anual (IMDA)

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 89) “Representa el promedio aritmético de los volúmenes diarios para todos los días del año, previsible o existente en una sección dada de la vía. Su conocimiento da una idea cuantitativa de la Importancia de la vía en la sección considerada y permite realizar los cálculos de factibilidad económica. La carretera se diseña para un volumen de tránsito, que se determina como demanda diaria promedio a servir hasta el final del período de diseño, calculado como el número de vehículos promedio, que utilizan la vía por día actualmente y que se incrementa con una tasa de crecimiento anual. Estos volúmenes pueden ser obtenidos en forma manual o con sistemas tecnológicos.

La **IMDA** (Intensidad Media Diaria Anual), también conocida por sus siglas en inglés **AADT** (Average Annual Daily Traffic), se utiliza fundamentalmente para el planeamiento: Proyección de vías, programas de acondicionamiento de pavimento, determinación de tendencias en el uso de las vías, determinación de características geométricas de carácter general, proyectos de señalización e iluminación, estudios medioambientales, estudios de impacto acústico, entre otros.

2.3. Velocidad de diseño

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 205) Es la velocidad escogida para el diseño, entendiéndose que será la máxima que se podrá mantener con seguridad y comodidad, sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Tabla 2
Rango de la velocidad en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

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

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

2.3.1. Distancia de visibilidad

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 136) Es la longitud continua hacia adelante de la carretera, que es visible al conductor del vehículo para poder ejecutar con seguridad las diversas maniobras a que se vea obligado o que decida efectuar. En los proyectos se consideran tres distancias de visibilidad:

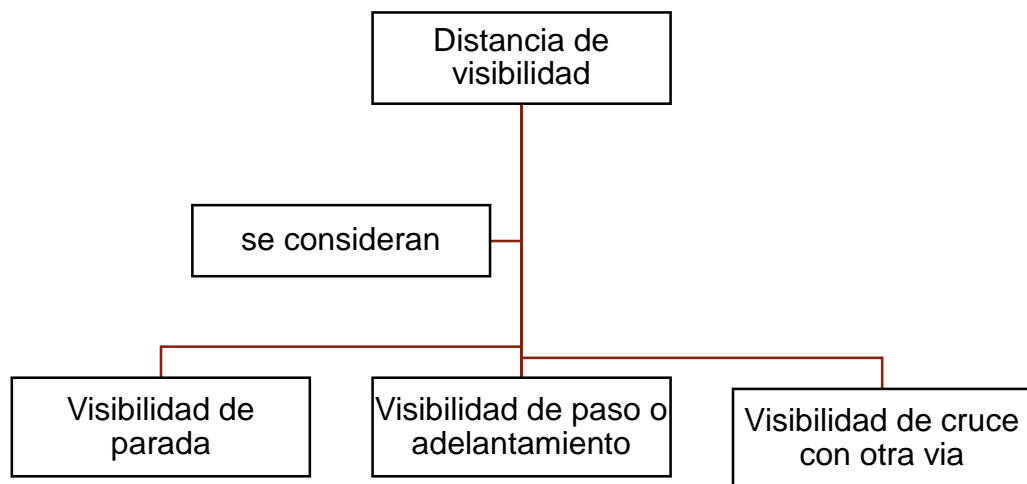


Figura 3 Parámetros para la visibilidad

a) Distancia de visibilidad de parada.

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

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

$$D_p = 0.278 \cdot V \cdot T_p + 0.039 \cdot V^2 / a$$

Dónde:

D_p : Distancia de parada (m)

V : Velocidad de diseño (km/h)

t_p : Tiempo de percepción + reacción (s)

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

En todos los puntos de una carretera, la distancia de visibilidad será a la distancia de visibilidad de parada.

Asimismo, la pendiente ejerce influencia sobre la distancia de parada. Ésta influencia tiene importancia práctica para valores de la pendiente de subida o bajada \Rightarrow a 6% y para velocidades de diseño $>$ a 70 km/h.

Tabla 3
Distancia de visibilidad de parada en función a la velocidad de diseño.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de percepción reacción (m)	Distancia durante el frenado a nivel (m)	Distancia de visibilidad de parada	
			Calculada (m)	Redondeada (m)
20	13.9	4.6	18.5	20
30	20.9	10.3	31.2	35
40	27.8	18.4	46.2	50
50	34.8	28.7	63.5	65
60	41.7	41.3	83.0	85
70	48.7	56.2	104.9	105
80	55.6	73.4	129.0	130
90	62.6	92.9	155.5	160
100	69.5	114.7	184.2	185
110	76.5	138.8	215.3	220
120	93.4	165.2	248.6	250
130	90.4	193.8	284.2	285

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Tabla 4
Distancia de visibilidad de parada en función a la velocidad de diseño y pendiente.

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

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

b) Distancia de visibilidad de paso o adelantamiento

Es la mínima que debe estar disponible, “a fin de facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a una velocidad menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Dichas condiciones de comodidad y seguridad, se dan cuando la diferencia de velocidad entre los vehículos que se desplazan en el mismo sentido es de 15 km/h y el vehículo que viaja en sentido contrario transita a la velocidad de diseño. La distancia de visibilidad de adelantamiento debe considerarse únicamente para las carreteras de dos carriles con tránsito en las dos direcciones, dónde el adelantamiento se realiza en el carril del sentido opuesto.

d) Distancia de visibilidad de cruce

La presencia de intersecciones a nivel, hace que potencialmente se puedan presentar una diversidad de conflictos entre los vehículos que circulan por una y otra vía. La posibilidad de que estos conflictos ocurran, puede ser reducida mediante la provisión apropiada de distancias de visibilidad de cruce y de dispositivos de control acordes.

El conductor de un vehículo que se aproxima por la vía principal a una intersección a nivel, debe tener visibilidad, libre de obstrucciones, de la intersección y de un tramo de la vía secundaria de suficiente longitud que le permita reaccionar y efectuar las maniobras necesarias para evitar una colisión.

2.3.2. Derecho de vía o faja de dominio

Se definirá la faja del terreno denominada “Derecho de Vía”, dentro del cual, se encontrará la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas para futuras obras de ensanche o mejoramiento y zona de seguridad, para las acciones de saneamiento físico legal correspondiente.

2.3.3. Diseño geométrico en Planta

(Dirección General de Caminos y Ferrocarriles 2018, p 198) El diseño geométrico en planta o alineamiento horizontal, está constituido por alineamientos rectos, curvas circulares y de grado de curvatura variable, que permiten una transición suave al pasar de alineamientos rectos a curvas circulares o viceversa o también entre dos curvas circulares de curvatura diferente. “El alineamiento horizontal deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma

velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas horizontales y el de la velocidad de diseño y a su vez, controla la distancia de visibilidad.” “En proyectos de carreteras de calzadas separadas, se considerará la posibilidad de trazar las calzadas a distinto nivel o con ejes diferentes, adecuándose a las características del terreno. La definición del trazo en planta se referirá a un eje, que define un punto en cada sección transversal. En general, salvo en casos suficientemente justificados, se adoptará para la definición del eje:

En autopistas

-) El centro del separador central, si éste fuera de ancho constante o con variación de ancho aproximadamente simétrico.
-) El borde interior de la vía a proyectar en el caso de duplicaciones.
-) El borde interior de cada vía en cualquier otro caso.

En carreteras de vía única

El centro de la superficie de rodadura.

a) Consideraciones de diseño

-) Deben evitarse tramos con alineamientos rectos demasiado largos. Tales tramos son monótonos durante el día, y en la noche aumenta el peligro de deslumbramiento de las luces del vehículo que avanza en sentido opuesto. Es preferible reemplazar grandes alineamientos, por curvas de grandes radios.”

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

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

(L en metros; θ en grados)

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

Tabla 5
La longitud mínima de curva (L) será:

Carretera red nacional	L (m)
Autopistas	6 V
Carreteras de dos carriles	3 V

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

- J) No son deseables dos curvas sucesivas en el mismo sentido cuando entre ellas existe un tramo en tangente. Será preferible sustituir por una curva extensa única o, por lo menos, la tangente intermedia por un arco circular, constituyéndose entonces en curva compuesta. Si no es posible adoptar estas medidas, la tangente intermedia deberá ser superior a 500 m. En el caso de carreteras de

tercera clase la tangente podrá ser inferior o bien sustituida por una espiral o una transición en espiral dotada de peralte.

- J Las curvas sucesivas en sentidos opuestos, dotadas de curvas de transición, deberán tener sus extremos coincidentes o separados por cortas extensiones en tangente. En el caso de curvas opuestas sin espiral, la extensión mínima de la tangente intermedia deberá permitir la transición del peralte.
- J En consecuencia, deberá buscarse un trazo en planta homogéneo, en el cual tangentes y curvas se sucedan armónicamente.
- J No se utilizarán desarrollos en Autopistas y se tratará de evitar estos en carreteras de Primera clase. Las ramas de los desarrollos tendrán la máxima longitud posible y la máxima pendiente admisible, evitando en lo posible, la superposición de ellas sobre la misma ladera.

a) Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño.

Tabla 6
Longitud de tramos en tangentes.

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

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

b) Curvas circulares

Las curvas horizontales circulares simples son arcos de circunferencia de un solo radio que unen dos tangentes consecutivas, conformando la proyección horizontal de las curvas reales o espaciales.

Elementos de la curva circular

Los elementos y nomenclatura de las curvas horizontales circulares que a continuación se indican, deben ser utilizadas sin ninguna modificación y son los siguientes:

Tabla 7
Elementos de una curva circular

ELEMENTOS DE UNA CURVA CIRCULAR	
P.C.	: Punto de inicio de la curva
P.I.	: Punto de Intersección de 2 alineaciones consecutivas
P.T.	: Punto de tangencia
E	: Distancia a externa (m)
M	: Distancia de la ordenada media (m)
R	: Longitud del radio de la curva (m)
T	: Longitud de la subtangente (P.C a P.I. y P.I. a P.T.) (m)
L	: Longitud de la curva (m)
L.C	: Longitud de la cuerda (m)
	: Ángulo de deflexión (°)

p	:	Peralte; valor máximo de la inclinación transversal de la calzada, asociado al diseño de la curva (%)
Sa	:	Sobreechanco que pueden requerir las curvas para compensar el aumento de espacio lateral que experimentan los vehículos al describir la curva (m)
Nota: Las medidas angulares se expresan en grados sexagesimales.		

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

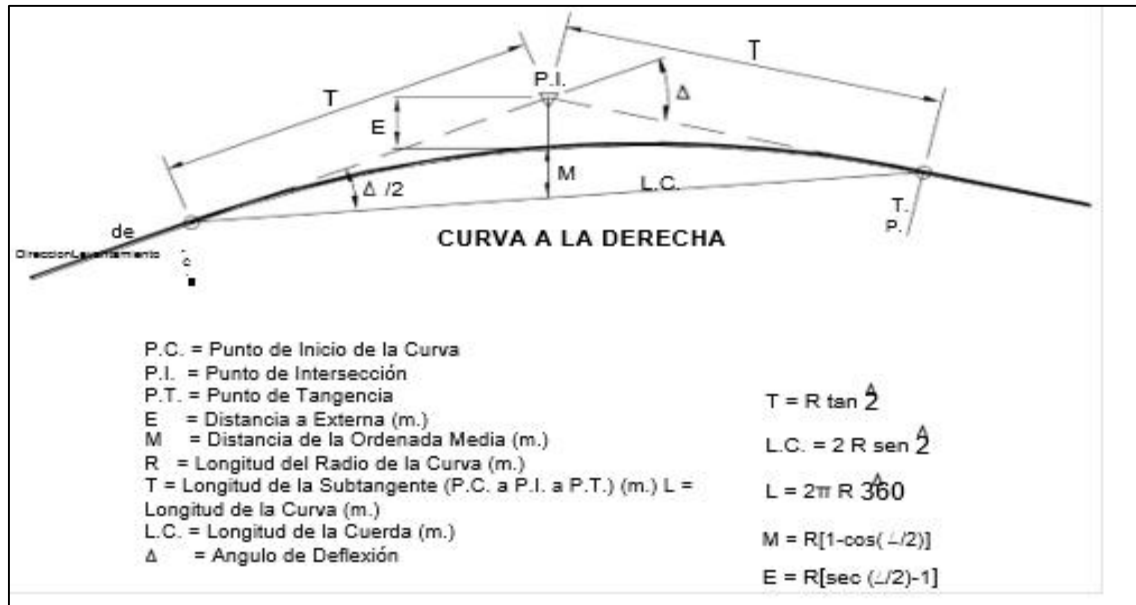


Figura 4 Esquema de la curva circular Radios mínimos

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

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

Dónde:

R_{mín}: Radio Mínimo

V: Velocidad de diseño

P_{máx}: Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

f_{máx}: Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

Tabla 8 Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

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

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Tabla 9
Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f_{max}	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

c) Curvas compuestas

Consisten en dos o más curvas simples de diferente radio, orientadas en la misma dirección, y dispuestas una a continuación de la otra.

En general, se evitará el empleo de curvas compuestas, tratando de reemplazarlas por una sola curva. Esta limitación será especialmente observada en el caso de carreteras de Tercera Clase.

d) Curvas de vuelta

Son aquellas curvas que se proyectan sobre una ladera, en terrenos accidentados, con el propósito de obtener o alcanzar una cota mayor, sin sobrepasar las pendientes máximas, y que no es posible lograr mediante trazos alternativos. Este tipo de curvas no se emplearán en autopistas, en

tanto que en carreteras de Primera Clase podrán utilizarse en casos excepcionales justificados técnica y económicamente, debiendo ser 20 m. el radio interior mínimo. Por lo general, las ramas pueden ser alineamientos rectos con sólo una curva de enlace intermedia, y según el desarrollo de la curva de vuelta, dichos alineamientos pueden ser paralelas entre sí, divergentes, etc. En tal sentido, la curva de vuelta quedará definida por dos arcos circulares de radio interior "Ri" y radio exterior "Re".

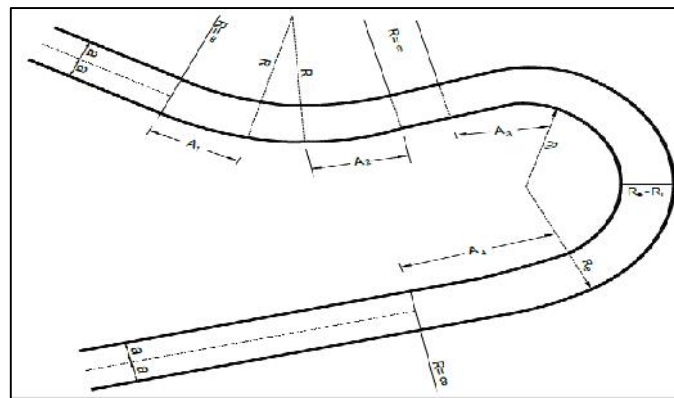


Figura 5 Esquema de una curva de volteo

FUENTE: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

2.3.4. Diseño geométrico en perfil

El diseño geométrico en perfil o alineamiento vertical, está constituido por una serie de rectas enlazadas por curvas verticales parabólicas, "a los cuales dichas rectas son tangentes; en cuyo desarrollo, el sentido de las pendientes se define según el avance del kilometraje, en positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. El alineamiento vertical deberá permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad de diseño en la mayor longitud de carretera que sea posible. En general, el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas, y el de la

velocidad de diseño y a su vez , controla la distancia de visibilidad. Las curvas verticales entre dos pendientes sucesivas permiten lograr una transición paulatina entre pendientes de distinta magnitud y/o sentido, eliminando el quiebre de la rasante. El adecuado diseño de ellas asegura las distancias de visibilidad requeridas por el proyecto. El sistema de cotas del proyecto, estarán referidos y se enlazarán con los B.M. de nivelación del Instituto Geográfico Nacional. El perfil longitudinal está controlado principalmente por la Topografía , Alineamiento, horizontal, Distancias de visibilidad, Velocidad de proyecto, Seguridad, Costos de Construcción, Categoría de la vía, Valores Estéticos y Drenaje.

a) Consideraciones de diseño

-) En terreno plano, por razones de drenaje, la rasante estará sobre el nivel del terreno.
 -) En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible la rasante seguirá las inflexiones del terreno.
 -) En terreno accidentado, en lo posible la rasante deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.
- b) En terreno escarpado el perfil estará condicionado por la divisoria de aguas.
-) Es deseable lograr una rasante compuesta por pendientes moderadas, que presenten variaciones graduales de los lineamientos, compatibles con la categoría de la carretera y la topografía del terreno.

- J Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán estar presentes en el trazado si resultan indispensables. Sin embargo, la forma y oportunidad de su aplicación serán las que determinen la calidad y apariencia de la carretera terminada.
- J Deberán evitarse las rasantes de “lomo quebrado” (dos curvas verticales de mismo sentido, unidas por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si ellas son cóncavas, la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsas apreciaciones de distancia y curvatura.
- J En pendientes que superan la longitud crítica, establecida como deseable para la categoría de carretera en proyecto, se deberá analizar la factibilidad de incluir carriles para tránsito lento.
- J En pendientes de bajada, largas y pronunciadas, es conveniente disponer, cuando sea posible, carriles de emergencia que permitan maniobras de frenado.

c) Pendientes

Pendientes mínimas

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las aguas superficiales. Se pueden presentar los siguientes casos particulares: Si la calzada posee un bombeo de 2% y no existen bermas y/o cunetas , se podrá adoptar excepcionalmente sectores

con pendientes de hasta 0.2%. Si el bombeo es de 2.5% excepcionalmente podrá adoptarse pendientes iguales a cero. Si existen bermas, la pendiente mínima deseable será de 0.5% y la mínima excepcional de 0.35%. En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

Pendiente máxima

Es conveniente considerar las pendientes máximas que se muestran en la siguiente tabla, no obstante, se pueden presentar los siguientes casos particulares”: “En zonas de altitud superior a los 3.000 msnm, los valores máximos de la Tabla se reducirán en 1% para terrenos accidentados o escarpados .

En autopistas, las pendientes de bajada podrán superar hasta en un 2% los máximos establecidos en la presente tabla.

Tabla 10
Pendientes máximas DG-2018.

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

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Tabla 11
Pendientes máximas.

velocidad de diseño	Orografía tipo			
	Terreno plano	Terreno ondulado	Terreno montañoso	Terreno escarpado
20	8	9	10	12
30	8	9	10	12
40	8	9	10	10
50	8	8	8	8
60	8	8	8	8

Fuente: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

En curvas con radios menores a 50 debe evitarse pendientes en exceso a 8%, debido a que la pendiente en el lado interior de la curva se incrementa muy significativamente.

Pendientes máximas excepcionales Excepcionalmente, el valor de la pendiente máxima podrá incrementarse hasta en 1%, para todos los casos. Deberá justificarse técnica y económicamente la necesidad de dicho incremento .

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

-) En el caso de ascenso continuo y cuando la pendiente sea mayor del 6%, se proyectará, más o menos cada tres kilómetros, un tramo de descanso de una longitud no menor de 500 m con pendiente no mayor de 2%. La frecuencia y la ubicación de dichos tramos de descanso, contará con la correspondiente evaluación técnica y económica.
-) En general, cuando se empleen pendientes mayores a 10%, los tramos con tales pendientes no excederán de 180 m.

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

d) Curvas verticales

) Generalidades

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

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1.5% de variación en la pendiente, así:

$$K = L/A$$

Dónde,

K : Parámetros de curvaturas

L : Longitudes de la curva verticales

A : Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

) Tipo de curva vertical

Las curvas verticales se pueden clasificar por su forma como curvas verticales convexas y cóncavas y de acuerdo con la

proporción entre sus ramas que las forman como simétricas y asimétricas.

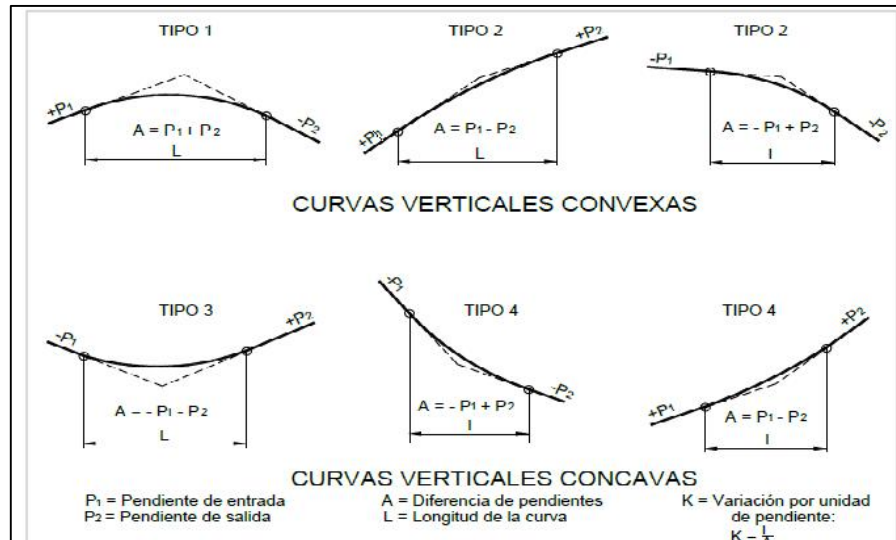


Figura 6 Curvas verticales convexas y cóncavas

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

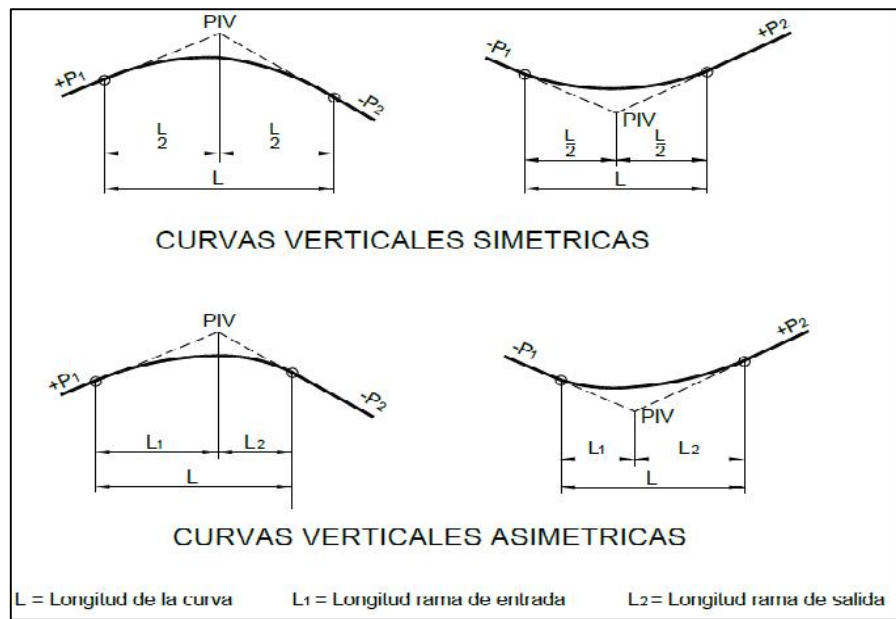


Figura 7 curvas verticales convexas y cóncavas

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

La curva vertical simétrica está conformada por dos parábolas de igual longitud, que se unen en la proyección vertical del PIV.

La curva vertical recomendada es la parábola cuadrática, cuyos

elementos principales y expresiones matemáticas se incluyen a continuación, tal como se aprecia en la siguiente figura.

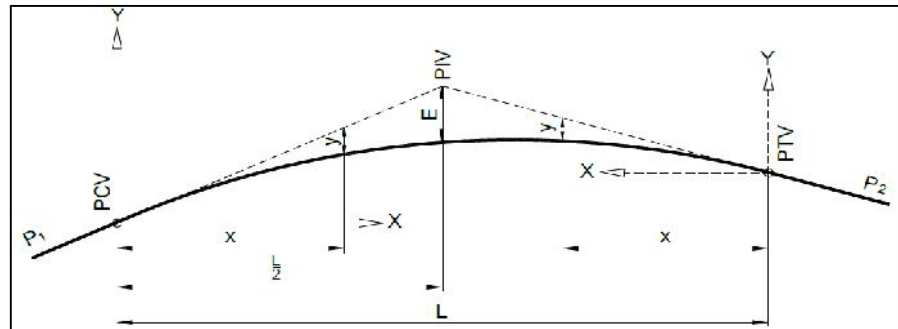


Figura 8 Esquema de la curva circular simétrica

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Dónde:

P.C.V. : Principios de las curvas verticales

PIV : Puntos de intersecciones de las tangentes verticales

P.T.V. : Términos de las curvas verticales

L. : Longitudes de las curvas verticales, medida por sus proyecciones horizontales, en metros (metros).

S.1. : Pendientes de las tangentes de entradas, en (%)

S.2. : Pendientes de las tangentes de salida,s en (%)

A : Diferencias algebraicas de pendientes, en (%)

$$A = |S1 - S2|$$

E : Externas. Ordenadas verticales desde el P.I.V. a la curva, en metros (m), se determina con la siguiente fórmula:

$$E = A L/800$$

X : Distancias horizontales a cualquier punto de la curva desde el PCV o desde el P.T.V.

Y : Ordenadas verticales en cualquier punto, también llamadas correcciones de las curvas verticales, se calcula mediante la siguiente fórmula:

$$y = x^2 (A / 200 L)$$

) Longitudes de las curvas convexas

Para contar con la visibilidad de parada (Dp).

Cuando $D_p < L$.

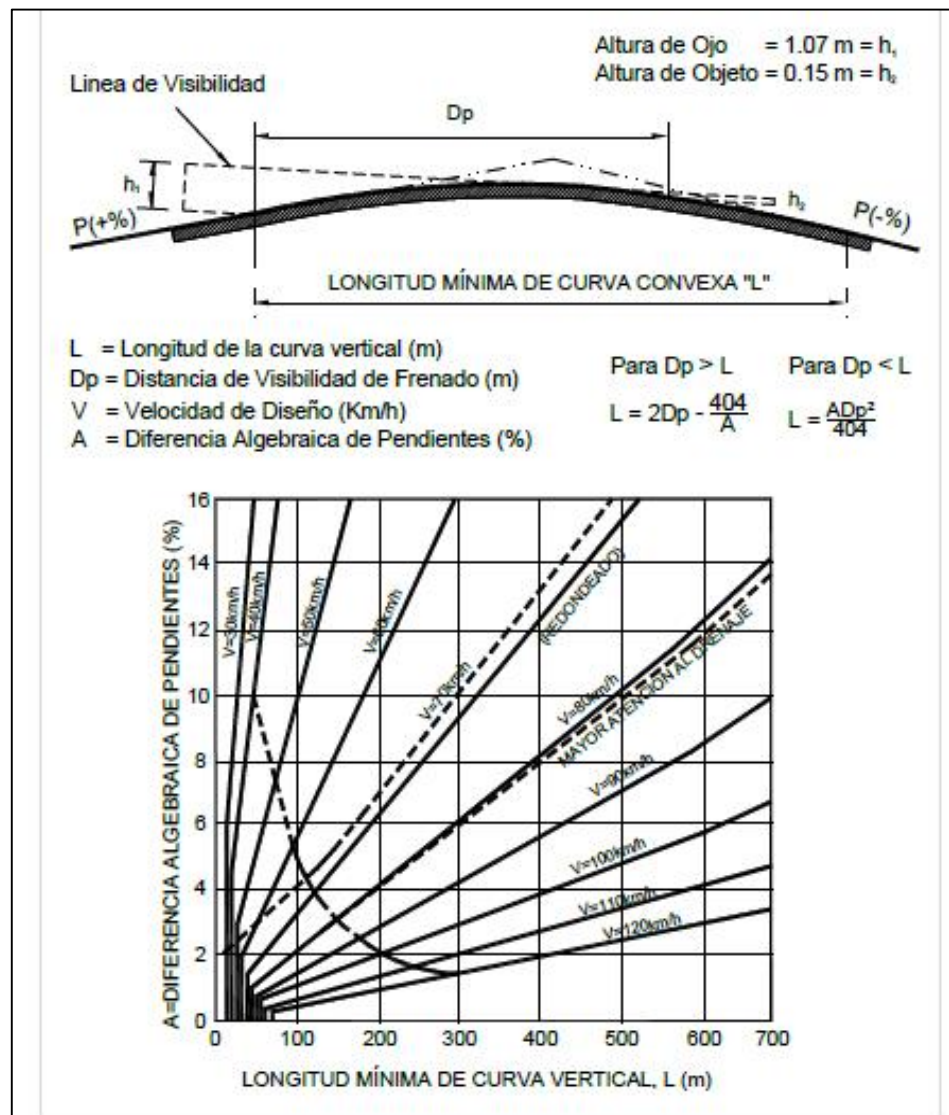


Figura 9 Longitud mínima de curva vertical convexa con distancias de visibilidad de parada

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Para contar con las visibilidades de adelantamientos o paso (D_a).

Cuando: $D.a. < L$.

$$L = A \sqrt{2/946}$$

Cuando: $D.a. > L$.

$$L = 2D - (946/A)$$

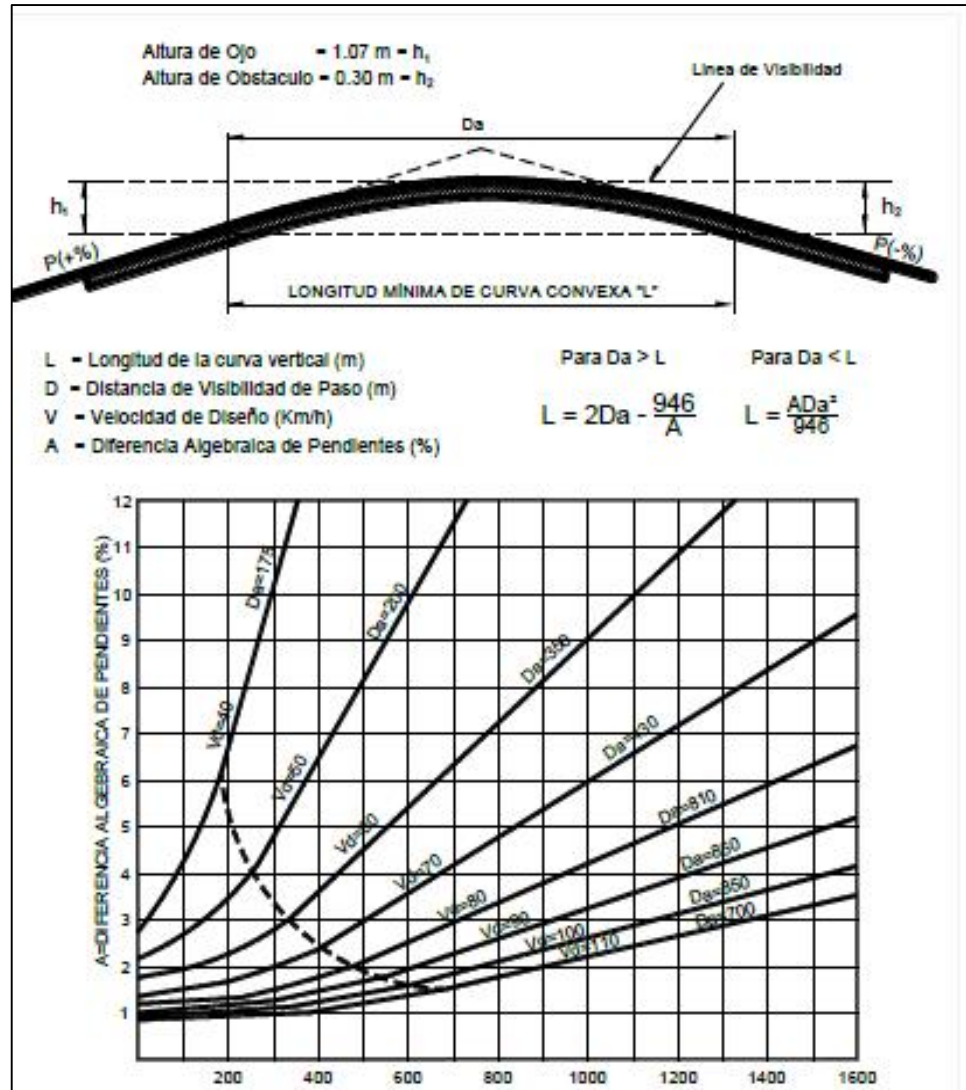


Figura 10 Longitud mínima de curvas verticales convexas con distancias de visibilidad de paso
 Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

) Longitudes de las curvas convexas

La longitud de las curvas verticales cóncavas, se determina con las siguientes fórmulas:

Cuando: $D. < L$.

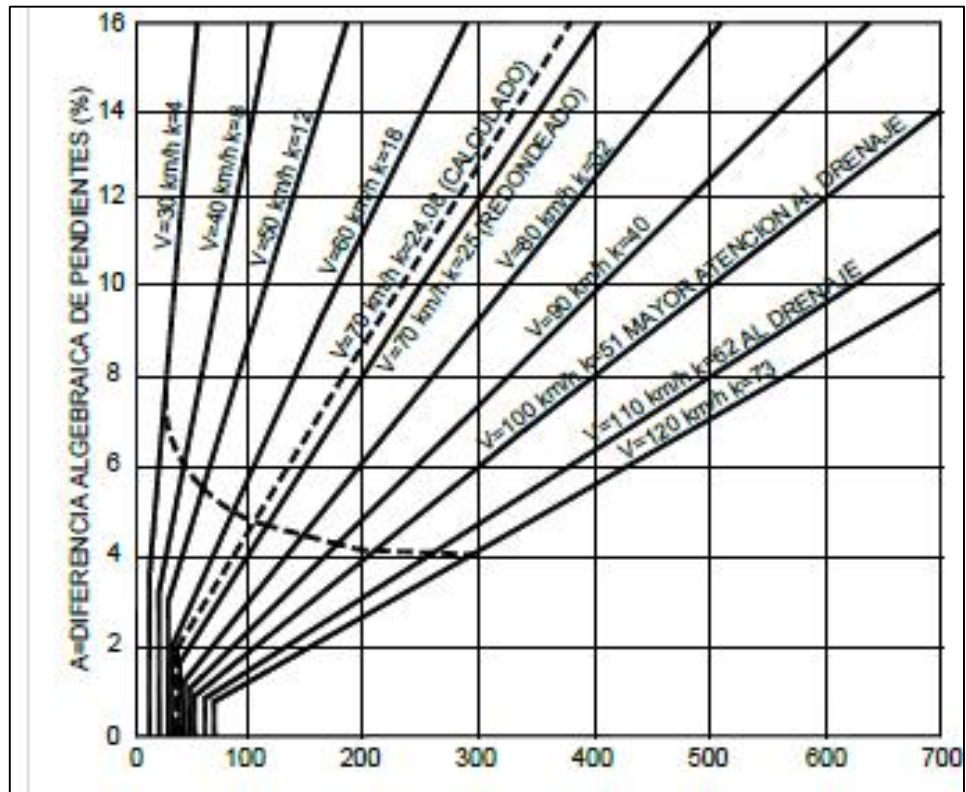


Figura 12 Longitud mínima de curva vertical cóncava

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

2.3.5. Diseños geométricos de la sección transversal

a) Generalidad

Consiste en la descripción de los elementos de la carretera en un plano de corte vertical normal al alineamiento horizontal, el cual permite definir la disposición y dimensiones de dichos elementos, en el punto correspondiente a cada sección y su relación con el terreno natural.

La sección transversal varía de un punto a otro de la vía, ya que resulta de la combinación de los distintos elementos que la constituyen, cuyos tamaños, formas e interrelaciones dependen de las funciones que cumplan y de las características del trazado y del terreno.

b) Calzada

En el diseño de carreteras de muy bajo volumen de tráfico IMDA < 50, la calzada podrá estar dimensionada para un solo carril. En los demás casos, la calzada se dimensionará para dos carriles.

Tabla 12
Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)

Tráfico IMDA	<15	16 á 50	51 á 100	101 á 200			
Velocidad Km./h	*	*	**	*	**	*	**
25	3.50	3.50	5.00	5.50	5.50	5.50	6.00
30	3.50	4.00	5.50	5.50	5.50	5.50	6.00
40	3.50	5.50	5.50	5.50	6.00	6.00	6.00
50	3.50	5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00
60		5.50	6.00	5.50	6.00	6.00	6.00

Calzada de un sólo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

** Carreteras con predominio de tráfico pesado.

FUENTE: Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito

c) Bermas

Franja longitudinal, paralela y adyacente a la calzada o superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencias.

Cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50 m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y guardavías. Cuando se coloque guardavías se construirá un sobre ancho de min. 0.50 m.

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

Tabla 13
Ancho de bermas DG-2018

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

La berma situada en el lado inferior del peralte seguirá la inclinación de este cuando su valor sea superior a 4%. En caso contrario, la inclinación de la berma será igual al 4%.

La berma situada en la parte superior del peralte tendrá en lo posible una inclinación en sentido contrario al peralte igual a 4%, de modo que escurra hacia la cuneta.

La diferencia algebraica entre las pendientes transversales de la berma superior y la calzada será siempre igual o menor a 7%. Esto significa que cuando la inclinación del peralte es igual a 7%, la sección transversal de la berma será horizontal y cuando el peralte sea mayor a 7%, la berma superior quedará inclinada hacia la calzada con una inclinación igual a la inclinación del peralte menos 7%.

Tabla 14
Ancho de bermas

Superficie de las Bermas	PENDIENTE TRANSVERSALES MINIMAS DE LAS BERMAS	
	PENDIENTE NORMAL (PN)	PENDIENTE ESPECIAL
Pav. o Tratamiento	4%	0% (2)
Grava o Afirmado	4% - 6% (1)	
Césped	8%	

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

1. La utilización de cualquier valor dentro de este rango depende de la de la zona. Se deben utilizar valores cada vez mayores a medida que aumenta la intensidad promedio de las precipitaciones.
2. Caso especial cuando el peralte de la curva es igual al 8% y la berma es exterior.

d) Anchos de las plataformas

Los anchos de las plataformas a rasantes terminada resultan de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La plataforma a nivel de la sub-rasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrantes del afirmado y la cuneta de drenaje.

e) Plazoletas

En carreteras de un solo carril con dos sentidos de tránsito, se construirán ensanches en la plataforma, cada 500 m como mínimo para que puedan cruzarse los vehículos opuestos o adelantarse aquellos del mismo sentido.

La ubicación de las plazoletas se fijará de preferencia en los puntos que combinen mejor la visibilidad a lo largo de la carretera con la facilidad de ensanchar la plataforma.

f) Bombeo

En tramos en tangente o en curvas en contra peralte, las calzadas deben tener una inclinación transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

Tabla 15
pendiente de Bombeo

Tipo de Superficie	Precipitación	Precipitación
	<500 mm/año	>500 mm/año
Pavimento asfáltico y/o concreto portland	2	2.5
tratamiento superficial	2.5	2.5-3.0
Afirmado	3.0-3.5	3.0-4.0

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

El bombeo puede darse de varias maneras, dependiendo del tipo de carretera y la conveniencia de evacuar adecuadamente las aguas, entre las que se indican:

-) La denominada de dos aguas, cuya inclinación parte del centro de la calzada hacia los bordes.
-) El bombeo de una sola agua, con uno de los bordes de la calzada por encima del otro. Esta solución es una manera de resolver las pendientes transversales mínimas, especialmente

en tramos en tangente de poco desarrollo entre curvas del mismo sentido.

g) Peralte

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

Tabla 16
Valores de peralte máximo.

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
Atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%
Zona rural (T. Plano, Ondulado)	8.00%	6.00%
Zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12	8.00%
Zona rural con peligro de hielo	8	6.00%

FUENTE: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

h) Taludes

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

Los taludes para las secciones en corte, variarán de acuerdo a las características geo-mecánicas del terreno; su altura, inclinación y otros detalles de diseño o tratamiento, se determinarán en función al estudio de mecánica de suelos o geológicos correspondientes, condiciones de drenaje superficial y subterráneo, según sea el caso, con la finalidad de determinar las condiciones de su estabilidad, aspecto que debe contemplarse en forma prioritaria durante el diseño del proyecto, especialmente en las zonas que

presenten fallas geológicas o materiales inestables, para optar por la solución más conveniente, entre diversas alternativas.

Tabla 17
Valores referenciales para taludes de corte.

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	<5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	>10 m	1:8	1:2	*	*	*

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Los taludes en zonas de relleno (terraplenes), variarán en función de las características del material con el cual está formado. En la siguiente tabla se muestra los taludes referenciales para zonas de relleno y/o terraplenes.

Tabla 18
Valores referenciales para taludes de relleno.

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

Fuente: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

i) Cunetas

Son los canales construidos lateralmente a lo largos de las carreteras con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales, procedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes, a fin de proteger la estructura del pavimento. La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía y que prevea la seguridad vial; revestidas o sin revestir; abiertas o cerradas, de acuerdo a los requerimientos del proyecto; en zonas urbanas o dónde exista limitaciones de espacio, las cunetas cerradas pueden ser diseñadas formando parte de la berma. Las pendientes longitudinales mínimas absolutas serán 0.2%, para cunetas revestidas y 0.5% para cunetas sin revestir.

2.4. Bases teóricas

2.4.1. Afirmado:

(Saldaña 2014, p 98) “Capa compactada de material granular natural o procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables”.

2.4.2. Agregado:

(Saldaña 2014, p 77) “Material granular de composición mineralógica como arena, grava, escoria o roca triturada, usado para ser mezclado en diferentes tamaños”.

2.4.3. Agregado fino

(Aguirre 2014, p 89) “Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N 4 (4,75 mm) y contiene finos”.

2.4.4. Agregado grueso:

(Saldaña 2014, p 88) “Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N 4 (4,75mm)”.

2.4.5. Alcantarilla.

(Aguirre 2014, p 38) “Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje o siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas”.

2.4.6. Análisis Granulométrico:

(Saldaña 2014, p 24) “Procedimiento para determinar la granulometría de un material o la determinación cuantitativa de la distribución de tamaños”.

2.4.7. Asentamiento:

(Aguirre 2014, p 1002) “Desplazamiento vertical o hundimiento de cualquier elemento de la vía”.

Movimiento descendente vertical del terreno debido a la aplicación de cargas que causan cambios en las tensiones dentro del terreno o al movimiento descendente de un elemento constructivo.

2.4.8. Bache:

(Aguirre 2014, p 45) “Depresión que se forma en la superficie de rodadura producto del desgaste originado por el tránsito vehicular y la desintegración localizada”.

2.4.9. Badén:

(DG 2018, p 102) “Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.”

2.4.10. Base.

(Aguirre 2014, p 45) “Capa de material selecto y procesado que se coloca entre la parte superior de una sub base o de la sub rasante y la capa de rodadura. Esta capa puede ser también de mezcla asfáltica o con tratamientos según diseños. La base es parte de la estructura del pavimento.”

2.4.11. Berma:

(Aguirre 2014, p 12) “Franja longitudinal, paralela y adyacente a la superficie de rodadura de la carretera, que sirve de confinamiento de la capa de rodadura y se utiliza como zona de seguridad para estacionamiento de vehículos en caso de emergencia.”

2.4.12. Bombeo:

(Aguirre 2014, p 19) “Inclinación transversal que se construye en las zonas en tangente a cada lado del eje de la plataforma de una carretera con la finalidad de facilitar el drenaje lateral de la vía.” En tramos en tangente o en curvas en contra peralte, las calzadas deben tener una inclinación

transversal mínima denominada bombeo, con la finalidad de evacuar las aguas superficiales. El bombeo depende del tipo de superficie de rodadura y de los niveles de precipitación de la zona.

2.4.13. Camino:

(Aguirre 2014, p 36) “Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.”

2.4.14. Canal:

(Chávez 2015, p 78) “Zanja construida para recibir y encauzar medianas o pequeñas cantidades de agua provenientes del terreno natural o de otras obras de drenaje”.

2.4.15. Cantera:

(Chávez 2015, p 101) “Deposito natural de material apropiado para ser utilizado en la construcción, rehabilitación, mejoramiento y/o mantenimiento de las carreteras”.

2.4.16. Carretera:

(Chávez 2015, p 56) “Camino para el tránsito de vehículos motorizados, de por lo menos dos ejes, con características geométricas definidas de acuerdo a las normas técnicas vigentes en el Ministerio de Transportes y Comunicaciones”.

2.4.17. Carretera afirmada

(Chávez 2015, p 52) “Carretera cuya superficie de rodadura está constituida por una o más capas de afirmado”.

2.4.18. Carril

(Chávez 2015, p 56) “Parte de la calzada destinada a la circulación de una fila de vehículos en un mismo sentido de tránsito”.

2.4.19. Clotoide:

(Chávez 2015, p 101) “Es una curva plana del tipo espiral que se utiliza como curva de transición en el diseño geométrico de vías”.

2.4.20. Cota:

(Chávez 2015, p 33) “Altura de un punto sobre un plano horizontal de referencia”.

2.4.21. Cota de rasante:

(Chávez 2015, p 44) “Valor numérico de un punto topográfico que representa el nivel terminado o rasante referido a un BENCH MARK (BM)”.

2.4.22. Cota de terreno:

(Chávez 2015, p 101) “Valor numérico de un punto topográfico del terreno referido a un BENCH MARK (BM)”.

2.4.23. Cuneta:

(Nestanza 2017, p 61) “Canales abiertos construidos lateralmente a lo largo de la carretera, con el propósito de conducir los escurrimientos superficiales y sub-superficiales precedentes de la plataforma vial, taludes y áreas adyacentes a fin de proteger la estructura del pavimento”.

La sección transversal puede ser triangular, trapezoidal, rectangular o de otra geometría que se adapte mejor a la sección transversal de la vía que se prevea la seguridad vial y que prevea la seguridad vial; revestidas o sin revestir; abiertas o cerradas de acuerdo al requerimiento del proyecto; en

zonas urbanas o donde exista limitaciones del espacio, las cunetas cerradas pueden ser diseñadas formando parte de la berma.

2.4.24. Curva de nivel:

(Nestanza 2017, p 60) “Línea definida por la intersección del terreno con un plano horizontal estableciéndose una cota determinada, la curva de nivel une puntos de igual cota”.

2.4.25. Curva horizontal:

(Nestanza 2017, p 50) “Curva circular que une los tramos rectos de una carretera en el plano horizontal”.

2.4.26. Curvas horizontales de transiciones:

(Nestanza 2017, p 51) “Trazo de una línea curva de radio variable en planta, que facilita el tránsito gradual desde una trayectoria rectilínea a una curva circular o entre dos curvas circulares de radio diferente”.

2.4.27. Curva vertical:

(Nestanza 2017, p 52) “Curva en elevación que enlaza dos rasantes con diferente pendiente”.

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

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura k .

2.4.28. Defensa ribereña:

(Nestanza 2017, p 68) Estructura construida para proteger las obras de infraestructura de las crecidas de los ríos. Distancia de adelantamiento. Distancia necesaria para que, “en condiciones de seguridad, un vehículo

pueda adelantar a otro que circula a menor velocidad, en presencia de un tercero que circula en sentido opuesto. En el caso más general es la suma de las distancias recorridas durante la maniobra de adelantamiento propiamente dicha, la maniobra de reincorporación a su carril delante del vehículo adelantado, y la distancia recorrida por el vehículo que circula en sentido opuesto”.

2.4.29. Distancia de parada:

(Nestanza 2017, p 80) “Distancia total recorrida por un vehículo obligado a detenerse tan rápidamente como le sea posible, medida desde su situación en el momento de aparecer el objeto u obstáculo que motiva la detención. Comprende la distancia recorrida durante los tiempos de percepción, reacción y frenado”.

2.4.30. Diseños geométricos de carreteras:

(Nestanza 2017, p 74) Consisten en situar los trazados de unas carreteras, los puntos en tomar en cuenta para situar unas carreteras sobre la superficie son: topografía de los terrenos, la geología, los medios ambientes, “la hidrología o factores sociales y urbanísticos. El primer paso para el trazado de una carretera es un estudio de viabilidad que determine el corredor donde podría situarse el trazado de la vía.

2.4.31. Índice medio diario anual (I.M.D.A.).

(Nestanza 2017, p 80) Volúmenes promedios de los tránsitos de vehículos en ambos sentidos durante 24 horas de una muestra vehicular (conteo vehicular), para unos períodos anuales.

2.4.32. Ladera.

(Nestanza 2017, p 14) “Terreno de mediana o fuerte inclinación donde se asienta la carretera”.

2.4.33. Levantamiento topográfico.

(Nestanza 2017, p 15) “Conjunto de operaciones de medidas efectuadas en el terreno para obtener los elementos necesarios y elaborar su representación gráfica”.

2.4.34. Obras de drenaje.

(Nestanza 2017, p 71) “Conjunto de obras que tienen por fin controlar y/o reducir el efecto nocivo de las aguas superficiales y subterráneas sobre la vía, tales como: alcantarillas, cunetas, badenes, sub-drenes, zanjas de coronación y otras de encauzamientos”.

2.4.35. Pendientes de las carreteras.

(Rodríguez 2000, p 28) “Inclinación del eje de la carretera, en el sentido de avance”.

2.4.36. Perfil longitudinal.

(Rodríguez 2000, p 56) “Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera”.

2.4.37. Peralte.

(Rodríguez 2000, p 79) “Inclinación transversal de la carretera en los tramos de curva, destinada a contrarrestar la fuerza centrífuga del vehículo”.

2.4.38. Punto de intersección.

(Rodríguez 2000, p 80) “Punto en que se cortan las prolongaciones de dos tangentes sucesivas, conocido como PI”.

2.4.39. Punto de tangencia.

(Rodríguez 2000, p 95) “Punto donde termina la tangente y comienza la curva, conocido como PT”.

2.4.40. Quebrada.

(Rodríguez 2000, p 102) “Abertura entre dos montañas, por formación natural o causada por erosión de las aguas”.

2.4.41. Rasante.

(Rodríguez 2000, p 26) “Nivel terminado de la superficie de rodadura. La línea de rasante se ubica en el eje de la vía”.

2.4.42. Red vial:

(Rodríguez 2000, p 89) “Conjunto de carreteras que pertenecen a la misma clasificación funcional Nacional, Departamental o Regional y Vecinal o Rural”.

2.4.43. Red vial departamental o regional.

(Rodríguez 2000, p 74) “Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito de un Gobierno Regional. Articula básicamente a la Red Vial Nacional con la Red Vial Vecinal o Rural”.

2.4.44. Red vial nacional.

(DG 2018, p 89) “Corresponde a las carreteras de interés nacional conformada por los principales ejes longitudinales y transversales, que constituyen la base del Sistema Nacional de Carreteras” (S.I.N.A.C.).

Sirven como elementos receptores de las carreteras Departamentales o Regionales y de las carreteras Vecinales o Rurales.

2.4.45. Redes viales vecinales o rurales.

(DG 2018, p 10) “Conformada por las carreteras que constituyen la red vial circunscrita al ámbito local, cuya función es articular las capitales de provincia con capitales de distrito, éstas entre sí, con centros poblados ó zonas de influencia local y con las redes viales nacional y departamental o regional”

2.4.46. Replanteo topográfico.

(DG 2018, p 12) “Acción de trazar y/o controlar en el terreno un proyecto antes, durante y después de su ejecución y cuantas veces sea necesario”.

2.4.47. Sección transversal.

(DG 2018, p 13) “Representación gráfica de una sección de la carretera en forma transversal al eje y a distancias específicas”.

2.4.48. Sob-reancho.

(DG 2018, p 85) “Ancho adicional de la superficie de rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos”.

2.4.49. Sub-dren.

(DG 2018, p 88) “Obra de drenaje que tiene por finalidad deprimir la napa freática que afecta la vía por efectos de capilaridad”.

2.4.50. Sub-rasante.

(DG 2018, p 89) “Superficie terminada de la carretera a nivel de movimiento de tierras (corte o relleno), sobre la cual se coloca la estructura del pavimento o afirmado”.

2.4.51. Superficie de rodadura.

(DG 2018, p 90) “Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma”.

2.4.52. Talud.

(DG 2018, p 87) “Inclinación de diseño dada al terreno lateral de la carretera, tanto en zonas de corte como en terraplenes”. Dicha inclinación es la tangente del ángulo formado por el plano.

2.4.53. Terraplén.

(DG 2018, p 90) “Parte de la explanación situada sobre el terreno original. También se le conoce como relleno”.

2.4.54. Transitabilidad.

(DG 2018, p 91) “Nivel de servicio de infraestructura vial que asegura un estado tal de la misma que permite un flujo vehicular regular durante un determinado periodo”.

2.4.55. Trocha carrozable.

(DG 2018, p 56) “Vía transitable que no alcanza las características geométricas de una carretera”.

2.4.56. Velocidad de diseño.

(DG 2018, p 55) “Máxima velocidad con que se diseña una vía en función a un tipo de vehículo y factores relacionados a: topografía, entorno

ambiental, usos de suelos adyacentes, características del tráfico y tipo de pavimento previsto”.

2.4.57. Velocidad de operación.

(DG 2018, p 55) “Máxima velocidad autorizada para la circulación vehicular en un tramo o sector de la carretera”.

2.4.58. Vida útil.

(DG 2018, p 201) “Lapso de tiempo previsto en la etapa de diseño de una obra vial, en el cual debe operar o prestar servicios en condiciones adecuadas bajo un programa de mantenimiento establecido”.

2.4.59. Zanjas de coronación.

(DG 2018, p 106) “Canal abierto en terreno natural, encima de un talud de corte, destinado a captar y conducir las aguas de escorrentía y evitar la erosión del talud”. Se construye en la parte superior de un talud de corte, con el objeto de colector las aguas que bajan por las pendientes naturales y conducir las hacia el área de descarga más próxima del sistema general de drenaje, evitando de este modo la erosión del terreno.

METODOLOGÍA DE LA INVESTIGACIÓN

3.1. Tipo de Investigación

El tipo de investigación que se empleó en el presente trabajo de investigación es aplicado, Sampieri (2010) sostiene que: “La investigación Aplicada se caracteriza por su interés en la aplicación de los conocimientos básicos a determinada situación concreta y las consecuencias prácticas que de ellas se derivan. La investigación aplicada busca conocer para hacer, para actuar, para construir, para modificar, le preocupa la aplicación inmediata sobre una realidad circunstancial antes que el desarrollo de un conocimiento del valor universal”.

3.2. Nivel de Investigación

Según Sampieri (2014), “el estudio de investigación con nivel descriptivo busca especificar las propiedades, las características y los perfiles es decir únicamente pretende medir o recoger información de manera independiente o conjunta sobre los conceptos o las variables a las que se refieren”.

3.3. Diseño de investigación

El diseño de investigación es no experimental de corte transversal (transaccional), cuyo propósito es describir variables y analizar su incidencia, se enfatiza el uso de la normativa vigente para la consideración en los diseños y parámetros, manejando el control de pendientes, radios

de curvatura entre otros, traducido de manera general en los planos de diseño y presentación general de las mismas.

3.4. Población y muestra

3.4.1. Población

Según (Hernandez, 2014) “una población es el conjunto de todos los casos que concuerdan con una serie de especificaciones” (pag.65). y para nuestro informe de suficiencia profesional **“INFLUENCIA DE LA OROGRAFIA EN DISEÑO GEOMETRICO DE LA CARRETERA CHULLCUPATA - PUMAPACHUPAN DE LA LOCALIDAD DE NINOBAMBA DEL DISTRITO DE COLCABAMBA-TAYACAJA-HUANCAVELICA”**, está conformada por todas las carreteras del distrito de Colcabamba.

3.4.2. Muestra

El tipo de muestreo es intencional porque para efecto del presente trabajo técnico se evaluó toda carretera Chullcupata – Pumapachupan y de esa manera tener un diagnóstico óptimo y también porque el proyecto que se trabajó así lo requería.

3.5. Técnicas e instrumentos de recolección de datos

En cuanto a los instrumentos de investigación empleados para el presente informe se tomaron instrumentos en cuanto a levantamiento topográfico de los trazos preliminares del posible eje de la carretera en donde se verá mayor reflejados en los diseños empleando las técnicas y consideraciones respectivas. Con las informaciones tomadas en campo se procedió a realizar los análisis y el diseño geométrico propio de la carretera.

3.6. Técnica para el Procedimiento y análisis de información

En el proceso de la recolección de la información, fue necesario tomar una técnica que apoye los requerimientos de investigación, obteniendo como resultado información confiable, directa y fácil de interpretar. Para la obtención de los datos requeridos para realizar el proyecto, fue necesario realizar una evaluación directa de la zona. Entre las técnicas e instrumentos que se empleó tenemos:

-) Levantamiento topográfico.
-) Procesamiento de datos topográficos.
-) Consideración a tener en cuenta para realizar el diseño geométrico de la carretera.
-) Método cuantitativo, por otro lado, la técnica de la observación se aplicó durante las visitas que se desarrolló específicamente en aspectos de recolección de datos de los componentes topográficos de la zona por donde se planteara y diseñara los ejes y demás características geométricas de la carretera.

3.7. Técnicas para el procesamiento y análisis de información

Con las bases teóricas desarrollado en el capítulo II, el estudio se amplió las mismas que sirvieron para tener una idea más clara de los objetivos de la investigación. Para el procesamiento de datos se consideró un proceso a nivel de ingeniería con el cual se pudo determinar el tipo de sección y consideraciones geométricas deben de presentar los presentes diseños geométricos de las carreteras, en la cual se pudo analizar las pendientes, radios de giros, ancho de calzada entre otros las misas que se detallaran en los trabajos de gabinete realizados.

DESARROLLO DEL PROYECTO

4.1. Ubicación:

Las localidades de Chullcupata – Pumapachupan perteneciente a la comunidad de Ninobamba, se encuentra ubicado al norte del Distrito de Colcabamba la misma que se ubica al Nor-Este De la provincia de Tayacaja departamento de Huancavelica.

Ubicación política de la localidad donde se desarrolló el tema de investigación.

Departamento / Región	HUANCAVELICA
Provincia	TAYACAJA
Distrito	COLCABAMBA
Comunidad	NINABAMBA
Región Geográfica	sierra
Altitud	3,816 m.s.n.m.
UBIGEO distrito	090705
COD. CP	625804
Extensión comunidad	68.88 km ²

Figura 13 Ubicación política de la comunidad de Ninobamba

Fuente: Elaboración propia.

Ubicación Geográfica		UTM (WGS84)	
Latitud	Longitud	X	Y
12° 27' 9.43" S	74° 39' 46.06" W	536645.57	8623372.47

Tabla 19

Ubicación geográfica de la comunidad de Ninobamba

Fuente: Elaboración propia – google Earth

El presente proyecto de investigación corresponde. El tramo de estudio dando inicio desde la repartición de una vía principal, que corresponde al Km. 0+000km y finaliza en terrenos de cultivos, que corresponde al Km. 3+404. El Reconocimiento de la ruta permite definir una posible

posibilidad de trazo, evitando así llegar a lugares donde las pendientes sean pronunciadas y el tipo de material sea adecuado para poder estabilizar los taludes de corte y relleno que se pudieran generar en el diseño geométrico planteado para la presente vía la cual estará compuesta por tramos en donde se contara con zonas de corte y tramos en zonas de relleno, esto por las misma condición geográfica u orográfica que presenta el terreno por donde se realizara el diseño de los trazos, alineamientos entre otros.

4.2. Diseños geométricos de las carreteras

4.2.1. Generalidades

En general el diseño geométrico se producirá cuando al adaptarse estas condiciones naturales del relieve terreno, evitando los movimientos de tierras excesivos o la construcción de obras de arte o estructuras costosas.

En nuestro país, se emplea como herramienta indispensable las Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras siendo este el documento emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones –Dirección General de Transporte Terrestre – Dirección de Ingeniería (1970).

También se emplea complementariamente las Normas Peruanas de Diseño de Caminos Vecinales siendo este el documento emitido por el Ministerio de Transportes y Comunicaciones – Dirección General de Transporte Terrestre – Dirección de Ingeniería (1978). El criterio de diseño más empleado es el de unir la mayor cantidad de pueblos a la red vial nacional e integrarlos al circuito económico. Otro criterio de diseño es el de direccionar al momento del estudio el trazo de la carretera por

pendientes moderadas (<10 %) a fin de evitar incrementos en el movimiento de tierras. Las características geométricas de una vía dependen fundamentalmente de la velocidad directriz adoptada, de la composición y volumen de tránsito , a fin de establecer estas condiciones mínimas que permitan circular un determinado tipo de los vehículos. Manteniendo fijos estos objetivos se ha estudiado el informe de manera tal que Por lo que concierne a la longitud del tramo, este, se desarrolla a lo largo de 3 + 40.00 kilómetros., que es la distancia que separa desde el inicio - hasta el punto final.

4.2.2. Clasificación de la vía

Clasificación por IMDA

De acuerdo a los valores descritos del **ESQUEMA N° 01** y realizado el análisis de la proyección del IMDA se tiene que la circulación o demanda de vehículos que circulan por las carreteras vecinas no superan las 10 unidades de veh/día, por lo que también siendo una vía en el cual se está preveendo su construcción y por lo que la carretera por condiciones de topografía y relieve no alcanzaran en total su forma geométrica se clasificó como una trocha carrozable . Según el Manual de Diseño Geométrico: DG-2018, al tener un I.M.D.A. menor a 200 vehículos/día esta vía está clasificada como trocha carrózale

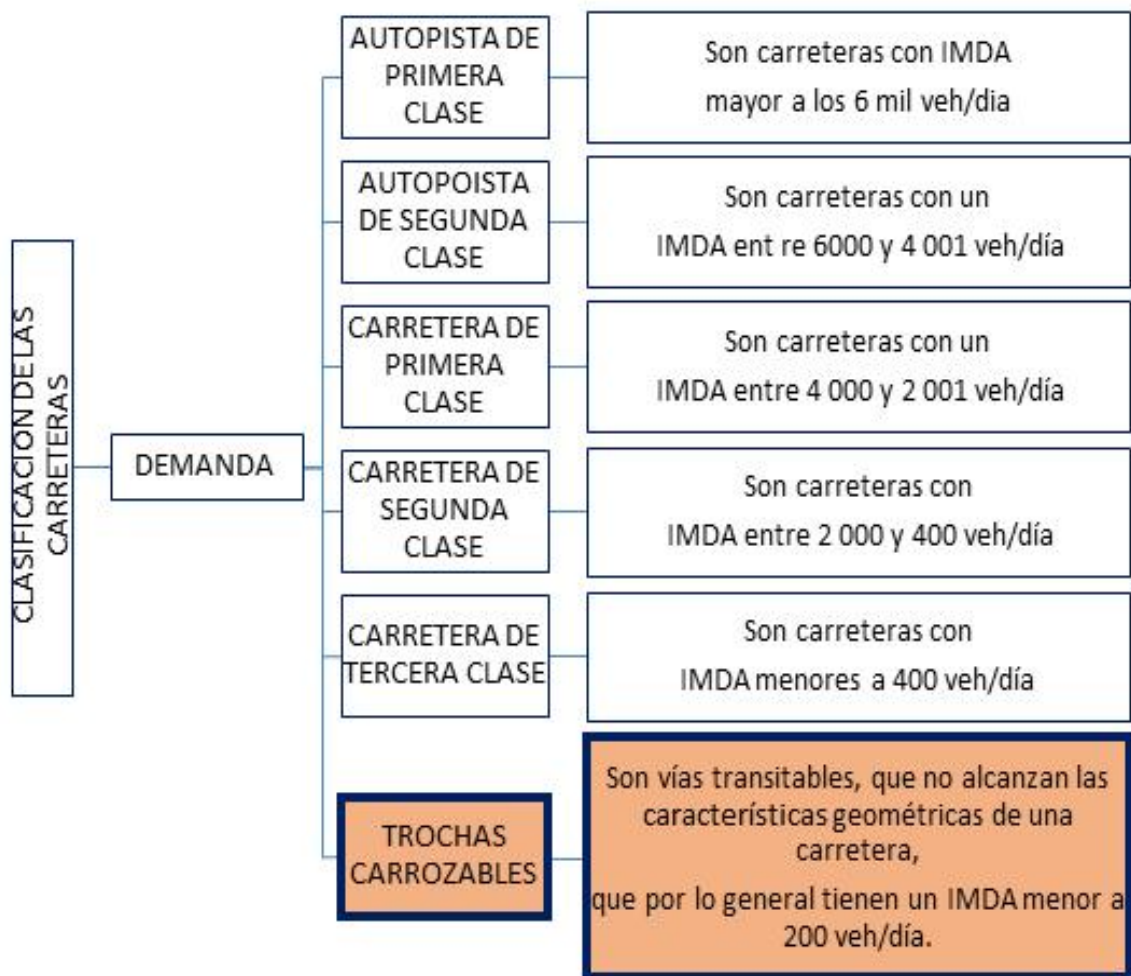


Figura 14 Clasificación de la carretera por IMDA
Fuente: Elaboración propia.

Clasificación por orografía

Según lo procesado y teniendo como base de datos el levantamiento topográfico, y con un posible eje de la vía se procedió a verificar la pendiente transversal al eje de la carretera lo cual nos ayudara a determinar la clasificación por orografía y teniendo como resultado lo señalado en el **ESQUEMA N°02**, como trabajo previo se muestra los resultados de la pendiente transversal del terreno el cual se desarrolló con la ayuda del software del Auto CAD civil 3D la misma que se muestra en la **IMAGEN N°01** pendiente de la sección transversal al eje de la

carretera y que muestra los resultados que se pueden apreciar en la presente imagen.

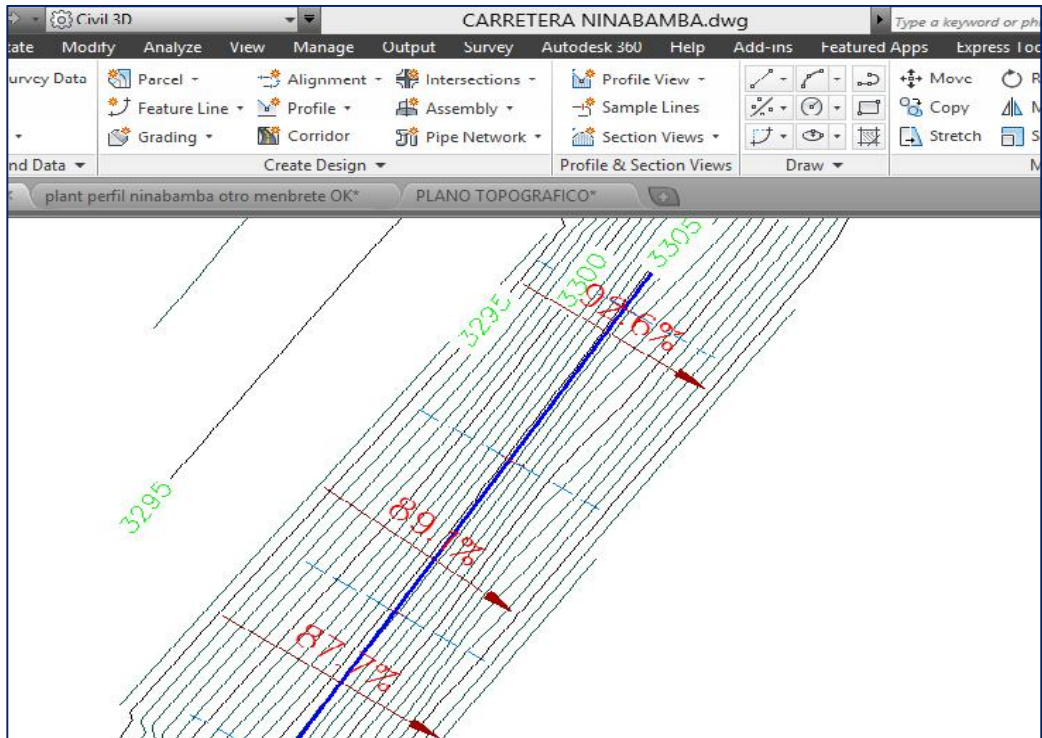


Figura 15 Pendiente de la sección transversal al eje de la carretera
FUENTE: elaboración propia

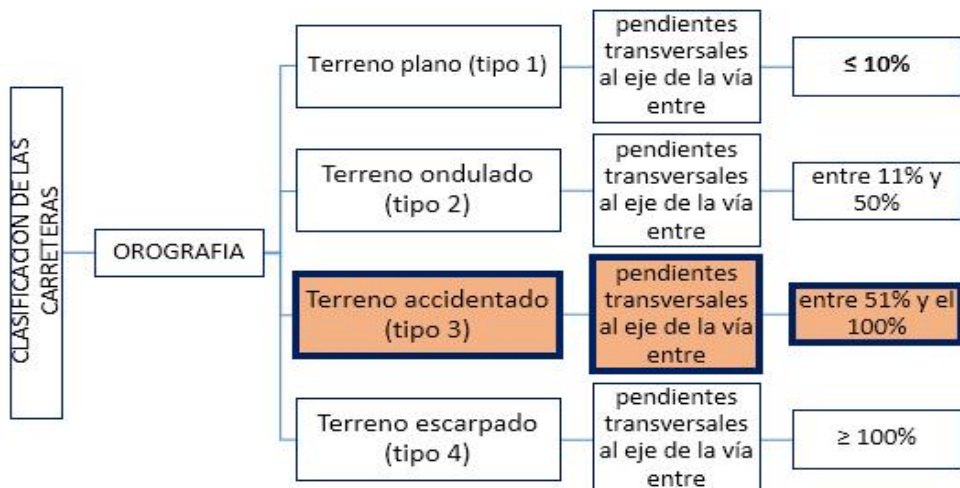


Figura 16 **ESQUEMA N° 02** Clasificación de la carretera por orografía
FUENTE: elaboración propia

Teniendo como resultados pendientes transversales al eje de la carretera entre valores mínimo de 87.7% y menor a 92.06% la carretera

predominante por su orografía será como una carretera en terreno accidentado tal y como se muestra en el **ESQUEMA N°02**.

Clasificación según su función

Según la clasificación establecida por el Manual para el Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de tránsito corresponde al sistema vecinal por tratarse de una carretera que une sectores dentro de un ámbito local que une aldeas y pequeños asentamientos poblacionales.

4.2.3. Velocidad de diseño

Para la elección de la velocidad de diseño se tomó el criterio del manual de diseño DG-2018, el cual está expuesto en el **CUADRO N° 05**, la cual para el presente diseño geométrico de la carretera le corresponde una velocidad de diseño de 30 Km/h.

Tabla 20
velocidad de diseño de la carretera

CLASIFICACION N	OROGRAFIA	VELOCIDAD DE DISEÑO DE UN TRAMO HOMOGENEO VTR (Km/h)										
		30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
AUTOPISTA DE PRIMERA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
AUTOPISTA DE SEGUNDA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
CARRETERA DE PRIMERA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
CARRETERA DE SEGUNDA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											
CARRETERA DE TERCERA CLASE	PLANO											
	ONDULADO											
	ACCIDENTADO											
	ESCARPADO											

FUENTE: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

4.2.4. Pendiente longitudinal máxima

Dependiendo de la velocidad de diseño, la clasificación por IMDA y el tipo de orografía, se determina una pendiente longitudinal máxima que la carretera puede desarrollar a lo largo de todo el eje. Estas pendientes se muestran en la **TABLA N° 14**, la cual se muestra a continuación.

El cual para nuestro caso de diseño según la tabla le corresponde una pendiente máxima de 10%.

La pendiente máxima excepcional de acuerdo al manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito será de 12%.

Pendiente media:

La vía presenta pendientes medias normales y máximas excepcionales, cercanas al máximo permitido, pero se ha podido demostrar que no alteran mucho en la marcha del vehículo.

Pendiente ponderada:

De acuerdo a las Normas en caminos se debe diseñar la rasante que mejor se ajuste al relieve natural; y cuya pendiente ponderada se aproxime más a la pendiente media del tramo estudiado. Con estas consideraciones se definió la rasante definitiva, efectuando varias iteraciones hasta obtener pendientes ponderadas iguales a las pendientes promedio.

Tabla 21

Pendiente longitudinal máxima de la carretera.

Clasificación	Autopista								Carretera				Carretera				Carretera																	
	Tráfico vehículos/día > 6.000				6.000 - 4001				4.000-2.001				2.000-400				< 400																	
Características	Primera clase				Segunda clase				Primera clase				Segunda clase				Tercera Clase																	
Tipo de orografía	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4														
Velocidad de diseño: 30 km/h																			10.00	10.00														
40 km/h																			9.00	8.00	9.00	10.00												
50 km/h																			7.00	7.00			8.00	9.00	8.00	8.00	8.00							
60 km/h																			6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	7.00	8.00	9.00	8.00	8.00		
70 km/h																			5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	7.00	6.00	6.00	7.00	7.00	6.00	6.00	7.00		7.00	7.00
80 km/h	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	5.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00	6.00		6.00	6.00			7.00	7.00															
90 km/h	4.50	4.50	5.00		5.00	5.00	6.00		5.00	5.00				6.00				6.00	6.00															
100 km/h	4.50	4.50	4.50		5.00	5.00	6.00		5.00					6.00																				
110 km/h	4.00	4.00			4.00																													
120 km/h	4.00	4.00			4.00																													
130 km/h	3.00																																	

FUENTE: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018.

4.2.5. Peralte Máximo

Es la pendiente que debe tener una curva horizontal para evitar el descarrilamiento de los vehículos, este parámetro depende del tipo de orografía de la zona y del radio de la curva. En la **TABLA N°16** se muestran los peraltes máximos permitidos para carreteras de tercera clase los cuales para nuestro caso específico no deben de exceder los 12 %.

Tabla 22
Peralte máximo de la carretera

Pueblo o ciudad	Peralte Máximo (p)	
	Absoluto	Normal
atravesamiento de zonas urbanas	6.00%	4.00%
zona rural (T. plano, ondulado o accidentado)	8.00%	6.00%
zona rural (T. Accidentado o Escarpado)	12.00%	8.00%
Zona rural con peligro de hielo	8.00%	6.00%

FUENTE: Manual de Carreteras: Diseño Geométrico Revisada y Corregida a enero de 2018.

4.2.6. Radios Mínimos Curvas Horizontales

Al igual que las longitudes de tangentes, el radio mínimo se halla mediante una fórmula, la cual considera la velocidad de diseño (V), el peralte máximo (P_{máx}) y el coeficiente de fricción (f_{máx}).

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

Estos valores de los radios mínimos también se encuentran los valores tabulados según su velocidad de diseño, los cuales se muestran a continuación en la **TABLA N° 23**.

Tabla 23
Valores de radios mínimos para carreteras de tercera clase.

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

4.2.7. Longitud curva vertical

Para el perfil longitudinal también se deben de diseñar las curvas verticales de la misma. El cálculo de las longitudes se hace mediante diferentes fórmulas para curvas cóncavas o convexas. En la **TABLA N°17** se muestran las fórmulas que se usaron para el diseño .

Tabla 24
fórmulas para el cálculo de curvas verticales.

	Distancia de Parada (Dp)		Distancia de Adelantamiento	
	L < Dp	L > Dp	L < Da	L > Da
Curvas Convexas	$L = 2Dp - \frac{404}{A}$	$L = \frac{A * Dp^2}{404}$	$L = 2Da - \frac{946}{A}$	$L = \frac{A * Dp^2}{946}$
Curvas Cóncavas	$L = 2Dp - \frac{(120 - 3.5Dp)}{A}$	$L = \frac{A * Dp^2}{(120 - 3.5Dp)}$		

Además, según el criterio estético para curvas verticales, su longitud no debe ser menor a la velocidad de diseño de la vía; 30 metros en este caso.

4.2.8. Metodología de diseño geométrico de la carretera.

El diseño geométrico de las tres alternativas del trazo de la carretera se realizará siguiendo los criterios del Manual de Carreteras: diseño geométrico (DG-2018), Manual de Diseño de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen De Tránsito. Se utilizarán ciertos lineamientos presentes allí, para poder realizar ciertos cálculos y tener en consideración los parámetros a considerar en los diseños geométricos de carreteras con mayor precisión .

A continuación, se muestran las portadas de los manuales empleados para la elaboración del presente informe técnico. Para elaborar el diseño

se utiliza el programa de computadora AutoCAD Civil 3D Versión 2014. Este programa permite la creación de un perfil topográfico en el cual se pueda dibujar el eje de la carretera, Además contiene dentro de su programación los criterios del Green Book el cual nos permite verificar los radios mínimos, las longitudes máximas y mínimas, distancia de visibilidad, etc. El programa también muestra el perfil longitudinal de vía, dando la oportunidad de realizar el diseño de las curvas verticales. Y cuenta con una herramienta para el cálculo del diagrama de masas de todo el tramo diseñado. Debidos a que no todos los criterios del Green book concuerdan con los de los manuales de diseño geométricos peruanos, se corroboraran manualmente algunos parámetros.

4.2.9. Levantamiento topográfico de la faja del terreno.

El objetivo principal de estos estudios es fijar en forma muy aproximada la poligonal base, que sirva de referencia para la poligonal definitiva en función principalmente del eje de trazo de la carretera. Por otro lado, fue necesario e importante contemplar en esta fase de la elaboración del presente informe técnico la recopilación de datos básicos, que nos permitirá una mejor decisión de los criterios técnicos que se adoptarán en la elaboración del presente informe técnico.

a) Levantamiento topográfico.

Una vez efectuado el reconocimiento y recorrido del campo o faja de terreno a levantar, se procede al levantamiento topográfico de la faja de terreno, Estos trabajos topográficos consistieron en la recopilación de información con la finalidad de obtener los datos

necesarios de campo para luego procesarlos y obtener así los planos topográficos que reflejen el relieve del terreno, en el cual se realizará el trazo preliminar teniendo en cuenta los parámetros y valores permisibles indicados en la Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras DG-2018 y manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito

Así, en carreteras, los distintos órdenes de control estarán en función de:

-) Importancias de las vías (categoría de la vía).
-) Extensiones de las áreas por levantar.
-) Escalas de los planos que se desea dibujar.

Las correctas determinaciones de los órdenes de control, dará lugar a establecer la metodología adecuada de levantamiento topográfico, así como los distintos tipos de instrumentos a utilizarse.

b) Orden de control topográfico.

En un levantamiento topográfico se debe de realizar un control plan métrico” y altimétrico, es así que se tiene órdenes de precisión para Poligonales y tenemos las siguientes :

PRIMER ORDEN. – “Precisión suficiente para levantamientos de gran precisión, como puentes importantes, túneles largos y todas las estructuras de tamaño e importancia tal que justifiquen estudios geodésicos”. El error angular permisible debe ser de $5'' \sqrt{n}$, donde

n es el número de lados, y el error lineal de cierre o error relativo no debe exceder de 1/10 000.

SEGUNDO ORDEN. - Precisión suficiente en gran parte para trabajos de planos de población, levantamiento de líneas jurisdiccionales y comprobación de planos topográficos de gran extensión; los ángulos deben ser leídos con una precisión de 15"; el error angular de cierre es de $15'' \sqrt{n}$ y el error relativo no debe exceder de 1/5 000.

TERCER ORDEN. – Precisión suficiente para la mayor parte de los levantamientos topográficos y para el trazado de carreteras, vías férreas etc ., casi todas las poligonales con teodolito están comprendidos en este caso. Los ángulos se leen con apreciación a los 30". Las visuales se dirigen a los jalones perfectamente verticales. El error angular de cierre no debe pasar de $30'' \sqrt{n}$ y el error relativo no debe exceder de 1/3 000.

CUARTO ORDEN. – Precisión suficiente para redes de apoyo y levantamientos a escala corriente. Los ángulos leídos en el teodolito han de ser con apreciación al minuto . El error angular de cierre no debe exceder de $1' \sqrt{n}$ y el error relativo no debe ser mayor de 1/1000 .

c) SECCION TRANSVERSAL

Las secciones transversales verificadas de cada una de las estacas del eje se obtuvieron leyendo los ángulos de inclinación del

terreno con el eclímetro y midiendo las distancias inclinadas con wincha en una longitud mínima de 20 mts a cada lado del eje.

En las estructuras de drenaje quebradas, ríos, alcantarillas y badenes se han tomado secciones.

d) INSTRUMENTOS EMPLEADOS PARA REALIZAR EL LEVANTAMIENTO TOPOGRAFICO.

Normalmente en levantamientos topográficos para carreteras y caminos, se utilizan poligonales abiertas que es una serie de líneas consecutivas cuyas longitudes y direcciones se determinaran de acuerdo a la precisión de la vía, básicamente están en función de las siguientes variables:

-) Clase de vía: Red Vial Vecinal o Rural
-) Extensión: 3+404 Km.
-) Escalas de planos: planos topográficos a 1/2000.
-) La topografía del terreno: Terreno accidentado

En la poligonal abierta deben repetirse las medidas para evitar las equivocaciones. En este sentido nuestro tipo de levantamiento a realizar deberá garantizar un buen control horizontal y vertical; utilizando el tipo de levantamiento a realizar al Tercer Orden.

Para realizar los levantamientos topográficos del presente proyecto se utilizó instrumentos electrónicos, "las precisiones llegan a valores muy altos, que superan largamente la precisión exigida para carreteras de categoría superior del 1ª orden, como es 1/25000.

En el levantamiento topográfico se ha utilizado los siguientes instrumentos y materiales”:

- J 01 Estación Total.
- J 03 Prismas.
- J 01 GPS GARMIN
- J 01 Eclímetro
- J 01 Nivel de Ingeniero.
- J Wincha de 50 m.
- J Radio transmisores
- J 01 cámara fotográfica.
- J Jalones, libretas de campo, estacas, clavos y pintura.

carretera Chullcupata – Pumapachupan



Figura 17 Se observa el trabajo del trazo preliminar del eje de la vía

e) PROCESO DE DATOS TOPOGRÁFICOS.

Importación de puntos topográficos.

Para la importación y proceso de datos topográficos se empleó el software de diseño AutoCAD civil 3D versión 2014 herramienta de diseño el cual permite realizar la idealización y representación de tal y cual se tomó los datos topográficos de campo, permitiendo tener una representación de forma del terreno por donde se realizó los trazos preliminares tanto en eje de la carretera y detalles que se pudieran encontrar dentro de estos tales detalles pudiendo ser tipo de terreno, lado de franja de terreno, construcciones de predios existentes,, fuentes de agua, caminos de herradura, campos de cultivo, etc.

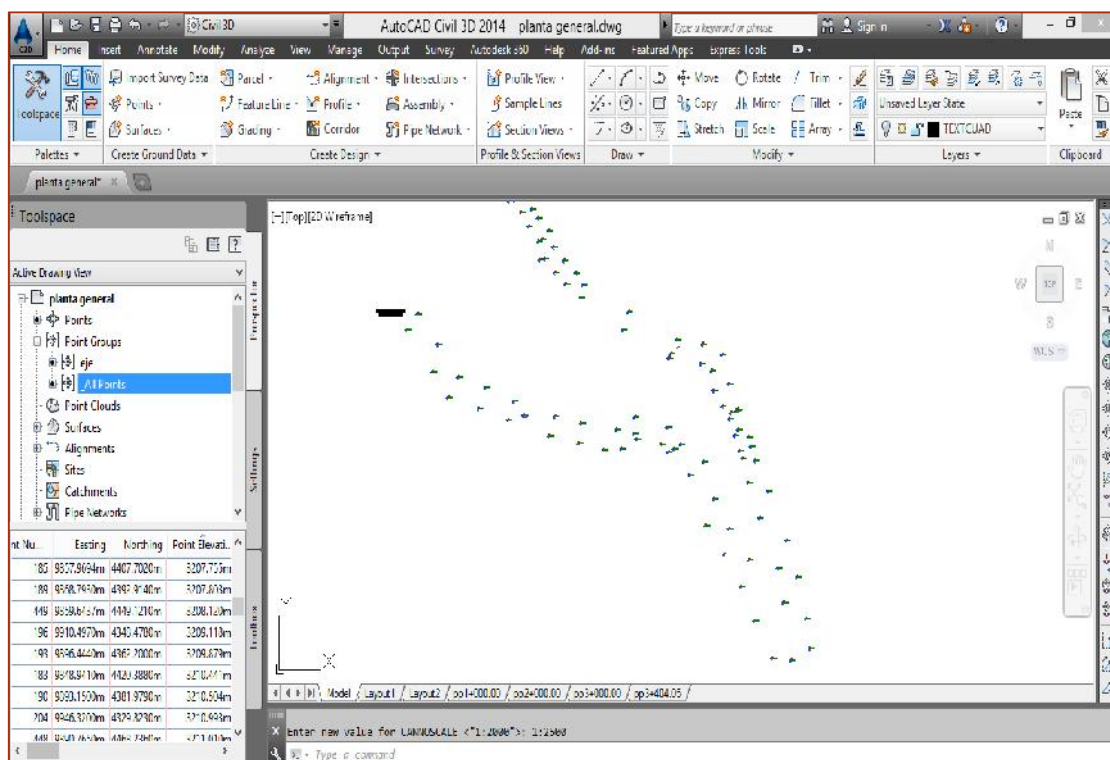


Figura 18 Importación de puntos topográficos

Fuente: elaboración propia.

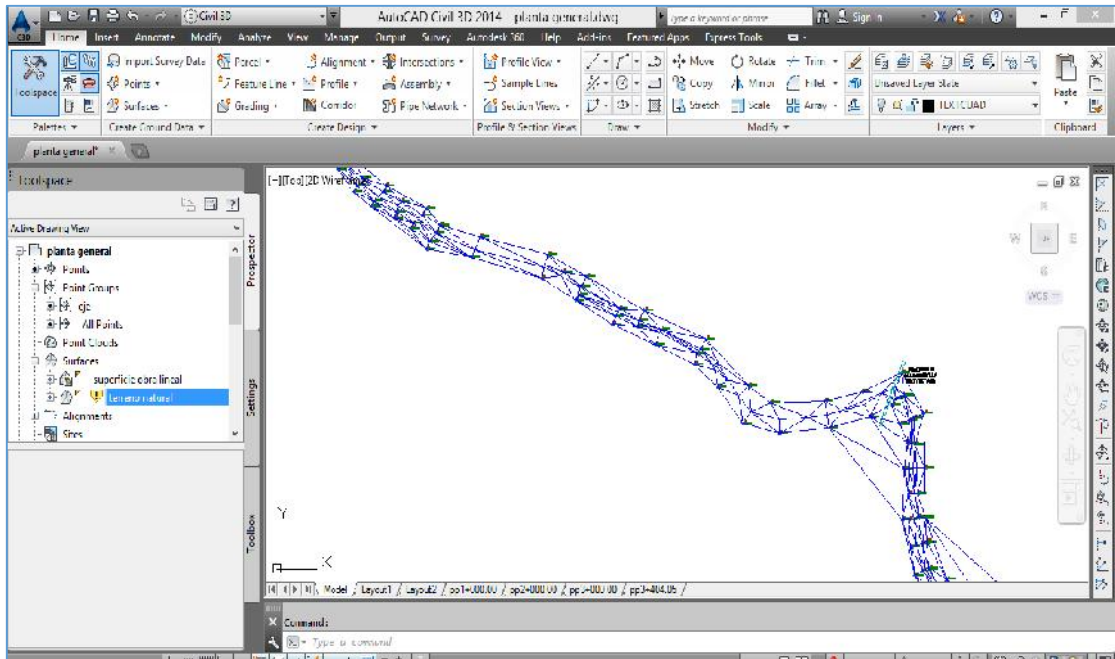


Figura 19 Generación de líneas TIN
Fuente: elaboración propia.

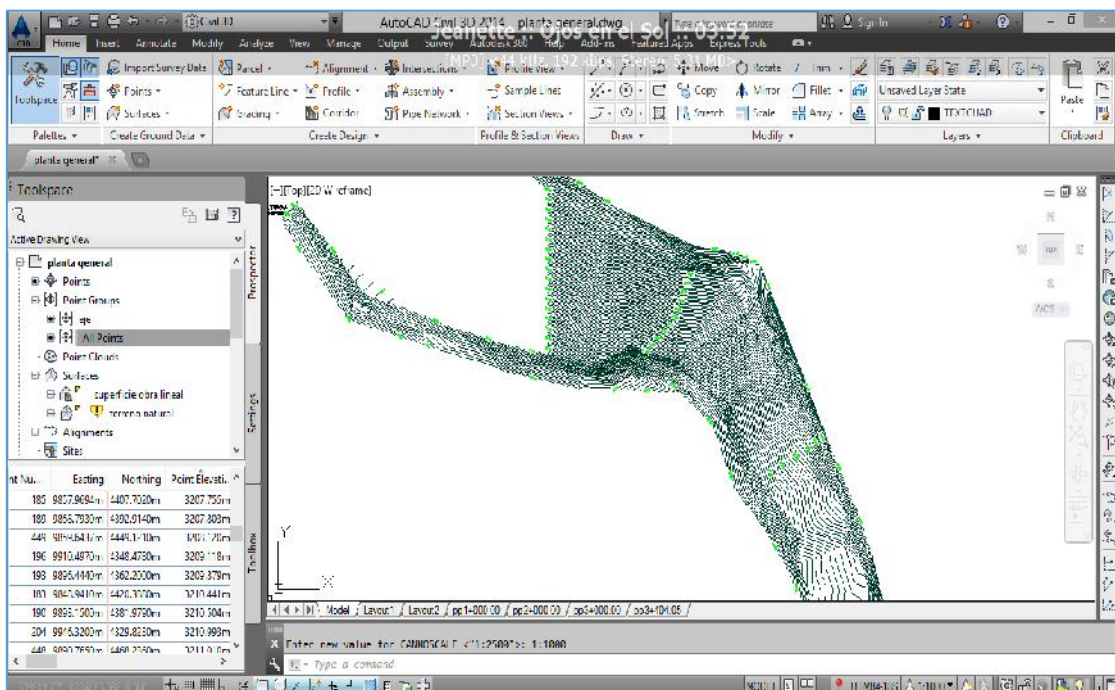


Figura 20 Generación de la superficie de terreno
Fuente: elaboración propia.

4.3. Aspectos éticos

Incluyo la búsqueda de información literaria relacionada a la ingeniería de transportes, así mismos manuales de diseño geométrico de carreteras y documentación relacionada al manejo de las mismas.

4.4. Alternativa de ruta

a) Diseño geométrico en planta. - De acuerdo a la tabla 15 Donde se muestran las pendientes longitudinales máximas que puede desarrollar la carretera, dependiendo de su tipo de orográfica y su clasificación con IMDA. La pendiente máxima de la vía a realizar es de 10%. Por fines prácticos, el diseño preliminar de esta alternativa se realizó con una pendiente de 6.00%, debido a la orografía accidentada se tomó un valor mayor a la mitad de la pendiente máxima (5%, lo cual sería lo ideal para iniciar el diseño). Para tener un margen de variación, la pendiente de diseño es menor que la máxima .

Con la pendiente de diseño se realiza la línea de ceros (trazo ideal con pendiente constante). Teniendo una separación de 01 metros entre cada curva de nivel secundarias y una separación de 05 metros entre curvas primarias.

Definido esta se procedido a realizar el trazo de la línea de ceros.

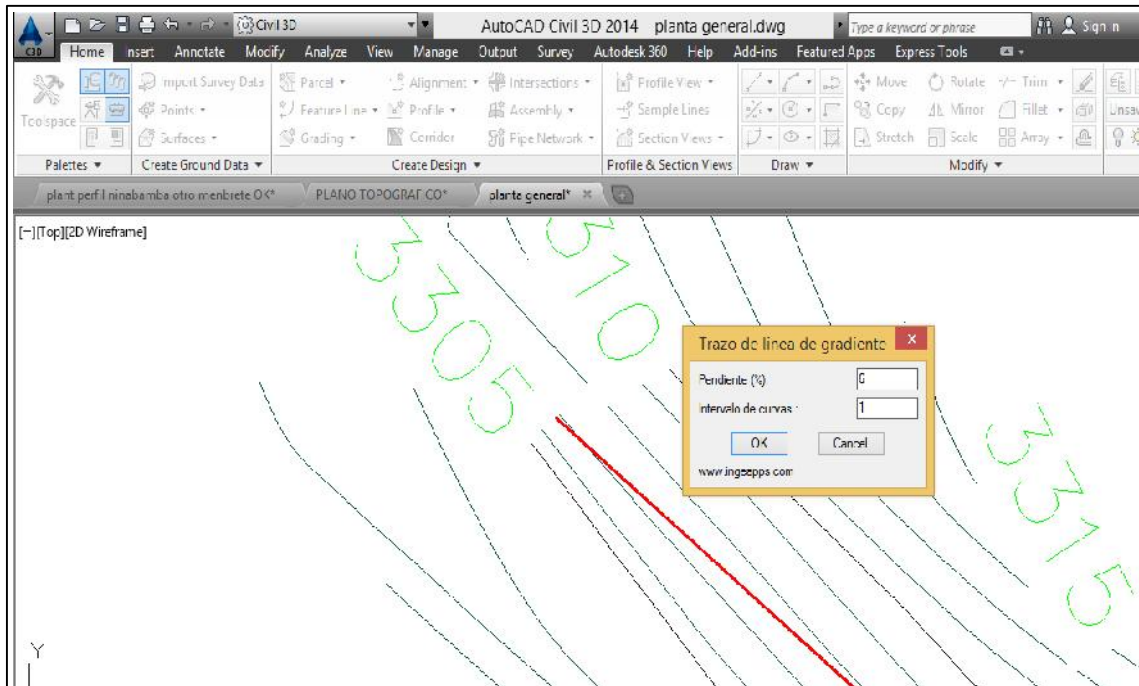


Figura 21 Trazo de la línea de ceros.
Fuente: elaboración propia.

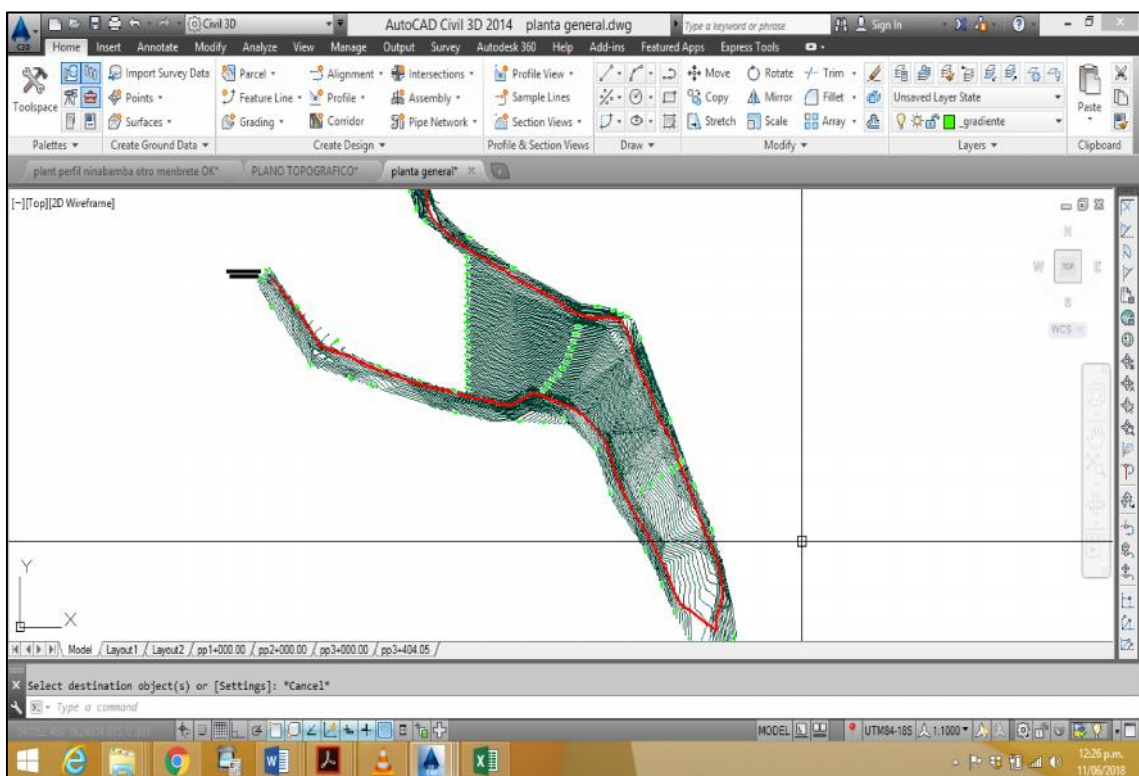


Figura 22 Curvas de nivel del levantamiento topográfico
Fuente: elaboración propia.

4.5. Alineamiento horizontal

Realizado el trazo de líneas de cero se procedió a realizar el alineamiento horizontal respectivo del eje provisional de la carretera por lo que se tendrá en consideración que las zonas de corte y relleno para la conformación de la plataforma queden balanceadas en cantidad de volumen. El alineamiento horizontal debe permitir la operación ininterrumpida de los vehículos, tratando de conservar la misma velocidad directriz en la mayor longitud posible. El tramo en estudio tiene un alineamiento horizontal medianamente sinuoso. Para la carretera en estudio, el alineamiento horizontal se ceñirá en lo posible al eje trazado por la línea de ceros efectuando algunas mejoras donde así lo amerite el terreno y que las características actuales obliguen a esto.

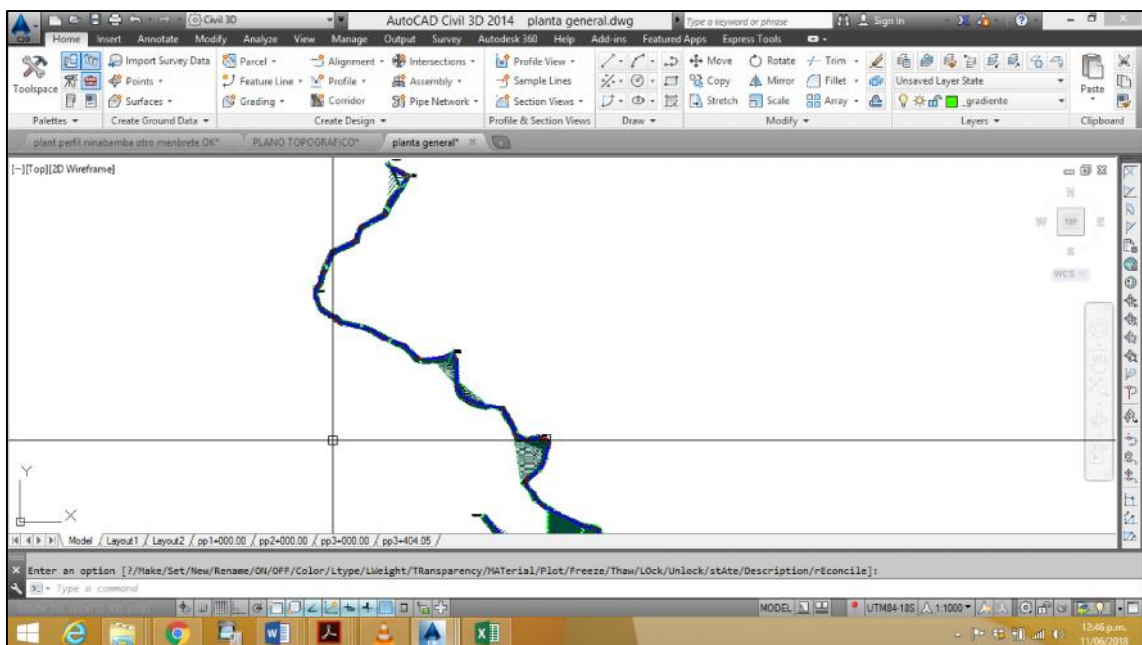


Figura 23 Alineamiento de del eje horizontal.

Fuente: elaboración propia.

4.6. Curvas horizontales

Viene a ser el enlace entre dos alineamientos rectos. En el tramo en estudio se han diseñado curvas con radios normales y la mayoría por encima del mínimo establecido por las Normas Peruanas para el Diseño de Carreteras, e indicados líneas arriba, no obstante, hay algunas curvas que por estar en zona rural y en con una orografía accidentada se consideró los radios mínimos excepcionales tal y como se muestra en el cuadro siguiente.

Tabla 25
Radios mínimos

Velocidad directriz (km/h)	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción f_{max}	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
20	4.0	0.18	14.3	15
30	4.0	0.17	33.7	35
40	4.0	0.17	60.0	60
50	4.0	0.16	98.4	100
60	4.0	0.15	149.1	150
20	6.0	0.18	13.1	15
30	6.0	0.17	30.8	30
40	6.0	0.17	54.7	55
50	6.0	0.16	89.4	90
60	6.0	0.15	134.9	135
20	8.0	0.18	12.1	10
30	8.0	0.17	28.3	30
40	8.0	0.17	50.4	50
50	8.0	0.16	82.0	80
60	8.0	0.15	123.2	125
20	10.0	0.18	11.2	10
30	10.0	0.17	26.2	25
40	10.0	0.17	46.6	45
50	10.0	0.16	75.7	75
60	10.0	0.15	113.3	115
20	12.0	0.18	10.5	10
30	12.0	0.17	24.4	25
40	12.0	0.17	43.4	45
50	12.0	0.16	70.3	70
60	12.0	0.15	104.9	105

Fuente: Manual para el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.

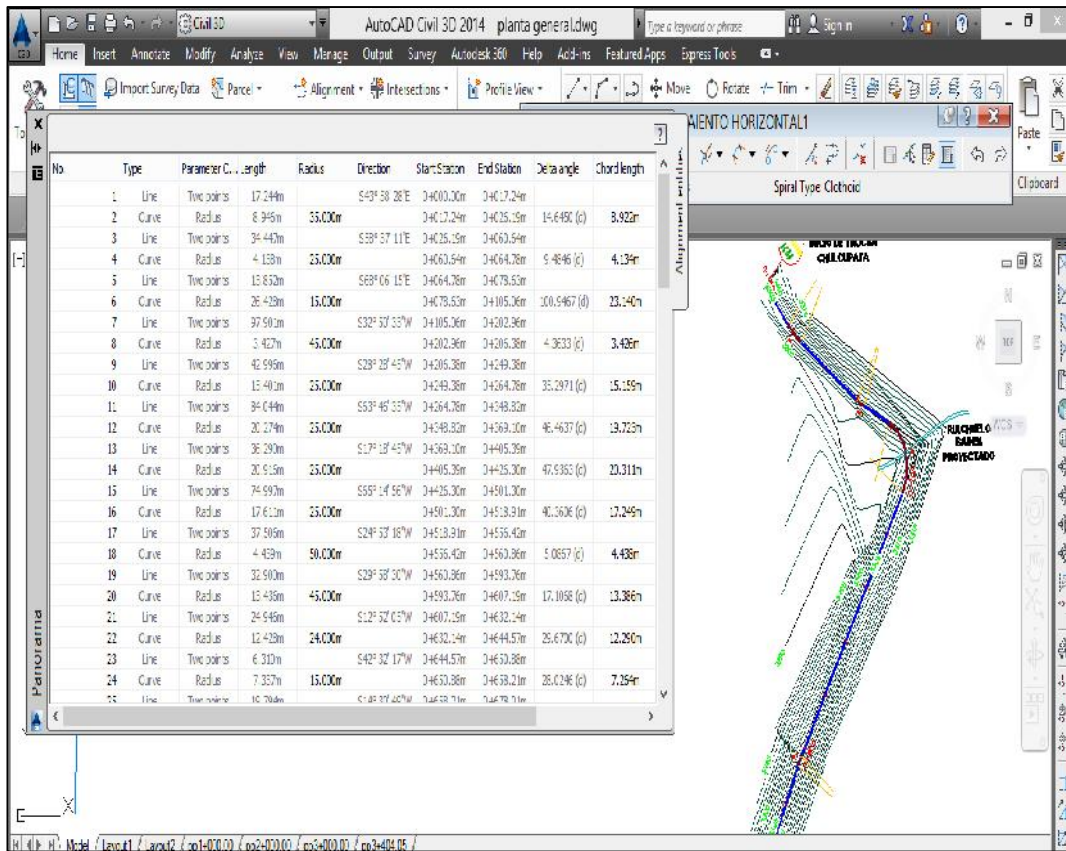


Figura 24 Verificación de los radios y curvas horizontales
Fuente: elaboración propia.

4.7. Banqueta de visibilidades

En las curvas horizontales, se deberá asegurar la visibilidad a la distancia mínima de parada. Para una velocidad directriz de 25 km/hora, la distancia de visibilidad de parada será de 30 metros para una pendiente de + 6% (subida) de 35 metros para una pendiente de - 6 % (bajada).

b) Diseños geométricos en perfiles y sección.

Diseño en perfil.

El diseño geométrico en perfil corresponde a los diseños tanto para las curvas verticales, pendientes, desarrollo de curvas horizontales con curvas verticales, longitudes de curvas verticales convexas y convocas.

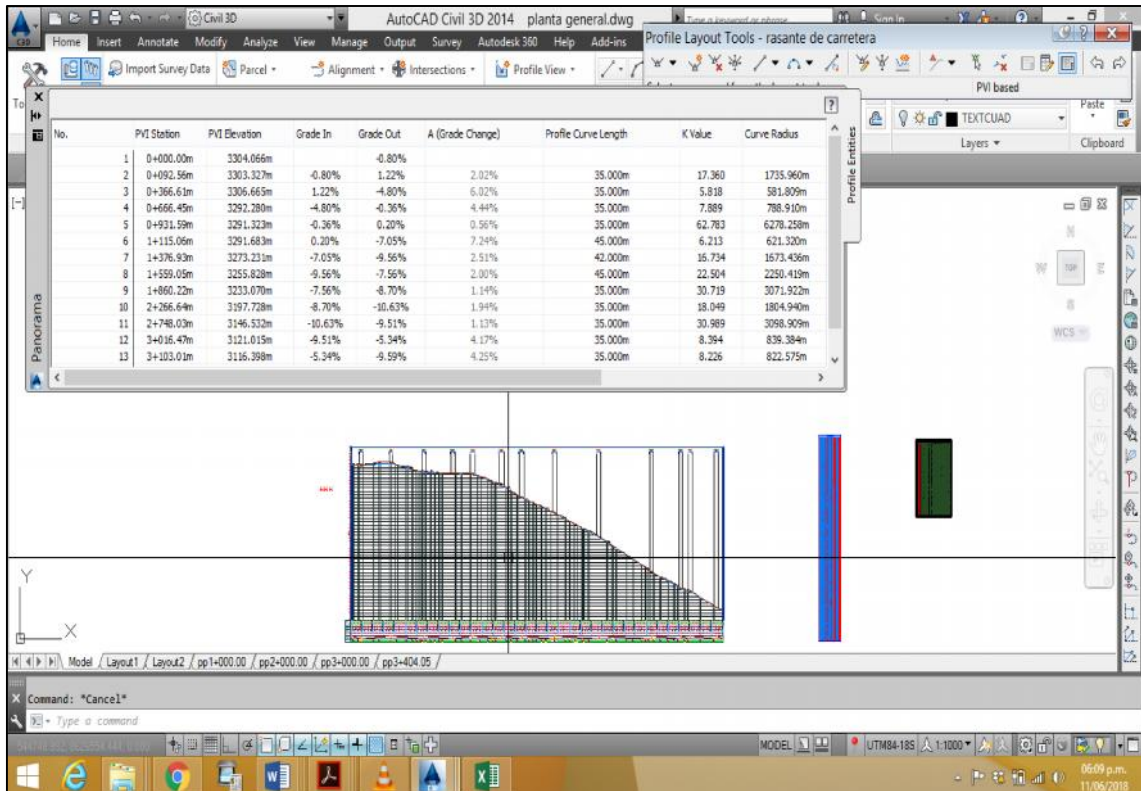


Figura 25 Curvas verticales, rasante y pendiente máxima.

Fuente: elaboración propia.

4.8. Diseño en sección transversal.

4.8.1. Pavimento

El ancho de superficie de rodadura es la faja del pavimento destinada a la circulación permanente de los vehículos, su diseño deberá tener un criterio económico para soportar una vía de circulación. El tramo en estudio tendrá un ancho de superficie de 3.50 m.

4.8.2. Bermas

Son las franjas situadas a ambos lados de la superficie de rodadura con la finalidad de resistir lateralmente las cargas laterales que recibe esta. En el presente Estudio no se está considerando bermas, ya que se trata de una trocha carrozable.

4.8.3. Calzada

Es el ancho de la calzada a rasante terminada que resulta de la suma del ancho del pavimento, del ancho de las bermas y en curvas aumentadas del sobre-ancho. Para el caso particular de la trocha carrozable la calzada tendrá los siguientes dimensionamientos:

- Superficie de Rodadura 3.50m
- Sobre ancho de 0.30 a 2.05m

4.8.4. Elemento físico del drenaje.

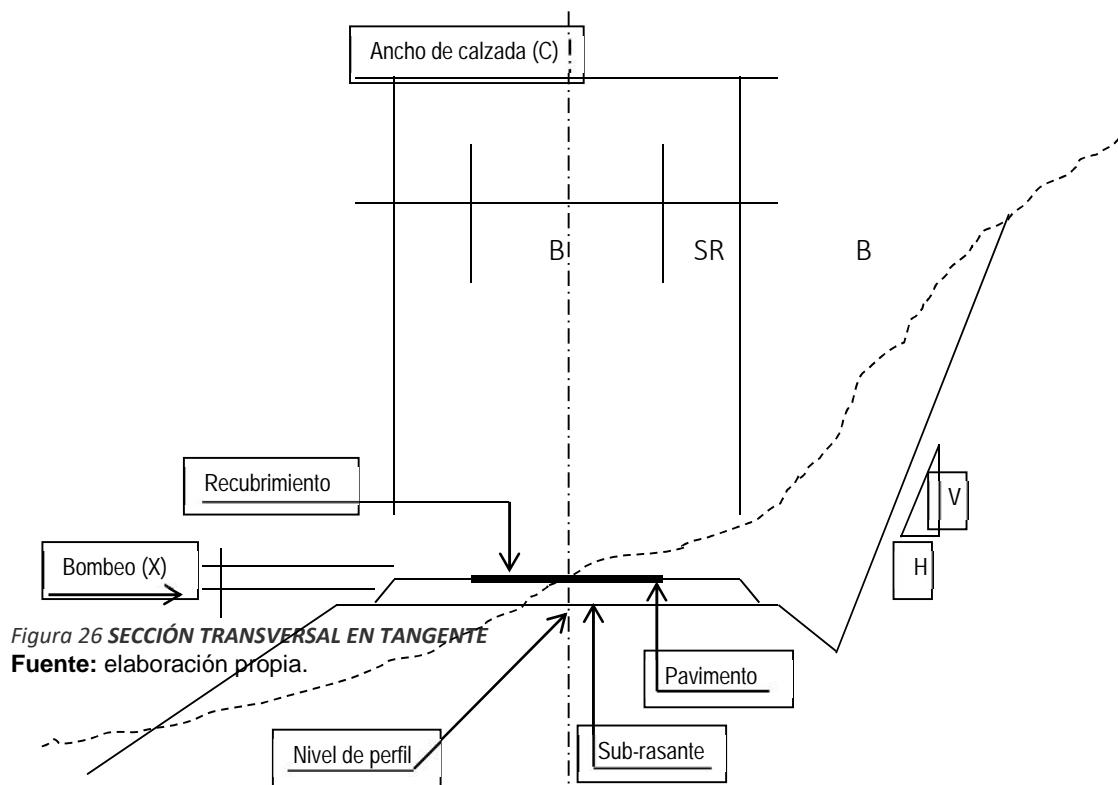
La eliminación del agua de la superficie de rodadura se efectúa por medio del bombeo en las secciones en tangente y del peralte en las curvas horizontales, provocando el escurrimiento de las aguas hacia las cunetas. Para la determinación de las dimensiones de la sección de la cuneta transversal a lo largo de la carretera se empleó el siguiente cuadro que representan las dimensiones mínimas de sección según el diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito. En nuestro caso la zona de estudio se considera como una región lluviosa, la misma que se indica en el cuadro.

Tabla 26
Sección de cuneta

Región	Profundidad (m)	Ancho (m)
Seca	0.2	0.5
Lluviosa	0.3	0.75
Muy lluviosa	0.5	1

Fuente: elaboración propia.

A continuación, se presenta las secciones transversales típicas.



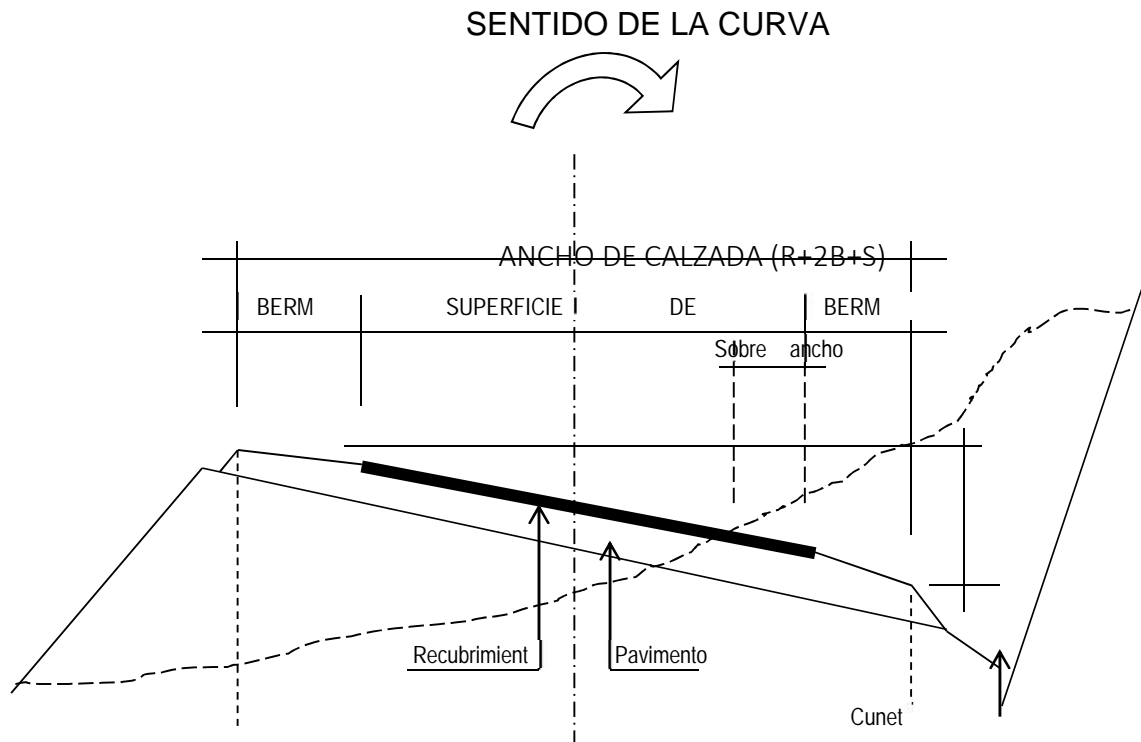


Figura 27 sección transversal típica en terraplén y en curva
Fuente: elaboración propia.

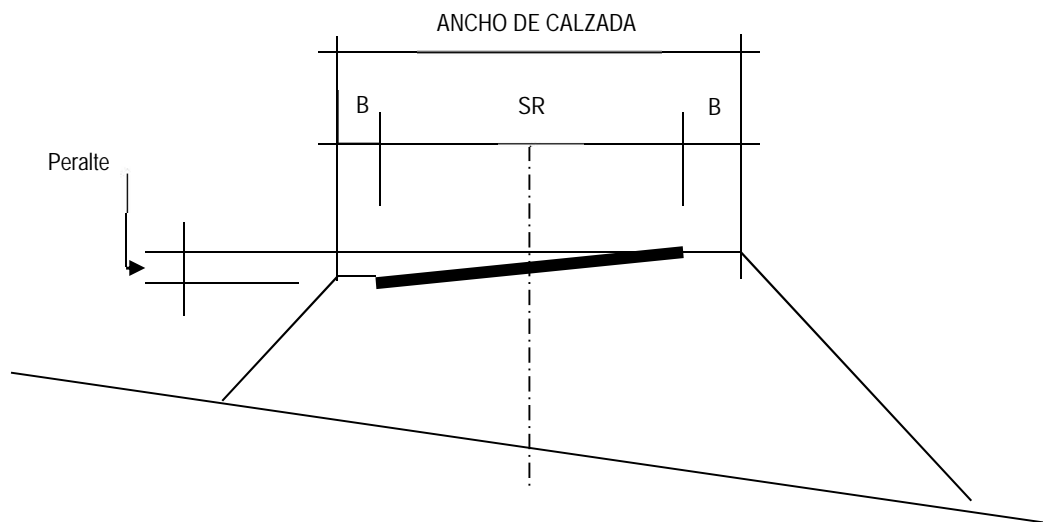


Figura 28 Ancho de la calzada
Fuente: elaboración propia.

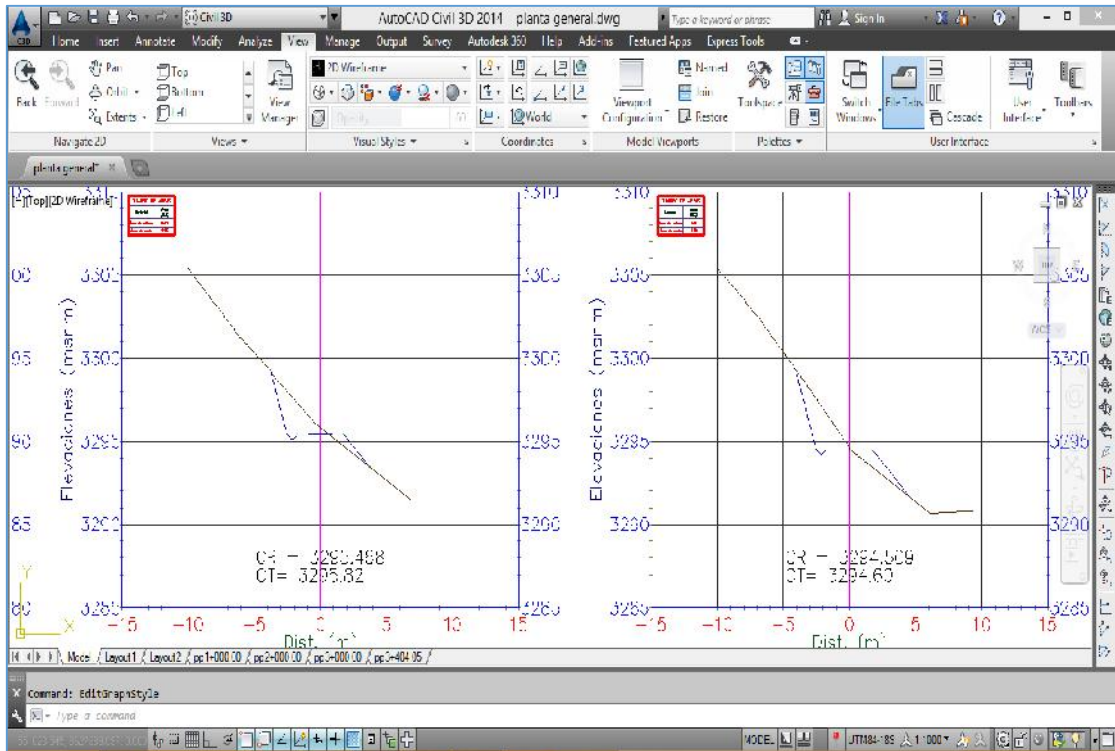


Figura 29 Transversal de diseño en AutoCAD Civil 3D.

Fuente: Elaboración propia

4.8.5. Taludes

Los taludes son generalmente estables, presentándose algunos los que se estarán tratando con la reforestación, aliviamiento de taludes y construcción de muros de contención, con la finalidad de garantizar su estabilidad. Sin embargo, en los lugares donde los ensanches o modificaciones de las secciones transversales, por diferentes causas, se deben adecuar a los taludes que a continuación se indican, en concordancia con las Normas Peruanas Para el Diseño de Carreteras. Para la configuración de los taludes de corte y relleno de la sección de la plataforma se procedió a la determinación del tipo de suelo a que se puede presentar a lo largo del tramo de diseño teniendo para nuestro caso lo

siguiente: Terreno suelto. Terreno con roca suelta Terreno con roca fija, dependiendo de la longitud del tramo y del tipo de suelo, altura de corte y relleno a realizar se procedió a realizar un tipo de sección típica las mismas que variaran según corresponda. Cabe indicar que para el ingreso de los valores de los taludes de corte al software debemos de tener de conocimiento que el AutoCAD Civil 3D toma como el valor de la unidad (1) a la relación de la vertical, el cual sería (H: V) siendo V=1. Y de acuerdo al manual del DG-2018 la relación es de (H:V), teniendo en claro debemos de realizar una operación simple el cual nos permita encontrar en valor de H cuando la vertical es de 1. Otra consideración que se debe de tener en cuenta para tomar los valores de corte y relleno son las alturas a efectuar tanto en corte y relleno variando está según las alturas y tipo de material en la que se esté realizando el diseño. En nuestro caso no se tuvo alturas de corte superiores a los 5 m por lo que se optó por un valor de 0.333.

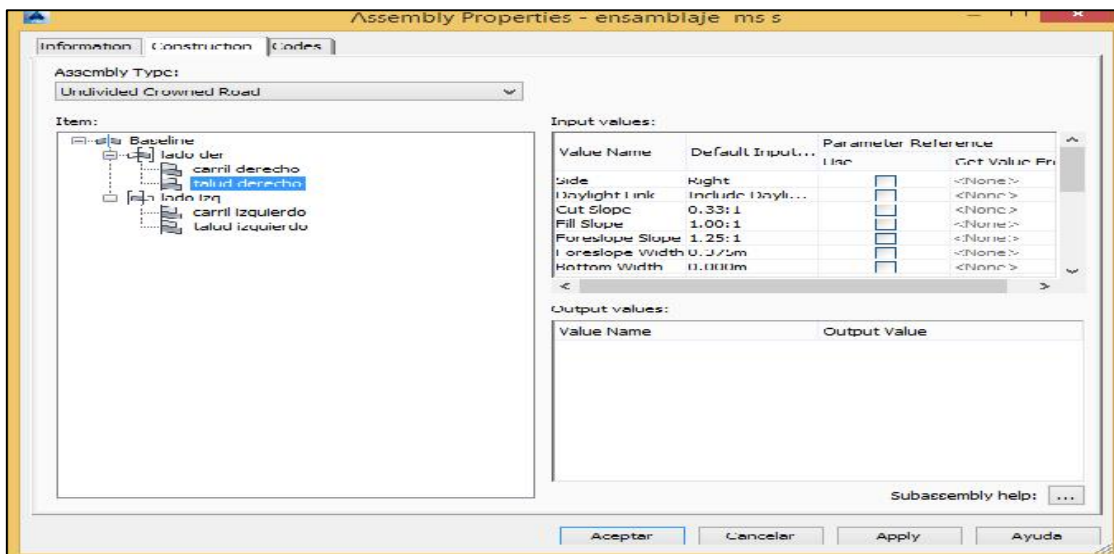


Figura 30 Ensamblaje de sección típica

Fuente: elaboración propia

Clasificación de materiales de corte		Roca fija	Roca suelta	Material		
				Grava	Limo arcilloso o arcilla	Arenas
Altura de corte	< 5 m	1:10	1:6-1:4	1:1 - 1:3	1:1	2:1
	5-10 m	1:10	1:4-1:2	1:1	1:1	*
	> 10 m	1:8	1:2	*	*	*

(*) Requerimiento de banquetas y/o estudio de estabilidad.

Figura 31 Valores referenciales para taludes de corte.

FUENTE: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

Tabla 27

Valores referenciales para taludes de relleno.

Materiales	Talud (V:H)		
	Altura (m)		
	<5	5-10	>10
Gravas, limo arenoso y arcilla	1:1.5	1:1.75	1:2
Arena	1:2	1:2.25	1:2.5
Enrocado	1:1	1:1.25	1:1.5

FUENTE: Manual de Carreteras, Diseño Geométrico Revisada y Aprobada a enero de 2018.

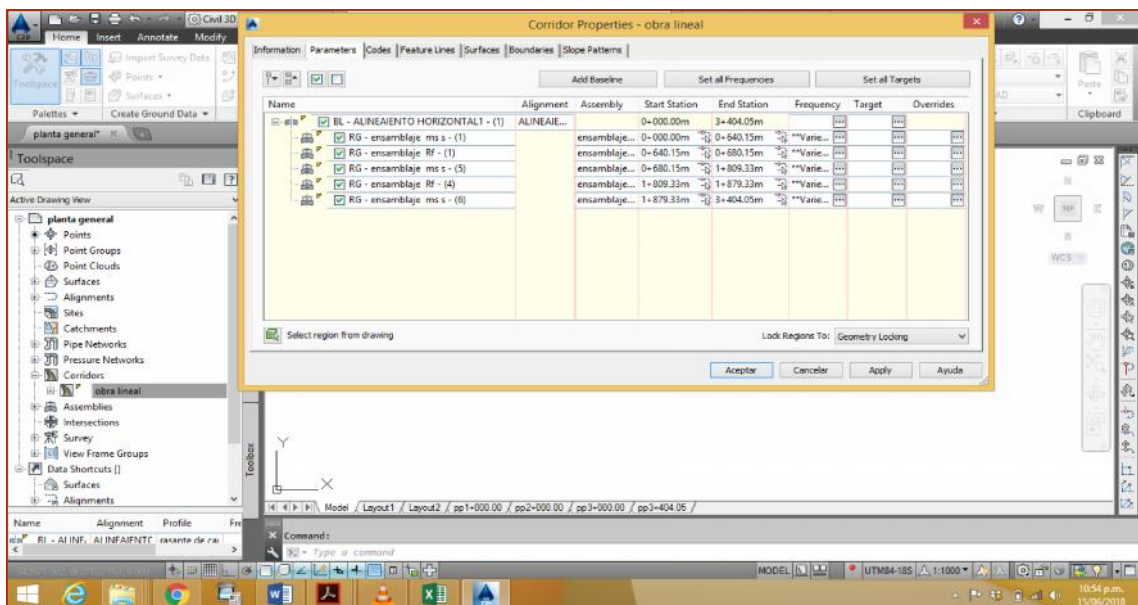


Figura 32 Combinación de tipo de sección típica según al tipo de material empleando el AutoCAD Civil 3D
FUENTE: Elaboración propia

Tabla 28
 Parámetro de diseño geométrico final

PARÁMETRO DE DISEÑO GEOMÉTRICO FINAL	
Clasificación Según Jurisdicción	Sistema Vecinal
Clasificación Según Servicio	Camino vecinal
Sub clasificación de Cam. Vecinal	-
Derecho de Vía	15.00 m
Faja de propiedad restringida a cada lado del derecho de vía	10.00 m
Longitud total tramo I	3+404 km
Topografía	Accidentado - ondulado
Velocidad Directriz	20Km./hora
Velocidad de diseño en curva vertical	15 Km/h.
Tipo de Camino	Camino Vecinal
Superficie de Rodadura	3.50 mt
Radio mínimo	12 m
Ancho de la calzada en tangente	3.50 m
Peralte	8%
Berma	0.00 m
Cunetas	Región Lluviosa 0.75 prof. X 0.30 ancho
Plazoletas C/ 5.00 km.	NO EXISTE
Bombeo de capa de rodadura	2.5%

) la curva horizontal proyectada tiene los siguientes los elementos mostrados en la tabla (según diseño adoptado para la presente).

CONCLUSIONES

1. El presente informe técnico realizado, tuvo como objetivo principal la realización realizar el diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba – Tayacaja - Huancavelica. Para la realización del presente informe técnico nos basamos en la longitud del tramo desde la progresiva 0+000 al 3+404 es decir en la totalidad del tramo que une las localidades de Chullcupata y Pumapachupan, puesto que existe la necesidad de comunicar con una infraestructura vial a las dos localidades mencionadas.
2. Se concluye que la orografía influye directamente en el diseño geométrico de la carretera que une las localidades de Chullcupata – Pumapachupan, influyendo en los parámetros mínimos a considerar en el diseño siendo estas en muchos casos difíciles de cumplir por la condición topográfica y de orografía de la superficie del terreno por donde se planteó la ruta o eje de vía.

3. Se concluye que la influencia de la orografía en el diseño geométrico de la carretera Chullcupata - Pumapachupan de la localidad de Ninobamba del distrito de Colcabamba-Tayacaja-Huancavelica”, en cuanto a los cumplimientos de los parámetros de diseño a considerar según el manual de diseño geométrico DG-2018 no cumplen ya que el terreno es accidentado con cambios en su forma y elevación, en cuanto a la clasificación de la carretera por su demanda se clasifico como una trocha carrozable y de acuerdo a la clasificación por orografía la misma que es la pendiente en la sección transversal de 87.7% y menor a 92.06% se clasifico como un terreno accidentado, En cuanto a la pendiente máxima que se consideró en el diseño geométrico de la carretera fue de 9.59%, radio mínimo horizontal considerado en el diseño fue de 12 metros el cual se encuentra dentro de los parámetros mínimos excepcionales de los radios dentro del Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, para el diseño geométrico de la ruta indicada se realizó considerando como única la alternativa de diseño en el cual fue representaba en planos de vista en planta, perfil longitudinal, sección transversal.

RECOMENDACIONES

1. Se recomienda no variar la estructuración planteada, ya que generaría la variación en cuanto a parámetros de diseño.
2. Se recomienda continuar con la investigación planteando el tipo de vehículo la cual deberá de circular por la carretera, además del tipo de superficie a considerar siendo esta de afirmado y/o un tipo de pavimento rígido o flexible ya que estas consideraciones están relacionadas más directamente con los parámetros de diseño y en temas económicos.
3. Se recomienda no disminuir los radios horizontales mínimos excepcionales de 12 mts ya que estas se influirían en los giros de los vehículos a transitar por la carretera.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Roberto, H. S. (2014). Metodología de la investigación (Sexta ed.). D.F, México: McGRAW-HILL/INTERAMERICANA EDITORES.
- Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles (2018), manual de carreteras diseño geométrico DG – 2018.
- Dirección General De Caminos Y Ferrocarriles (2008) manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito.
- Morales (2017) Diseño geométrico y medición de niveles de servicio esperado del tramo crítico de la ruta n° Im-122 (Tesis de Pre Grado) Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima.
- Ministerio de Transportes y comunicaciones (Perú). “Estudio definitivo de ingeniería para el mejoramiento de la carretera: Patahuasi- Yauri- Sicuani Tramo: San Genaro- El descanso”. Lima.
- TORRES, Raúl. Intervenciones en la Red Vial Nacional [diapositivas]. Lima. Ministerio de Transportes y Comunicaciones- Provías Nacional, 2013. 33 diapositivas, col.
- Saldaña (2014) Diseño de la vía y mejoramiento hidráulico de obras de arte en la carretera loero-jorge Chávez, inicio en el km 7.5, distrito de Tambopata, Región Madre de Dios (Tesis de Pre Grado) Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo.

ANEXOS

PANEL FOTOGRÁFICO:



IMAGEN 1: Levantamiento topográfico (km 0+100)



IMAGEN 2: Levantamiento topográfico (km 0+500)



IMAGEN 3: Se aprecia el estacado del eje de vía de la carretera.



IMAGEN 4: Se aprecia el estacado del eje de vía de la carretera.



IMAGEN 5: En esta vista se aprecia el trazado del eje de vía de la carretera



IMAGEN 5: En esta vista se aprecia el trazado del eje de vía de la carretera.

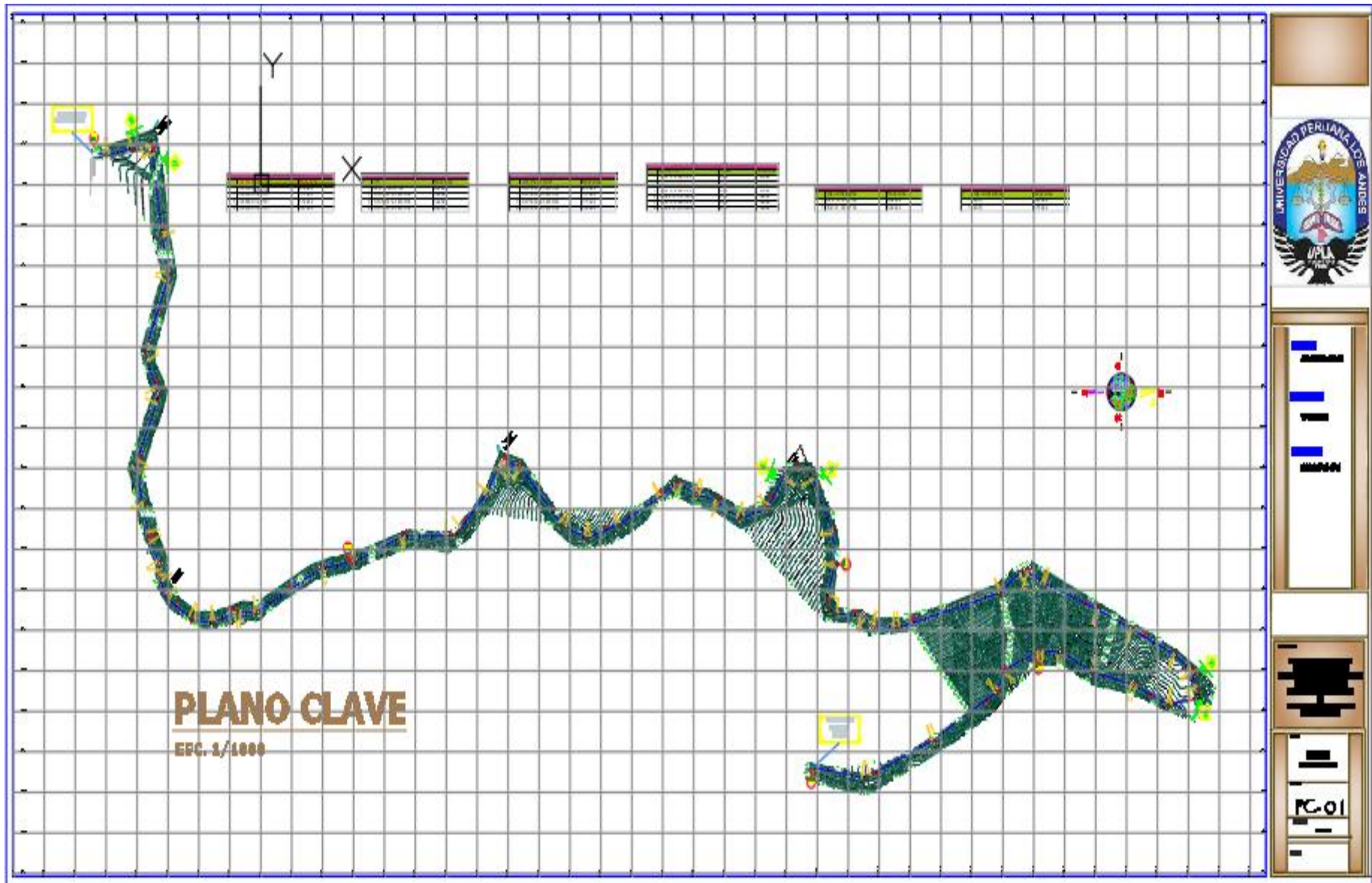


IMAGEN 6: Se observa el trabajo topográfico en campo



IMAGEN 7: Se observa las áreas agrícolas por donde pasará la vía,

PLANOS:





REGION
CAMAQUENA

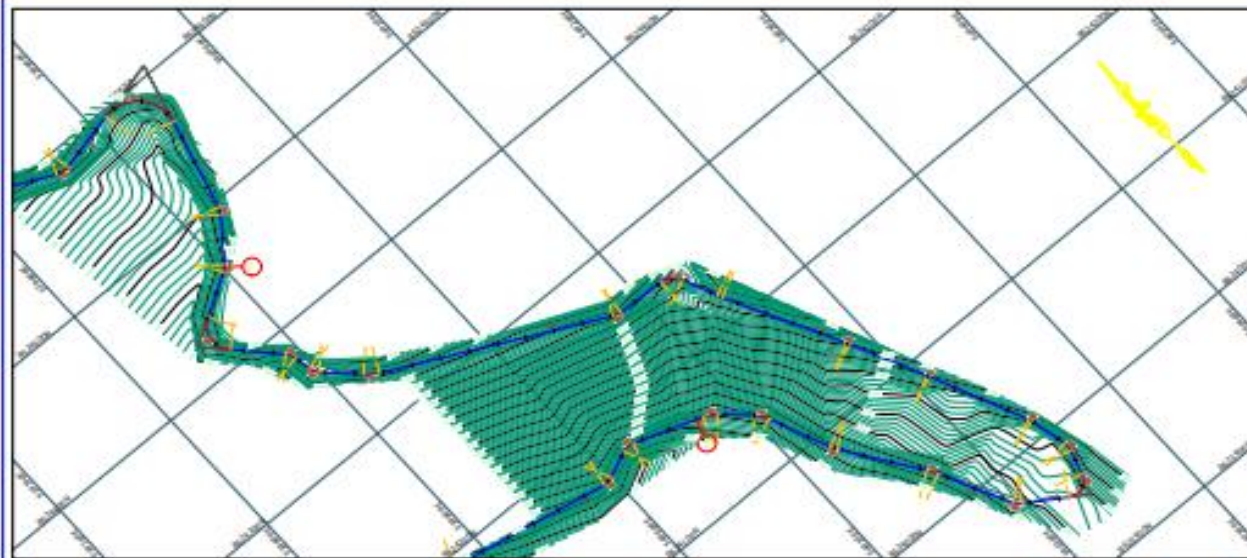
PROVINCIA
TARAPACA

DISTRITO
COLUMBA-04

CREACION DE LA TRONCA
CAMBIABLE TRONCO
CERRABLE PARA
PERMANENTE EN LA
CARRETERA DE AYUBAMBA
DEL DISTRITO DE
COLUMBA - TACNA -
PERU 2012-1

PLANTA
T.C. 071
3-000 - 3-000

PF-05

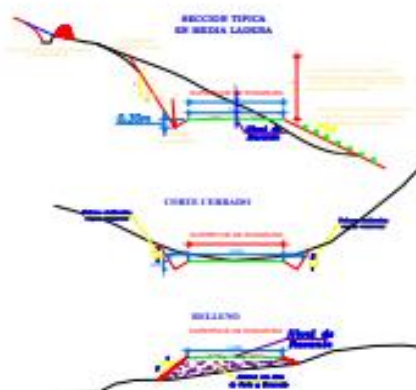
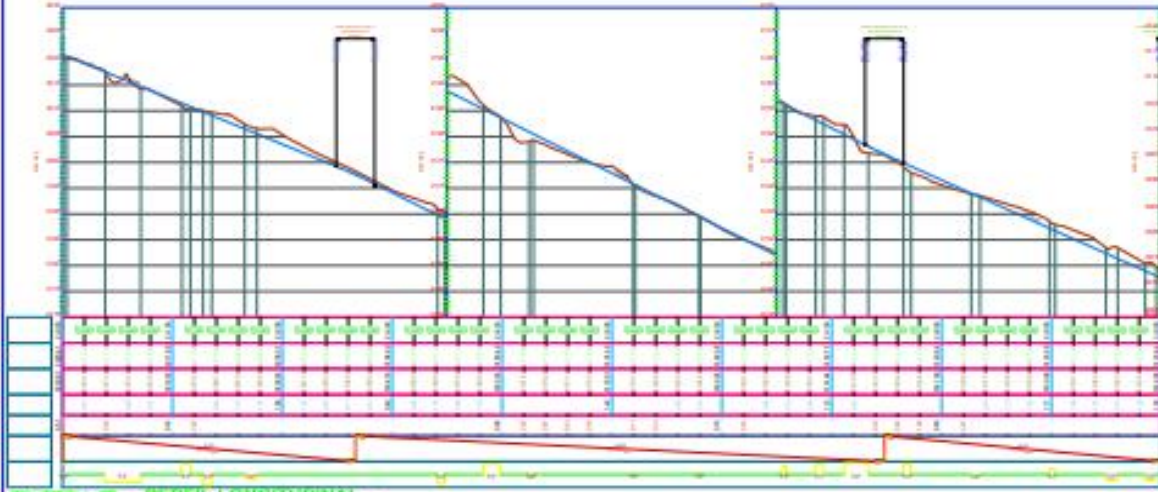


ESTACION	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA	ALTIMETRIA
1	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
2	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
3	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
4	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
5	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
6	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
7	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
8	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
9	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000
10	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000	1000



REPERICION CONNER TECNICA DE LA VÍA

DESCRIPCION DE LA OBRA	UNIDAD	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
Repericón de 10 m	m ²	100	100	10000
Repericón de 20 m	m ²	200	200	40000
Repericón de 30 m	m ²	300	300	90000
Repericón de 40 m	m ²	400	400	160000
Repericón de 50 m	m ²	500	500	250000
Repericón de 60 m	m ²	600	600	360000
Repericón de 70 m	m ²	700	700	490000
Repericón de 80 m	m ²	800	800	640000
Repericón de 90 m	m ²	900	900	810000
Repericón de 100 m	m ²	1000	1000	1000000



TRAZAMIENTO DE TALLERES EN CORTE

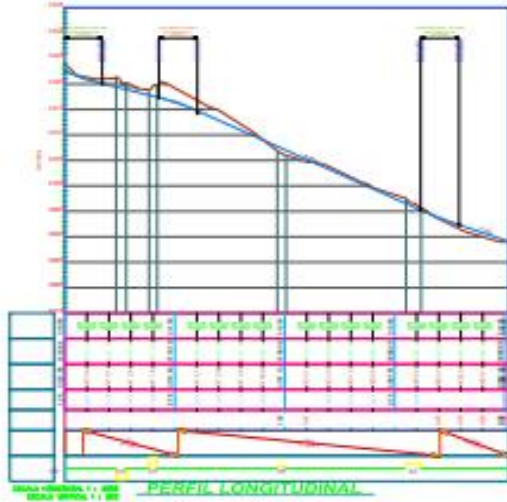
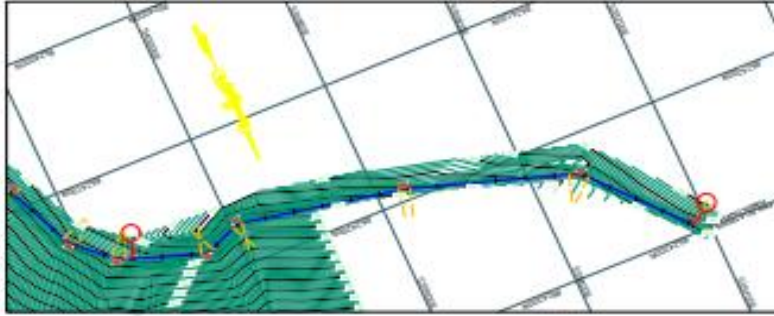
N.º	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Trazo de 10 m	100	100	10000
2	Trazo de 20 m	200	200	40000
3	Trazo de 30 m	300	300	90000
4	Trazo de 40 m	400	400	160000
5	Trazo de 50 m	500	500	250000
6	Trazo de 60 m	600	600	360000
7	Trazo de 70 m	700	700	490000
8	Trazo de 80 m	800	800	640000
9	Trazo de 90 m	900	900	810000
10	Trazo de 100 m	1000	1000	1000000

TRAZAMIENTO DE TALLERES DE LADERO

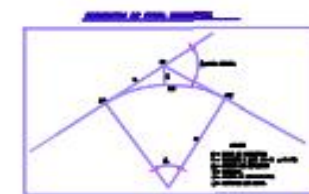
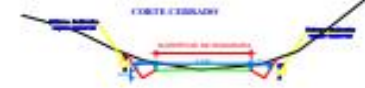
N.º	DESCRIPCION	CANTIDAD	VALOR UNITARIO	VALOR TOTAL
1	Trazo de 10 m	100	100	10000
2	Trazo de 20 m	200	200	40000
3	Trazo de 30 m	300	300	90000
4	Trazo de 40 m	400	400	160000
5	Trazo de 50 m	500	500	250000
6	Trazo de 60 m	600	600	360000
7	Trazo de 70 m	700	700	490000
8	Trazo de 80 m	800	800	640000
9	Trazo de 90 m	900	900	810000
10	Trazo de 100 m	1000	1000	1000000

LEYENDA

[Symbol]	ALTIMETRIA
[Symbol]	SECCION TIPOICA
[Symbol]	SECCION DE CERRADO
[Symbol]	SECCION DE LADERO
[Symbol]	SECCION DE TALLERES
[Symbol]	SECCION DE TALLERES EN CORTE
[Symbol]	SECCION DE TALLERES DE LADERO
[Symbol]	SECCION DE TALLERES DE CERRADO
[Symbol]	SECCION DE TALLERES DE LADERO EN CORTE



ESTACION	ALCANTARILLA	TIPO	ANCHO	PROFUNDIDAD	TIPO DE SUELO	TIPO DE OBRAS
1+000	1	...	...	...	...	...
1+050	2	...	...	...	...	...
1+100	3	...	...	...	...	...
1+150	4	...	...	...	...	...
1+200	5	...	...	...	...	...
1+250	6	...	...	...	...	...
1+300	7	...	...	...	...	...
1+350	8	...	...	...	...	...
1+400	9	...	...	...	...	...
1+450	10	...	...	...	...	...
1+500	11	...	...	...	...	...
1+550	12	...	...	...	...	...
1+600	13	...	...	...	...	...
1+650	14	...	...	...	...	...
1+700	15	...	...	...	...	...
1+750	16	...	...	...	...	...
1+800	17	...	...	...	...	...
1+850	18	...	...	...	...	...
1+900	19	...	...	...	...	...
1+950	20	...	...	...	...	...
2+000	21	...	...	...	...	...



RENDIMIENTO DE OBRAS		LEENDAS
Trabajo de corte	100 m ³ / día	...
Trabajo de relleno	100 m ³ / día	...
Trabajo de concreto	100 m ³ / día	...
Trabajo de acero	100 m ³ / día	...
Trabajo de carpintería	100 m ³ / día	...
Trabajo de pintura	100 m ³ / día	...
Trabajo de limpieza	100 m ³ / día	...
Trabajo de mantenimiento	100 m ³ / día	...
Trabajo de seguridad	100 m ³ / día	...
Trabajo de señalización	100 m ³ / día	...
Trabajo de drenaje	100 m ³ / día	...
Trabajo de iluminación	100 m ³ / día	...

TRATAMIENTO DE TALUDS EN TERRE			TRATAMIENTO DE TALUDS EN BALLENO		
TIPO DE TALUD	TRATAMIENTO	VALORES TÍPICOS	TIPO DE TALUD	TRATAMIENTO	VALORES TÍPICOS
...
...
...
...

UNIVERSIDAD PERUANA LOS ANDES
UPLA

REGION
AMAZONIA

PROVINCIA
MARAU

DISTRITO
COLASHED

CREATIVIDAD DE LA FORTUNA
CARRANDELLA TRAMITE
CONSTRUCTIVA
PREPARACION PLAN DE LA
FACULTAD DE INGENIERIA
DEL INSTITUTO DE
INTEGRACION TERRITORIAL
DEL ANDES

PLANTA
PERFIL
1:1000 - 1:400

PP-04





REGION
SAMBOYACA

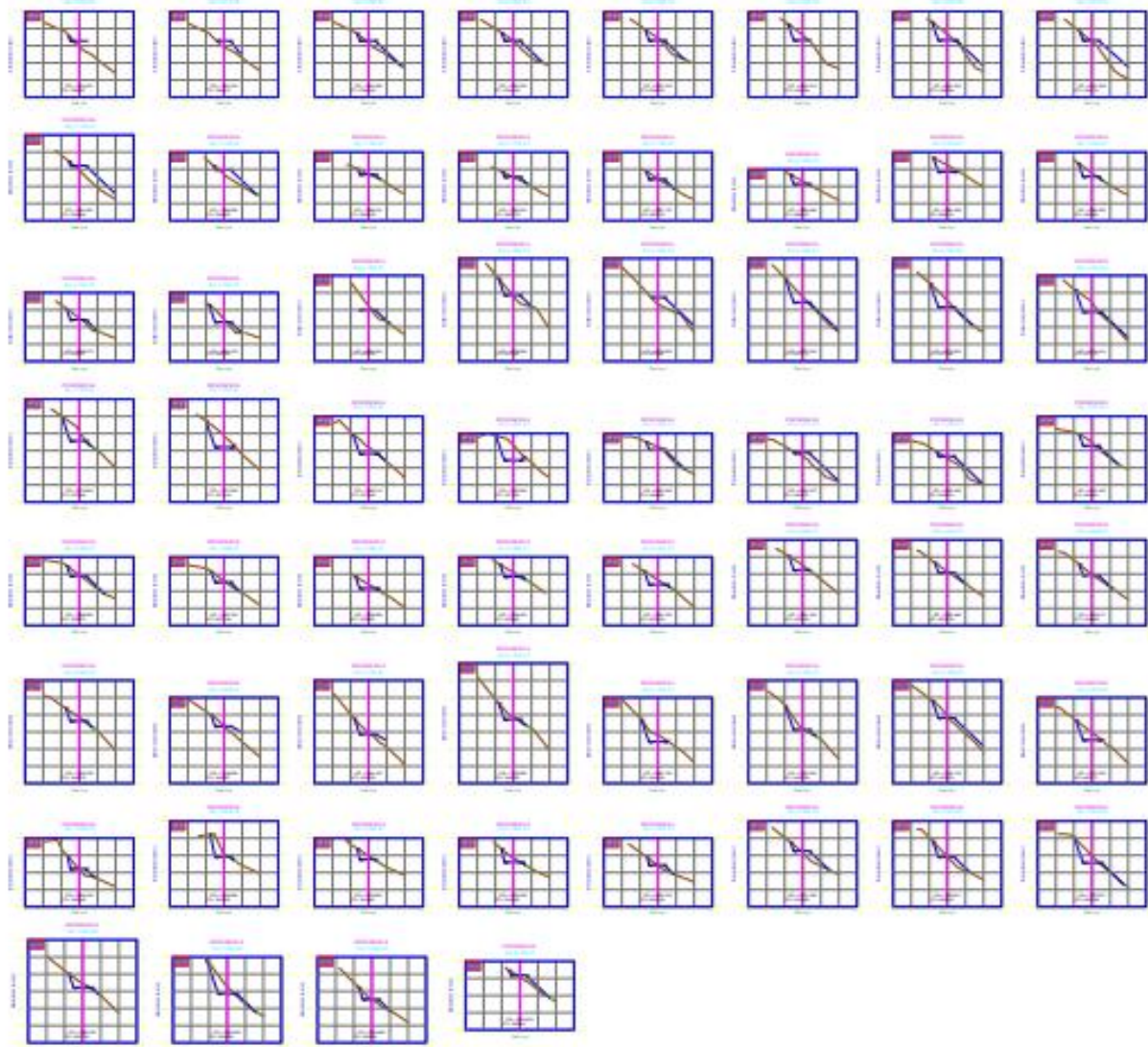
PROVINCIA
YANAM

DISTRITO
COLUMBES

ESCUELA DE LA ZONA
CARRANZA DE ANDES
CARRANZA DE ANDES
PERU PARA LA
CALIDAD DE VIVIR
DEL INTERIOR
CARRANZA - TAYACAN
- HUAYBAMA

GRUPO
TRANSVERSALES
0100 - 1100

ST-01



REGION
 (AMNORQUE)

PROVINCIA
 (MORONA)

DISTRITO
 (COLONKAMBA)

CENTRO DE LA ESCUELA
 TRANSVERSAL
 EDUCATIVA
 PERUANA DE LA
 LOCALIDAD DE MORONA
 LOS ANDES DE
 TACACAMA, TACAMA
 AVILA 2000

RECIBI
 TRANSVERSAL
 1998 - 2000

ST-02



REGION
URUBAMBA

PROVINCIA
URUBAMBA

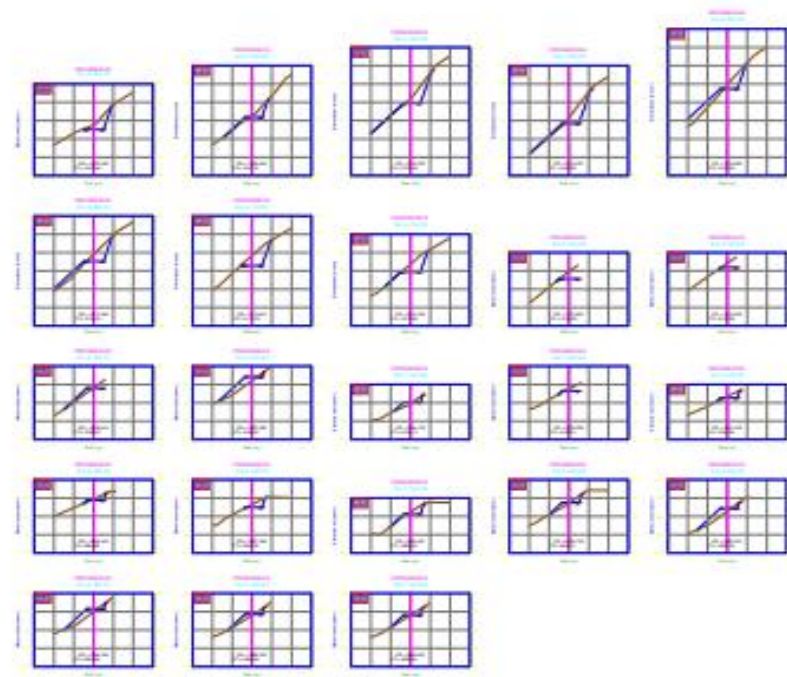
DISTRITO
COCORONHA

ORGANISMO EJECUTOR
CORPORACION PERUANA
DE INVESTIGACION Y
INFORMACION TECNOLÓGICA
DEL DISTRITO DE
COCORONHA - URUBAMBA

REGIONES
UNIVERSALES

ST-03

2017



REGION
HUANUCAY

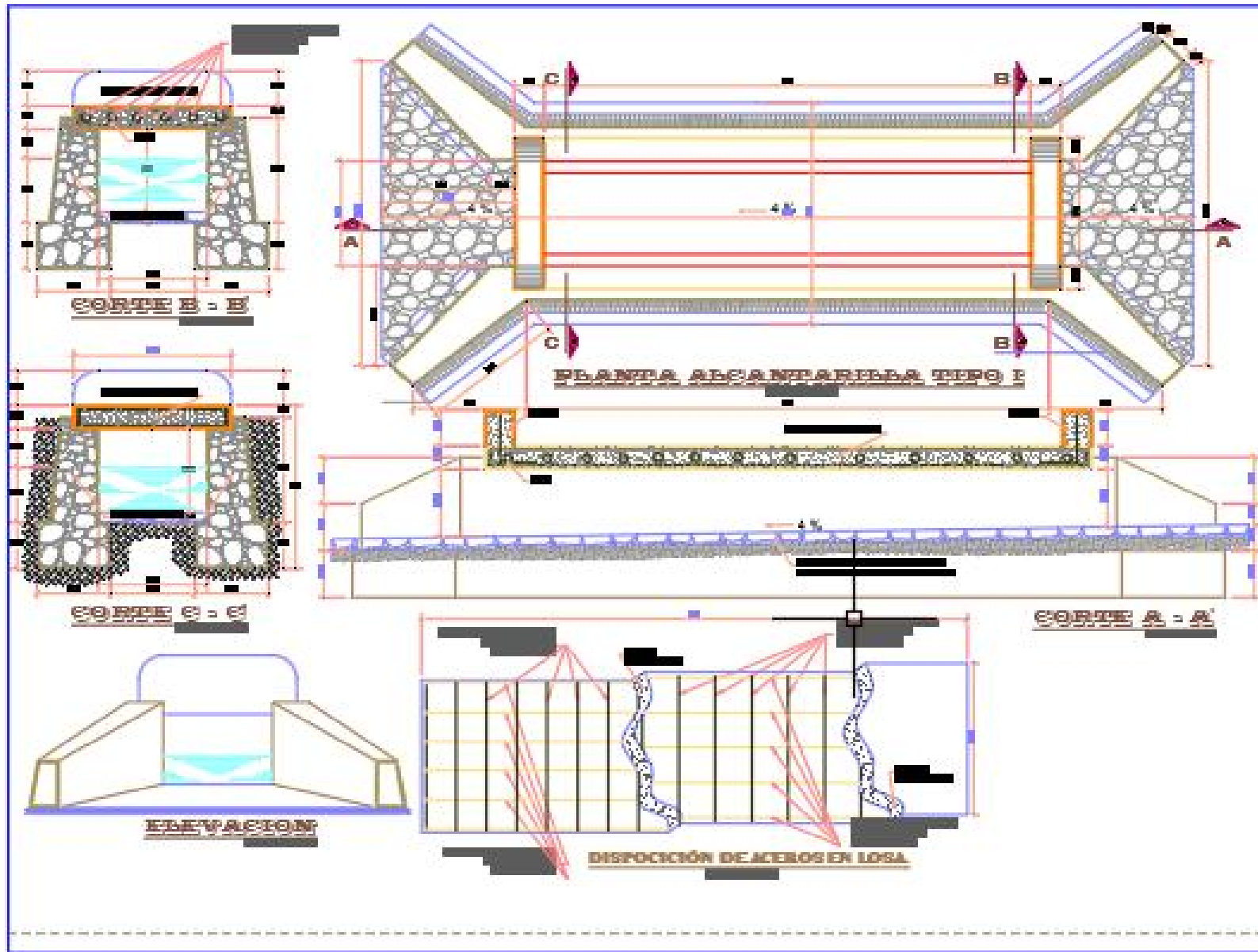
PROVINCIA
TAYACAN

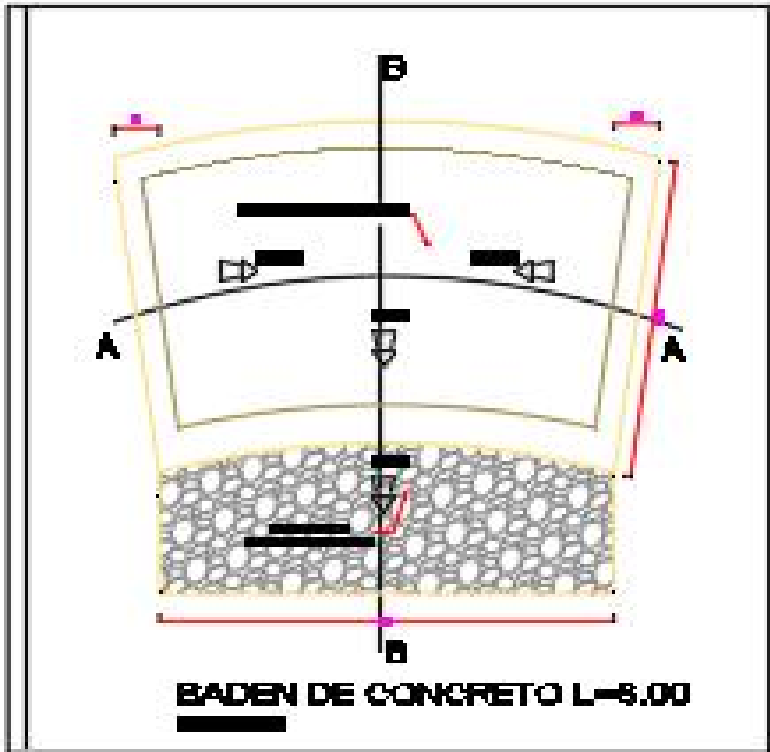
DISTRITO
COCORONCHA

CREACION DE LA PROVINCIA
CORRECTOR TRAMO
CIRCULAR PARA
PLANEACION DE LA
FUNCION DE MANTENIMIENTO
DEL SISTEMA DE
SUSCRIPCION - ESTACION
DE ANCHAS

REGION 6
TRANSACCIONES
2000 - 2004

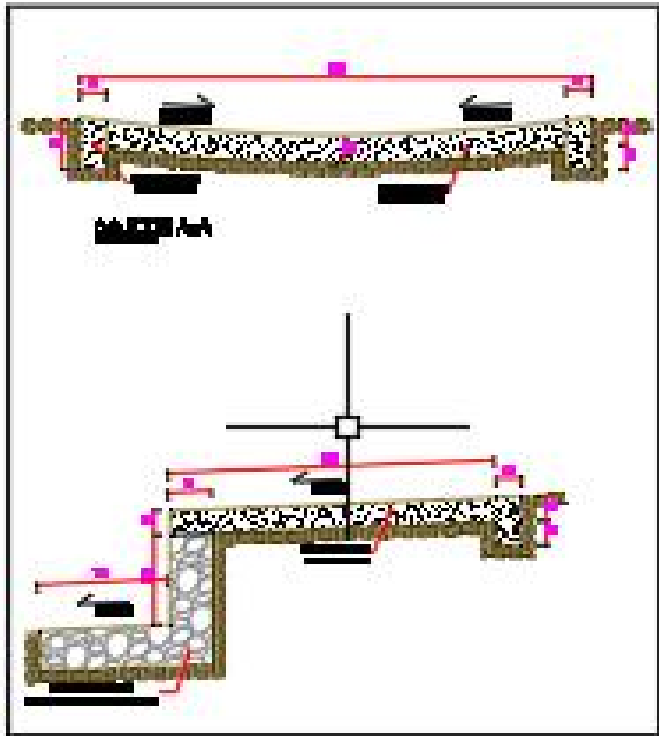
ST-04

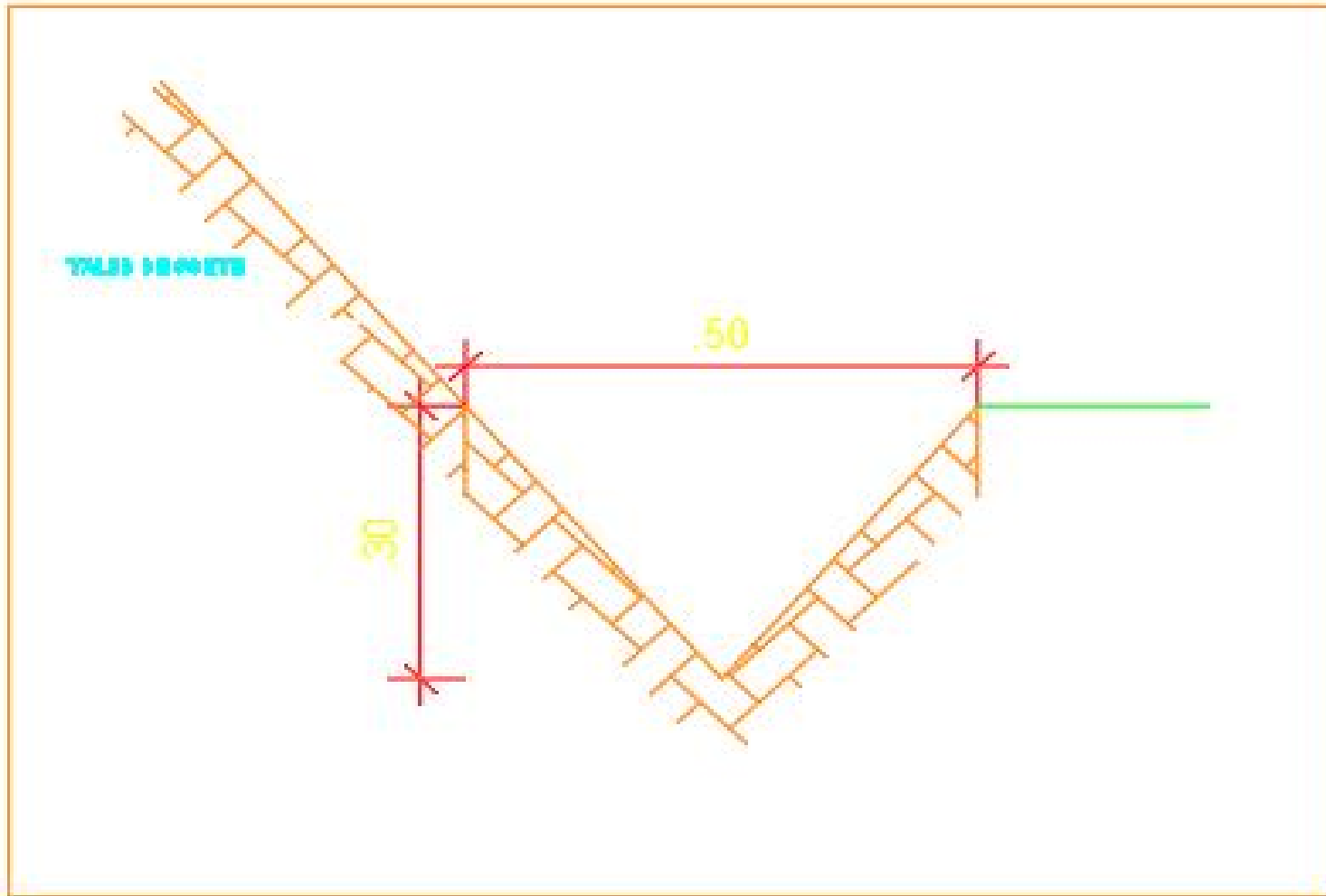
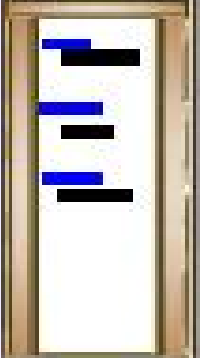





REFERENCIA DE TUBERIAS



[Redacted content]







UNIVERSITAS ISLAM RANIRY

5F-02

