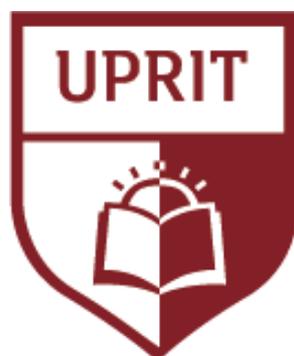


UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE
TACTAGO-HUALANGO-VISTA ALEGRE-VISTA FLORIDA-
MIRAFLORES, DISTRITO DE CUMBA, UTCUBAMBA, AMAZONAS,
2021**

TESIS

**PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE
INGENIERO CIVIL**

AUTOR:

**Bach. RIOS BACA, MIGUEL
Bach. RIOS PAREDES, JEFFERSON MIGUEL
Bach. RIOS PAREDES, KEVIN MIKEY**

ASESOR:

ING. Enrique Manuel Durand Bazán

TRUJILLO – PERÚ

2022

HOJA DE FIRMAS

DISEÑO DEL MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE TACTAGO-HUALANGO- VISTA ALEGRE-VISTA FLORIDA-MIRAFLORES”, DISTRITO DE CUMBA, UTCUBAMBA, AMAZONAS, 2021

Ing. Enrique Durand Bazán

PRESIDENTE

Ing. Guido Marín Cubas

SECRETARIO

Ing. Elton Javier Galarreta Malaver

VOCAL



DEDICATORIA

Dedicamos esta tesis a Dios. A Dios porque ha estado con nosotros a cada paso que damos, cuidándome y dándome fortaleza para continuar. A la familia, quienes a están allí a lo largo de la vida apoyo en todo momento, depositando su entera confianza en cada reto que se nos presentaba sin dudar ni un solo momento.

Bach. RIOS BACA, MIGUEL

Bach. RIOS PAREDES, JEFFERSON MIGUEL

Bach. RIOS PAREDES, KEVIN MIKEY



AGRADECIMIENTO

A nuestros docentes a quienes les debemos su paciencia, dedicación y enseñanzas y finalmente un eterno agradecimiento a la Universidad Privada de Trujillo la cual abrió sus puertas, preparándonos para un futuro competitivo y formándonos como personas de bien.

Bach. RIOS BACA, MIGUEL

Bach. RIOS PAREDES, JEFFERSON MIGUEL

Bach. RIOS PAREDES, KEVIN MIKEY



INDICE DE CONTENIDOS

HOJA DE FIRMAS	2
RESUMEN	9
ABSTRACT	10
I. INTRODUCCION	11
1.1. Realidad Problemática	11
1.2. Formulación del Problema	12
1.3. Justificación	13
1.4. Objetivos	13
1.4.1. Objetivo General	13
1.4.2. Objetivos Específicos	13
1.5. Antecedentes	14
1.6. Bases Teóricas	17
1.6.1. Red Vial	17
1.6.2 Tipos de Carreteras según la Demanda	19
1.6.3 Clases de carreteras según Orografía.	21
1.6.4 Normas aplicables al Diseño de caminos vecinales	23
1.6.5. Diseño Geométrico de Carreteras	24
1.6.8 Estudios Hidrológicos para Carreteras	46
1.7. Definición de Términos Básicos	49
II. MATERIALES Y METODOS	51
2.1. Material de Estudio	51
2.2. Técnicas, procedimiento e instrumentos	55
2.2.1. Para recolectar datos	55
2.2.2. Para procesar datos	56
2.3. Operacionalización de variable	57
III. RESULTADOS	59
3.1. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS	59
3.2 ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS	62
3.3 DISEÑO GEOMETRICO	69
3.4. HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE	72
3.5. DISEÑO DE PAVIMENTO	84
3.6. ESTIMACION DEL PRESUPUESTO	91



IV. CONCLUSIONES	94
V. RECOMENDACIONES	95
VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	96

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 Carreteras en el peru en funcion a la orografia.....	24
TABLA N° 02 Tipos de carreteras según condiciones orograficas	25
TABLA N° 03 Poblacion	31
TABLA N° 04 Operacionalizacion de variables	33
TABLA N° 05 Inicio de trazo	40
TABLA N° 06 Tolerancias para trabajos de levantamientos topograficos en construccion de carreteras	41
TABLA N° 07 Taludes de corte	50
TABLA N° 08 Taludes de relleno	51
TABLA N° 09 Pasivos ambientales	60

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01 Situacion de lasviales en el peru.....	21
FIGURA N° 02 Clasificacion de carreteras de acuerdo a la demanda.....	23
FIGURA N° 03 Ubicación del proyecto macro localizacion	35
FIGURA N° 04 Mapa de region Puno.....	36
FIGURA N° 05 Ubicación del proyecto.....	36
FIGURA N° 06 Levantamiento topografico	43
FIGURA N° 07 Levantamiento topografico.....	43



RESUMEN

La presente tesis es una investigación es del tipo descriptiva que tiene como objeto el diseño del mejoramiento de la trocha carrozable Tactago-Hualango-Vista Alegre- Vista Florida-Miraflores, en el distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas. Las trochas carrozables y los caminos rurales cumplen una función vital en la articulación e integración territorial del país al posibilitar la interconexión y comunicación entre los pequeños caseríos y los medianos y grandes centros de consumo, contribuyendo a la reducción del tiempo y costo del transporte, tanto de las personas como de los productos (Ramirez y Rodas, 2019).

Por lo que se refiere al bienestar social, la falta de una trocha carrozable hace que los caseríos de esta zona se encuentren aislados y no puedan cubrir necesidades básicas en el menor tiempo posible, tales como: comprar víveres y alimentos frescos que no se producen ahí, herramientas de trabajo, vestimenta, medicina, bienes materiales, productos para la agricultura y ganado, etc. Por lo tanto, es de vital importancia reconocer que la población beneficiada por la trocha carrozable es amplia. La población directamente beneficiada es de 2,404 habitantes (Censo 2007), como referencia al Censo 2007, distribuida en anexos y caseríos ubicados en la margen derecha del río Marañón, y que pertenecen al distrito de Cumba de la Provincia de Utcubamba en la Región Amazonas.

Como conclusión se completó la propuesta final de mejoramiento de los 10.74 Km de longitud. En general el diseño geométrico procurará adaptarse a las condiciones naturales del terreno, evitando los movimientos de tierras excesivas o la construcción de obras de arte o estructuras costosas. Radio mínimo = 15 m, Radio Excepcional = 10 m. Pendiente Máxima 12 %, Excepcional 15 %. Se realizó el estudio hidrológico definiéndose la necesidad de drenaje proyectándose la construcción de 13,560.00 ml de cunetas de base sin revestir de 1.00 m x 0.50 m., Construcción de 24 Alcantarillas TMC 36", y construcción de 06 badenes curvos de concreto. El costo de la solución propuesta asciende S/. 1'823,850.00 (Un Millón Ochocientos Veintitrés Mil Ochocientos Cincuenta Con 00/100 Nuevos Soles).

Palabras Clave: Camino Vecinal, Carretera, Diseño Geométrico

ABSTRACT

This thesis is a descriptive type of research that aims to design the improvement of the Tactago-Hualango-Vista Alegre-Vista Florida-Miraflores highway, in the district of Cumba, province of Utcubamba, Amazonas region. The highways and rural roads play a vital role in the articulation and territorial integration of the country by enabling interconnection and communication between small hamlets and medium and large consumption centers, contributing to the reduction of transportation time and cost, both of people as well as products (Ramirez and Rodas, 2019).

As far as social welfare is concerned, the lack of a carriageway means that the villages in this area are isolated and cannot cover basic needs in the shortest possible time, such as: buying groceries and fresh food that is not produced there, work tools, clothing, medicine, material goods, products for agriculture and livestock, etc. Therefore, it is vitally important to recognize that the population benefited by the carriageway is broad. The population directly benefited is 2,404 inhabitants (2007 Census), as a reference to the 2007 Census, distributed in annexes and hamlets located on the right bank of the Marañón River, and belonging to the Cumba district of the Utcubamba Province in the Amazon Region.

As a conclusion, the final proposal for the improvement of the 10.74 km length was completed. In general, the geometric design will seek to adapt to the natural conditions of the land, avoiding excessive earthworks or the construction of works of art or expensive structures. Minimum Radius = 15 m, Exceptional Radius = 10 m. Maximum Slope 12%, Exceptional 15%. The hydrological study was carried out, defining the need for drainage, projecting the construction of 13,560.00 ml of uncoated base ditches of 1.00 m x 0.50 m., Construction of 24 TMC 36" Sewers, and construction of 06 curved concrete speed bumps. The cost of the proposed solution amounts to S/. 1,823,850.00 (One Million Eight Hundred Twenty Three Thousand Eight Hundred Fifty With 00/100 Nuevos Soles).

Keywords

Neighborhood Road, Highway, Geometric Design

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

La infraestructura vial existente en la actualidad se encuentra en pésimas condiciones, debido a la no existencia de capa de afirmado, por solo ser un camino vecinal, y por las condiciones climatológicas adversas como son; las fuertes precipitaciones que se dan en la zona, así como también la acumulación de agua de lluvia en ciertos tramos, convierte esta carretera en intransitable en épocas de invierno, imposibilitando así la evacuación de los grandes volúmenes de producción hacia los mercados de consumo y su integración tanto regional como nacional. La intransitabilidad por esta vía en épocas de invierno, no solo acarrea pérdidas en la economía local, sino que también conlleva al aislamiento total en la atención de los servicios básicos de salud y educación, ya que impide el traslado de los estudiantes y enfermos hacia los centros de atención. (Ramirez y Rodas, 2019)

Los caminos rurales cumplen una función vital en la articulación e integración territorial del país posibilitando la comunicación e interconexión entre los pequeños los pequeños caceríos así como entre medianos y grandes centros de consumo, contribuyendo a la reducción del costo y tiempo del transporte, tanto de las mercancías como de las personas. La función dichas vías rurales es de singular importancia, pues estimulan el progreso de regiones aisladas y deprimidas económicamente, generalmente de buen potencial productivo que, por la carencia o deterioro de sus caminos, permanecen inexplorados o con sistemas artesanales de explotación orientados a cubrir únicamente las necesidades de autoconsumo (Chuquija, 2018).

Sin que este concepto pretenda ser general, diversos factores tales como – ubicación geográfica, condiciones topográficas, climáticas y geológicas adversas, escaso tránsito, carencia de recursos, etc.- influyen para que estas vías se diseñen con características técnicas sumamente restrictivas –baja velocidad directriz, pendientes máximas, secciones reducidas, carencia de obras de drenaje y pavimento; que su construcción se ejecute mediante el empleo de técnicas modestas, especificaciones inapropiadas y a menudo, poco o nulo control, falta de mantenimiento; etc., este conjunto de situaciones ocasiona a

corto plazo, el deterioro de las vías, el incremento de los costos de mantenimiento y finalmente, el colapso de los caminos (Chuquiya, 2018).

La Red Vial Nacional (RVN) está conformada por tres grandes ejes longitudinales y veinte ejes transversales, y tiene como misión vincular a las capitales de departamento, los principales centros productivos con las ciudades como centros de consumo y puertos marítimos como nodos del comercio exterior; constituyendo la base de todo el sistema de carreteras del país. La Red Vial Departamental, comprende las rutas de importancia regional que articulan las capitales de departamento con las principales ciudades al interior de Región. En tanto que, la Red Vial Vecinal está conformada por las vías que enlazan a las capitales distritales y centros poblados importantes con la capital de la provincia (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

Por lo que se refiere al bienestar social, la falta de una trocha carrozable hace que los caseríos de esta zona se encuentren aislados y no puedan cubrir necesidades básicas en el menor tiempo posible, tales como: comprar víveres y alimentos frescos que no se producen ahí, herramientas de trabajo, vestimenta, medicina, bienes materiales, productos para la agricultura y ganado, etc. Por lo tanto, es de vital importancia reconocer que la población beneficiada por la trocha carrozable es amplia. La población directamente beneficiada es de 2,404 habitantes (Censo 2007), como referencia al Censo 2007, distribuida en anexos y caseríos ubicados en la margen derecha del río Marañón, y que pertenecen al distrito de Cumba de la Provincia de Utcubamba en la Región Amazonas.

1.2. Formulación del Problema

¿Cuál es el diseño del mejoramiento de la trocha carrozable Tactago-Hualango-Vista Alegre- Vista Florida-Miraflores, en el distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas, 2020?

1.3. Justificación

Por su relevancia social, podemos mencionar que con el presente estudio se beneficiará directamente a los pobladores de la zona, y demás lugares del área de influencia; por cuanto esta vía tiene carácter integral, la falta de una trocha carrozable hace que los caseríos de esta zona se encuentren aislados y no puedan cubrir necesidades básicas en el menor tiempo posible, tales como: comprar víveres y alimentos frescos que no se producen ahí, herramientas de trabajo, vestimenta, medicina, bienes materiales, productos para la agricultura y ganado, etc. Por lo tanto, es de vital importancia reconocer que la población beneficiada por la trocha carrozable es amplia. La población directamente beneficiada es de 2,404 habitantes (Censo 2007), como referencia al Censo 2007, distribuida en anexos y caseríos ubicados en la margen derecha del río Marañón, y que pertenecen al distrito de Cumba de la Provincia de Utcubamba en la Región Amazonas.

Por su aporte metodológico la presente tesis servirá de guía para futuras tesis a fin de desarrollar investigaciones similares en otras regiones del Perú, referidas al diseño de vías y caminos rurales especialmente.

1.4. Objetivos

1.4.1. Objetivo General

Diseñar el mejoramiento de la trocha carrozable Tactago-Hualango-Vista Alegre-Vista Florida-Miraflores, en el distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas.

1.4.2. Objetivos Específicos

- (i) Realizar el Estudio Topográfico y estudio geotécnico para el mejoramiento de la trocha carrozable Tactago-Hualango-Vista Alegre- Vista Florida-Miraflores, en el distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazona
- (ii) Elaborar el Estudio Hidrológico y de Drenaje para el diseño del mejoramiento de la trocha carrozable en el sector de estudio.
- (iii) Elaborar el Diseño geométrico y pavimentos de la trocha carrozable Tactago-Hualango-Vista Alegre- Vista Florida-Miraflores, en el distrito de Cumba, provincia de Utcubamba, región Amazonas.
- (iv) Estimar el Costo de la Solución propuesta.

1.5. Antecedentes

Podemos mencionar a Gallegos & Fernández (2016) en su tesis titulada Diseño de La Trocha Carrozable Surichima – Succhapampa – Yuntumpampa, Distrito De Salas, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2016, que tuvo como objeto realizar el diseño de la via en estudio considerando y cumpliendo especificaciones técnicas de diferentes Manuales para el Diseño de Carreteras en Perú; así como también usando criterio lógico y profesional, para enfrentar diversas dificultades que surjan en el desarrollo. Las canteras de afirmado cercanas al proyecto, no siempre cumplen los requerimientos del reglamento. Es por ello que se tienen que realizar ensayos respectivos y ver la posibilidad de mejorar el afirmado agregando material arenoso o arcilloso, para cumplir requerimientos respectivos y ser utilizado en óptimas condiciones. Concluyó también que la utilización de nuevos aditivos para la construcción y mejoramiento suelos para carreteras como el Terrazyme, llegan hacer una solución favorable tanto en la parte económica como en el mejoramiento de las características del suelo, a comparación de la cal que también estabiliza el suelo pero su costo es elevado. Esta tesis nos sirvió para platear el procedimiento de recolección de datos y procesamiento de datos también.

Asimismo tenemos a , Llanca & Polo (2017), en su investigación denominada "Diseño geométrico del camino vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo – Provincia de Mariscal Cáceres – región San Martín ", se desarrolló con fines de dar solución a la problemática vial existente en el sector rural de la provincia de Mariscal Cáceres, ya que la situación actual de los caminos vecinales tiene problemas de transitabilidad, generando que los costos del transporte de los productos del campo a la ciudad sean altos originando demoras e incomodidad en el desplazamiento del campo a la ciudad y viceversa, teniendo presente que la única manera de poder vender sus productos es llevándolos a la ciudad donde sí se puede encontrar una demanda en sus mercados, de la misma manera realizan las compras de productos comestibles que viene de otras regiones, tu como objeto lograr el diseño de un camino vecinal afirmado. Aplicaron para ello todos los conceptos básicos requeridos en el área de transportes, para poder trabajar el trazo ya existente. Ello implica darle una solución técnica al problema, efectuándose todas aquellas actividades necesarias de las cuales se pueden mencionar: visitas preliminares, levantamiento Topográfico, cálculo Topográfico, diseño geométrico. Esta investigación también nos sirvió para formular el procedimiento de recolección y procesamiento de datos.

Otro caso es, (Ramirez y Rodas, 2019) en su tesis titulada Estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal San Juan – La Unión, Distrito Tres Unidos, Provincia Picota - San Martín realizó la evaluación e inventario de la vía actual: definición del trazo final, levantamiento topográfico de la vía, consistente en el trazo, nivelación, seccionamiento y colocación de Bench Mark, preparación de calicatas a lo largo de la vía para los estudios de mecánica de suelos; estudio de tráfico, estudio de impacto ambiental, estudio de hidrología y drenaje, diseño del pavimento, estudio económico para obtener el estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal. En la Fase de gabinete se procedió a procesar e interpretar los datos de campo obtenidos, se realizó los diferentes ensayos de mecánica de suelos y se procesó los planos topográficos y el estudio de tráfico, de igual forma se realizó el diseño del pavimento a nivel de afirmado y se procesó los datos de hidrología y drenaje de la vía, así como los costos y presupuesto de dicho proyecto. Los resultados de dicha investigación evidencian a todas luces que es posible lograr, a partir de la correcta aplicación de las teorías, estudios y resultados contundentes, obtener el estudio definitivo de la rehabilitación del camino vecinal, por lo que nos servirá par la formulación del proceimiento de análisis de datos y ampliar el marco teórico.

Por su parte, en lo referido a evaluar la situación de las vías podemos mencionar a Campos (2019) en su tesis Determinación Del Estado De Transitabilidad Y Nivel De Intervención Del Camino Vecinal "Magllanal – Loma Santa", Distrito De Jaén- Jaéncajamarca 2017, donde el estudio se realizó de acuerdo a lo establecido por el MTC- Manual de Inventarios Viales y Parte IV del Manual de Inventarios Viales: Inventario Vial para la Planificación Vial Estratégica de la Red Vial Vecinal o Rural de los Gobiernos Locales. Como parte de la investigación también se realizó el inventario vial de obras de arte y puntos notables, además de la cuantificación de los diferentes tipos de daños. Luego de la cuantificación de los diferentes tipos de daños se determinará el nivel de intervención que requiere el tramo en estudio, obteniéndose como resultado que, el estado de transitabilidad del camino vecinal "Magllanal – Loma Santa", es Bueno, por lo que necesita ser intervenido con Mantenimiento Rutinario. Lo que nos permitió ampliar el marco teórico.

Finalmente un caso cercano a nuestra zona de estudio, Ramos & Romero (2017), en su tesis titulada Diseño geométrico del camino vecinal a nivel de afirmado y sus obras de arte para optimizar la transitabilidad entre los caseríos Sinai - Cruce Hualango, distrito de Cumba, Utcubamba, Amazonas ha desarrollado los objetivos específicos como es el diseño geométrico de una carretera no pavimentada de bajo volumen de tránsito. El trabajo Topográfico implica una trocha de 5+700 km aproximadamente, el que se inicia en la localidad de Sinaí, hasta el cruce de Hualango con amplitud de vía que varía entre 4 a 6m. El Estudio de Mecánica de Suelos se ha realizado de acuerdo a lo normado por el Manual de Carreteras DG-2014, de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, brindando los datos necesarios para el diseño. La población que se ha tomado es la red vial del distrito de Cumba en la provincia de Utcubamba región Amazonas y como muestra de la presente investigación se trabajó con una muestra de 10 km. del camino vecinal a nivel de afirmado. Esta Tesis nos permitió plantear los procedimientos de recolección de datos y procesamiento de datos, así como ampliar marco teórico.

1.6. Bases Teóricas

1.6.1. Red Vial

La Red Vial Nacional (RVN) está conformada por tres grandes ejes longitudinales y veinte ejes transversales, y tiene como misión vincular a las capitales de departamento, los principales centros productivos con las ciudades como centros de consumo y puertos marítimos como nodos del comercio exterior; constituyendo la base de todo el sistema de carreteras del país. La Red Vial Departamental, comprende las rutas de importancia regional que articulan las capitales de departamento con las principales ciudades al interior de Región. En tanto que, la Red Vial Vecinal está conformada por las vías que enlazan a las capitales distritales y centros poblados importantes con la capital de la provincia. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

Actualmente la longitud de la red vial existente es de 168,359.2 Km.; de los cuales 27,060.9 Km. (16.1%) corresponde a carreteras nacionales que están bajo la competencia del Ministerio de Transportes y Comunicaciones; de éstas, las carreteras pavimentadas ascienden a 21,649.0 Km, equivalente al 80% de la RVN existente a julio del 2019 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2020).

PROVIAS es el organismo público descentralizado del mismo MTC, que tiene a cargo la mayoría de las rutas y que se encarga de mantener y ampliar las vías. Asimismo, algunas rutas desde el Año 2,000 han sido concesionadas a empresas privadas para su construcción o mejoramiento y el mantenimiento respectivo por un determinado número de años según contrato suscrito con el Estado.

Por la calidad y el tipo de vehículos que las recorre podemos clasificar las vías peruanas en 3 categorías: autopistas, carreteras asfaltadas y caminos afirmados:

- Las autopistas cuentan con dos carriles principales y uno de seguridad en cada sentido de circulación, separados por una berma y poseen buena señalización. En el Perú existen cerca de 300 km de autopistas que corresponden a los tramos de acceso norte y sur

a Lima a través de la Carretera Panamericana. Gracias a la concesión a empresas privadas de varias rutas, el número de kilómetros superará los 1,000 km en pocos años.

- Las carreteras asfaltadas sólo cuentan con un carril principal y una berma de seguridad en cada sentido de circulación, separadas por un interlineado. En este tipo de vía la señalización y los servicios básicos varían en relación a la cercanía de las ciudades principales.
- La mayor parte de las vías peruanas son caminos afirmados construidos sobre la base de tierra y ripio. Existen 3 tipos de caminos afirmados en el Perú: los que pertenecen a la red nacional, los caminos secundarios y vecinales y las trochas carrozables.

El estado de las carreteras del Perú, ordenadas según la región natural es el siguiente:

- Carreteras en la Costa: de muy buena calidad, señalización suficiente y servicios conexos en la mayoría de los casos. La red asfaltada es muy amplia especialmente en las cercanías de las ciudades más pobladas.
- Carreteras en la Sierra: de buena calidad con varias vías totalmente asfaltadas y con buenos servicios que permiten traslados seguros a pesar de la agreste geografía, sin embargo se limita a las áreas urbanas principales, siendo predominante aún las carreteras afirmadas, sobre todo en las zonas rurales.
- Carreteras en la selva: de muy buena calidad cuando son asfaltadas. Las carreteras afirmadas presentan problemas constantes de mantenimiento debido a la presencia de fuertes lluvias

FIGURA N° 01 SITUACIÓN DE LAS REDES VIALES EN EL PERÚ



1.6.2 Tipos de Carreteras según la Demanda

Autopistas de Primera Clase

Son carreteras con IMDA (Índice Medio Diario Anual) mayor a 6 000 veh/día, las calzadas de este tipo de autopistas están divididas por medio de un separador central mínimo de 6.00 m; cada una de las calzadas debe contar con dos o más carriles de 3.60 m de ancho como mínimo, presenta control de ingresos y salidas que proporcionan flujos vehiculares continuos. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 12).

Autopistas de Segunda Clase

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

urbanas. La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. (Ministerio de Transportes de Comunicaciones, 2018, p. 12).

Carreteras de Primera Clase

Son carreteras con un IMDA entre 4 000 y 2 001 veh/día, con una calzada de dos carriles de 3.60 m de ancho como mínimo. Puede tener cruces o pasos vehiculares a nivel y en zonas urbanas es recomendable que se cuente con puentes peatonales o en con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 12).

Carreteras de Segunda Clase

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

La superficie de rodadura de estas carreteras debe ser pavimentada. Ministerio de transportes y comunicaciones 2018, p. 12).

Carreteras de Tercera Clase

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

Estas carreteras pueden funcionar con soluciones denominadas básicas o económicas, consistentes en la aplicación de estabilizadores de suelos, emulsiones asfálticas y/o micro pavimentos; o en afirmado, en la superficie de rodadura. En caso de ser pavimentadas

deberán cumplirse con las condiciones geométricas estipuladas para las carreteras de segunda clase. Ministerio de transportes y comunicaciones 2018, p. 12).

Trochas Carrozables

Son vías transitables, que no alcanzan las características geométricas de una carretera, que por lo general tienen un IMDA menor a 200 veh/día. Sus calzadas deben tener un ancho mínimo de 4.00 m, en cuyo caso se construirá ensanches denominados plazoletas de cruce, por lo menos cada 500 m. La superficie de rodadura puede ser afirmada o sin afirmar. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018, p. 13).

FIGURA N°02 CLASIFICACION DE CARRETERAS DE ACUERDO A LA DEMANDA

- ❖ **Autopistas de primera clase:** (IMDA > 6,000 veh/día)
- ❖ **Autopistas de segunda clase:** (entre 6,000 veh/día y 4,001 veh/día)
- ❖ **Carreteras De 1ra Clase:** (IMDA entre 2,001 y 4,000 veh/día)
- ❖ **De 2da Clase:** (IMDA entre 400 y 2,000 veh/día)
- ❖ **De 3ra Clase:** (IMDA menos 400 veh/día)
- ❖ **Trochas Carrozables:** (IMDA no especificado)

1.6.3 Clases de carreteras según Orografía.

Las carreteras del Perú, en función a la orografía predominante del terreno por dónde discurre su trazo, se clasifican en:

Terreno plano (tipo 1)

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

Terreno ondulado (tipo 2)

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

Terreno accidentado (tipo 3)

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

Terreno escarpado (tipo 4)

Tiene pendientes transversales al eje de la vía superior al 100% y sus pendientes longitudinales excepcionales son superiores al 8%, exigiendo el máximo de movimiento de tierras, razón por la cual presenta grandes dificultades en su trazo. (Ministerio de transportes y comunicaciones 2018, p. 14).

Tabla 1. CARRETERAS EN EL PERU EN FUNCION A LA OROGRAFIA

CLASE DE CARRETERA CONVENCIONAL	IMD EN EL AÑO HORIZONTE	DISTANCIA MÍNIMA (m)		
		A	B	C
C-100	≥ 5 000	1 200	250	1 000
	< 5 000	500	125	500
C-90 y C-80	≥ 5 000	1 200	250	1 000
	5 000 > IMD ≥ 1 500	500	125	500
	< 1 500	250	100	250
C-70 y C-60	Cualquiera	250	100	250
C-50 y C-40	Cualquiera	125	75	125

TABLA N°02 TIPOS DE CARRETERAS SEGÚN CONDICIONES OROGRAFICAS

CARRETERA	CONDICIONES OROGRÁFICAS (P%)	DENOMINACIÓN
TIPO 1	0-10%	Plana
TIPO 2	10-50%	Ondulada
TIPO 3	50-100%	Accidentada
TIPO 4	Mayor de 100	Muy accidentada

Elección de la velocidad de diseño (Dg. 2001)

Clasificación	Plana	Ondulada	Accidentada	Muy accidentada
A.P	80-140	80-120	70-100	70-80
M.C.	60-120	60-100	60-100	60-80
1ra Clase	60-100	60-90	50-80	50-70
2da Clase	60-100	60-80	50-70	40-60
3ra Clase	40-80	40-60	30-40	30

1.6.4 Normas aplicables al Diseño de caminos vecinales

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (DG - 2018). RD N° 03-2018-MTC/18 (Modificación 2018) El Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción (MTC), a través de La Dirección General de Caminos, teniendo en cuenta las condiciones actuales del sistema vial del país, ha promovido la actualización de la normativa vigente, para lo cual ha preparado el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2018). El objetivo de este Manual es brindar, a la comunidad técnica nacional, un documento actualizado para uso en el campo del Diseño de Carreteras, conformando un elemento, que organiza y recopila las Técnicas de Diseño Vial desde el punto de vista de su concepción y desarrollo en función de determinados parámetros, considerando los aspectos de conservación ambiental y de seguridad vial, coherentes con las Especificaciones Técnicas Generales para Construcción de Carreteras, de reciente actualización, y de las Normas Oficiales vigentes.

MANUAL DE CARRETERAS, "SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y PAVIMENTOS". RD N° 10-2014-MTC/14 (06.04.2014) El Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú, es un organismo del Poder Ejecutivo que cuenta con personería jurídica de derecho público y constituye un pliego presupuestal, el mismo que conforme a lo señalado en la

Ley N° 29370 – Ley de Organización y Funciones del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, tiene entre sus funciones, la de formular, planear, dirigir, coordinar, ejecutar, fiscalizar, supervisar y evaluar la política nacional y sectorial, bajo su competencia, aplicable a todos los niveles del gobierno. En tal sentido es propósito de este documento desarrollar la Sección de Suelos y Pavimentos que conforma el Manual de Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos correspondientes a las Carreteras y Caminos, con el propósito de brindar a los Ingenieros las pautas y criterios técnicos apropiados para diseñar eficientemente las capas superiores y la superficie de rodadura de los caminos o carreteras no pavimentadas y pavimentadas dotándolas de estabilidad estructural para lograr su mejor desempeño posible en términos de eficiencia técnico – económica en beneficio de la sociedad en su conjunto. Asimismo, la sección de Suelos y Pavimentos permite a los consultores emplear nuevas tecnologías debidamente sustentadas y acreditadas ante el MTC.

1.6.5. Diseño Geométrico de Carreteras.

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 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

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

P.C.: Punto de inicio de la curva.

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

P.T.: Punto de tangencia.

E: Distancia a extrema (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).

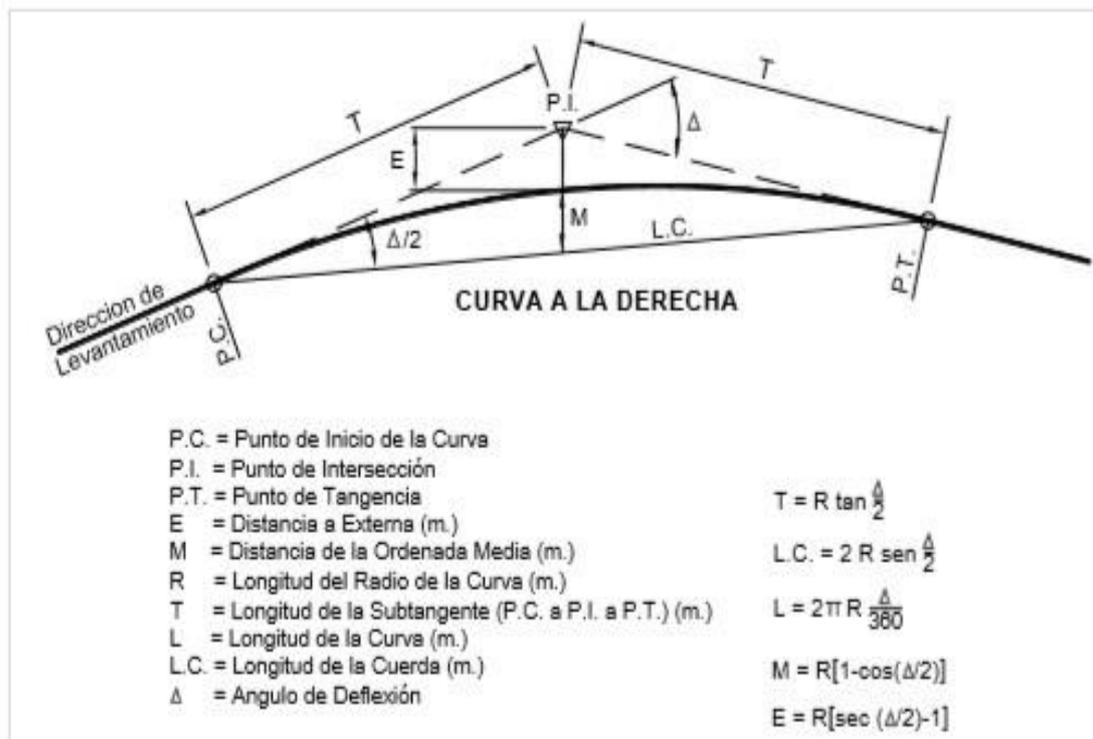
Δ : Ángulo de deflexión (°).

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

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

Figura N° 05: Simbología de la curva circular

Simbología de la curva circular



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

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 (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018) :

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

Donde:

Rmin = Radio mínimo.

V = Velocidad de diseño.

Rmax = Peralte máximo asociado a V (en tanto por uno).

fmax = Coeficiente de fricción transversal máximo asociado a V.

El resultado de la aplicación de la indicada fórmula se aprecia en la tabla siguiente:

Tabla N° 03: Radios mínimos y peraltes máximos para diseño de carreteras.

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
130	4.00	0.08	1,108.9	1,110	
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
130	6.00	0.08	950.5	950	
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
130	8.00	0.08	831.7	835	
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	

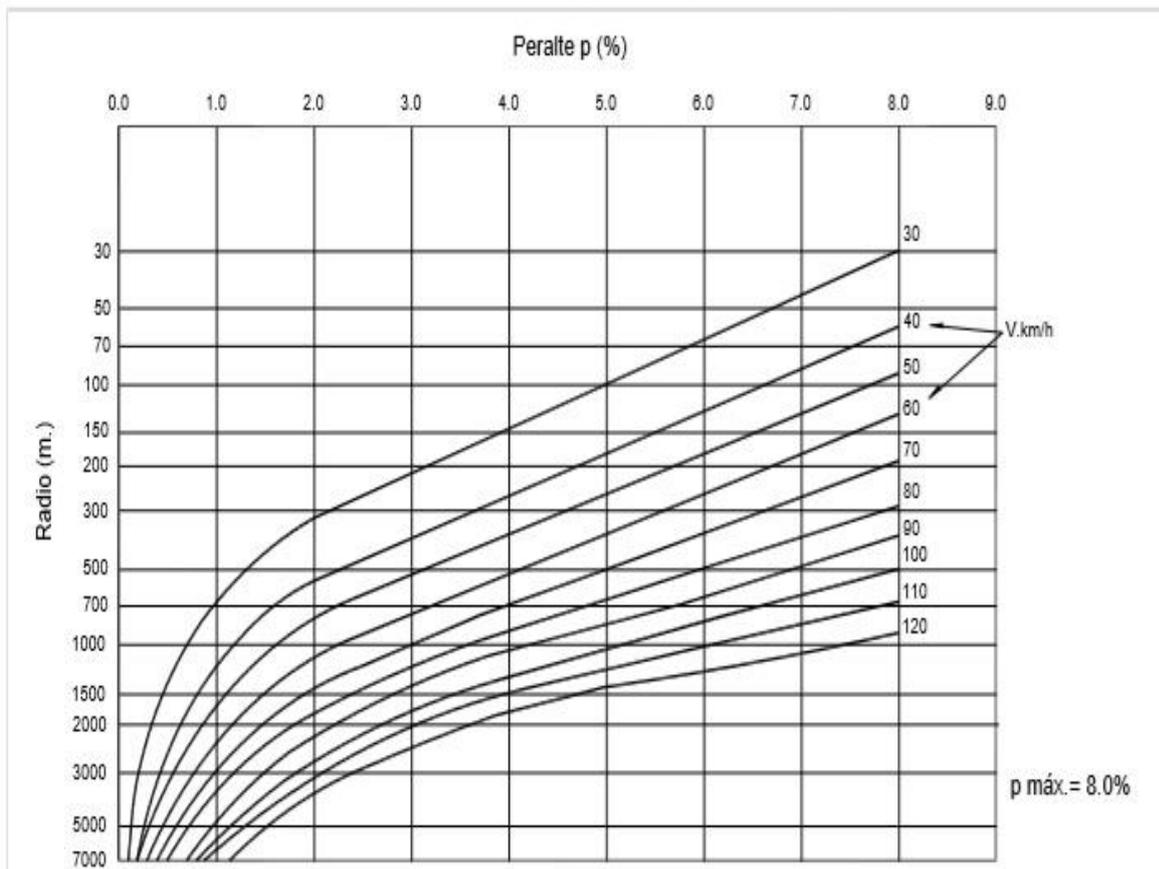
FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Relación Del Peralte, Radio Y Velocidad Específica De Diseño:

Esta tabla permite obtener el peralte y el radio, para una curva que se desea proyectar, con una velocidad especifica de diseño.

Figura N° 06: Peralte en zona rural

Peralte en zona rural (Tipo 1, 2 ó 3)



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Tabla N° 4: Fricción transversal máxima en curvas

Fricción transversal máxima en curvas

Velocidad de diseño Km/h	$f_{m\acute{a}x}$
30 (ó menos)	0.17
40	0.17
50	0.16
60	0.15

FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Tabla N° 5: Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción

Valores del radio mínimo para velocidades específicas de diseño, peraltes máximos y valores límites de fricción.

Velocidad específica Km/h	Peralte máximo e (%)	Valor límite de fricción $f_{m\acute{a}x}$	Calculado radio mínimo (m)	Redondeo radio mínimo (m)
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
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
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
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
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 DG-2018

Peraltes

El Ministerio de Transportes y Comunicaciones (MTC), denomina peralte a la “sobre elevación de la parte exterior de un tramo de la carretera en curva con relación a la parte interior del mismo con el fin de contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga. Las curvas horizontales deben ser peraltadas. El peralte máximo tendrá como valor máximo normal 8% y como valor excepcional 10%. En carreteras afirmadas bien drenadas en casos extremos, podría justificarse un peralte máximo alrededor de 12%”. Longitud de Transición del Peralte Se utiliza con el fin de evitar la brusquedad en el cambio de una alineación, de un tramo recto a un tramo en curva, también se puede definir como la variación en tangente inmediatamente antes y después de una curva horizontal en la cual se logra el cambio gradual del bombeo de la sección transversal al peralte correspondiente a dicha curva. Scipion, Eddy T., indica: “La variación del peralte requiere una longitud mínima, de forma que no se supere un determinado valor máximo de la inclinación que cualquier borde de la calzada tenga con relación a la del eje del giro del peralte”

Transición de Peralte.

La transición de peralte viene a ser la traza de borde de la calzada, en la que se desarrolla el cambio gradual de la pendiente de dicho borde, entre la que corresponde a la zona en tangente, y la que corresponde a la zona peraltada de la curva (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Para efectos de la presente norma, el peralte máximo se calcula con la siguiente formula:

$$I_{pmax} = 1.8 - 0.01V$$

Donde:

I_{pmax} = Máxima inclinación de cualquier borde de la calzada respecto al eje de la vía (%).

V = Velocidad de diseño (km/h).

En carreteras consideradas como trochas carrozables porque tienen un IMDA < a 200 veh/día., se tomaran los valores de muestra la siguiente tabla para definir longitudes

mínimas de transición de bombeo y de transición de peralte en función a la velocidad de diseño y valor del peralte.

Tabla N° 6: Valores del peralte

Velocidad de diseño (Km/h)	Valor del peralte						Longitud mínima de transición de bombeo (m)**
	2%	4%	6%	8%	10%	12%	
	Longitud mínima de transición de peralte (m)*						
20	9	18	27	36	45	54	9
30	10	19	29	38	48	58	10
40	10	21	31	41	51	62	10
50	11	22	33	44	55	66	11
60	12	24	36	48	60	72	12
70	13	26	39	52	65	79	13
80	14	29	43	58	72	86	14
90	15	31	46	61	77	92	15

FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

*Longitud de transición basada en la rotación de un carril

**Longitud basada en 2% de bombeo

La transición del peralte deberá llevarse a cabo combinando las tres condiciones siguientes:

- Características dinámicas aceptables para el vehículo.
- Rápida evacuación de las aguas de la calzada.
- Sensación estética agradable.

En la siguiente tabla, se presentan valores de longitudes mínimas de transición, para combinaciones de velocidad de diseño y anchos de calzadas más comunes, con el eje de giro de peralte al borde de la calzada y al centro de una vía de dos carriles

Tabla N° 7: Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Longitud de transición del peralte según velocidad y posición del eje del peralte

Velocidad específica: 30 km/h

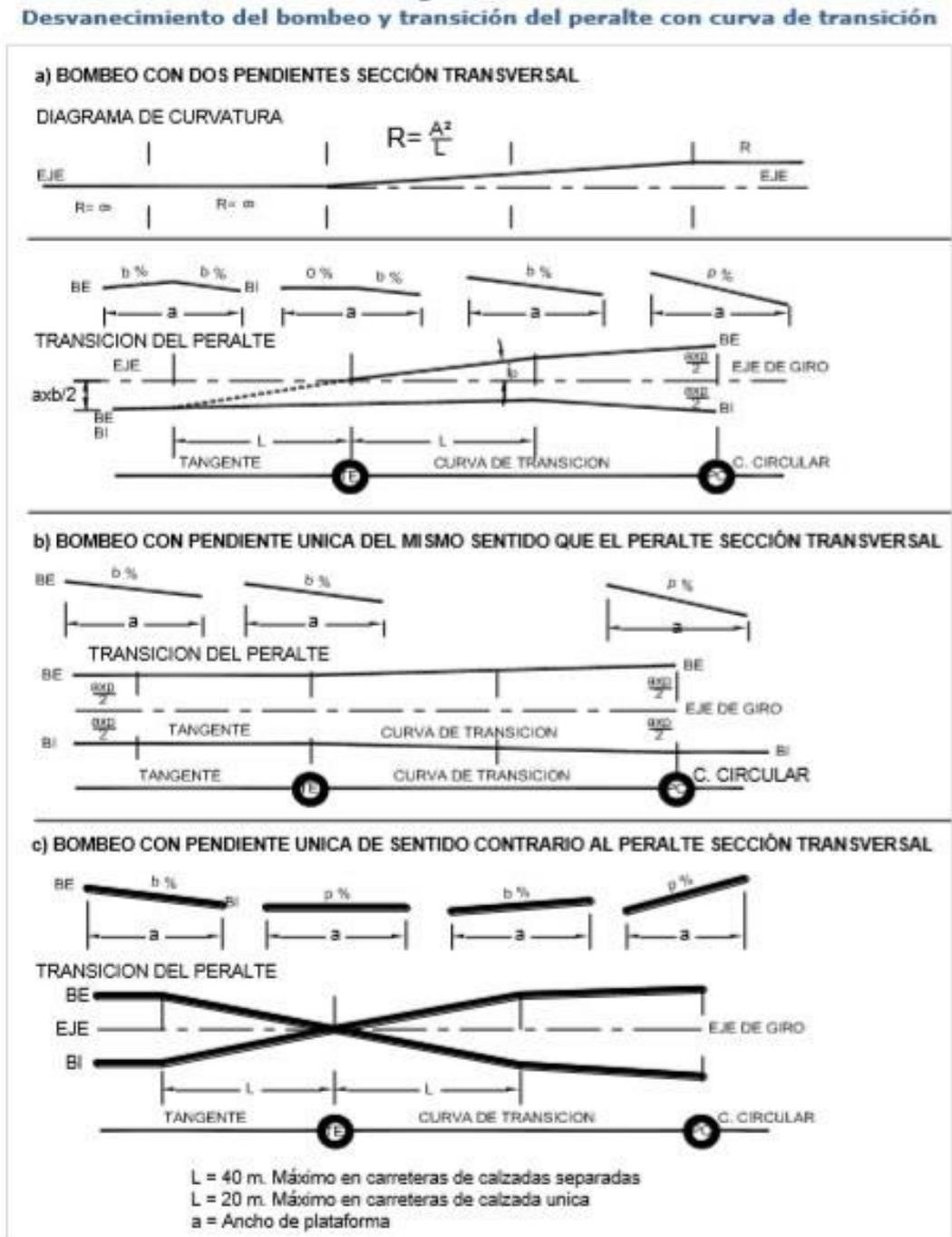
Ancho de calzada o superficie de rodadura: 6 m

Eje de giro al borde de la calzada: 6 m

Peraltes Final Inicial	-2%	-3%	-4%	-5%	-6%	-7%	-8%	-9%	-10%	-11%	-12%
	2%	16	20	24	28	32	36	40	44	48	52
3%	20	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60
4%	24	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64
5%	28	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68
6%	32	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72
7%	36	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76
8%	40	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80
9%	44	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84
10%	48	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88
11%	52	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92
12%	56	60	64	68	72	76	80	84	88	92	96

FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Figura N° 07: Desvanecimiento del bombeo y transición del peralte con curva de transición



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Sobreaancho.

El ancho adicional de la superficie de la rodadura de la vía, en los tramos en curva para compensar el mayor espacio requerido por los vehículos. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Las holguras teóricas en recta y en curva ensanchada, consideradas para vehículos comerciales de 2.6 m de ancho, según el ancho de una calzada de aprecian en la tabla siguiente:

Tabla N° 8: Holguras teóricas para vehículos comerciales de 2.60 m de ancho

Holguras teóricas para vehículos comerciales de 2.60 m de ancho			
Calzada de 7.20 m		Calzada de 6.00 m	
En recta	En curva ensanchada	En recta	En curva ensanchada
h_1 0.5 m	0.6 m	0.3 m	0.45 m
h_2 0.4 m	0.4 m	0.1 m	0.05 m
$h_{2\text{ ext}}$ 0.4m	0.0 m	0.1 m	0.0 m

FUENTE: Manual de Carreteras DG - 2018

Donde:

h_1 = holgura entre cada vehículo y el eje demarcado.

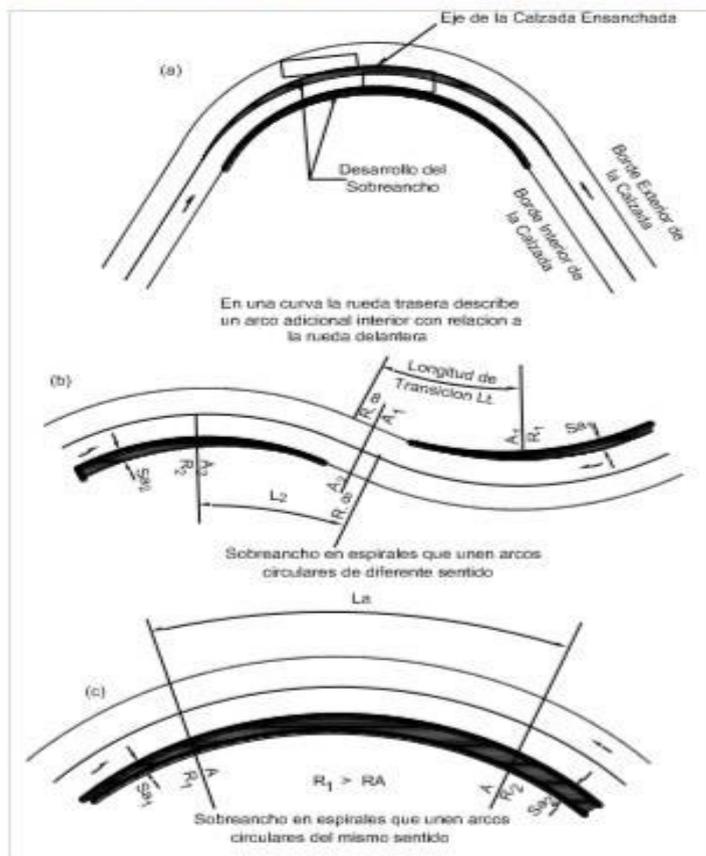
h_2 = holgura entre la cara exterior de los neumáticos de un vehículo y el borde exterior del carril por el que circula (en recta) o de la última rueda de un vehículo simple o articulado y el borde interior de la calzada de curvas.

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

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

Figura N° 08: Distribución del Sobreancho en los sectores de transición y circular.

Distribución del sobreancho en los sectores de transición y circular



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

1.6.5 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 positivas, aquellas que implican un aumento de cotas y negativas las que producen una disminución de cotas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El perfil longitudinal está controlado principalmente por la topografía, alineamiento, horizontal, distancia de visibilidad, velocidad de proyecto, seguridad, costos de construcción, categoría de la vía, valores estéticos y drenaje.

Pendiente Mínima

Es conveniente proveer una pendiente mínima del orden de 0.5%, a fin de asegurar en todo punto de la calzada un drenaje de las 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.
- En zonas de transición de peralte, en que la pendiente transversal se anula, la pendiente mínima deberá ser de 0.5%.

Pendiente Máxima

Es conveniente considerar las pendientes máximas que están indicadas en la tabla que a continuación se presenta, no obstante, se presenta un caso particular:

- 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.

Tabla N° 9: Pendientes máximas (%)

Pendientes máximas (%)

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	
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			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 DG-2018

Curvas verticales

Los tramos consecutivos de rasante, serán enlazados con curvas verticales parabolitas, cuando la diferencia algebraica de sus pendientes sea mayor del 2%, para carreteras a nivel de afirmado

Dichas curvas verticales parabólicas, son definidas por su parámetro de curvatura K, que equivale a la longitud de la curva en el plano horizontal, en metros, para cada 1% de variación en pendientes, así:

$$K = L/A$$

Donde:

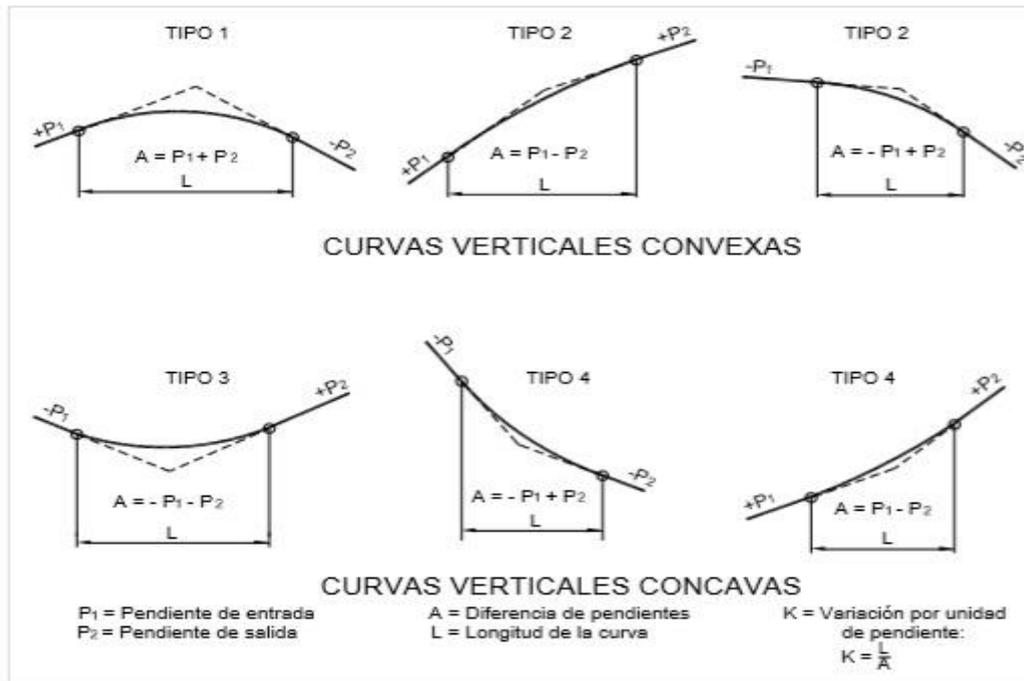
K = Parámetro de la curvatura.

L = Longitud de la curva vertical.

A = Valor Absoluto de la diferencia algebraica de las pendientes

Figura N° 09: Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas

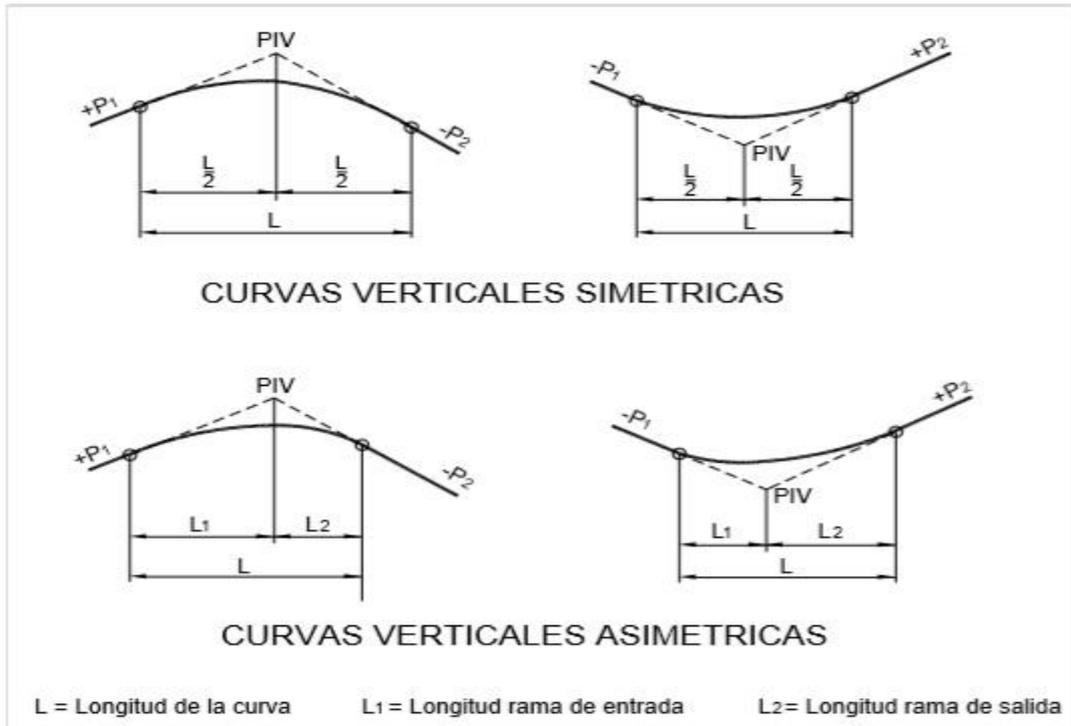
Tipos de curvas verticales convexas y cóncavas



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Figura N° 10: Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas.

Tipos de curvas verticales simétricas y asimétricas



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

1.6.7 Diseño geométrico de la sección transversal:

El diseño geométrico de la sección transversal, 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. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

El elemento más importante de la sección transversal es la zona destinada a la superficie de rodadura o calzada, cuyas dimensiones debes permitir el nivel de servicio previste en el proyecto, sin perjuicio de la importancia de los otros elementos de la sección transversal, tales como bermas, aceras, cunetas, taludes, y elementos complementarios.

Afirmado: Capa de material selecto procesado o semi procesado de acuerdo al diseño que se coloca sobre la sub rasante de una carretera. Funciona como capa de rodadura y de soporte al tráfico en carreteras no pavimentadas. Estas capas pueden tener tratamiento para su estabilización.

Carril: Parte de la calzada destinada al tránsito de una fila de vehículos.

Eje: Línea que define el trazado en planta o perfil de una carretera, y que se refiere a un punto determinado de su sección transversal.

Subrasante: Superficie de las explanaciones terminadas, sobre la que se construirá la estructura del pavimento.

Calzada O Superficie De Rodadura

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

El número de carriles de cada calzada se fijará de acuerdo con las previsiones y composición de tráfico, acorde al IMDA de diseño, así como del nivel de servicio deseado. Los carriles de adelantamiento, no serán computables para el número de carriles. Los anchos de carril que se usen, serán de 3.00 m, 3.30 m y 3.60m.

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 N° 10: Ancho mínimo deseable de la calzada en tangente (en metros)

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 solo carril, con plazoleta de cruce y/o adelantamiento.

** Carreteras con predominio de tráfico pesado.

FUENTE: Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito.

Las carreteras no pavimentadas estarán previstas de bombeo con valores entre 2% y 3%. En los tramos en curva, el bombeo será sustituido por el peralte. En las carreteras de bajo volumen de tránsito con IMDA inferior a 200 veh/día, se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

Bermas.

A cada lado de la calzada, se proveerán bermas con un ancho mínimo de 0.50m. Este ancho deberá permanecer libre de todo obstáculo incluyendo señales y

guardavías. Para este diseño no se ha considerado colocar bermas por ser una carretera a nivel de afirmado y con bajo volumen de tránsito. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Bombeo.

La carretera no pavimentada estará provista de bombeo con valores entre 2% y 3% en los tramos en curva, el bombeo será sustituido por peralte. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). En los caminos de bajo volumen de tránsito con índice medio diario inferior a 200 veh/día se puede sustituir el bombeo por una inclinación transversal de la superficie de rodadura de 2.5% a 3% hacia uno de los lados de la calzada.

Ancho De La Plataforma.

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas. La plataforma a nivel de la subrasante tendrá un ancho necesario para recibir sobre ella la capa o capas integrales de afirmado y la cuneta de drenaje. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

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 a ellos del mismo sentido. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018).

Taludes.

Los taludes para las secciones de corte y relleno variaran de acuerdo a la estabilidad de terrenos en que están practicados. Las alturas admisibles de talud y su inclinación se determinarán en lo posible, por medio de ensayos y cálculos o tomando en cuenta la experiencia del comportamiento de los taludes de corte ejecutados en las rocas o suelos de naturaleza y características geotécnicas similares que se mantienen estables ante condiciones ambientales semejantes.

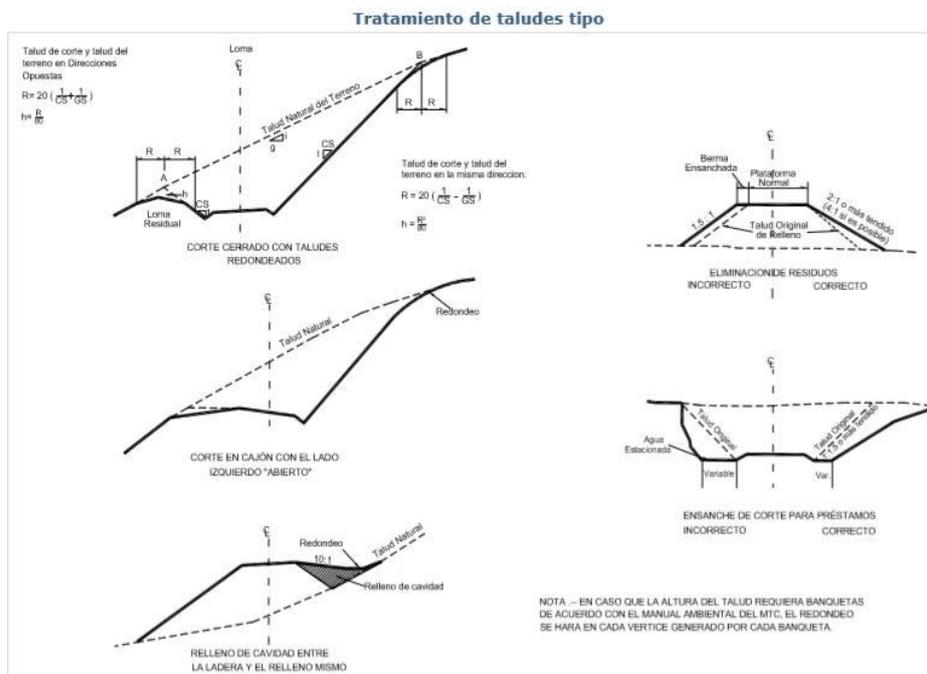
Tabla N° 11: Valores referenciales para taludes en corte (Relación H: V)

Valores referenciales para taludes en corte
(Relación H: V)

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	*	*	*

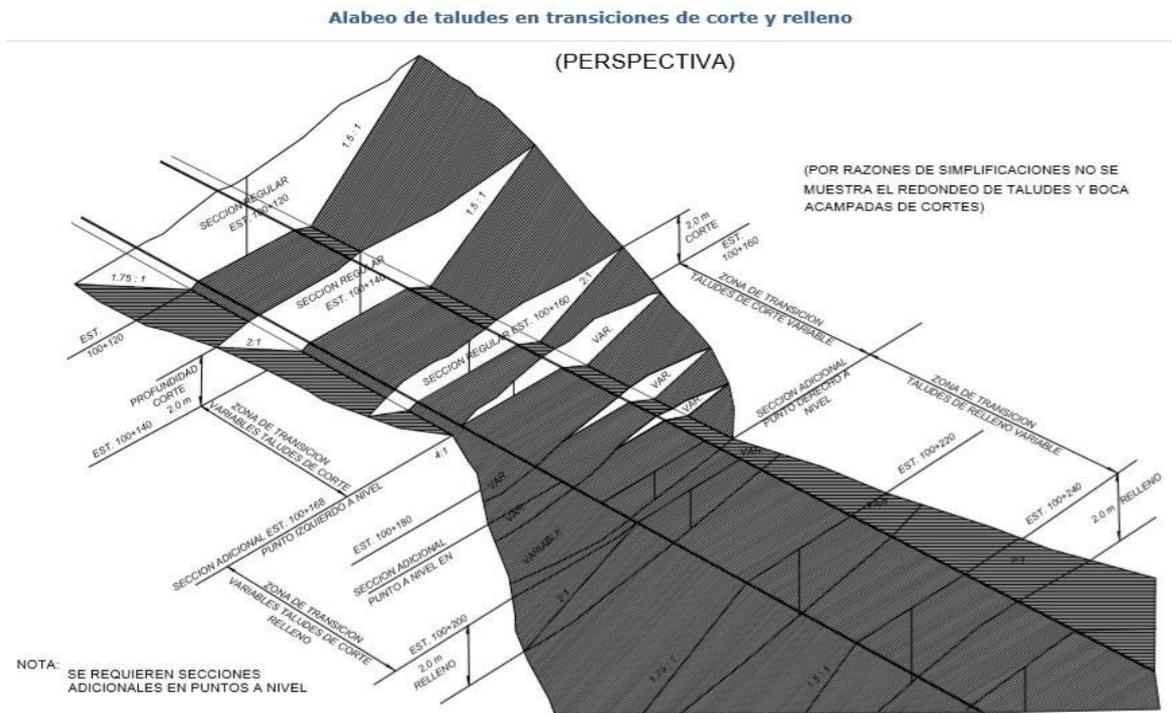
FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Figura N° 11: Tratamiento de taludes



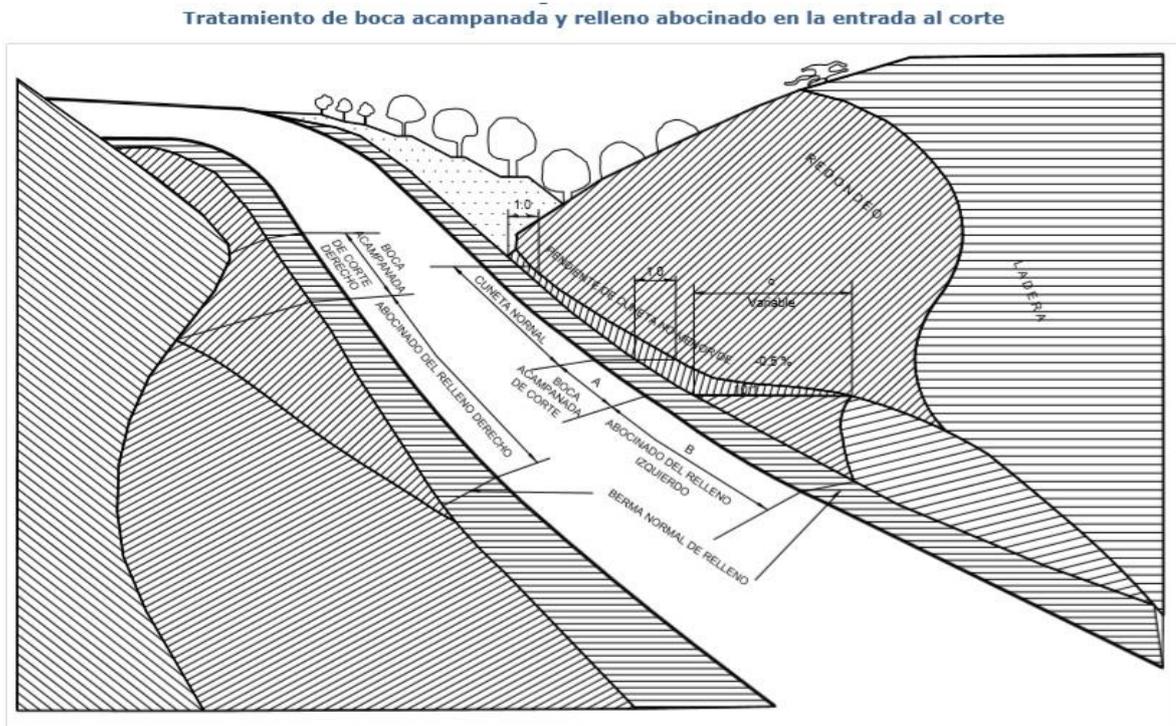
FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Figura N° 12: Alabeo de taludes en transiciones de corte y relleno



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Figura N° 13: Tratamiento de boca acampada y relleno abocinado en la entrada de corte



FUENTE: Manual de Carreteras DG-2018

Tabla N° 12: Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

Taludes referenciales en zonas de relleno (terraplenes)

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 DG-2018

Sección Transversal Típica.

La figura siguiente ilustra una sección transversal típica de la carretera, a media ladera, que permite observar hacia el lado derecho la estabilización del talud de corte y hacia el lado izquierdo, el talud estable de relleno. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2018). Ambos detalles por separado, grafican en el caso de presentarse en ambos lados, la situación denominada, en el primer caso carreteras en cortes cerrados, y en el segundo caso carreteras en relleno.

Figura N° 14: Sección transversal típica



Figura 3.

FUENTE: Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito

1.6.8 Estudios Hidrológicos para Carreteras

Hidrología: Ciencia que trata de las propiedades mecánicas, físicas y químicas de las aguas en general.

Drenaje: Conjunto de obras que tienen por fin eliminar las aguas superficiales y freáticas de los alrededores de las carreteras.

ESTIMACION DEL CAUDAL DE DISEÑO

Para la estimación del caudal de Diseño se plantea tres métodos conocidos:

a) MÉTODO RACIONAL. -

El cual está limitado a áreas de cuencas no mayores a 20 km², siendo su formulación

Donde:

Q = Caudal de diseño (m³/s.)

C = Coeficiente de escorrentía

i = Intensidad de precipitación (mm/hr)

A = Área de Cuenca. (km²)

b) MÉTODO DEL HIDROGRAMA TRIANGULAR. -

Este método está limitado para cuencas no mayores de 50 km², y establece que el caudal pico de hidrogramas de diseño de alcantarillas y otras obras de arte puede expresarse mediante el producto siguiente:

Donde:

Q_p = Caudal pico (m³/s).

q_p = Gasto pico de un hidrograma unitario. (m³/s/cm)

Pe = Precipitación efectiva. (cm)

El gasto pico de un hidrograma unitario que se expresa como una fracción del gasto de equilibrio para una lluvia de intensidad igual a 1 mm/ Pe es:

La precipitación efectiva según, US Soil Conservation Service, expresada en centímetros es:

Donde el factor CN se obtiene de tablas para una determinada Clasificación Hidrológica del Suelo. En nuestro caso el Grupo Hidrológico es el "B", dado que en el tramo tenemos suelos de tasa de infiltración moderada cuando están mojados y están constituidos mayormente por suelos profundos de textura moderadamente fina arcillosa a moderadamente gruesa.

c) MÉTODO DEL ANÁLISIS REGIONAL DE LOS RÍOS DEL PERÚ. -

Basado en un Estudios a Nivel Nacional efectuado en 1979 y tiene por finalidad estimar las magnitudes de descargas máximas para diferentes periodos de retorno, en cuencas sin medición hidrométricas o donde estas sean deficientes. La formulación que se plantea es la siguiente:

Donde:

QTR = Avenida en un Tiempo de Retorno TR (m³/s.)

C1 y C2 = Coeficientes de escala adimensional

TR = Periodo de Tiempo de Retorno Variable

A = Área de la cuenca como variable (km²)

m y n = Exponentes adimensionales

Cunetas.

Las cunetas tendrán, en general, sección triangular y se proyectarán para todos los tramos al pie de los taludes de corte. Sus dimensiones serán fijadas de acuerdo a las condiciones pluviométricas, siendo las dimensiones mínimas aquellas indicadas en el siguiente cuadro.

El ancho es medido desde el borde de la subrasante hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel de borde de la subrasante el fondo o vértice de la cuneta.

Tabla N° 13: Dimensiones mínimas de las cunetas.

DIMENSIONES MÍNIMAS DE LAS CUNETAS		
REGIÓN	PROFUNDIDAD(m)	ANCHO(m)
Seca	0.20	0.50
Lluviosa	0.30	0.75
Muy lluviosa	0.50	1.00

FUENTE: Cuadro N° 4.1.3a Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito.

REVESTIMIENTO DE LAS CUNETAS

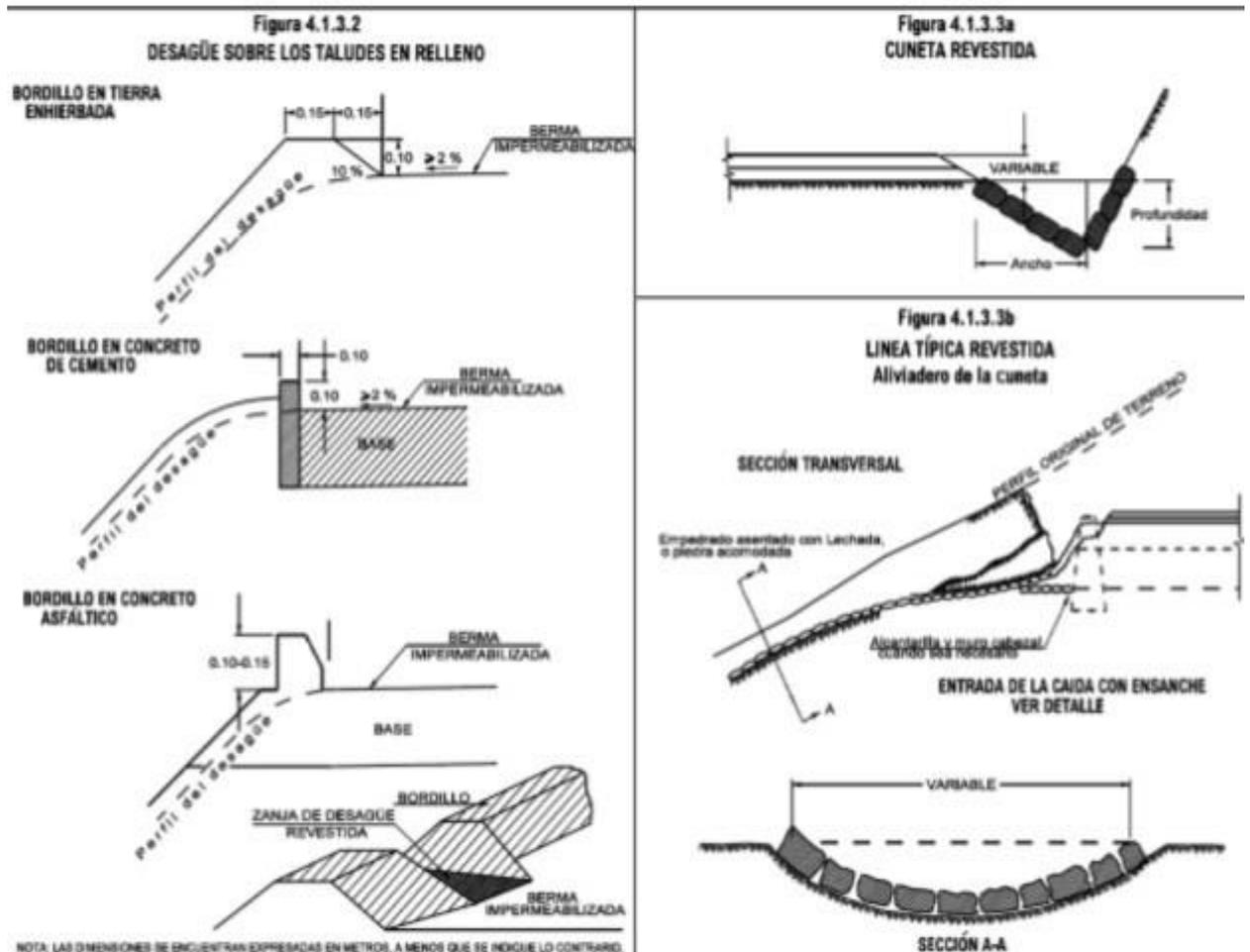
Cuando el suelo es deleznable (arenas, limos, arenas limosas, arena limo arcillosos, suelos francos, arcillas, etc.) y la pendiente de la cuneta es igual o mayor de 4%, esta deberá revestirse con piedra y lechada de cemento u otro revestimiento adecuado (figura 4.1.3.3^a)

DESAGÜE DE LAS CUNETAS

El desagüe del agua de las cunetas se efectuará por medio de alcantarillas de alivio (Figura 4.1.3.3b).

La longitud de las cunetas entre alcantarillas de alivio será de 205m como máximo para suelos no erosionables o poco erosionables. Para otro tipo de suelos susceptibles a erosión, la distancia podrá disminuir de acuerdo a los resultados de la evaluación técnica de las condiciones de pluviosidad, cobertura vegetal de los suelos, taludes naturales y otras características de la zona

Figura N° 15: Revestimiento de las cunetas y desagüe de las cunetas



FUENTE: Figura N° 4.1.3.2, Figura N° 4.1.3.3^a y Figura N° 4.1.3.3b: Manual de carreteras diseño geométrico de carreteras de bajo volumen de tránsito.

1.7. Definición de Términos Básicos

Camino:

Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

Diseño geométrico: Es el estudio geométrico de una carretera tomando como base el tráfico que soporta, el alineamiento de su eje, un conjunto de características técnicas y de seguridad que debe reunir para el tránsito vehicular y peatonal formando parte de una gestión inteligente.

Trocha Carrozable.- No identifica IMD, constituye una clasificación aparte, pudiéndosele definir como aquellos caminos a los que les falta requisitos para poder ser clasificados en tercera clase. (Ministerio de Transportes y Comunicaciones, 2013).

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Material de Estudio

2.1.1. Población

Según Arias (2012), la población es un grupo de elementos primero se tiene a los infinitos porque es aquella donde no se conoce el total de elementos por lo tanto no existe registro dado a que su elaboración sería casi imposible; en la rama estadística se considera infinito a más de 100 000 unidades y como segundo están los finitos que es donde se conocen la cantidad que las conforman y por ende existen un registro, por lo tanto, estadísticamente se considera finito a una cantidad inferior a 100 000 unidades.

La población directamente beneficiada es de 2,404 habitantes (Censo 2007), como referencia al Censo 2007, distribuida en anexos y caseríos ubicados en la margen en la Región Amazonas, según detalle:

TABLA N° 14 POBLACIÓN DEL PROYECTO

Nombre	Clasificación	Viviendas	Población
TACTAGO	URBANO	165	602
HUALANGO	URBANO	92	312
VISTA ALEGRE DE CUMBA	RURAL	120	443
CHALLUAYACU	RURAL	43	211
SAN MARTIN	RURAL	72	326
VISTA FLORIDA	RURAL	70	328
MIRAFLORES	RURAL	47	182
	TOTAL:	609	2404

Fuente: Censo 2007.

Considerando que la tasa de crecimiento poblacional establecida por el INEI para el período 1993 – 2005, es de 0.94%, para el año 2011 se tiene una población proyectada de 2,494 habitantes, empleando la fórmula del Método Poblacional.

TABLA N° 15 CALCULO DE LA POBLACIÓN FUTURA DEL PROYECTO

POBLACION ACTUAL	2404
TASA DE CRECIMIENTO (%)	0.94%
PERIODO DE DISEÑO(AÑOS)	4.00
POBLACION FUTURA	
$Pf=Po*(1+r*t/100)$	2494

UBICACIÓN DEL PROYECTO

Ámbito Político

Región	:	Amazonas
Provincia	:	Utcubamba
Distrito	:	Cumba
Localidades de Paso	:	Hualango, Vista Alegre, Vista Florida y Miraflores.

Ámbito Geográfico Ambiental

Región Natural msnm)	:	Yunga Marítima (325msnm – 1,800 msnm)
Cuenca	:	Río Marañón – Margen Derecha.

Localización

TRAMO:

Punto Inicial	:	C.P Hualango
Progresiva	:	KM. 11+000
Altitud	:	1209.937 msnm
Coordenadas UTM Norte	:	9'339,400.00
Coordenadas UTM Este	:	768,100.00
Punto Final	:	Caserío Miraflores.
Progresiva	:	KM. 21+740
Altitud	:	1,967.641 msnm

Coordenadas UTM Norte : 9'342,000.00
Coordenadas UTM Este : 771,400.00

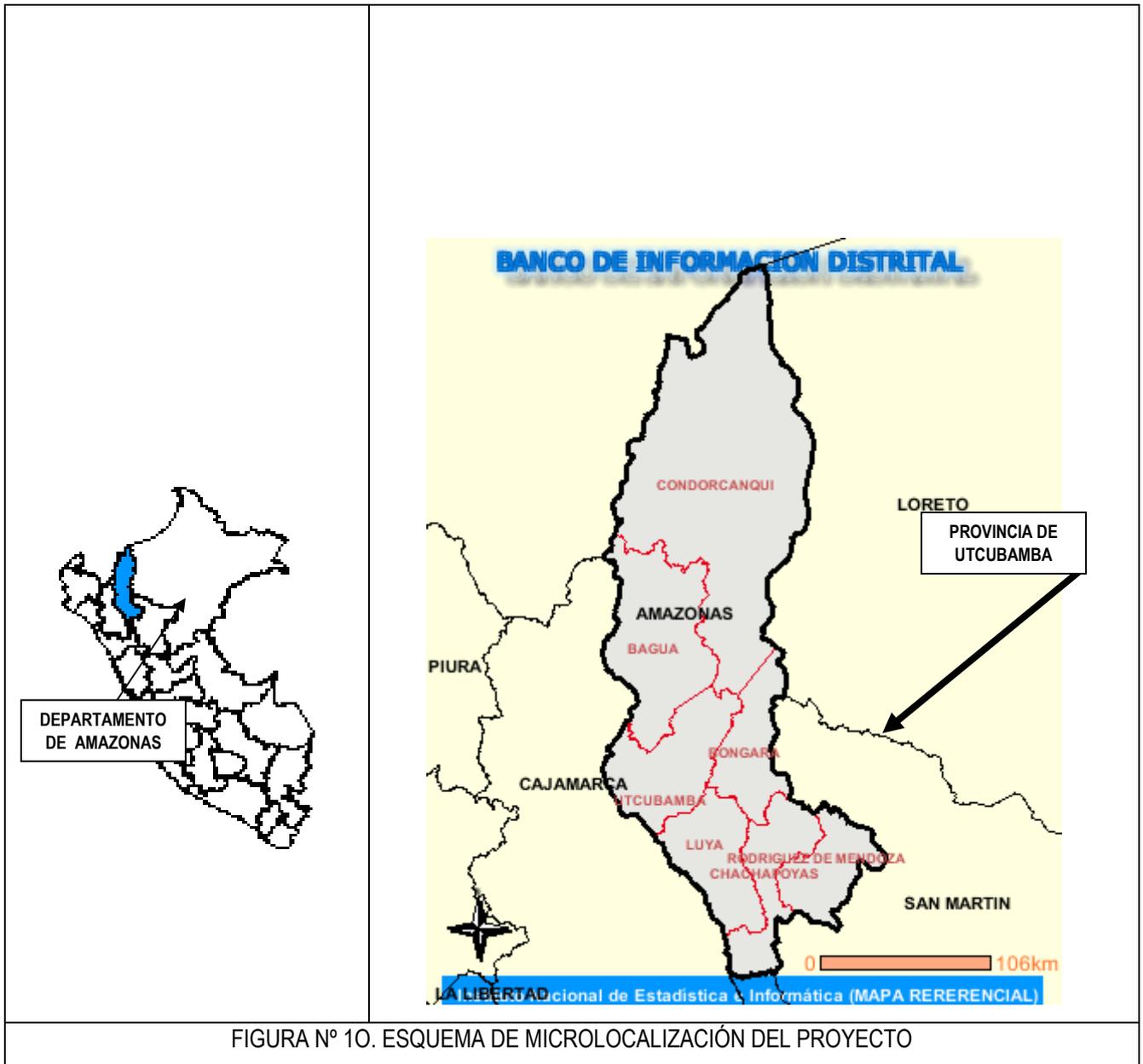


FIGURA N° 10. ESQUEMA DE MICROLOCALIZACIÓN DEL PROYECTO

ACCESO A LA ZONA

Es accesible a través de la carretera Fernando Belaúnde Terry (Ex Marginal de la Selva) a la altura del caserío Corral Quemado del Distrito de Cumba-Provincia de Utcubamba de la Región Amazonas, ubicado a la margen derecha del río Marañón luego de cruzar el Puente Colgante 24 de Julio, donde se inicia la Ruta Departamental AM-103: Corral Quemado-Camporredondo-Ocallí, a nivel de afirmado; a la altura del Km 30.00 se ubica el Centro Poblado de Tactago a la margen izquierda de la carretera Corral Quemado-

Camporredondo-Ocallí, donde empieza la trocha carrozable Tactago, Hualango, Vista Alegre, Vista Florida y Miraflores, siendo el punto de inicio del proyecto el CENTRO POBLADO DE HUALANGO CON UN TOTAL DE 10.740 KM PARA ARRIBAR AL CASERÍO DE MIRAFLORES.

CLIMA

El clima del área de influencia del proyecto corresponde mayoritariamente a aquel determinado por el valle del río Marañón en su tramo medio, donde predominan altitudes entre los 510 y los 1900msnm con temperaturas altas a lo largo de todo el año que alcanzan valores promedio anual de 23° a 25°C durante el día y la noche sin variaciones estacionales notables y donde las precipitaciones pluviales son más intensas entre los meses de Diciembre a Abril aunque durante el resto del año su frecuencia es variable. Desde los 900 a los 1200msnm las temperaturas se mantienen con valores promedio entre 19° a 22°, mientras que desde los 1200 a los 1900msnm la temperatura media varía entre los 16° y los 19°C.

Con datos procedentes del Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología - SENAMHI, para el período (1996-1997) en la Estación Climatológica CUTERVO - CO-352/DRE-02, ubicada sobre los 2,450 msnm y entre las coordenadas 06°22' de Latitud Sur y 78°49' de Longitud Este, como la más cercana a la zona del Proyecto; se tiene un clima frío con temperaturas que oscilan entre los 18°C como promedio anual de las máximas medias mensuales y 9.5°C como promedio anual de las mínimas medias mensuales; asimismo, la Humedad Relativa Promedio Anual Media Mensual es 82.4%.

La precipitación total anual de los totales mensuales para el período (1996-1997) asciende a 1,031.10 mm, con un período de lluvias intenso entre los meses febrero y junio que llegan en promedio para la serie a 84.8mm para el mes de marzo, presentándose el mes de julio como el menos lluvioso, según el mínimo registrado en la serie e igual a 2mm.

2.1.2. Muestra

Dado que el objeto de estudio es una carretera en toda su longitud al 100%, no existe una población única a nivel de selección estadística. Por lo cual el muestreo para la recolección será el siguiente:

- Seccionamiento Topográfico cada 20 metros.
- Trazado respetando las pendientes permitidas
- Diseño geométrico de la vía según los parámetros establecidos por el MTC
- Selección de muestras para Estudio geotécnico de acuerdo a Normas MTC.

2.2. Técnicas, procedimiento e instrumentos

2.2.1. Para recolectar datos

De acuerdo al diseño de investigación es descriptiva. En nuestra investigación la técnica fue la Observación y los instrumentos son las Guías de Observación. Se empleará esta técnica en las siguientes etapas:

- Observación en campo: es un proceso con una estructura para captar información para poder analizarlos de manera estadística en cualquiera de las técnicas de obtención cuantitativa de información primaria.
- Levantamiento Topográfico: consiste en las características geográficas, físicas y geológicas del terreno en estudio.
- Estudio Hidrológico.
- Diseño del pavimento de acuerdo a Normas.

El instrumento para recolectar los datos son Las Guías de Observación a través de diferentes medios o formatos ya sea en digital o escrito que es empleada para almacenar, registrar y obtener información. (Arias 2012) (p. 68).

- Ficha de datos: se puede recolectar los datos y poder anotar toda la información que serán complementadas con la observación.

Para la elaboración del trabajo Topográfico se utilizaron los siguientes equipos.

- Estacion Total TOPCON230W (Aprox. 1")
- 02 prismas
- 01 Nivel Marca WILD NK1
- 02 Miras
- GPS (TRIMBLE)
- 02 Wincha metálica 100m.
- 01 Wincha de fibra de vidrio de 50m.
- 02 Niveles esféricos
- 03 Handy
- 01 Camioneta
- 01 Altimetro barometrico (tomen)
- 01 Brujula

Equipo de Cómputo

- 01 Computadora Pentium IV, 261,424kb de RAM de memoria
- 01 Monitor LG-Studioworks-color 15"

- 01 Impresora LaserJet 1015
- 01 Plotter HP Design Jet 800 42BY HP
- 01 Disco HD 20Gb
- 01 Disco HD 20 Gb

Equipo de Software Topográfico

- Sistema Topograph/Version 3.1 1995/Land Desxcop –Civil Desing
- Módulos: Básico y colector de datos
- Sistema Softdesk 8, para la elaboración de curvas de nivel

Brigadas de Campo y Gabinete

- 01 Brigadas de campo, consta de 01 Topógrafo, 01 Operador de Estacion Total y 02 Portaprismas.
- 01 Técnico Cadista especializado en procesar información de campo, colección de equipo digital y planos computarizados (puentes, caminos, carreteras, obras de saneamiento, etc.).

2.2.2. Para procesar datos

Las herramientas utilizadas para desarrollar los sistemas de información, fueron las entrevistas en la zona, estudios de campo. Observación, diagrama de flujo. Los análisis de datos será la estadística descriptiva, en base a cuadros elaborados para cumplir con los objetivos generales y específicos que han sido planteados anteriormente en la investigación.

Los Procesamientos y presentación de Datos se hará de acuerdo a las Normas técnicas Peruanas de Diseño de Carreteras, y utilizando cálculos estadísticos adecuados con la finalidad de obtener resultados satisfactorios

Como primer paso se realizará el levantamiento Topográfico, seguido por el estudio de hidrológico, después de haber obtenido todos los datos se hará el diseño y qué tipo de pavimento será el más conveniente, para dar un tránsito fluido y que cumpla con las condiciones técnicas y económicas.

Para el diseño vial del Camino Vecinal en mención se aplicó el software Civil 3D (Asistente Integral Para el Diseño de Carreteras), módulo que utiliza AUTOCAD como plataforma de trabajo; permitiendo realizar el modelamiento del terreno y el diseño vial de la carretera.

El programa permite diseñar una carretera con los métodos aplicados en campo, sea con el método directo o el indirecto, con equipo óptico mecánico o electrónico computarizado; métodos que son los más utilizados en Estudios de Carreteras.

2.3. Operacionalización de variable

Variable de estudio

Diseño de Mejoramiento de Trocha Carrozable. Consiste en hacer un correcto trazo vertical y horizontal, que permita optimizar los costos y cumplir con la normatividad vigente para permitir la transitabilidad vehicular.

Diseño de investigación

Según el tipo de investigación es No experimental - descriptivo, porque no manipula la variable, corresponde a un diseño transversal ya que realiza en periodo definido correspondiente al 2021.

TABLA N°15 OPERACIONALIZACION DE VARIABLES

VARIABLES	Definición Conceptual	Definición Operacional	Dimensiones	Indicadores	Items
Diseño Mejoramiento Trocha Carrozable	De acuerdo al diseño geométrico de las carreteras obtendremos un óptimo diseño para propuesta de trocha carrozable La que está en malas condiciones actualmente	instrumentos adecuados para una correcta planificación de la investigación como las Normas geométricas de vías.	Estudio de Suelos	Clasificación	SUCS
				CBR	%
			Estudio Topográfico	Horizontal	Llegar al lugar de la Investigación.
				Vertical	
			Estudio Hidrológico	elementos del D.G.	Calculo de Caudales y Obras de Arte
			Diseño geométrico	elementos del D.G.	Topografía procesada, parámetros de DG-2018

III. RESULTADOS

3.1. ESTUDIOS TOPOGRAFICOS

Definido el punto de partida, la ruta y los puntos obligados de paso, se procedió a realizar el levantamiento topográfico en su fase de campo. Se trazó para ello una poligonal abierta con teodolito de precisión cada 20", instalando los puntos de intersección de los alineamientos (PIs), horizontales y verticales, para luego trazar un eje preliminar incluyendo las curvas horizontales y verticales cóncavas y convexas, observando los criterios establecidos en el perfil y las normas.

Para obtener la configuración del camino se ha considerado una faja de terreno de 50 m como mínimo, seccionando el eje cada 20 m en tangentes, y cada 10 m en curvas horizontales con radios inferiores a 100 m.

Trazado el eje en campo, se procedió a nivelar cada estaca marcada con nivel de ingeniero, a su vez la sección transversal fue extendida lo suficiente para evidenciar la presencia de canales de riego ú otros elementos que se consideren permanentes.

Asimismo se instaló un BM de control por Kilómetro utilizando una nivelación de tercer orden; precisión suficiente para facilitar su posterior replanteo, realizándose en cada uno de los puntos de control un circuito de cierre para la corrección del error acumulado.

En gabinete se procedió luego a procesar la información en el software AIDC, obteniéndose una configuración de terreno con curvas de nivel y secciones transversales estacadas. Con esta información se efectuó luego el trazado de la rasante de diseño y los ajustes en el trazo preliminar para dar lugar al eje definitivo con sus respectivas secciones transversales.

Los BMs monumentados en campo presentan el siguiente detalle:

TABLA N°15 Relación de BMs

Código	Progresiva	Cota (msnm)	Tipo	Referencia
BM 22	Km 11+000	1209.422	Sobre Roca Fija	Derecha a 2.50 m del Eje
BM 23	Km 11+500	1261.612	Sobre Roca Fija	Izquierda a 2.50 m del Eje
BM 24	Km 12+000	1310.560	Sobre Roca Fija	Derecha a 2.00 m del Eje
BM 25	Km 12+500	1362.500	Sobre Roca Fija	Derecha a 2.50 m del Eje
BM 26	Km 13+000	1404.293	Sobre Roca Fija	Izquierda a 4.00 m del Eje
BM 27	Km 13+500	1427.865	Sobre Árbol Vivo	Izquierda a 3.50 m de Eje
BM 28	Km 14+000	1444.900	Sobre Roca Fija	Izquierda a 4.00 m del eje
BM 29	Km 14+500	1466.956	Sobre Roca Fija	Izquierda a 3.50 m del Eje
BM 30	Km 15+000	1499.508	Sobre Roca Fija	Izquierda a 4.00 m del Eje
BM 31	Km 15+500	1543.800	Sobre Roca Fija	Izquierda a 4.00 m del Eje
BM 32	Km 16+000	1574.601	Sobre Roca Fija	Derecha a 4.00 m del Eje
BM 33	Km 16+500	1622.301	Sobre Estaca	Derecha a 3.50 m del Eje
BM 34	Km 17+000	1656.450	Sobre Muro	Izquierda a 2.00 m del Eje
BM 35	Km 17+500	1693.655	Sobre Árbol	Izquierda a 3.50 m del Eje
BM 36	Km 18+000	1723.959	Sobre Árbol	Derecha a 2.00 m del Eje
BM 37	Km 18+500	1768.859	Sobre Estaca	Derecha a 3.00 m del Eje
BM 38	Km 19+000	1803.244	Sobre Roca Fija	Derecha a 2.00 m del Eje
BM 39	Km 19+500	1832.250	Sobre Árbol	Derecha a 2.50 m del Eje
BM 40	Km 20+000	1871.375	Sobre Roca Fija	Derecha a 2.50 m del Eje
BM 41	Km 20+500	1917.955	Sobre Árbol	Derecha a 2.50 m del Eje
BM 42	Km 21+000	1959.620	Sobre Roca Fija	Derecha a 2.50 m del Eje
BM 43	Km 21+740	1966.281	Sobre Roca Fija	Izquierda a 2.50 m de Eje

Cuando se ejecutó el trabajo por el método directo, se trazó primero una línea de gradiente definida por la plataforma existente, con esta base se van determinando los Puntos de Inflexión (PIs) del eje de la vía proyectada, tomando como datos en la libreta de campo, ángulos y distancia.

Luego se ejecuta una Nivelación del eje de vía, son procedimientos estándar que aseguran el grado de precisión requerido. Se ubican los BMs. en todo el trazo, en este caso por ser la zona accesible.

Posteriormente se ejecuta un levantamiento Taquimétrico o de Secciones Transversales de las estacas ubicadas cada 20 m. en tangente, cada 10m. en

curvas, cada 5 m. en curvas de volteo y donde sea necesario para la localización de accidentes importantes como quebradas, cumbres y ubicar posteriormente los badenes.

Estas tres fases de recolección de información son tradicionales y suficientes para empezar el diseño asistido por computadora y para que el método resulte eficiente, el sistema de recolección de datos debe ser el mismo que tradicionalmente se ha adoptado.

Para llevar una permanente ubicación se utilizó equipo de posicionamiento (GPS-navegadores). El seccionamiento de la carretera se realizó en todas las estacas del eje, realizándose seccionamientos adicionales en la ubicación de cada badén.

TABLA N°16 TOLERANCIAS PARA TRABAJOS DE LEVANTAMIENTOS TOPOGRÁFICOS, EN CONSTRUCCIÓN DE CARRETERAS

Tolerancias Fase de trabajo	Tolerancias Fase de trabajo	
	Horizontal	Vertical
Georeferenciación	1:100 000	± 5 mm.
Puntos de Control	1:10 000	± 5 mm.
Puntos del eje, (PC), (PT), puntos en curva y referencias	1:5 000	± 10 mm.
Otros puntos del eje	± 50 mm.	± 100 mm.
Sección transversal y estacas de talud	± 50 mm.	± 100 mm.
Alcantarillas, cunetas y estructuras menores	± 50 mm.	± 20 mm.
Muros de contención	± 20 mm.	± 10 mm.
Límites para roce y limpieza	± 500 mm.	--
Estacas de subrasante	± 50 mm.	±10 mm.
Estacas de rasante	± 50 mm.	± 10 mm.

Como actividad de campo se ha realizado la ubicación de los vértices de la poligonal de enlace y de la poligonal básica teniendo como finalidad la visibilidad entre vértices, que normalmente se ha ubicado en las esquinas de las vías, se han realizado poligonales cerradas como poligonales abiertas.

3.2 ESTUDIOS GEOLOGICOS Y GEOTECNICOS

Geomorfología

El relieve del área de estudio corresponde a la unidad geomorfológica dominada por el valle del río Marañón con desniveles comprendidos entre los 490 y 1,970msnm, el fondo del valle es amplio y plano con sus flancos que han determinado una sección en forma de "V" muy abierta que han desarrollado sendos planos inclinados en ambos flancos, en particular el flanco occidental (margen derecha) por donde se desarrolla la vía estudiada. El área de estudio, presenta un diseño de drenaje que en general es dendrítico a sub paralelo.

La Trocha Carrozable HUALANGO-VISTA ALEGRE-VISTA FLORIDA-MIRAFLORES con una longitud de 10+740Km, se ubica sobre una unidad denominada Terrazas Aluviales asociada con los cambios bruscos de pendiente entre los cerros y colinas del flanco occidental; estas terrazas se originaron por relleno de zonas bajas a partir de quebradas y por el devenir zigzagueante del río Marañón en el fondo del valle a través del tiempo.

La franja de terreno que involucra a la vía estudiada es de topografía variable con predominio de relieves suavemente ondulados en el tramo inferior hasta el Centro Poblado de Tactago.

Luego, desde el CENTRO POBLADO HUALANGO hasta la salida del caserío MIRAFLORES la vía continúa su desarrollo a través de laderas de moderadas pendientes.

En el trayecto la vía es interceptada por pequeños cursos de aguas que son afluentes de quebradas mayores y finalmente son tributarios del río Marañón, dicha quebrada presenta un Puente Tipo Viga, en trayecto de la trocha se está proyectando las obras de arte adecuadas (badenes y alcantarillas).

Como ya se ha señalado, por sectores se aprecian terrazas de suaves a moderadas pendientes donde se han asentado centros poblados o caseríos y otras que son aprovechadas como áreas de cultivo así: maíz, caña, yuca, invernadas y café en las partes media y alta. Los centros poblados que son involucrados por la vía en estudio son:

- Centro Poblado de Hualango, al inicio del tramo
- Caserío Vista Alegre, Km. 16+800
- Centro Vista Florida, Km. 19+350
- Centro Miraflores, Km. 21+740

El reconocimiento geológico estuvo orientado a identificar y obtener datos de las diferentes unidades litoestratigráficas, condiciones geomorfológicas, aspectos estructurales y procesos de geodinámica externa, incluyéndose en esta etapa la exploración de áreas de préstamos.

Sectorización Ingeniero Geológica

La composición de los materiales se ha estimada en función a las excavaciones y afloramientos naturales, clasificándolos en roca fija, roca suelta y material suelto, según se define a continuación:

Tabla N° 17. TALUDES DE CORTE A ADOPTAR

CLASE DE TERRENO	TALUD (V : H)		
	h < 5.00	5 < h < 10	h > 10
Roca Fija	10 : 1	(*)	(*)
Roca Suelta	6 : 1 – 4 : 1	(*)	(*)
Conglomerados Cementados	4 : 1	(*)	(*)
Suelos Consolidados Compactos	4 : 1	(*)	(*)
Conglomerados Comunes	3 : 1	(*)	(*)
Tierra Compacta	2 : 1 – 1 : 1	(*)	(*)
Tierra Suelta	1 : 1	(*)	(*)
Arena Suelta	1 : 2	(*)	(*)
Zonas blandas con abundantes arcillas o Zonas humedecidas por filtraciones	1 : 2 hasta 1 : 3	(*)	(*)

(*) Requieren banquetta intermedia.

A. Excavación en Roca Fija

La excavación en roca fija consiste en la remoción de todos los materiales que no pueden ser removidos por pala mecánica o equipos de movimiento de tierra, sin continuos y sistemáticos disparos o voladuras, barrenos y acuñamientos. La

remoción de rocas individuales de más de un metro cúbico de volumen será clasificado como excavación en roca fija.

A lo largo de la vía se ha reconocido la presencia de roca fija en una longitud de 537.00 metros (5.00% de la longitud total), los tramos más representativos se indican a continuación:

Tabla N° 18. TRAMOS CON ROCA FIJA

KM			% ROCA FIJA	Longitud del Tramo (m)	Longitud (m)
					Roca Fija
TROCHA					
11+000	-	12+000	5.00%	1,000.00	50.00
12+000	-	13+000	5.00%	1,000.00	50.00
13+000	-	14+000	5.00%	1,000.00	50.00
14+000	-	15+000	5.00%	1,000.00	50.00
15+000	-	16+000	5.00%	1,000.00	50.00
16+000	-	17+000	5.00%	1,000.00	50.00
17+000	-	18+000	5.00%	1,000.00	50.00
18+000	-	19+000	5.00%	1,000.00	50.00
19+000	-	20+000	5.00%	1,000.00	50.00
20+000	-	21+000	5.00%	1,000.00	50.00
21+000	-	21+740	5.00%	740.00	37.00
TOTAL:				10,740.00	537.00

B. Excavación en Roca Suelta

Consiste en la remoción de todos los materiales que pueden ser removidos con pala mecánica o equipo pesado de movimiento de tierra, con uso ocasional de cargas explosivas; la remoción de piedras y bloques individuales de menos de 1.00 metro cúbico y mayor de 0.5 metros cúbicos de volumen, será clasificada como excavación en roca suelta.

La vía a mejorar se desarrolla en roca suelta en una longitud de 214.80 metros, (2.00% de la longitud total), señalándose a continuación los tramos con roca suelta.

Tabla N° 19. TRAMOS CON ROCA SUELTA

KM			% ROCA SUELTA	Longitud del Tramo (m)	Longitud (m)
					Roca Suelta
TROCHA					
11+000	-	12+000	2.00%	1,000.00	20.00
12+000	-	13+000	2.00%	1,000.00	20.00
13+000	-	14+000	2.00%	1,000.00	20.00
14+000	-	15+000	2.00%	1,000.00	20.00
15+000	-	16+000	2.00%	1,000.00	20.00
16+000	-	17+000	2.00%	1,000.00	20.00
17+000	-	18+000	2.00%	1,000.00	20.00
18+000	-	19+000	2.00%	1,000.00	20.00
19+000	-	20+000	2.00%	1,000.00	20.00
20+000	-	21+000	2.00%	1,000.00	20.00
21+000	-	21+740	2.00%	740.00	14.80
TOTAL:				10,740.00	214.80

C. Excavación en Material Suelto

La excavación consiste en el levantamiento de todos los materiales que pueden ser removidos a mano, con excavadoras y con equipos de movimiento de tierra.

Se ha determinado que 9,988.20 metros de la vía se desarrollará en material suelto (93.00% de la longitud total); a continuación se detallan los tramos con su respectivo porcentaje.

Tabla N° 20. TRAMOS CON MATERIAL SUELTO

KM			% SUELO	Longitud del Tramo (m)	Longitud (m)
					Material Suelto
TROCHA					
11+000	-	12+000	93%	1,000.00	930.00
12+000	-	13+000	93%	1,000.00	930.00
13+000	-	14+000	93%	1,000.00	930.00
14+000	-	15+000	93%	1,000.00	930.00
15+000	-	16+000	93%	1,000.00	930.00
16+000	-	17+000	93%	1,000.00	930.00

17+000	-	18+000	93%	1,000.00	930.00
18+000	-	19+000	93%	1,000.00	930.00
19+000	-	20+000	93%	1,000.00	930.00
20+000	-	21+000	93%	1,000.00	930.00
21+000	-	21+740	93%	740.00	688.20
TOTAL:				10,740.00	9,988.20

Las características geotécnicas que se presentan en el cuadro siguiente, se basan en la interpretación y correlación de los resultados de los Ensayos de Mecánica de Suelos realizados a las muestras obtenidas de las excavaciones manuales ejecutadas a lo largo de la carretera estudiada, los cuales han permitido elaborar una clasificación de los suelos según su aptitud como sub rasante.

Características geotécnicas de materiales de préstamo para afirmado

En el presente ítem se acompañan las Investigaciones Geológicas y Geotécnicas ejecutadas en la Evaluación de Áreas de Préstamos y Canteras. El estudio realizado se orientó a determinar las características físicas y mecánicas de los materiales que se pueden utilizar para el mejoramiento y rehabilitación de la carretera.

Se ha explorado y/o verificado áreas de préstamos para la obtención de agregados finos y gruesos, base y sub base, para utilización en el proceso constructivo de las obras proyectadas. Dichas áreas se localizan a lo largo de la vía existente y/o adyacentes a ella, lo que facilita las fases de explotación, carguío y transporte; características que disminuyen los costos de explotación y por consiguiente de las obras.

Los resultados obtenidos de los ensayos estándar realizados, se acompañan como parte del Volumen III, los que han permitido la interpretación y correlación geotécnica; igualmente se acompañan los gráficos de las curvas granulométricas.

Investigaciones Ejecutadas

Según el requerimiento de las obras, la evaluación de las áreas de préstamos y canteras, abarcó las siguientes fases:

- Reconocimiento de campo (exploración de áreas de préstamos)

- Elaboración del Programa de Investigaciones Geotécnicas
- Excavaciones exploratorias (calicatas)
- Recolección de muestras (suelos)
- Ejecución de los ensayos de laboratorio (mecánica de suelos, agregados)
- Evaluación, correlación y análisis geotécnico de la información técnica obtenida en el campo y laboratorio.

Geología de superficie

Corresponde a la fase de exploración de materiales de construcción habiéndose localizado las áreas más cercanas al camino. Inicialmente se procedió al reconocimiento de campo de las principales formaciones geológicas que predominan en la zona, seleccionándose los lugares más aparentes en función a una evaluación preliminar con pruebas sencillas de campo, tales como granulometría, plasticidad, resistencia y dureza de los fragmentos rocosos, potencia, área de explotación, etc.

Exploración del subsuelo

A continuación se procedió a ejecutar un programa de investigaciones que comprendió: excavación de calicatas y/o trincheras, muestreos representativos, y ensayos de laboratorio (mecánica de suelos, rocas, agregados).

La correlación, evaluación y análisis geotécnico de la información técnica obtenida en el campo y laboratorio, ha permitido definir las propiedades ingenieriles de cada área.

En la determinación de los volúmenes de explotación se utilizó la información topográfica existente complementada con las observaciones de campo y las excavaciones exploratorias.

Los ensayos estándar de laboratorio se ejecutaron en un laboratorio especializado, teniéndose entre otros los siguientes:

- Granulometría de agregados (ASTM-D-422)
- Humedad Natural (ASTM-D-2216)
- Límite Líquido (ASTM-D-423)
- Límite Plástico (ASTM-D-424)
- Proctor Modificado y CBR (ASTM-D-1557 Y 1883)
- Ensayos Químicos

Criterios de evaluación

Según el requerimiento de las obras y en función de una etapa de prospección geológica, se identificaron áreas de explotación de:

- Agregados para elaboración de concreto
- Material para base y sub base

Los criterios que se han tenido en cuenta para la selección de las canteras son los siguientes:

- Accesibilidad y distancia a la vía estudiada
- Volumen y calidad del material de préstamo
- Limpieza del área prospectada

Para identificar las áreas de préstamos, se han utilizado los siguientes criterios:

- Denominaciones que figuran en las cartas topográficas
- Progresiva del camino
- En la determinación de los volúmenes de explotación, se utilizó la información topográfica existente, complementada con las observaciones de campo y las excavaciones exploratorias.

Canteras seleccionadas

Las áreas seleccionadas con fines de explotación de materiales de préstamo para base, sub base, rellenos y agregados para concreto, se ubican próximas a la vía estudiada y reúnen las condiciones de calidad y volumen requeridos.

FUENTES DE AGUA

Se han ubicado fuentes de agua permanentes que se podrán utilizar durante el proceso constructivo.

Las principales fuentes se indican a continuación:

- Quebrada Llanguago y Limones Km. 1+680 (cruza la vía con Puente)

BOTADEROS

A lo largo de la vía se han identificado áreas o lugares con características apropiadas para ser usadas como botaderos, es decir como áreas destinadas a la eliminación del material excedente de corte o de desmonte que permitirán minimizar los daños a la ecología y al medio ambiente; estos lugares se encuentran próximos a la vía pero son de propiedad de terceros, por lo cual se deberá considerar en el presupuesto la partida correspondiente o en su defecto la autoridad local deberá gestionar y/o garantizar el derecho de uso de las referidas áreas.

Los lugares seleccionados para botaderos se ubican según se indica a continuación:

- Botadero N° B-01.- ubicado sobre el lado izquierdo del camino entre las progresivas del Km. 12+500 al 12+600, con un área superior a los 3,000.00 m².

- Botadero N° B-02.- ubicado entre las progresivas del Km. 15+500 al Km. 15+600 de la vía sobre el lado izquierdo, con área aproximada de 3,000.00 m².
- Botadero N° B-03.- Se ubica sobre el lado izquierdo del camino entre las progresivas del Km. 18+200 al 18+300, el área propuesta supera los 3,000.00 m².
- Botadero N° B-03.- Se ubica sobre el lado izquierdo del camino entre las progresivas del Km. 20+500 al 20+600, el área propuesta supera los 3,000.00 m².

3.3 DISEÑO GEOMETRICO

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.

Al seleccionar el vehículo de diseño hay que tomar en cuenta la composición del tráfico que utiliza o utilizará la vía. Normalmente, hay una participación suficiente de vehículos pesados para condicionar las características del proyecto de carretera. Por consiguiente, el vehículo de diseño normal será el vehículo comercial rígido

Tabla N° 21. CARACTERÍSTICAS TÉCNICAS DEL CAMINO VECINAL MEJORADO

Longitud	10.74 Km
Clasificación por su IMDA	T1 (Mayor a 16 veh/día y menor de 50 veh/día)
Clasificación por su Función	Carretera Vecinal
Clasificación por el Tipo de Relieve	Carretera en Terreno Accidentado
Clasificación por el Tipo de Clima	Carretera en Zona de Lluvia Moderada (Sierra)
Clasificación por el Tipo de Obra por Ejecutarse	Mejoramiento con la colocación de afirmado.
Velocidad Directriz	20 Km/h
Radio Mínimo	15m (Se emplean radios excepcionales de 10m)
Ancho de Calzada	4.50m
Ancho de Bermas	0.00m a cada lado
Pendiente Longitudinal Máxima	<12%, en tramos de máximo 180m
Bombeo	2%
Cunetas Triangulares	0.50 m x 1.00m

La velocidad de diseño ha sido seleccionada atendiendo razones técnicas y económicas a la vez, con alternativas de trazado ajustadas al terreno, adoptándose

velocidades menores en terrenos accidentados y mayores en territorios planos, para equilibrar el costo del proyecto. Conforme el criterio anterior se ha considerado una velocidad directriz de 20 Km/h.

Definida la velocidad directriz, se procedió a efectuar el diseño geométrico de la vía y/o eje del camino siguiendo los criterios siguientes:

Alineamiento Horizontal

Radio de Curvatura

Tal como se ha mencionado, el alineamiento horizontal se ha adecuado a las condiciones existentes del terreno, habiéndose utilizado donde ha sido posible curva de radio amplio, reservándose el empleo de radios mínimos para las condiciones más críticas. En este contexto el radio mínimo empleado en el presente estudio es 10 m.

Peralte

Se ha considerado de manera general, peraltes de 2.5 % para todas las curvas horizontales.

Sobreechancho de la calzada

En el presente estudio se ha considerado las dimensiones del sobreechancho, teniéndose 1.20 m para curvas horizontales con radios entre 10 m y 20 m; 1.00 m para curvas horizontales comprendidas entre 20m y 40m; 0.80 m para curvas con radios entre 40 m y 60m; 0.40 m para curvas con radios entre 60 m y 80 m; y 0.30 m para curvas con radios comprendidos entre 80 m y 100 m.

Tabla N° 22. SOBREANCHO

RADIO	SOBREANCHO
(M)	(M)
10- 20	1.20
20-40	1.00
40-60	0.80
60-80	0.40
80-100	0.30

Bombeo

El bombeo ó pendiente transversal de la sección será de 2%.

Alineamiento Vertical

Pendiente Longitudinal

Como en el caso del alineamiento horizontal, el alineamiento vertical se ha adecuado al máximo a las condiciones existentes para optimizar el movimiento de tierra; habiéndose empleado, en los casos necesarios, pendientes superiores ó inferiores a los valores máximos y mínimos especificados.

Conforme lo anterior se ha considerado las pendientes longitudinales siguientes: Máxima Normal 12 %; Máxima Excepcional 14 %, y Mínima Normal 0.5%, Mínima excepcional 0.1%.

Curvas Verticales

El trazo de curvas verticales se ha realizado cuando la diferencia algebraica de las pendientes longitudinales convergentes resulta mayor o igual 2%. La longitud mínima adoptada es 40 m y la máxima 120 m.

Ancho de Plataforma

El ancho de la plataforma a rasante terminada resulta de la suma del ancho en calzada y del ancho de las bermas.

La sección transversal de diseño se ha restringido a las secciones existentes para evitar movimientos de tierra excesivos y altos costos de construcción; habiéndose previsto un solo carril de circulación.

En consideración al IMD adoptado para el presente proyecto, se ha considerado en el diseño un camino de un solo carril de circulación con un ancho total de plataforma igual a 4.50 m, más el espacio que ocupan los sobrecanchos y las cunetas.

El tipo de superficie de rodadura es el recomendado en el perfil aprobado, teniéndose no obstante pavimentos con espesores adaptados a las características geotécnicas ó capacidad de soporte (CBR) del material predominante a nivel de subrasant

Taludes

Los taludes de corte fueron establecidos de acuerdo a la naturaleza y características geotécnicas de los terrenos donde serán practicados, siguiendo al

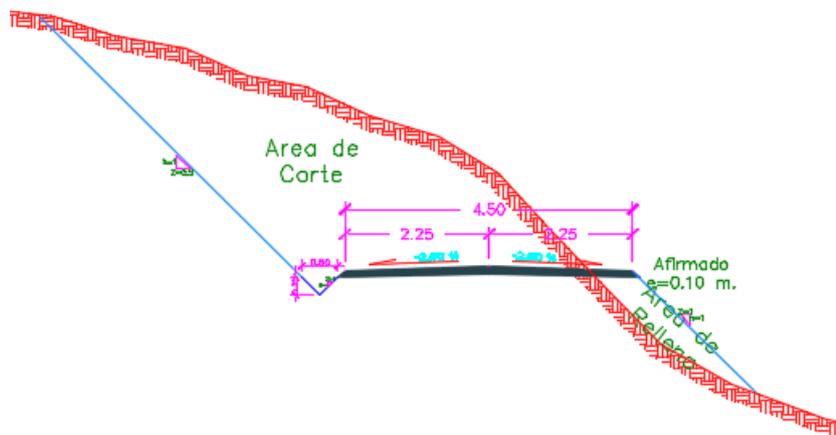
mismo tiempo las recomendaciones contenidas en el informe geológico geotécnico del proyecto, adoptándose de manera general un talud practico de corte igual a 0.25:1 (H:V), y un talud de relleno igual a 1.25:1 (H:V).

CUNETAS

<u>Ancho (m)</u>	<u>Profundidad (m)</u>	<u>Zona</u>
0.60	0.30	Lluviosa

Obras para drenaje superficial tales como Badenes, y cunetas en tierra.

Figura No.20 Sección Tipo



3.3. HIDROLOGÍA, HIDRÁULICA Y DRENAJE

Los estudios de hidrología y de hidráulica en el proyecto de obras viales deben proporcionar los elementos de diseño necesarios para dimensionar las obras que, técnica, económica y ambientalmente, cumplan con los siguientes fines:

- Cruzar cauces naturales, lo cual determina obras importantes tales como puentes y alcantarillas de gran longitud o altura de terraplén.
- Restituir el drenaje superficial natural, el cual se ve afectado por la construcción de la vía. Ello debe lograrse sin obstruir o represar las aguas y sin causar daño a las propiedades adyacentes.
- Recoger y disponer de las aguas de lluvias que se junten sobre la plataforma del camino o que escurren hacia ella, sin causar un peligro al tráfico.
- Eliminar o minimizar la infiltración de agua en los terraplenes o cortes, la que puede afectar las condiciones de estabilidad de la obra básica.

- Asegurar el drenaje subterráneo de la plataforma y base, de modo que no afecten las obras de la superestructura.
- Considerar el impacto ambiental que pueden tener las obras proyectadas.

El Estudio Hidrológico desarrollado tiene como objetivo evaluar y determinar el comportamiento, en condiciones extremas, del aporte pluviométrico y su traducción a escorrentía superficial de las quebradas que cruzan la carretera en estudio.

Se ha utilizado la información hidrológica y climatológica de la estación el Palto, analizándose a este efecto las precipitaciones, condiciones de escurrimiento de los suelos y características de las cuencas, habiéndose empleado la metodología siguiente:

- Recopilación de información.- Comprendió la recolección, evaluación y análisis de la documentación existente como cartografía y pluviométrica en el área de estudio.
- Trabajos de campo.- Consistió en un recorrido del camino para evaluar y observar las características, relieve y aspectos hidrológicos de las quebradas, así como la identificación y/o ubicación de las alcantarillas existentes y de las nuevas a proyectar.
- Fase de gabinete.- Consistió en el procesamiento, análisis y determinación de los parámetros de diseño para el dimensionamiento de las obras de arte.

3.3.1 Información Existente

La información que se utilizó se refiere a los siguientes aspectos:

a) Pluviometría

Como referencia se tendrá en cuenta la Estación Pluviométrica El Palto, ubicada sobre la margen derecha del Río Marañón, por cuanto se considera como la que presenta similares características en altitud de la zona del proyecto. Se tiene información disponible de Precipitación Mensual Total (mm) y Precipitación Máxima en 24 Horas (mm), para el período 2003-2009.

Tabla N° 23. ESTACIÓN EL PALTO
Categoría: Climatológica Ordinaria (CO)

Código: 106121

Inicio de Operación: Junio 2002

Estación	Ubicación		Provincia	Distrito	Altitud (msnm)
	Latitud Sur	Longitud Oeste			
El Palto	06° 00' 04"	78° 28' 15.5"	Utcubamba	Yamón	1490.00

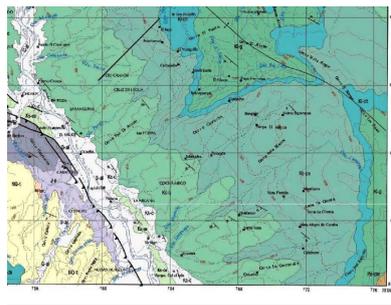
Fuente; SENAMHI

b) Hidrometría

No se cuentan con estaciones hidrométricas en la zona del proyecto.

c) Cartografía

Se empleó la Carta Nacional escala 1/100,000, Hoja 12-f "JAEN", IGM J632 – Segunda Edición, levantado por el Instituto Geográfico Militar, Lima Perú 1979.



Trabajo de Campo

El reconocimiento de campo ha permitido conocer las características hidrológicas y de drenaje del camino. Se contó a este efecto con información hidrológica de campo de las quebradas, así como del inventario de las estructuras de drenaje.

Fase de gabinete

Consistió en el procesamiento, análisis y determinación de los parámetros hidrológicos para el diseño, y dimensionamiento de las obras de arte. Se determinó el Caudal de Escurrimiento para diferentes períodos de retorno, empleando el Método Racional.

3.3.2 Precipitación

Se cuenta con valores de precipitación total mensual y máxima en 24 horas registradas en la Estación El Palto, para un período de 07 años (ver cuadro N° 01 del Capítulo 17: Memoria de Cálculo); y con un resumen de sus valores característicos, observándose un valor medio

anual igual a 1,621.10 mm. En período seco la precipitación es mínima llegando en el mes de Julio a 5.3 mm.

Tabla N° 24. Resumen de Datos de Precipitación Total Mensual (mm). Estación: El Palto

	Ene.	Feb.	Mar.	Abr.	May.	Jun.	Jul.	Ago.	Set.	Oct.	Nov.	Dic.	Total
Máx.	363.1	309.9	290.1	235.0	234.3	184.2	71.3	64.2	108.0	244.7	265.1	184.1	1,938.7
Prom.	156.0	184.9	234.7	175.8	137.6	82.7	46.2	48.7	64.3	204.2	162.3	123.7	1,621.1
Mín.	52.5	70.0	159.7	103.2	40.9	22.8	5.3	37.3	33.9	156.1	94.3	84.0	1375.5

Fuente: Elaboración Propia

De acuerdo a la información analizada se observa que el régimen de precipitación de la zona presenta un período húmedo durante los meses de octubre a abril y un período seco entre los meses de mayo a septiembre, propias de la zona.

La variación mensual y anual de la lluvia en la Estación El Palto, se muestra en las figuras N° 01 y N° 02, del Capítulo 17: Memoria de Cálculo.

3.3.3 Inventario de quebradas

Se han tomado todas aquellas que cortan la carretera y que sin tener un caudal permanente, existe la probabilidad de que transporten caudales importantes durante la época de lluvias.

Los cursos de agua que atraviesan el alineamiento de la carretera corresponden en su mayoría a pases de agua de regadío, por desarrollarse mayormente el proyecto en terrenos de cultivos, y algunos cursos de agua menores que corresponden a zánoras secas que se cargan en épocas de lluvias, con longitudes de quebradas que van de 156.3 m a 1,504 m, que descargan al río Marañón y a sus tributarios.

El inventario de las obras de arte, existentes y proyectadas, se muestran a continuación.

Tabla N° 25. Descripción de Obras de Arte existentes en la carretera Tactago-Miraflores

Progresiva	Descripción de Obra de Arte	Dimensiones (m)		
		Luz	Altura	Ancho
1+680.000	PUENTE TIPO VIGA DE 25ML	25.00	6.00	4.50
13+360.000	BADEN DE CONCRETO SIMPLE	10.00	0.20	5.50

Fuente: Elaboración Propia

3.3.4 Descargas máximas

Precipitación máxima en 24 horas

Se cuenta con datos de precipitaciones máximas en 24 horas en la Estación El Palto para el período 2003 - 2009. Los valores se muestran en el cuadro N° 02 del Capítulo 17: Memoria de Cálculo, y su representación gráfica en la figura N° 03 del Capítulo 17: Memoria de Cálculo, observándose un valor máximo de 77.3 mm.

Los valores observados de precipitación máxima en 24 horas, fueron ajustados a la distribución de Weibull o Probabilidad Empírica, tal como se muestra en el cuadro N° 04 Estudio Hidrología.

Para los períodos de retorno de 5, 10 y 25 años, los valores son los siguientes:

Tabla N° 26. Precipitación máxima en 24 horas (mm)

Período de Retorno (Tr)	Precipitación (mm)
5.00	317.20
10.00	343.78
20.00	370.37
25.00	378.93
30.00	385.93
50.00	405.52
100.00	432.11

Intensidad de lluvia

Las estaciones de lluvia ubicadas en la zona, no cuentan con registros pluviográficos que permitan obtener las intensidades máximas; sin embargo pueden ser calculadas a partir de las lluvias máximas en base al modelo de Dick y Pescke. Este modelo permite calcular la lluvia máxima en función de la precipitación máxima en 24 horas. La expresión es la siguiente:

$$P_d = P_{24h} \left(\frac{d}{1440} \right)^{0.25}$$

Donde:

- Pd = precipitación total (mm)
d = duración en minutos
P24h = precipitación máxima en 24 horas (mm)

La intensidad se halla dividiendo la precipitación Pd entre la duración. El procedimiento se presenta en los cuadros 7 y 8 Estudio Hidrología.

Las curvas de intensidad-duración-frecuencia, se han calculado indirectamente mediante la relación siguiente:

$$I = \frac{K T^m}{t^n}$$

Donde:

- I = Intensidad máxima (mm / min.)
K, m, n = factores característicos de la zona de estudio
T = período de retorno en años
t = duración de la precipitación equivalente al tiempo de concentración (min)

Si se toman los logaritmos de la ecuación anterior se obtiene:

$$\text{Log } (I) = \text{Log } (K) + m \text{Log } (T) - n \text{Log } (t)$$

O bien:

$$Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$$

Donde:

- Y = Log (I), a0 = Log K
X1 = Log (T) a1 = m
X2 = Log (t) a2 = -n

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de los datos existentes. El procedimiento se muestra en los cuadros 9 y 10 y en la figura 4 Estudio Hidrología.

Cálculo del Periodo de Retorno

En base a estudios y experiencias anteriores, se ha desarrollado algunos criterios generalizados de diseño para estructuras de control de agua, tal como se resume en la siguiente tabla

Tabla N° 27. Criterios de Diseño Generalizados para estructuras de Control de Agua

Tipo de Estructura	Periodo de Retorno en Años (T)
Alcantarillas de Carreteras	
Volúmenes de Tráfico Bajos	5 - 10
Volúmenes de Tráfico Intermedios	10 - 25
Volúmenes de Tráfico Altos	50 - 100
Puentes de Carreteras	
Sistema Secundario	10 - 50
Sistema Primario	50 - 100

Fuente: Capítulo 13, referido a Diseño Hidrológico del Libro Hidrología Aplicada, de los autores Ven Te Chow, David R. Maidment, Larry W. Mays

Para el presente estudio se adopta un valor de periodo de retorno de **T = 25 años**.

Caudales máximos

Como no se cuenta con datos de caudales, la descarga máxima será estimada en base a las intensidades máximas y a las características de la cuenca, recurriéndose al Método Racional, por cuanto el tamaño de las cuencas es menor a 13 km².

El método de cálculo supone que la máxima variación del gasto correspondiente a una lluvia de cierta intensidad sobre el área, es producida por la lluvia que se mantiene por un tiempo igual al que tarda el gasto máximo en llegar al punto de observación considerado. Teóricamente este periodo es el "Tiempo de Concentración", que se define como el tiempo requerido por el escurrimiento superficial para llegar desde la parte más alejada de la cuenca hasta el punto que se considere como límite de la misma.

Este método que empezó a utilizarse alrededor de la mitad del siglo XIX, es probablemente el método más ampliamente utilizado hoy en día para la estimación de caudales máximos en cuencas de poca extensión, hasta 13 km². A pesar de que han surgido críticas válidas acerca de lo adecuado de este método, se sigue utilizando debido a su simplicidad. La descarga máxima instantánea es determinada sobre la base de la intensidad máxima de precipitación y según la relación:

$$Q = \frac{CIA}{3.6}$$

Donde:

- Q = Descarga pico en m³/seg.
C = Coeficiente de escorrentía
I = Intensidad de precipitación en mm/hora.
A = Área de cuenca en Km².

Los supuestos en que se basa este Método son:

- La magnitud de una descarga originada por cualquier intensidad de precipitación alcanza su máximo cuando esta tiene un tiempo de duración igual o mayor que el tiempo de concentración.
- La frecuencia de ocurrencia de la descarga máxima es igual a la de la precipitación para el tiempo de concentración dado.
- La relación entre la descarga máxima y tamaño de la cuenca es la misma que entre la duración e intensidad de la precipitación.
- El coeficiente de escorrentía es el mismo para todas las tormentas que se produzcan en una cuenca dada.

Para efectos de la aplicabilidad de ésta fórmula el coeficiente de escorrentía "C" y las intensidades varían de acuerdo a las características geomorfológicas de la zona: topografía, naturaleza del suelo y vegetación de la cuenca.

Los coeficientes de escorrentía para su uso en el Método Racional, se muestran.

Aplicando el Método Racional, con un coeficiente de escurrimiento C= 0.40, para un periodo de retorno de 25 años, porque la superficie del área del estudio se presenta con pendiente superior al 7% donde predominan áreas de cultivos, se tienen las descargas máximas.

Cálculo del Tiempo de Concentración (T_c)

Como se desprende de la formulación teórica, el método racional tiene su sustento en el tiempo de concentración, por lo que hemos prestado especial atención en su cálculo. La formulación más representativa y usada en la mayoría de los estudios hidrológicos es la fórmula planteada por Kirpich:

$$T_C = 0.000325 \frac{L^{0.77}}{S^{0.385}}$$

Donde:

L = Longitud del cauce (m.)

S = Pendiente de la Cuenca (m/m.).

El valor encontrado de "T_c" en horas, se considera igual al tiempo de duración "t", con la salvedad que hay que convertirlo a minutos para calcular la Intensidad Máxima en (mm / min.), expresada por la ecuación descrita en el ítem 4.3.4

Dimensionamiento de las obras de drenaje

El planeamiento de un sistema de drenaje superficial eficiente comprende dos fases: el análisis hidrológico y el diseño hidráulico; por lo tanto un buen diseño de drenaje, requiere una razonable exactitud en la predicción de las escorrentías máximas para determinados intervalos de ocurrencia.

La mayoría de las veces, como en el presente caso, el factor limitante es la carencia de información básica de frecuencia, intensidad, duración de lluvias, etc. para la zona en estudio; datos de suma importancia para la predicción de escorrentías máximas.

Los métodos usuales para dimensionar las alcantarillas son:

- Inspección de estructuras viejas existentes, aguas arriba o aguas abajo.
- La aplicación de fórmulas empíricas para determinar directamente el tamaño de la abertura requerida.
- La aplicación de métodos para determinar la cantidad de agua que llega a la estructura y luego la aplicación de una expresión matemática para el diseño del tamaño adecuado para descargar dicho caudal.

Para el presente estudio para determinar el tamaño y ubicación de las obras de arte, se ha identificado las estructuras existentes a lo largo del camino actual, y se ha tomado en cuenta los últimos eventos ocurridos por efecto del Fenómeno de El Niño.

Para este fin se ha realizado la observación directa en el campo de los máximos niveles de agua, el dimensionamiento de las estructuras existentes y luego la aplicación de la fórmula de Manning, tomando en cuenta lo siguiente:

$$Q_d > Q_m$$

Donde:

Q_m = Descarga máxima proyectada en m³/seg. (Método Racional)

Q_d = Descarga de diseño de la obra en m³/seg.

$$Q_m = \frac{A R^{2/3} S^{1/2}}{n}$$

3.3.5 Estructuras propuestas para drenaje superficial

Cunetas

El control de las aguas superficiales que discurren por la superficie de rodadura, se realizará por estructuras denominadas cunetas, las cuales captarán las aguas de escorrentía superficial y las conducirán hasta las estructuras de evacuación como son las alcantarillas y/o badenes.

La zona es lluviosa, se adopta una sección triangular de 0.30 m de profundidad y 0.75 m de ancho (**medidas para zona lluviosa**). El ancho es medido desde el borde de la superficie terminada de la berma hasta la vertical que pasa por el vértice inferior. La profundidad es medida verticalmente desde el nivel del borde superior de la berma hasta el fondo o vértice de la cuneta.

Alcantarillas

Se proyectan para dar paso a los cursos de agua de las zánoras y/o quebradas que cruzan el camino, así como para eliminar el agua producto de las precipitaciones que son recolectadas por las cunetas. Tomando en cuenta los caudales máximos estimados,

mostrado en el Cuadro N° 06 del Capítulo 17: Memoria de Cálculo, se seleccionó la capacidad hidráulica de cada alcantarilla.

Badenes

Dadas las características de la zona, relieve plano y precipitaciones abundantes, se presentan problemas en la carretera que requieren badenes. La relación propuesta se muestra Cuadro N° 08 Capítulo 17: Memoria de Cálculo

3.3.6 Control de aguas superficiales

Manejo de Quebradas

La solución adoptada para el problema que originan los flujos de aguas que discurren por las quebradas son las estructuras denominadas BADENES y ALCANTARILLAS.

Los Badenes sirven de pase al flujo de agua superficial, sin que éste cause daño a la vía ni interrumpa el tráfico por mucho tiempo. En caso de eventos extraordinarios se puede realizar la limpieza del área del badén.

A. Diseño de Alcantarillas

Se ha adoptado una sección circular, cuyo diámetro se calcula en función a la precipitación de la zona (las que corresponden a cursos de agua provenientes de zánoras o quebradas).

Serán de TMC de diámetro 36" en lugares donde se proyecta pases de agua de regadío (sin cálculo hidráulico), y para donde se proyectan cruces con quebradas (con cálculo hidráulico).

B. Diseño de Badenes

La carretera en su recorrido cruza agua de regadío, zánoras y/o quebradas definidas, las cuales varían en sus dimensiones, pendiente y capacidad de transporte de sólidos, incrementándose el caudal en época de lluvia, lo que se refleja en la esorrentía superficial de sus cuencas y que por condiciones de flujo inicia su recorrido hacia sus drenes naturales (quebradas mayores, ríos, etc.).

Su flujo natural se ve interrumpido por la carretera, por lo que se debe precisar, que debe ser la carretera la que debe adecuarse a la quebrada para tener éxito en el control, en cambio si se trata de modificar la quebrada para adecuarla al camino, corremos el riesgo de ocasionar bloqueos en la zona de encuentro entre la carretera y la quebrada con la consecuencia de la interrupción del tráfico, y en algunos casos ocasionando desastres que

lastimosamente conllevan a pérdidas de vidas humanas. Bajo éstas premisas se ha diseñado las estructuras de cruce de quebradas mediante badenes los cuales tendrán las siguientes condiciones:

a. Talud de la sección.- se adoptará en un máximo de 10%, tanto en la entrada como en la salida, respetando las pendientes existentes en el camino en el tramo del badén ya que cumplen las condiciones que exigen las normas de carretera, en lo que respecta a la distancia de frenado y visibilidad.

Los taludes empalmaran con el fondo mediante curvas tipo "columpio" o cóncavas, con un radio apropiado para que los vehículos no golpeen su carrocería con el talud o base cuando bajen o suban el badén.

Asimismo los taludes empalmaran con la carretera mediante curvas verticales que también permitan satisfacer las condiciones de tráfico que exigen las normas de camino.

b. Piso del Badén.- Tanto longitudinal como transversalmente se ha previsto que la sección de soporte o piso de badén, tenga condiciones de drenabilidad y de capacidad portante, es decir que soporte las cargas que transmitirán los vehículos y que permita una transitabilidad permanente.

b.1 Base Granular.- Sobre la base existente o mejorada se ha colocado una cama o capa de arena gravosa (afirmado) de 0.10 m de espesor, con el objeto de dar condiciones de drenabilidad y soporte a la losa que se colocará encima de ella.

b.2 Piso de concreto.- Con el fin de mantener un elemento que soporte el tráfico vehicular y el efecto abrasivo que tiene el caudal sólido que arrastran las quebradas y a la vez que presente flexibilidad, se ha diseñado una estructura de concreto ciclópeo $F'c = 140 \text{ Kg/cm}^2 + 30\%$ de PM, de 0.20 m de espesor, la cual irá colocada sobre el mejoramiento propuesto (over y afirmado).

En la dirección transversal se ha colocado dos uñas con el fin de dirigir el flujo proveniente de las filtraciones por debajo de las cimentaciones y de este modo evitar la tubificación.

b.3 Aliviadero de Protección.- Con el fin de controlar el efecto erosivo que se producirá por el flujo del agua en la zona inmediatamente aguas arriba y aguas debajo de la losa del badén, se ha previsto una protección de emboquillado de piedra de longitud de 1,20 m.

b.4 Control de la Socavación.- En el caso que se requiera se colocará un muro de mampostería aguas debajo de la sección transversal, con el fin de evitar la socavación local que pondría en riesgo la estructura del badén, y mejorar las condiciones de drenabilidad.

Control del Sistema de Drenaje Longitudinal y Transversal

En la zona donde se desarrolla la carretera existen tramos donde se presentan precipitaciones pluviales que caen directamente sobre la plataforma. Para controlar la escorrentía de agua superficial sobre la plataforma se usaran cunetas que empalmaran con las alcantarillas de cruce de canal y/o acequias.

A continuación se explica los detalles de diseño que se tuvieron en cuenta en cada caso mencionado anteriormente.

a. Cunetas de Base

El control de las aguas superficiales, que discurren por la superficie de rodadura así como por los taludes de los cerros que bordean la carretera generalmente en los tramos en corte; se realizará por medio de canales o zanjas llamadas cunetas, las cuales conducirán las aguas hasta las estructuras de evacuación como son las alcantarillas de paso, alivio y/o badenes.

En cuanto a la pendiente longitudinal se constató que todo el tramo de la carretera supera la pendiente mínima de 0.5% especificado en las Normas Peruanas de Carreteras, observándose que el tramo presenta pendientes mayores al 6% lo que ocasionaría problemas de erosión.

3.4. DISEÑO DE PAVIMENTO

Los factores más relevantes tenidos en cuenta en el diseño del pavimento son los siguientes:

- a. Las propiedades de los materiales de la subrasante. y del pavimento
- b. La velocidad y densidad del tráfico
- c. Pluviosidad o régimen de lluvias
- d. Influencia de la sección en función de la densidad de tráfico
- e. Estabilidad de taludes, derrumbes

Concordante con el marco técnico anterior se ha empleado para el diseño del pavimento el **Método del Instituto del Asfalto**, basado en las experiencias de la AASHO, referentes a la correlación entre el tipo de pavimento y su comportamiento bajo la acción del tráfico.

El método parte del conocimiento que debe tenerse de la resistencia de la subrasante, sobre la que irá el pavimento, para luego diseñar la estructura del pavimento mismo. Siguiendo este criterio, el cálculo del espesor del pavimento se realiza según el proceso siguiente:

- 1) Análisis, clasificación y evaluación de la subrasante. Se establece la capacidad portante del suelo de acuerdo con la clasificación de suelos del California Bearing Rate (CBR).
- 2) Determinación del Índice de tráfico.
- 3) Cálculo del espesor total del pavimento construido íntegramente con concreto asfáltico.
- 4) El espesor así calculado se podrá subdividir en diferentes capas equivalentes con material de sub-base y base aplicando los Coeficientes de Equivalencia.

Coeficientes de Equivalencia de Bases Asfálticas y No Asfálticas

- 1) 2 pulgadas (2") de base granular sustituyen a 1 pulgada (1") de base asfáltica
- 2) 2.7 pulgadas (2.7") de sub base granular sustituyen a 1 pulgada (1") de base asfáltica
- 3) 1.35 pulgadas (1.35") de sub base granular sustituyen a 1 pulgada (1") de base granular

En el diseño se tiene en cuenta además las exigencias de los materiales granulares en los que se toma en cuenta el CBR, el Valor R, el Límite Líquido, el Índice Plástico, y el Equivalencia de Arena, de acuerdo a los valores indicados en la tabla siguiente:

Tabla N° 27. Base Granular y SubBase Granular

PRUEBAS	BASE GRANULAR		SUB-BASE GRANULAR	
	Tráfico Liviano	Tráfico Medio y Pesado	Tráfico Liviano	Tráfico Medio y Pesado

CBR (Mínimo)	80	100	20	20
Valor R (Mín.)	78	80	55	55
Límite Líquido (Máx.)	25	25	25	25
Índice Plástico	6	3	6	6
Equivalente Arena (Mín.)	30	50	25	25

Espesor mínimo de superficie de rodadura (concreto asfáltico)

TABLA N° 28 Espesos mínimo de superficie de rodadura

Tipo de Tráfico	Índice de Tráfico	Espesor Mínimo
Liviano	Menos de 10	1" = 25.4 mm
Medio	Entre 10 y 100	1-1/2" = 38.1 mm
Pesado	Más de 100	2" = 50.8 mm

3.4.1 Diseño de carreteras de pavimento de concreto asfáltico por espesores equivalentes

Este tipo de diseño es más conveniente cuando se cuenta con material granular en canteras cercanas y calidad suficiente, por cuanto permite una sustancial economía en la construcción de carreteras frente al concreto asfáltico, por ser un material natural de bajo costo.

En lugares donde la escasez de materiales apropiados para preparar bases de material natural, se hace muy costosa su obtención resulta más económico concentrar el costo en la producción de concreto asfáltico para todo el espesor del pavimento.

3.4.2 Clasificación de subrasante

De acuerdo a la clasificación del Manual de Carreteras no Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, se tiene en resumen los resultados siguientes:

Clasificación de subrasante

TRAMO	CBR	CLASIF. SUBRASANTE
-------	-----	--------------------

• Del Km. 0+000 AK Km. 21+740.00	6 - 10	Regular
-------------------------------------	--------	---------

3.4.3 **Determinación del índice de tráfico**

El índice de tráfico es el número promedio de equivalentes de ejes simples de 18,000 libras por día que se supone pasan por el carril de diseño, durante el periodo de diseño, normalmente para 20 años.

La carga y volumen de tráfico juegan un rol importante en el diseño estructural de pavimentos, particularmente cuando tanto la carga como el número de repeticiones de carga son altos; sin embargo, cuando ambos factores tienden hacia valores mínimos su importancia como parámetros de diseño es relativa.

Por ello es raramente justificable realizar un complejo y preciso análisis de tráfico para caminos de bajo volumen con menos de 200 vehículos por día como es el caso de la presente carretera; no obstante, siempre es recomendable intentar establecer datos realistas, para cada caso específico, sobre todo si el tráfico es mayormente pesado.

Por otro lado, es común la carencia de un registro sistemático de datos en caminos de bajo volumen que permitan efectuar un análisis de tráfico exhaustivo como sería deseable.

En el contexto anterior, y considerando así mismo que los requerimientos de espesores de diseño para pavimentos tienen una variación poco sensible para valores bajos de repeticiones de carga equivalente, se aplicará para fines del análisis del tráfico un método aproximado.

El índice de Tráfico para diseño puede determinarse a partir de los gráficos de la Figura I, basados en periodos de diseño de 20 años, y un crecimiento aproximadamente uniforme de 3% anual a partir del Índice Medio Diario, durante el periodo de diseño.

El método para el cálculo del índice de tráfico de diseño considera las vías: calle, carretera rural, carretera interurbana, carretera urbana; similar a las características del tráfico vehicular del país; teniéndose para el caso de nuestro proyecto la definición siguiente:

Carretera Rural ó Camino Local Rural, es la vía cuyo tránsito se compone generalmente de un 85% ó más de automóviles y camiones pequeños. La parte superior de esta franja, ha de usarse cuando el volumen de camiones pesados se considera relativamente grande. Las carreteras que sirven para zonas industriales, mineras o madereras caen dentro de esta categoría. La porción inferior de la franja, se destinará para carreteras que circundan zonas rurales residenciales o haciendas y fincas pequeñas (como el caso que nos asiste).

Se considerará tráfico liviano, lo que le asigna un Índice de Tráfico de 1 según el Método del Instituto de Asfalto. En efecto, para una carretera rural de dos vías, y para un tránsito diario inicial en dos direcciones en el rango de hasta 100 vehículos por día, le corresponde un Índice de Tráfico de 1 (Ver Figura 1).

3.4.4. Diseño del espesor del pavimento

Gráfico para el diseño de espesores

Para el cálculo del espesor del pavimento, se ha utilizado los valores de CBR sugeridos por el Método del Instituto de Asfalto, el cual considera la clasificación siguiente:

- Subrasante Mala : CBR < 6%
- Subrasante Regular : 6% < CBR < 10%
- Subrasante Buena : CBR > 10%

La Figura II, contiene el gráfico para determinar el requerimiento total de espesor de la estructura del pavimento y el espesor de todas las capas componentes. Esta figura se utiliza con resistencia de la subrasante medida por el CBR en la prueba de la placa portante; el gráfico proporciona el espesor total de concreto asfáltico.

Diseños alternativos incorporando base granular y capa de sub base, también pueden obtenerse con estos gráficos cuando se utilizan relaciones de sustitución apropiada, utilizando los coeficientes de equivalencia indicados en el numeral 6.1.

La línea AA en el gráfico se utiliza para establecer el espesor mínimo de concreto asfáltico (superficie de rodadura y base de concreto asfáltico) exigidos para cualquier resistencia de subrasante (CBR) e índice de tráfico. La línea BB determina si se puede usar sub base, y también el espesor requerido por la base y la sub base.

Para el caso particular que nos corresponde se reemplazará el espesor total de concreto asfáltico por material granular (afirmado); pudiéndose presentar tres situaciones:

- 1) Para subrasante Mala ó CBR comprendido entre 0 y 6 (puntos que caen a la izquierda de la línea BB), se utilizará una sub base granular, y para calcular este espesor (en pulgadas) bastará multiplicar por 2.7 el espesor total requerido (aplicando los factores de equivalencia).
- 2) Para subrasante Regular con CBR comprendido entre 6 y 10 (puntos que caen a la izquierda de la línea AA), se utilizará una base granular, y para calcular este espesor (en pulgadas) bastará multiplicar por 2 el espesor total de concreto asfáltico requerido (aplicando los factores de equivalencia).
- 3) Para subrasante Buena con CBR > 10, se utilizará la línea AA para el cálculo de los espesores totales que da los espesores mínimos requeridos, puesto que para estos CBR se obtienen valores menores al mínimo requerido. Se utilizará una base granular siguiendo el procedimiento indicado en el ítem 2 anterior.

CÁLCULO DE ESPESORES

Utilizando el gráfico (Figura II), para un índice de tráfico de 1, determinado en el numeral 6.4, el espesor total requerido de concreto asfáltico se calcula según el procedimiento siguiente:

Se sitúa la resistencia de diseño de la subrasante (CBR) en la escala horizontal del gráfico apropiado; luego se traza un vertical hasta cortar la línea del Índice de Tráfico, interpolando si es necesario, y de este punto se sigue una horizontal hasta la escala vertical de la izquierda, donde se lee el espesor redondeándolo dentro de 0.5".

CLASES DE SUB RASANTE

Se tiene tres clases de subrasante: Mala, Regular y Buena.

Para subrasante Mala, donde se tiene rangos de CBR de 0.5 a 4.2 (izquierda de la línea BB), emplearemos el valor más crítico, igual a 0.5, por cuanto valores mayores dan espesores menores, obteniéndose un espesor total de concreto asfáltico de 6.5". Aplicando los coeficientes equivalentes se tiene:

Espesor Sub Base Granular = 6.5" x 2.7" x 2.54 = 45 cm.

Optaremos por colocar una capa de mejoramiento de 30 cm y un espesor de capa de rodadura (afirmado) de 15 cm.

Para Subrasante Regular, donde el valor del CBR es 6.81 a 9.40 (izquierda de la línea AA), encontramos un espesor de concreto asfáltico de 3.4". Aplicando los coeficientes de equivalencia se tiene;

$$\text{Espesor Base Granular} = 3.5" \times 2 \times 2.54 = 17.78 = 15 \text{ cm.}$$

Optaremos por colocar un espesor de capa de rodadura (afirmado) de 15 cm.

Para subrasante Buena, donde el CBR es de 12 a 19, es decir mayor a 10, utilizaremos la línea AA que da el espesor mínimo requerido, que da el valor de 3.1" de concreto asfáltico. Aplicando los factores de equivalencia se tiene:

$$\text{Espesor Base Granular} = 3.1" \times 2 \times 2.54 = 15.7 = 15 \text{ cm.}$$

Optaremos por colocar un espesor de capa de rodadura (afirmado) de 15 cm.

PROGRESIVAS	CBR (%)	CLASIFICACIÓN SUBRASANTE	MEJORAMIENTO O Espesor (m)	AFIRMADO Espesor (m)
Del Km. 0+000 AK Km. 21+740.00	Entre 6% y 10%	Regular		0.15

3.4.5 Estrategia de utilización de canteras

Atendiendo los razonamientos anteriores, las características geotécnicas de la subrasante, así como la ubicación y potencia estimada de las canteras estudiadas, y los criterios de menor distancia de transporte, se ha determinado la siguiente estrategia de utilización de canteras:

CANTERAS DE MATERIAL PARA AFIRMADO Y MEJORAMIENTO DE SUBRASANTE CON MATERIAL GRANULAR:

CANTERA C-01:

Ubicada en el Caserío de Puerto Malleta a orillas del Rio Marañón en el Km 42+000 de la carretera Corralquemado-Lonya Grande Tomando Como Referencia Corralquemado como la Progresiva Km 0+000, tiene un volumen mayor a los

15,000 M3. Está prevista para ser utilizada en la siguiente progresiva: KM 11+000 AL KM 21+740.00 con un 30% de Incidencia en el Afirmado a utilizar.

CANTERA C-02:

Ubicada entre la progresiva Km 07+350 al Km 07+450 en el tramo antes de llegar al C.P Hualango, al lado derecho, tiene un volumen mayor a los 15,000 M3. Está prevista para ser utilizada en las siguientes progresivas: KM 11+000 AL KM 21+740.00 con un 70% de Incidencia en el Afirmado a utilizar.

CANTERA DE AGREGADOS:

CANTERA DE AGREGADOS DE LA QUEBRADA LLANGUAGO Y LIMONES:

Localizada a la altura del Puente Hualango en la Progresiva Km. 01+680, a 1.68 Km. del punto inicial (C.P Tactago) de obra en estudio, con volúmenes que superan los 5,000 M3. Esta cantera se ha considerado para la elaboración de concreto y emboquillados de la totalidad de obras de arte proyectadas.

3.5. ESTIMACION DEL PRESUPUESTO

“MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE TACTAGO-HUALANGO-VISTA ALEGRE-VISTA FLORIDA-MIRAFLORES”, DISTRITO DE CUMBA-UTCUBAMBA-AMAZONAS, en la Primera Etapa se estará ejecutando según detalle:

- Afirmado de 7,611.98 M³ de carretera con material de cantera seleccionado, E = 0.15 m.
- Construcción de 13,560.00 ml de cunetas de base sin revestir de 1.00 m x 0.50 m.
- Construcción de 24 Alcantarillas TMC 36”, como alcantarillas de alivio de cunetas y de paso de cursos de agua, incluyen cajas recolectoras, transición a la entrada y salida del cauce.
- Construcción de 06 badenes curvos de concreto simple de resistencia f'c = 210 Kg/cm², con longitudes de 8.00 metros de longitud, transiciones de entradas y salida con mampostería de piedra
- Instalación de 13 señales preventivas, 4 señales reglamentarias, 6 señales informativas y 12 hitos kilométricos.
- Implementación de un Plan de Manejo y Adecuación Ambiental.

El Valor Referencial calculado a .JULIO.2022 asciende a la suma de S/. 1'823,850.00 (Un Millón Ochocientos Veintitrés Mil Ochocientos Cincuenta Con 00/100 Nuevos Soles).

DETALLE DE FINANCIAMIENTO Y COSTOS INDIRECTOS

FORMATO E10

PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE TACTAGO-HUALANGO-VISTA ALEGRE-VISTA FLORIDA-MIRAFLORES", DISTRITO DE CUMBA-UTCUBAMBA-AMAZONAS - PRIMERA ETAPA"

DETALLE DE FINANCIAMIENTO Y COSTOS INDIRECTOS									
FORMATO E10									
PROYECTO: "MEJORAMIENTO DE LA TROCHA CARROZABLE TACTAGO-HUALANGO-VISTA ALEGRE-VISTA FLORIDA-MIRAFLORES", DISTRITO DE CUMBA-UTCUBAMBA-AMAZONAS - PRIMERA ETAPA"									
									-
									-
A COSTO DIRECTO (CD)									1,423,230.02
	2.6.23.52	MATERIALES							367,388.41
	2.6.23.52	MANO DE OBRA							154,178.01
	2.6.23.52	EQUIPO Y MAQUINARIA							901,663.60
B									
GASTOS GENERALES DE OBRA			MES ES	COEF	MONTO	8.82	%	125,550.00	
GASTOS VARIABLES								108,600.00	
	2.6.23.52	RESIDENTE DE OBRA	4.00	1.00	5,500.00			22,000.00	
	2.6.23.52	ASISTENTE DE RESIDENTE DE OBRA	4.00	1.00	4,000.00			16,000.00	
	2.6.23.52	ALMACENERO	4.00	1.00	1,200.00			4,800.00	
	2.6.23.52	GUARDIAN	4.00	2.00	1,200.00			9,600.00	
	2.6.23.52	ADMINISTRADOR	4.00	1.00	1,500.00			6,000.00	
	2.6.23.52	SECRETARIA	4.00	1.00	1,200.00			4,800.00	
	2.6.23.52	MAESTRO DE OBRA	4.00	1.00	3,500.00			14,000.00	
	2.6.23.52	TOPOGRAFO (INCLUYE EQUIPOS)	4.00	1.00	2,500.00			10,000.00	
	2.6.23.52	DIBUJANTE CAD	4.00	1.00	2,500.00			10,000.00	
	2.6.23.52	ALQUILER DE CAMIONETA PARA OBRA	4.00	1.00	2,850.00			11,400.00	
GASTOS FIJOS								16,950.00	
	2.6.23.52	ENSAYOS DE CALIDAD (ROTURA PROBETAS, COMPAC., ETC)	8.00	1.00	500.00			4,000.00	
	2.6.23.52	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	4.00	1.00	1,600.00			6,400.00	
	2.6.23.52	DISEÑO DE MEZCLAS	1.00	3.00	350.00			1,050.00	
	2.6.23.52	ARTICULOS DE LIMPIEZA Y OTROS	4.00	1.00	500.00			2,000.00	
	2.6.23.52	COPIA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1.00	1.00	1,000.00			1,000.00	
	2.6.23.52	GASTOS GENERALES NOTARIALES	1.00	1.00	2,000.00			2,000.00	
	2.6.23.52	MATERIALES DE ESCRITORIO	1.00	1.00	500.00			500.00	
C GASTOS DE SUPERVISION			MES ES	COEF	MONTO	4.95	%	70,500.00	
	2.6.23.52	SUPERVISOR DE OBRA (0.50 MES LIQUID.)	4.50	1.00	6,000.00			27,000.00	
	2.6.23.52	ASISTENTE SUPERVISIÓN	4.00	1.00	4,000.00			16,000.00	
	2.6.23.52	SECRETARIA	4.00	1.00	1,200.00			4,800.00	
	2.6.23.52	UTILES DE ESCRITORIO	1.00	1.00	500.00			500.00	
	2.6.23.52	COPIA DE DOCUMENTOS Y PLANOS	1.00	1.00	800.00			800.00	
	2.6.23.52	ALQUILER DE CAMIONETA PARA OBRA	4.00	1.00	2,850.00			11,400.00	

	2.6.23.52	SUPERVISOR DE IMPACTO AMBIENTAL	4.00	0.50	2,500.00			5,000.00
D	GASTOS ADMINISTRATIVOS DE LA REGION		MES ES	COEF	MONTO	2.99	%	42,625.86
	2.6.23.54	UTILES DE ESCRITORIO	4.00	1.00	500.00			2,000.00
	2.6.23.55	MOVILIDAD Y VIATICOS	4.00	1.00	1,500.00			6,000.00
	2.6.23.54	COMBUSTIBLE	4.00	1.00	500.00			2,000.00
	2.6.23.55	SERVICIOS DE CONSULTORIA	2.00	1.00	7,000.00			14,000.00
	2.6.23.55	ADQUISICIÓN DE SOFTWARE	1.00	1.00	2,500.00			2,500.00
	2.6.23.55	COPIA DE DOCUMENTOS	4.00	1.00	1,600.00			6,400.00
	2.6.23.55	GASTOS GENERALES Y NOTARIALES	1.00	1.00	1,275.00			1,275.00
	2.6.23.55	OTROS SERVICIOS DE TERCEROS (Publicidad y difusión)	4.00	1.00	500.00			2,000.00
	2.6.23.55	PERSONAL ADMINISTRATIVO	4.00	1.00	1,200.00			4,800.00
	2.6.23.54	PLACA RECORDATORIA	1.00	1.00	750.86			750.86
	2.6.23.54	IMPLEMENTOS DE SEGURIDAD	1.00	1.00	900.00			900.00
E	ESTUDIOS DEFINITIVOS A NIVEL DE EJECUCION		MES ES	COEF	MONTO	0.66	%	9,440.00
	2.6.23.55	ESTUDIOS DEFINITIVOS A NIVEL DE EXPEDIENTE TECNICO	1.00	1.00	9,440.00			9,440.00
COSTO TOTAL								1,671,345.88
DETALLE DE FINANCIAMIENTO								
DESCRIPCION					REGION		MUNICIPALIDAD	TOTAL
					DESEMBOLSO	ADMINISTRATIVA	APORTE	
COSTO DIRECTO					1,423,230.02		139,814.12	1,563,044.14
GASTOS GENERALES DE OBRA					125,550.00			125,550.00
SUB TOTAL					1,548,780.02			1,688,594.14
COSTO DE OBRA								1,688,594.14
GASTOS DE SUPERVISION						70,500.00		70,500.00
IGV SUPERVISION (18%)						12,690.00		12,690.00
GASTOS TOTAL DE SUPERVISION						83,190.00		83,190.00
GASTOS ADMINISTRATIVOS DE LA REGION						42,625.86		42,625.86
ESTUDIOS DEFINITIVOS A NIVEL DE EXPEDIENTE TECNICO							9,440.00	9,440.00
TOTAL					1,548,780.02	125,815.86	149,254.12	1,823,850.00

IV. CONCLUSIONES

- Se realizó el Diseño de mejoramiento de la trocha Carrozable Tactago-Hualango-Vista Alegre-Vista Florida-Miraflores, en el Distrito de Cumba, Amazonas, con una sección de Via de 4.5 metros y una longitud de 10.74 Kms. Según su jurisdicción: Sistema Vecinal. Según el servicio: Camino Vecinal (Trocha Carrozable IMD > 15 Veh. /día). Las normas recomiendan, en topografía accidentada la siguiente velocidad directriz. $V = 20 \text{ Km/hr}$
- Se realizó el levantamiento topográfico del tramo en estudio en planta y elevación, definiéndose las secciones transversales, y se realizaron los estudios geotécnicos de clasificación de suelos respectivos.
- Se realizó el estudio hidrológico definiéndose la necesidad de drenaje proyectándose la construcción de 13,560.00 ml de cunetas de base sin revestir de 1.00 m x 0.50 m., Construcción de 24 Alcantarillas TMC 36", y construcción de 06 badenes curvos de concreto.
- Se completó la propuesta final de mejoramiento de los 10.74 Km de longitud. En general el diseño geométrico procurará adaptarse a las condiciones naturales del terreno, evitando los movimientos de tierras excesivas o la construcción de obras de arte o estructuras costosas. Radio mínimo = 15 m, Radio Excepcional =10 m. Pendiente Máxima 12 %, Excepcional 15 %.
- El costo de la solución propuesta asciende S/. 1'823,850.00 (Un Millón Ochocientos Veintitrés Mil Ochocientos Cincuenta Con 00/100 Nuevos Soles).

V. RECOMENDACIONES

- Respecto a los trabajos de topografía, se recomienda la calibración y el buen estado de los equipos topográficos antes del inicio de un proyecto y durante la ejecución del mismo, realizamos periódicamente una verificación de calibración, especialmente la de colimación vertical, pues un error del ángulo vertical origina errores en la distancia y desnivel medidos..
- Se recomienda ampliar la investigación con estudio de impacto ambiental a fin de tener un expediente técnico completo e iniciar las obras lo mas pronto posible.
- Se recomienda actualizar los costos antes de iniciar las obras.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Arias, F. (2012) *El proyecto de Investigación* [en línea]. 6 ta ed. Caracas: Episteme, C.A. [Fecha de consulta: 10 de octubre de 2019]. Disponible en: <https://evidencia.com/wp-content/uploads/2014/12/EL-PROYECTO-DE-INVESTIGACION-6ta-Ed.-FIDIAS-G.-ARIAS.pdf> ISBN: 980-07-8529-9
- Campos, A. (2019) *Determinación Del Estado De Transitabilidad y Nivel De Intervención Del Camino Vecinal “Magllanal – Loma Santa”, Distrito De Jaén- Jaéncajamarca 2017 (tesis de pregrado)*. Universidad Nacional de Cajamarca.
- Chujija, J. (2018). *REHABILITACIÓN DEL CAMINO VECINAL ENTRE EL DISTRITO DE MOHO Y EL CENTRO POBLADO DE QUELLAUCO - POMAACA DEL DISTRITO DE MOHO – PUNO*. (Tesis de Pregrado). Universidad Nacional del Altiplano. Puno – Perú .
- Gallegos, K. & Fernández, T. (2016). *Diseño De La Trocha Carrozable Surichima – Succhapampa – Yuntumpampa, Distrito De Salas, Provincia Y Departamento De Lambayeque, 2016*. (tesis de pregrado). Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo. Chiclayo, Perú.
- Llanca, J. & Polo, J. (2017). *“Diseño geométrico del camino vecinal Capirona, Porvenir, Zancudo, Soledad, distrito de Pajarillo – Provincia de Mariscal Cáceres – región San Martín”*. (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martín. Tarapoto, Perú.
- Ministerio de transportes y Comunicaciones (2013). *Glosario de términos de uso frecuente en proyectos de infraestructura vial*. RD N° 18-2013-MTC/14 (14.06.2013).
- Ministerio de transportes y Comunicaciones (2014). *MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y PAVIMENTOS”*. RD N° 10-2014-MTC/14 (06.04.2014).
- Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). (2018). *Manual de Carreteras: Diseño Geométrico DG - 2018*. Lima, Perú.
- Ministerio de transportes y comunicaciones (MTC). (2020). *DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN DE LAS BRECHAS DE INFRAESTRUCTURA O DE ACCESO A SERVICIOS*. Lima, Perú.
- Ramos, E. & Romero, J. (2017). *Diseño geométrico del camino vecinal a nivel de afirmado y sus obras de arte para optimizar la transitabilidad entre los caseríos*

Sinai - Cruce Hualango, distrito de Cumba, Utcubamba, Amazonas, en el año 2015. (tesis de pregrado). Universidad Cesar Vallejo. Chiclayo. Peru.

Ramirez, J. y Rodas, S. (2019) *Estudio definitivo de la rehabilitación del Camino Vecinal San Juan – La Unión, Distrito Tres Unidos, Provincia Picota - San Martin (tesis de pregrado). Universidad Nacional de San Martin.*



ANEXO:

1. Datos de Levantamiento Topográfico

ITEM	ESTE	NORTE	COTA	DESCRIPCION
1	8432931	491657	1092	TERRENO NATURAL
2	8432930	491653	1095	EJE
3	8432928	491649	1098	TERRENO NATURAL
4	8432932	491649	1096	EJE
5	8432938	491649	1093	TERRENO NATURAL
6	8432934	491645	1098	EJE
7	8432931	491640	1102	TERRENO NATURAL
8	8432936	491640	1099	EJE
9	8432944	491641	1095	TERRENO NATURAL
10	8432941	491633	1101	EJE
11	8432937	491626	1105	TERRENO NATURAL
12	8432944	491626	1102	EJE
13	8432952	491628	1097	TERRENO NATURAL
14	8432947	491620	1103	EJE
15	8432944	491614	1107	TERRENO NATURAL
16	8432951	491612	1104	EJE
17	8432958	491615	1100	TERRENO NATURAL
18	8432953	491607	1106	EJE
19	8432949	491603	1109	TERRENO NATURAL
20	8432955	491601	1107	EJE
21	8432961	491601	1104	TERRENO NATURAL
22	8432957	491596	1108	EJE
23	8432954	491593	1111	TERRENO NATURAL
24	8432959	491592	1109	EJE
25	8432965	491592	1105	TERRENO NATURAL
26	8432961	491587	1110	EJE
27	8432957	491584	1113	TERRENO NATURAL
28	8432962	491583	1111	EJE
29	8432969	491585	1107	TERRENO NATURAL
30	8432964	491580	1111	EJE
31	8432960	491578	1114	TERRENO NATURAL
32	8432965	491576	1112	EJE
33	8432971	491576	1109	TERRENO NATURAL
34	8432966	491572	1113	EJE
35	8432962	491571	1116	TERRENO NATURAL
36	8432967	491569	1114	EJE
37	8432973	491567	1112	TERRENO NATURAL
38	8432968	491564	1115	EJE
39	8432964	491560	1119	TERRENO NATURAL
40	8432974	491560	1113	EJE
41	8432971	491558	1116	TERRENO NATURAL
42	8432967	491555	1119	EJE
43	8432972	491552	1118	TERRENO NATURAL
44	8432980	491551	1114	EJE
45	8432974	491545	1119	TERRENO NATURAL
46	8432970	491543	1123	EJE
47	8432977	491539	1120	TERRENO NATURAL
48	8432986	491539	1116	EJE
49	8432980	491534	1121	TERRENO NATURAL
50	8432975	491532	1124	EJE
51	8432981	491529	1121	TERRENO NATURAL
52	8432989	491531	1117	EJE
53	8432986	491522	1122	TERRENO NATURAL
54	8432981	491519	1125	EJE
55	8432987	491516	1123	TERRENO NATURAL
56	8432994	491518	1119	EJE
57	8432990	491506	1126	TERRENO NATURAL
58	8432989	491500	1128	EJE
59	8432997	491500	1124	TERRENO NATURAL
60	8433008	491499	1119	EJE
61	8433002	491490	1125	TERRENO NATURAL
62	8432988	491490	1132	EJE
63	8433004	491482	1127	TERRENO NATURAL
64	8433012	491485	1122	EJE
65	8433010	491474	1128	TERRENO NATURAL
66	8432998	491476	1132	EJE



67	8433011	491467	1129	TERRENO NATURAL
68	8433033	491459	1118	EJE
69	8433013	491460	1131	TERRENO NATURAL
70	8433001	491462	1136	EJE
71	8433013	491453	1133	TERRENO NATURAL
72	8433027	491447	1127	EJE
73	8433013	491445	1137	TERRENO NATURAL
74	8433000	491454	1139	EJE
75	8433006	491446	1140	TERRENO NATURAL
76	8433010	491434	1143	EJE
77	8432998	491451	1142	TERRENO NATURAL
78	8432993	491465	1139	EJE
79	8432990	491459	1142	TERRENO NATURAL
80	8432983	491456	1146	EJE
81	8432985	491464	1143	TERRENO NATURAL
82	8432987	491472	1139	EJE
83	8432979	491471	1143	TERRENO NATURAL
84	8432971	491468	1147	EJE
85	8432974	491477	1143	TERRENO NATURAL
86	8432978	491481	1140	EJE
87	8432970	491480	1143	TERRENO NATURAL
88	8432963	491479	1147	EJE
89	8432966	491487	1143	TERRENO NATURAL
90	8432972	491494	1138	EJE
91	8432963	491491	1143	TERRENO NATURAL
92	8432954	491489	1148	EJE
93	8432958	491497	1144	TERRENO NATURAL
94	8432960	491503	1141	EJE
95	8432952	491501	1145	TERRENO NATURAL
96	8432946	491498	1149	EJE
97	8432947	491507	1146	TERRENO NATURAL
98	8432951	491511	1142	EJE
99	8432938	491510	1149	TERRENO NATURAL
100	8432934	491503	1153	EJE
101	8432936	491515	1148	TERRENO NATURAL
102	8432940	491520	1145	EJE
103	8432932	491518	1150	TERRENO NATURAL
104	8432928	491515	1153	EJE
105	8432927	491522	1151	TERRENO NATURAL
106	8432934	491526	1146	EJE
107	8432921	491529	1152	TERRENO NATURAL
108	8432917	491524	1155	EJE
109	8432918	491533	1152	TERRENO NATURAL
110	8432928	491541	1144	EJE
111	8432912	491540	1150	TERRENO NATURAL
112	8432908	491535	1152	EJE
113	8432907	491543	1149	TERRENO NATURAL
114	8432916	491547	1148	EJE
115	8432901	491540	1150	TERRENO NATURAL
116	8432900	491545	1149	EJE
117	8432900	491551	1147	TERRENO NATURAL
118	8432897	491545	1149	EJE
119	8432890	491543	1150	TERRENO NATURAL
120	8432898	491541	1150	EJE
121	8432892	491531	1153	TERRENO NATURAL
122	8432899	491537	1151	EJE
123	8432904	491537	1151	TERRENO NATURAL
124	8432902	491533	1152	EJE
125	8432902	491534	1152	TERRENO NATURAL
126	8432898	491527	1154	EJE
127	8432904	491530	1153	TERRENO NATURAL
128	8432908	491531	1153	EJE
129	8432906	491527	1154	TERRENO NATURAL
130	8432902	491523	1155	EJE
131	8432908	491522	1155	TERRENO NATURAL
132	8432913	491522	1155	EJE
133	8432910	491517	1157	TERRENO NATURAL
134	8432905	491514	1158	EJE



135	8432911	491512	1158	TERRENO NATURAL
136	8432916	491513	1158	EJE
137	8432914	491508	1159	TERRENO NATURAL
138	8432909	491505	1161	EJE
139	8432916	491504	1161	TERRENO NATURAL
140	8432921	491502	1159	EJE
141	8432917	491500	1162	TERRENO NATURAL
142	8432912	491500	1162	EJE
143	8432919	491496	1162	TERRENO NATURAL
144	8432926	491495	1159	EJE
145	8432921	491492	1163	TERRENO NATURAL
146	8432915	491490	1165	EJE
147	8432924	491484	1164	TERRENO NATURAL
148	8432929	491486	1160	EJE
149	8432928	491480	1163	TERRENO NATURAL
150	8432922	491477	1166	EJE
151	8432931	491471	1164	TERRENO NATURAL
152	8432943	491476	1157	EJE
153	8432936	491466	1163	TERRENO NATURAL
154	8432930	491464	1167	EJE
155	8432938	491461	1164	TERRENO NATURAL
156	8432948	491460	1160	EJE
157	8432942	491453	1165	TERRENO NATURAL
158	8432937	491452	1167	EJE
159	8432945	491449	1165	TERRENO NATURAL
160	8432953	491449	1161	EJE
161	8432948	491444	1165	TERRENO NATURAL
162	8432943	491444	1168	EJE
163	8432952	491437	1166	TERRENO NATURAL
164	8432959	491439	1163	EJE
165	8432954	491432	1167	TERRENO NATURAL
166	8432949	491428	1170	EJE
167	8432957	491427	1167	TERRENO NATURAL
168	8432963	491428	1164	EJE
169	8432960	491422	1168	TERRENO NATURAL
170	8432955	491418	1171	EJE
171	8432963	491416	1168	TERRENO NATURAL
172	8432970	491419	1165	EJE
173	8432967	491410	1169	TERRENO NATURAL
174	8432958	491408	1173	EJE
175	8432969	491404	1171	TERRENO NATURAL
176	8432975	491406	1168	EJE
177	8432972	491399	1171	TERRENO NATURAL
178	8432961	491396	1176	EJE
179	8432973	491390	1174	TERRENO NATURAL
180	8432982	491393	1170	EJE
181	8432974	491384	1176	TERRENO NATURAL
182	8432964	491382	1180	EJE
183	8432976	491378	1177	TERRENO NATURAL
184	8432983	491380	1174	EJE
185	8432978	491372	1179	TERRENO NATURAL
186	8432971	491373	1181	EJE
187	8432976	491367	1181	TERRENO NATURAL
188	8432986	491364	1179	EJE
189	8432976	491361	1184	TERRENO NATURAL
190	8432968	491367	1184	EJE
191	8432972	491358	1187	TERRENO NATURAL
192	8432968	491352	1191	EJE
193	8432962	491364	1187	TERRENO NATURAL
194	8432960	491371	1185	EJE
195	8432958	491367	1187	TERRENO NATURAL
196	8432955	491364	1190	EJE
197	8432955	491370	1187	TERRENO NATURAL
198	8432955	491376	1185	EJE
199	8432949	491374	1187	TERRENO NATURAL
200	8432946	491370	1190	EJE
201	8432946	491378	1187	TERRENO NATURAL
202	8432946	491381	1186	EJE



203	8432942	491380	1188	TERRENO NATURAL
204	8432938	491376	1191	EJE
205	8432938	491383	1188	TERRENO NATURAL
206	8432939	491388	1186	EJE
207	8432934	491386	1189	TERRENO NATURAL
208	8432930	491382	1192	EJE
209	8432930	491389	1189	TERRENO NATURAL
210	8432931	491393	1188	EJE
211	8432927	491391	1190	TERRENO NATURAL
212	8432921	491388	1193	EJE
213	8432923	491395	1190	TERRENO NATURAL
214	8432923	491400	1189	EJE
215	8432919	491398	1191	TERRENO NATURAL
216	8432915	491395	1192	EJE
217	8432916	491401	1191	TERRENO NATURAL
218	8432918	491406	1189	EJE
219	8432909	491405	1190	TERRENO NATURAL
220	8432905	491401	1192	EJE
221	8432903	491405	1191	TERRENO NATURAL
222	8432904	491412	1188	EJE
223	8432897	491404	1192	TERRENO NATURAL
224	8432895	491395	1195	EJE
225	8432891	491405	1192	TERRENO NATURAL
226	8432893	491416	1188	EJE
227	8432887	491405	1192	TERRENO NATURAL
228	8432883	491395	1196	EJE
229	8432882	491406	1193	TERRENO NATURAL
230	8432882	491417	1189	EJE
231	8432876	491406	1193	TERRENO NATURAL
232	8432875	491397	1196	EJE
233	8432871	491406	1194	TERRENO NATURAL
234	8432875	491418	1190	EJE
235	8432866	491408	1194	TERRENO NATURAL
236	8432867	491398	1197	EJE
237	8432859	491408	1194	TERRENO NATURAL
238	8432865	491419	1190	EJE
239	8432856	491410	1194	TERRENO NATURAL
240	8432852	491399	1198	EJE
241	8432849	491410	1195	TERRENO NATURAL
242	8432856	491425	1189	EJE
243	8432845	491412	1195	TERRENO NATURAL
244	8432842	491401	1199	EJE
245	8432839	491414	1195	TERRENO NATURAL
246	8432843	491423	1191	EJE
247	8432835	491414	1195	TERRENO NATURAL
248	8432833	491404	1199	EJE
249	8432831	491414	1195	TERRENO NATURAL
250	8432835	491426	1191	EJE
251	8432827	491416	1195	TERRENO NATURAL
252	8432824	491408	1198	EJE
253	8432822	491417	1195	TERRENO NATURAL
254	8432824	491429	1191	EJE
255	8432819	491419	1195	TERRENO NATURAL
256	8432818	491411	1198	EJE
257	8432815	491419	1196	TERRENO NATURAL
258	8432815	491427	1193	EJE
259	8432791	491441	1192	TERRENO NATURAL
260	8432812	491414	1198	EJE
261	8432774	491436	1197	TERRENO NATURAL
262	8432806	491426	1195	EJE
263	8432756	491423	1204	TERRENO NATURAL
264	8432811	491412	1199	EJE
265	8432804	491413	1200	TERRENO NATURAL
266	8432761	491383	1216	EJE
267	8432804	491410	1201	TERRENO NATURAL
268	8432808	491409	1200	EJE
269	8432813	491407	1200	TERRENO NATURAL
270	8432783	491386	1212	EJE



271	8432766	491367	1221	TERRENO NATURAL
272	8432785	491382	1213	EJE
273	8432803	491391	1207	TERRENO NATURAL
274	8432794	491376	1214	EJE
275	8432780	491355	1224	TERRENO NATURAL
276	8432797	491372	1215	EJE
277	8432807	491383	1209	TERRENO NATURAL
278	8432802	491368	1215	EJE
279	8432789	491346	1228	TERRENO NATURAL
280	8432805	491365	1216	EJE
281	8432815	491378	1210	TERRENO NATURAL
282	8432808	491363	1216	EJE
283	8432805	491348	1224	TERRENO NATURAL
284	8432811	491357	1219	EJE
285	8432821	491371	1211	TERRENO NATURAL
286	8432816	491355	1219	EJE
287	8432812	491342	1225	TERRENO NATURAL
288	8432819	491352	1220	EJE
289	8432822	491351	1220	TERRENO NATURAL
290	8432828	491366	1212	EJE
291	8432823	491349	1221	TERRENO NATURAL
292	8432820	491335	1227	EJE
293	8432826	491345	1222	TERRENO NATURAL
294	8432834	491361	1214	EJE
295	8432831	491341	1223	TERRENO NATURAL
296	8432826	491327	1230	EJE
297	8432835	491338	1224	TERRENO NATURAL
298	8432843	491356	1215	EJE
299	8432840	491332	1226	TERRENO NATURAL
300	8432834	491318	1233	EJE
301	8432853	491341	1220	TERRENO NATURAL
302	8432861	491347	1216	EJE
303	8432857	491335	1222	TERRENO NATURAL
304	8432845	491313	1233	EJE
305	8432861	491332	1223	TERRENO NATURAL
306	8432867	491337	1220	EJE
307	8432864	491328	1224	TERRENO NATURAL
308	8432856	491309	1234	EJE
309	8432868	491322	1226	TERRENO NATURAL
310	8432874	491329	1222	EJE
311	8432871	491318	1228	TERRENO NATURAL
312	8432867	491300	1236	EJE
313	8432877	491313	1229	TERRENO NATURAL
314	8432883	491323	1224	EJE
315	8432878	491310	1230	TERRENO NATURAL
316	8432874	491293	1238	EJE
317	8432881	491308	1230	TERRENO NATURAL
318	8432891	491319	1224	EJE
319	8432885	491306	1231	TERRENO NATURAL
320	8432879	491289	1239	EJE
321	8432887	491303	1232	TERRENO NATURAL
322	8432895	491314	1226	EJE
323	8432891	491301	1232	TERRENO NATURAL
324	8432885	491283	1241	EJE
325	8432895	491297	1233	TERRENO NATURAL
326	8432903	491310	1226	EJE
327	8432897	491294	1234	TERRENO NATURAL
328	8432895	491286	1238	EJE
329	8432901	491292	1234	TERRENO NATURAL
330	8432909	491305	1228	EJE
331	8432904	491289	1235	TERRENO NATURAL
332	8432903	491279	1239	EJE
333	8432908	491286	1236	TERRENO NATURAL
334	8432916	491297	1230	EJE
335	8432911	491282	1237	TERRENO NATURAL
336	8432909	491272	1242	EJE
337	8432915	491277	1238	TERRENO NATURAL
338	8432926	491290	1230	EJE

339	8432920	491274	1239	TERRENO NATURAL
340	8432917	491263	1245	EJE
341	8432923	491269	1241	TERRENO NATURAL
342	8432932	491285	1231	EJE
343	8432928	491265	1242	TERRENO NATURAL
344	8432927	491255	1247	EJE
345	8432933	491261	1242	TERRENO NATURAL
346	8432941	491276	1233	EJE
347	8432936	491258	1243	TERRENO NATURAL
348	8432935	491248	1248	EJE
349	8432941	491254	1244	TERRENO NATURAL
350	8432949	491271	1233	EJE
351	8432943	491250	1245	TERRENO NATURAL
352	8432940	491241	1251	EJE
353	8432948	491246	1246	TERRENO NATURAL
354	8432958	491264	1234	EJE
355	8432951	491242	1247	TERRENO NATURAL
356	8432950	491233	1252	EJE
357	8432956	491239	1248	TERRENO NATURAL
358	8432965	491256	1236	EJE
359	8432961	491232	1249	TERRENO NATURAL
360	8432959	491219	1257	EJE
361	8432966	491228	1250	TERRENO NATURAL
362	8432971	491247	1240	EJE
363	8432971	491223	1251	TERRENO NATURAL
364	8432968	491213	1257	EJE
365	8432975	491218	1253	TERRENO NATURAL
366	8432982	491233	1243	EJE
367	8432979	491214	1253	TERRENO NATURAL
368	8432978	491206	1258	EJE
369	8432982	491210	1254	TERRENO NATURAL
370	8432987	491228	1244	EJE
371	8432985	491206	1256	TERRENO NATURAL
372	8432982	491198	1261	EJE
373	8432989	491200	1258	TERRENO NATURAL
374	8433005	491195	1256	EJE
375	8432992	491192	1261	TERRENO NATURAL
376	8432982	491194	1263	EJE
377	8432991	491185	1265	TERRENO NATURAL
378	8433007	491180	1263	EJE
379	8432992	491178	1268	TERRENO NATURAL
380	8432980	491191	1265	EJE
381	8432988	491173	1272	TERRENO NATURAL
382	8432985	491164	1277	EJE
383	8432981	491173	1274	TERRENO NATURAL
384	8432976	491181	1271	EJE
385	8432973	491190	1267	TERRENO NATURAL
386	8432970	491179	1274	EJE
387	8432967	491167	1280	TERRENO NATURAL
388	8432963	491177	1277	EJE
389	8432965	491189	1270	TERRENO NATURAL
390	8432955	491177	1279	EJE
391	8432950	491165	1286	TERRENO NATURAL
392	8432948	491179	1279	EJE
393	8432950	491189	1274	TERRENO NATURAL
394	8432950	491190	1274	EJE
395	8432940	491181	1281	TERRENO NATURAL
396	8432936	491170	1287	EJE
397	8432935	491183	1282	TERRENO NATURAL
398	8432935	491192	1277	EJE
399	8432929	491183	1283	TERRENO NATURAL
400	8432923	491169	1291	EJE
401	8432923	491186	1283	TERRENO NATURAL
402	8432929	491196	1277	EJE
403	8432917	491185	1286	TERRENO NATURAL
404	8432908	491171	1294	EJE
405	8432909	491187	1286	TERRENO NATURAL
406	8432911	491200	1279	EJE



407	8432899	491187	1288	TERRENO NATURAL
408	8432893	491172	1296	EJE
409	8432893	491189	1288	TERRENO NATURAL
410	8432892	491204	1281	EJE
411	8432888	491190	1289	TERRENO NATURAL
412	8432882	491177	1296	EJE
413	8432881	491192	1288	TERRENO NATURAL
414	8432884	491208	1280	EJE
415	8432868	491180	1297	TERRENO NATURAL
416	8432872	491196	1288	EJE
417	8432877	491210	1280	TERRENO NATURAL
418	8432862	491195	1291	EJE
419	8432857	491184	1298	TERRENO NATURAL
420	8432854	491197	1291	EJE
421	8432860	491219	1278	TERRENO NATURAL
422	8432844	491198	1293	EJE
423	8432842	491180	1302	TERRENO NATURAL
424	8432835	491201	1293	EJE
425	8432836	491216	1284	TERRENO NATURAL
426	8432828	491202	1293	EJE
427	8432822	491189	1302	TERRENO NATURAL
428	8432821	491202	1295	EJE
429	8432826	491220	1284	TERRENO NATURAL
430	8432816	491205	1295	EJE
431	8432812	491188	1305	TERRENO NATURAL
432	8432807	491205	1297	EJE
433	8432812	491225	1284	TERRENO NATURAL
434	8432801	491208	1296	EJE
435	8432804	491176	1313	TERRENO NATURAL
436	8432790	491199	1304	EJE
437	8432746	491246	1288	TERRENO NATURAL
438	8432771	491199	1309	EJE
439	8432778	491178	1319	TERRENO NATURAL
440	8432748	491195	1317	EJE
441	8432729	491200	1319	TERRENO NATURAL
442	8432738	491186	1325	EJE
443	8432738	491180	1328	TERRENO NATURAL
444	8432716	491183	1334	EJE
445	8432723	491180	1333	TERRENO NATURAL
446	8432729	491173	1335	EJE
447	8432723	491168	1340	TERRENO NATURAL
448	8432733	491171	1334	EJE
449	8432745	491175	1329	TERRENO NATURAL
450	8432736	491160	1340	EJE
451	8432746	491166	1334	TERRENO NATURAL
452	8432761	491173	1326	EJE
453	8432755	491162	1334	TERRENO NATURAL
454	8432750	491145	1344	EJE
455	8432761	491159	1334	TERRENO NATURAL
456	8432771	491169	1326	EJE
457	8432769	491156	1333	TERRENO NATURAL
458	8432764	491143	1342	EJE
459	8432774	491153	1333	TERRENO NATURAL
460	8432785	491165	1325	EJE
461	8432780	491151	1333	TERRENO NATURAL
462	8432775	491137	1342	EJE
463	8432787	491148	1333	TERRENO NATURAL
464	8432802	491158	1324	EJE
465	8432797	491142	1333	TERRENO NATURAL
466	8432790	491126	1344	EJE
467	8432811	491148	1327	TERRENO NATURAL
468	8432822	491152	1321	EJE
469	8432818	491139	1329	TERRENO NATURAL
470	8432813	491126	1337	EJE
471	8432826	491131	1332	TERRENO NATURAL
472	8432833	491142	1324	EJE
473	8432832	491125	1333	TERRENO NATURAL
474	8432826	491113	1341	EJE



475	8432839	491116	1336	TERRENO NATURAL
476	8432845	491123	1331	EJE
477	8432842	491112	1337	TERRENO NATURAL
478	8432840	491102	1343	EJE
479	8432847	491108	1338	TERRENO NATURAL
480	8432857	491117	1331	EJE
481	8432851	491103	1340	TERRENO NATURAL
482	8432849	491093	1345	EJE
483	8432856	491098	1341	TERRENO NATURAL
484	8432863	491105	1336	EJE
485	8432861	491094	1342	TERRENO NATURAL
486	8432859	491082	1349	EJE
487	8432868	491086	1344	TERRENO NATURAL
488	8432873	491092	1340	EJE
489	8432872	491081	1346	TERRENO NATURAL
490	8432868	491073	1352	EJE
491	8432876	491076	1348	TERRENO NATURAL
492	8432883	491081	1344	EJE
493	8432880	491072	1349	TERRENO NATURAL
494	8432875	491064	1355	EJE
495	8432882	491069	1351	TERRENO NATURAL
496	8432889	491075	1345	EJE
497	8432885	491066	1352	TERRENO NATURAL
498	8432882	491053	1360	EJE
499	8432892	491060	1353	TERRENO NATURAL
500	8432903	491065	1348	EJE
501	8432899	491057	1353	TERRENO NATURAL
502	8432891	491046	1362	EJE
503	8432878	491053	1360	TERRENO NATURAL
504	8432882	491044	1365	EJE
505	8432882	491028	1374	TERRENO NATURAL
506	8432872	491043	1368	EJE
507	8432868	491056	1361	TERRENO NATURAL
508	8432862	491046	1368	EJE
509	8432855	491029	1379	TERRENO NATURAL
510	8432855	491050	1368	EJE
511	8432856	491060	1362	TERRENO NATURAL
512	8432846	491053	1368	EJE
513	8432845	491045	1373	TERRENO NATURAL
514	8432837	491054	1369	EJE
515	8432833	491064	1365	TERRENO NATURAL
516	8432830	491055	1371	EJE
517	8432827	491042	1378	TERRENO NATURAL
518	8432824	491057	1371	EJE
519	8432824	491072	1363	TERRENO NATURAL
520	8432816	491060	1372	EJE
521	8432815	491044	1381	TERRENO NATURAL
522	8432810	491063	1373	EJE
523	8432810	491076	1365	TERRENO NATURAL
524	8432804	491065	1373	EJE
525	8432802	491049	1383	TERRENO NATURAL
526	8432795	491067	1374	EJE
527	8432799	491083	1365	TERRENO NATURAL
528	8432790	491068	1376	EJE
529	8432792	491053	1384	TERRENO NATURAL
530	8432780	491069	1379	EJE
531	8432773	491086	1371	TERRENO NATURAL
532	8432770	491075	1378	EJE
533	8432771	491056	1389	TERRENO NATURAL
534	8432761	491077	1380	EJE
535	8432755	491093	1372	TERRENO NATURAL
536	8432752	491077	1382	EJE
537	8432754	491059	1392	TERRENO NATURAL
538	8432743	491080	1383	EJE
539	8432743	491092	1376	TERRENO NATURAL
540	8432737	491081	1384	EJE
541	8432741	491066	1392	TERRENO NATURAL
542	8432728	491083	1386	EJE



543	8432727	491094	1380	TERRENO NATURAL
544	8432723	491080	1390	EJE
545	8432736	491062	1396	TERRENO NATURAL
546	8432687	491105	1388	EJE
547	8432703	491084	1394	TERRENO NATURAL
548	8432710	491077	1397	EJE
549	8432694	491084	1398	TERRENO NATURAL
550	8432666	491096	1400	EJE
551	8432689	491082	1401	TERRENO NATURAL
552	8432724	491065	1399	EJE
553	8432710	491063	1405	TERRENO NATURAL
554	8432682	491033	1433	EJE
555	8432733	491054	1403	TERRENO NATURAL
556	8432734	491054	1402	EJE
557	8432744	491056	1398	TERRENO NATURAL
558	8432736	491045	1407	EJE
559	8432709	491002	1443	TERRENO NATURAL
560	8432743	491042	1407	EJE
561	8432750	491048	1401	TERRENO NATURAL
562	8432748	491035	1409	EJE
563	8432731	490998	1438	TERRENO NATURAL
564	8432757	491031	1408	EJE
565	8432766	491037	1402	TERRENO NATURAL
566	8432762	491024	1410	EJE
567	8432746	490986	1441	TERRENO NATURAL
568	8432772	491022	1408	EJE
569	8432782	491028	1401	TERRENO NATURAL
570	8432783	491012	1410	EJE
571	8432761	490969	1447	TERRENO NATURAL
572	8432794	491003	1412	EJE
573	8432801	491007	1406	TERRENO NATURAL
574	8432799	490993	1417	EJE
575	8432775	490956	1451	TERRENO NATURAL
576	8432811	490986	1418	EJE
577	8432821	490995	1408	TERRENO NATURAL
578	8432818	490979	1421	EJE
579	8432802	490946	1450	TERRENO NATURAL
580	8432830	490969	1425	EJE
581	8432840	490976	1417	TERRENO NATURAL
582	8432836	490962	1429	EJE
583	8432815	490937	1453	TERRENO NATURAL
584	8432854	490959	1425	EJE
585	8432863	490966	1418	TERRENO NATURAL
586	8432863	490954	1426	EJE
587	8432852	490916	1457	TERRENO NATURAL
588	8432879	490941	1430	EJE
589	8432893	490948	1421	TERRENO NATURAL
590	8432891	490933	1432	EJE
591	8432881	490903	1454	TERRENO NATURAL
592	8432901	490927	1432	EJE
593	8432911	490935	1424	TERRENO NATURAL
594	8432913	490920	1432	EJE
595	8432900	490889	1455	TERRENO NATURAL
596	8432926	490913	1434	EJE
597	8432946	490924	1424	TERRENO NATURAL
598	8432941	490902	1438	EJE
599	8432919	490868	1461	TERRENO NATURAL
600	8432953	490893	1441	EJE
601	8432966	490905	1433	TERRENO NATURAL
602	8432967	490879	1447	EJE
603	8432949	490844	1470	TERRENO NATURAL
604	8432980	490867	1451	EJE
605	8432997	490878	1442	TERRENO NATURAL
606	8432995	490856	1454	EJE
607	8432981	490826	1473	TERRENO NATURAL
608	8432976	490822	1476	EJE
609	8433008	490842	1459	TERRENO NATURAL
610	8433018	490857	1448	EJE



611	8433020	490830	1461	TERRENO NATURAL
612	8432999	490799	1484	EJE
613	8433033	490816	1465	TERRENO NATURAL
614	8433046	490830	1453	EJE
615	8433053	490809	1463	TERRENO NATURAL
616	8433043	490786	1478	EJE
617	8433070	490798	1464	TERRENO NATURAL
618	8433080	490812	1452	EJE
619	8433087	490788	1465	TERRENO NATURAL
620	8433084	490764	1480	EJE
621	8433100	490781	1466	TERRENO NATURAL
622	8433122	490793	1452	EJE
623	8433118	490773	1466	TERRENO NATURAL
624	8433114	490751	1481	EJE
625	8433133	490764	1468	TERRENO NATURAL
626	8433146	490779	1455	EJE
627	8433149	490757	1468	TERRENO NATURAL
628	8433142	490736	1483	EJE
629	8433163	490749	1470	TERRENO NATURAL
630	8433178	490765	1456	EJE
631	8433175	490740	1472	TERRENO NATURAL
632	8433172	490723	1484	EJE
633	8433190	490733	1473	TERRENO NATURAL
634	8433212	490748	1461	EJE
635	8433204	490724	1477	TERRENO NATURAL
636	8433199	490706	1490	EJE
637	8433219	490715	1482	TERRENO NATURAL
638	8433233	490736	1467	EJE
639	8433231	490706	1487	TERRENO NATURAL
640	8433230	490688	1498	EJE
641	8433245	490698	1490	TERRENO NATURAL
642	8433257	490717	1477	EJE
643	8433261	490697	1490	TERRENO NATURAL
644	8433259	490680	1501	EJE
645	8433277	490693	1491	TERRENO NATURAL
646	8433292	490707	1481	EJE
647	8433288	490686	1495	TERRENO NATURAL
648	8433281	490671	1505	EJE
649	8433299	490682	1499	TERRENO NATURAL
650	8433315	490698	1489	EJE
651	8433309	490677	1503	TERRENO NATURAL
652	8433302	490666	1509	EJE
653	8433322	490671	1508	TERRENO NATURAL
654	8433348	490687	1500	EJE
655	8433335	490668	1512	TERRENO NATURAL
656	8433377	490668	1517	EJE
657	8433347	490659	1520	TERRENO NATURAL
658	8433344	490632	1537	EJE
659	8433335	490650	1524	TERRENO NATURAL
660	8433318	490663	1513	EJE
661	8433320	490654	1520	TERRENO NATURAL
662	8433319	490629	1536	EJE
663	8433301	490651	1519	TERRENO NATURAL
664	8433295	490661	1512	EJE
665	8433283	490654	1515	TERRENO NATURAL
666	8433280	490631	1530	EJE
667	8433270	490656	1515	TERRENO NATURAL
668	8433265	490672	1505	EJE
669	8433258	490658	1515	TERRENO NATURAL
670	8433254	490631	1533	EJE
671	8433244	490657	1517	TERRENO NATURAL
672	8433244	490673	1507	EJE
673	8433232	490663	1514	TERRENO NATURAL
674	8433223	490644	1528	EJE
675	8433222	490664	1515	TERRENO NATURAL
676	8433219	490679	1505	EJE
677	8433209	490666	1515	TERRENO NATURAL
678	8433200	490646	1529	EJE



679	8433200	490668	1514	TERRENO NATURAL
680	8433205	490682	1505	EJE
681	8433187	490674	1512	TERRENO NATURAL
682	8433179	490658	1525	EJE
683	8433175	490678	1512	TERRENO NATURAL
684	8433180	490692	1502	EJE
685	8433162	490680	1514	TERRENO NATURAL
686	8433157	490665	1525	EJE
687	8433152	490686	1513	TERRENO NATURAL
688	8433157	490702	1501	EJE
689	8433141	490690	1512	TERRENO NATURAL
690	8433139	490666	1528	EJE
691	8433130	490692	1513	TERRENO NATURAL
692	8433137	490710	1501	EJE
693	8433112	490697	1515	TERRENO NATURAL
694	8433114	490688	1520	EJE
695	8433124	490664	1532	TERRENO NATURAL
696	8433109	490679	1526	EJE
697	8433102	490690	1521	TERRENO NATURAL
698	8433101	490674	1531	EJE
699	8433115	490665	1534	TERRENO NATURAL
700	8433102	490656	1542	EJE
701	8433093	490648	1548	TERRENO NATURAL
702	8433108	490651	1544	EJE
703	8433128	490653	1538	TERRENO NATURAL
704	8433124	490644	1545	EJE
705	8433121	490623	1557	TERRENO NATURAL
706	8433133	490635	1548	EJE
707	8433145	490646	1539	TERRENO NATURAL
708	8433147	490631	1548	EJE
709	8433142	490613	1560	TERRENO NATURAL
710	8433160	490626	1549	EJE
711	8433168	490640	1538	TERRENO NATURAL
712	8433170	490624	1548	EJE
713	8433165	490607	1559	TERRENO NATURAL
714	8433179	490619	1549	EJE
715	8433185	490627	1543	TERRENO NATURAL
716	8433190	490612	1551	EJE
717	8433191	490594	1562	TERRENO NATURAL
718	8433204	490607	1553	EJE
719	8433213	490616	1546	TERRENO NATURAL
720	8433216	490603	1554	EJE
721	8433216	490584	1566	TERRENO NATURAL
722	8433230	490600	1555	EJE
723	8433238	490611	1547	TERRENO NATURAL
724	8433243	490596	1556	EJE
725	8433240	490575	1570	TERRENO NATURAL
726	8433256	490592	1558	EJE
727	8433265	490604	1549	TERRENO NATURAL
728	8433268	490591	1557	EJE
729	8433269	490571	1570	TERRENO NATURAL
730	8433279	490587	1559	EJE
731	8433287	490597	1552	TERRENO NATURAL
732	8433291	490586	1559	EJE
733	8433290	490563	1574	TERRENO NATURAL
734	8433309	490581	1566	EJE
735	8433320	490597	1557	TERRENO NATURAL
736	8433324	490582	1567	EJE
737	8433317	490561	1580	TERRENO NATURAL

2. PANEL FOTOGRAFICO



FOTO N° 01. VISTA PANORAMICA DE LA CARRETERA EN EL KM 15+000



FOTO N° 02. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA PUNTOS DE UBICACIÓN DE
ALCANTARILLAS EN LA PROGRESIVA



FOTO N° 03. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA UBICACIÓN DONDE QUEDARÁ UBICADA UN BADEN.



FOTO N° 04. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA UBICACIÓN DE ALCANTARILLA Ø36”
PASANDO EL CASERIO DE VISTA FLORIDA.



FOTO N° 05. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA UBICACIÓN DE ALCANTARILLA Ø36", ANTES DE LLEGAR A VISTA FLORIDA.



FOTO N° 06. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA ALCANTARILLA DE PIEDRA ACOMODADA QUE SERÁ CAMBIADA POR ALCANTARILLA TMC Ø36".



FOTO N° 07. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA PERSONAL REALIZANDO CALICATAS EN LA PROGRESIVA 7+000.



FOTO N° 08. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA PERSONAL REALIZANDO CALICATAS EN LA PROGRESIVA 20+000.



FOTO N° 09. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA CANTERA N°01 PROGRESIVA 7+350



FOTO N° 10. EN ESTA VISTA PANORAMICA SE APRECIA CANTERA N°02 PROGRESIVA 18+600





3. PLANOS

i