

UNIVERSIDAD PRIVADA DE TRUJILLO
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA CIVIL



**PROPUESTA PARA LA CREACION DEL CAMINO VECINAL EN
LA COMUNIDAD DE INKAPATA PROVINCIA LA CONVENCION
REGION CUSCO**

TESIS:

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

AUTOR:

Bach. Héctor Orlando, Ccama Mamani

Bach. Luis Beltrán, Chambi Quispe

ASESOR:

ING. Enrique Manuel Durand Bazán

TRUJILLO – PERÚ

2022

HOJA DE FIRMAS

Propuesta para la creación del camino vecinal en la Comunidad de Inkapata provincia la Convención Región Cusco.

Autores:

Bachiller. Hector Rolando, Ccama Mamani

Bachiller. Luis Beltrán, Chambi Quispe

Ing. Enrique Durand Bazán

PRESIDENTE

Ing. Guido Marín Cubas

SECRETARIO

Ing. Elton Javier Galarreta Malaver

VOCAL

DEDICATORIA

A la Universidad Privada de Trujillo, por permitirme cursar mi carrera y por su excelencia en educación. A todos los docentes de la casa de estudios, que cuentan con gran profesionalismo y calidad. A todo el personal administrativo de la institución, quienes siempre cuentan con la mejor disposición para quienes estudiamos ahí. Todos tuvieron gran aporte a este trabajo”.

Héctor Rolando Ccama Mamani

Luis Beltrán Chambi Quispe

AGRADECIMIENTO

Le debo este logro a mi amada universidad, la casa que me ha formado a nivel intelectual y humanístico, quien me acogió incluso cuando yo no sabía quién era, quien me formó como un hombre responsable y honesto. Así mismo estoy en deuda con todos los docentes que desde su sentido humano me cultivaron el gusto por aprender, quienes día a día luchan para educar a ciudadanos íntegros y humanos desde cada cátedra que pueden dictar.

Los autores.

INDICE DE CONTENIDOS

RESUMEN	16
ABSTRACT	18
I. INTRODUCCION	20
1.1. Realidad Problemática	20
1.2. Formulación del Problema	21
1.3. Justificación.....	22
1.4. Objetivos	24
1.5. Antecedentes	25
1.6. Bases Teóricas	26
1.7. Definición de términos Basicos	28
1.8. Formulación de Hipótesis.....	30
1.9. Propuesta de aplicación profesional.....	31
1.9.1. Metas del proyecto	31
II. MATERIALES Y METODOS	31
2.1. Material de Estudio.....	31
2.1.1. Población	31
2.1.2. Área de Influencia	32
2.1.2.1. Área de Influencia Indirecta.....	32
2.1.3. Población y muestra	32
2.1.4. Muestra	32
2.1.5. Metodología de la investigación	32
2.1.6. Para procesar datos	33
III. RESULTADOS.....	34
3.1. Aspectos generales.....	34
3.1.1. Ubicación	35
3.1.1.1. Ubicación del área de estudio	35
3.1.1.2. Vías de acceso.....	35
3.1.2. Medio físico	38
3.1.3. Medio Socio - Económico.....	40
3.2. Propuesta del proyecto	41
3.2.1. Criterios de Diseño.....	41
3.3. Estudio topográfico trazo y diseño geométrico vial.	44
3.3.1. Situación actual de la vía	45
3.3.2. Estudio preliminar.....	46
3.3.3. Georeferenciación.....	48

3.3.4.	Construcción de poligonal de apoyo	50
3.3.5.	Nivelación geométrica	51
3.3.6.	Levantamiento topografico	51
3.3.7.	Diseño geométrico	57
3.3.7.1.	Criterios y controles básicos.....	58
3.3.7.2.	Diseño geométrico en planta.....	62
3.3.7.3.	Curvas circulares.....	63
3.3.7.4.	Curvas de transicion.....	64
3.3.7.5.	Curvas de vuelta	65
3.3.7.6.	Sobreechancho	65
3.3.7.7.	Diseño geométrico en perfil.....	67
3.3.7.8.	Pendiente	67
3.3.7.9.	Curvas verticales.....	68
3.3.8.	Diseño geométrico en sección transversal.....	70
3.4.	Estudio de tráfico.....	72
3.4.1.	Alcances de los servicios	74
3.4.2.	Características generales del conteo	74
3.4.3.	Metodología del conteo	75
3.4.4.	Recopilación, procesamiento y análisis de la información	75
3.4.4.1.	Recopilación de la información.....	75
3.4.4.2.	Análisis de la información y resultados obtenidos	76
3.4.5.	Conteo de tráfico.....	77
3.4.5.1.	Resultados de los conteos	77
3.4.5.2.	Índice medio diario (imds)	77
3.4.5.3.	Clasificación vehicular promedio	78
3.4.5.4.	Variación horaria	79
3.4.5.5.	Variación diaria.....	79
3.4.5.6.	Variación estacional	80
3.4.5.7.	Zonas de demanda de viajes	82
3.4.5.8.	Encuestas origen – destino	82
3.4.5.9.	Velocidad promedio de circulación y tiempo de viaje	87
3.4.6.	Análisis del sistema de transporte del entorno.....	87
3.4.6.1.	Demanda del transporte publico.....	87
3.4.6.2.	Transporte no motorizado	87
3.4.7.	Otros aspectos	89
3.4.7.1.	Situación existente en zonas urbanas y sus accesos	89

3.4.7.2.	Suficiencia y capacidad de la infraestructura vial proyectada	89
3.4.7.3.	Seguridad de trabajadores y de la población	89
3.4.8.	Proyección de tráfico.....	90
3.4.8.1.	Metodología.....	90
3.4.8.2.	Trafico normal	91
3.4.8.3.	Proyección de tráfico normal	91
3.4.8.4.	Tráfico generado y desviado	93
3.4.8.5.	Proyección total de tráfico	93
3.4.8.6.	Numero de repeticiones de ejes equivalentes.....	95
3.5.	Estudio hidrológico.....	100
3.5.1.	Objetivo específicos	100
3.5.2.	Metodología.....	102
3.5.3.	Estudio de hidrología.....	102
3.5.3.1.	Estudio de cuencas	103
3.5.3.2.	Análisis de información pluviométrica	110
3.5.3.3.	Caudal de diseño	127
3.5.3.4.	Diseño hidráulico de estructuras de drenaje	143
3.5.3.5.	Diseño hidráulico de cunetas	143
3.5.3.6.	Diseño hidráulico de alcantarillas	148
3.5.3.7.	Diseño hidráulico de badenes	154
3.5.4.	Cálculo de socavación en puentes y pontones	156
3.5.4.1.	Socavación.....	156
3.5.4.2.	Socavación general del cauce:.....	157
3.6.	Estudio de geotecnia y mecánica de suelos	169
3.6.1.	Investigaciones efectuadas:.....	169
3.6.2.	Especificaciones generales o particulares	171
3.6.2.1.	Afirmado	171
3.6.2.2.	Material de afirmado.....	171
3.6.2.3.	Ensayos de labora torio.....	171
3.6.2.4.	Control de afirmado	171
3.6.2.5.	Colocación y extendido	172
3.6.2.6.	Compactación	172
3.6.2.7.	Volúmenes aprovechables y evaluación de reservas:.....	172
3.4.	Monto estimado de la Inversión	174
IV.	DISCUSIÓN	181
V.	CONCLUSIONES	182

VI.	RECOMENDACIONES	184
VII.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	185
VIII.	ANEXOS	186

INDICE DE TABLAS

TABLA N° 01 Denominacion del sector	93
TABLA N° 02 Vias de acceso lima ayacucho.....	93
TABLA N° 03 Inventario de infraestructura vial.....	93
TABLA N° 04 Cruce de centros poblados.....	95
TABLA N° 05 Relacion de BM y ubicaciones.....	96
TABLA N° 06 Datos basicos de los vehiculos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras segun DG 2018.....	102
TABLA N° 07 Vehiculos ligeros (vl) radios maximos/minimos y ligeros	104
TABLA N° 08 Rangos de la velocidad de diseño en funcion a la clasificacion de la carretera por demanda y orografia.....	105
TABLA N° 09 Velocidad directriz por sectores.....	113
TABLA N° 10 Prueba smirnov kolmogorov distribución normal	114
TABLA N° 11 Radios y sobrecanchos de curvatura.....	115
TABLA N° 12 valores del indice K para el calculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clase	115
TABLA N° 13 Valores del indice K paraitud de curva vertical concava en carreteras de tercera clase	116
TABLA N° 14 Dimensiones minimas y separacion maximas de ensanches de plataforma	117
TABLA N° 15 Caracteristicas generales de diseño vial.....	117
TABLA N° 16 Ubicación de las estaciones de control.....	118
TABLA N° 17 Resumen de clasificacion vehicular de la estacion (e-1).....	118
TABLA N° 18 Maxima y minima demanda de trafico	120

TABLA N° 19 Trafico vehicular (estacion 1)	121
TABLA N° 20 Maxima y demanda por estacion de control	121
TABLA N° 21 Factores de correccion para el ,mes de febrero.....	124
TABLA N° 22 IMDA para la estacion de Socos.....	124
TABLA N° 23 Matriz o-d para vehiculos ligeros autos, sw, camioneta	126
TABLA N° 24 Matriz o-d para vehiculos de transporte omnibus	126
TABLA N° 25 Matriz o-d para vehiculos de carga estacion catarata	128
TABLA N° 26 Matriz de o-d para vehiculos ligeros autos, sw, camioneta	128
TABLA N° 27 Matriz de o-d para vehiculos de transporte (omnibus)	93
TABLA N° 28 Matriz de o-d para vehiculos de carga	93
TABLA N° 29 Matriz de o-d para vehiculos ligeros	95
TABLA N° 30 Matriz de o-d para vehiculos de transporte	96
TABLA N° 31 Matriz de o-d para vehiculos de carga	102
TABLA N° 32 Motivo de viaje de vehiculos estacion e-1.....	104
TABLA N° 33 Motivo de viaje de vehiculos estacion e-1	105
TABLA N° 34 Motivo de viaje de vehiculos estacion e-1.....	113
TABLA N° 35 Clasificacion diaria de transito no motorizado e-1.....	114
TABLA N° 36 Clasificacion diaria de transito no motorizado e-1.....	115
TABLA N° 37 Proyeccion de trafico	115
TABLA N° 38 Parametros de calculo de ejes equivalentes	116
TABLA N° 39 Factores de distribucion direccional y de carril para determinar transito en el carril de diseño	117
TABLA N° 40 Factores de crecimiento acumulado (fca) para el calculo de numero de repeticiones de repeticiones de (ee)	117
TABLA N° 41 Relacion de cargas por eje para determinar ejes equivalentes	

(ee) para afirmados pavimentos flexibles y semirrígidos	118
TABLA N° 42 Parametros de diseño	118
TABLA N° 43 Calculo de f_v	120
TABLA N° 44 Calculo de ee para la e-1.....	121
TABLA N° 45 Cartas nacionales del IGN	121
TABLA N° 46 Propiedades físicas de las microcuencas.....	124
TABLA N° 47 Afluentes de las microcuencas.....	124
TABLA N° 48 Valores de n (kerby hathaway)	126
TABLA N° 49 Resumen de valores.....	126
TABLA N° 50 Estacion pluviometrica.....	128
TABLA N° 51 Valores de periodo de retorno T (años)	128
TABLA N° 52 Periodo de retorno para las estructuras en funcion de la vida util y riesgo admisible	93
TABLA N° 53 Precipitacion maxima de diseño	95
TABLA N° 54 Valores de K_n para la prueba de datos dudosos	96
TABLA N° 55 Resultados obtenidos analisis de datos dudosos	102
TABLA N° 56 Resultados obtenidos analisis de datos dudosos corregidos ...	104
TABLA N° 57 Prueba Smirnov Kolmogorov D	105
TABLA N° 58 Prueba de bondad de ajuste.....	113
TABLA N° 59 Valores probables de precipitacion maxima de 24 horas.....	114
TABLA N° 60 Factor de ajuste de la frecuencia de observacion	115
TABLA N° 61 factor de ajuste de la frecuencia de observacion diaria	115
TABLA N° 62 Precipitacion para duraciones menores de 24 horas en diferentes periodos de retorno	116
TABLA N° 63 Intensidades para duraciones menores de 24 horas en diferentes	

periodos de retorno	117
TABLA N° 64 Ecuacion intensidad duracion frecuencia.....	117
TABLA N° 65 Parametros a considerar en la cuenca	118
TABLA N° 66 Determinacion del numero de curva N.....	118
TABLA N° 67 Calculo de la curva N	120
TABLA N° 68 Numero de curva para condiciones antecedentes de humedad promedio	121
TABLA N° 69 Calculo de la abstraccion inicial I_a (mm)	121
TABLA N° 70 Caudal hidrológico.....	122
TABLA N° 71 diseño de alcantarillas tubo metalico corrugado D:48.....	124
TABLA N° 72 Diseño de alcantarillas tubo metalico corrugado D:36	126
TABLA N° 73 resumen de todas las alcantarillas.....	126
TABLA N° 74 Características hidráulicas del baden	128
TABLA N° 75 Tipos de badenes	128
TABLA N° 76 Dimensiones geométricas	93
TABLA N° 77 Ubicación de badenes	93
TABLA N° 78 Coeficiente de contracción m	95
TABLA N° 79 Valores de X para suelos cohesivos y no cohesivos.....	96
TABLA N° 80 Valores del coeficiente b	102
TABLA N° 81 Valores del coeficiente correctivo P_a en función de a	104
TABLA N° 82 Valores del coeficiente correctivo P_q en función Q_1/Q	105
TABLA N° 83 Socavación en el estribo izquierdo	113
TABLA N° 84 Socavación en el estribo derecho.....	114
TABLA N° 85 Socavación total.....	115

INDICE DE FIGURAS

FIGURA N° 01 Localizacion regional	36
FIGURA N° 02 Localizacion Provincial	37
FIGURA N° 03 Mapa vias de acceso ala zona de proyecto	40
FIGURA N° 04 Rio catarata	51
FIGURA N° 05 Ubicaci3n de la zona de proyecto vista en google earth	100
FIGURA N° 06 Longitud de trazo que se desarrolla sobre una carretera existente	102
FIGURA N° 07 Dimensionamiento de curva de volteo segun vehiculo de diseo AASHTO	36
FIGURA N° 08 Vista de la calle principal de catarata	37
FIGURA N° 09 Variaciones diarias e-1	40
FIGURA N° 10 Variaciones horarias de e-1	51
FIGURA N° 11 Clasificacion vehicular de e-1	100
FIGURA N° 12 Factor de equivalencia por eje y por vehiculo camion para c2102	
FIGURA N° 13 Factor de equivalencia por eje y por vehiculo camion para c3.	36
FIGURA N° 14 Hubicacion hidrografica	37
FIGURA N° 15 Curva IDF	40
FIGURA N° 16 Hietograma de diseo para un periodo de retorno de 2años ...	51
FIGURA N° 17 Hietograma de diseo para un periodo de retorno de 5años .	100
FIGURA N° 18 Hietograma de diseo para un periodo de retorno de 10años	102
FIGURA N° 19 Hietograma de diseo para un periodo de retorno de 25años	36
FIGURA N° 20 Hietograma de diseo para un periodo de retorno de 50años	37

FIGURA N° 21 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 100años	40
FIGURA N° 22 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 500años	51
FIGURA N° 23 Modelo de micro cuenca 01	100
FIGURA N° 24 Modelo de micro cuenca 02	102
FIGURA N° 25 Modelo de micro cuenca 03	36
FIGURA N° 26 Modelo de micro cuenca 04	37
FIGURA N° 27 Modelo de micro cuenca 05	40
FIGURA N° 28 Modelo de micro cuenca 06	51
FIGURA N° 29 Modelo de micro cuenca 07	100
FIGURA N° 30 Modelo de micro cuenca 08	102
FIGURA N° 31 Modelo de micro cuenca 09	36
FIGURA N° 32 Modelo de micro cuenca 10	37
FIGURA N° 33 Modelo de micro cuenca 11	40
FIGURA N° 34 Modelo de micro cuenca 12	51
FIGURA N° 35 Modelo de micro cuenca 13	100
FIGURA N° 36 Modelo de micro cuenca 14	102
FIGURA N° 37 Modelo de micro cuenca 15	36
FIGURA N° 38 Modelo de micro cuenca 16	37
FIGURA N° 39 Modelo de micro cuenca 17	40
FIGURA N° 40 Modelo de micro cuenca 18	51
FIGURA N° 41 Pendiente de cuneta	100
FIGURA N° 42 Detalle de cuneta	102
FIGURA N° 43 Detalle de alcantarilla TMC	36
FIGURA N° 44 Detalle de alcantarilla TMC	37
FIGURA N° 45 Baden tipo I	40

FIGURA N° 46 Socavacion al pie de los estribos	51
FIGURA N° 47 Idealizacion del curso del rio con relacion a los efectos de los estribos	100

RESUMEN

Este Informe de tesis denominado, Propuesta para la Creación del Camino Vecinal en la Comunidad de Inkapata Provincia la Convención Región Cusco tiene por objeto presentar la metodología utilizada para la propuesta para la creación del camino vecinal cuya longitud es de, 6.000 Km.

Se ha tomado como base el manual de carreteras: diseño geométrico (DG-2018) y el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (CBVT). Los cuales son documentos de carácter normativo y de cumplimiento obligatorio. Aprobado por DS N° 034-2008-MTC y actualizada de la resolución directoral N° 028-2014-MTC/14.

En concordancia con el nivel de intervención, se ha realizado el diseño geométrico para la creación del camino vecinal que consta de un carril de calzada uniforme de 4.50 m; proyectándose apertura y afirmar la vía en su longitud y acorde a la normativa vigente.

De acuerdo al plano de ubicación de las estaciones, se observa que el proyecto actual se contempla como la creación del servicio de transitabilidad vehicular. Por tal razón la ubicación de la estación señalada permitirá tomar los datos de campo del flujo real actual en el tramo en estudio.

Definir el eje de la vía para su apertura y afirmado, evitando reducir el movimiento de tierras, para tal fin se tomará como referencia la normativa vigente Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018) y el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (CBVT).

El estudio de tráfico vehicular tiene por objeto, cuantificar, clasificar y conocer el volumen de los vehículos que se movilizaran por la futura vía, elemento indispensable para la determinación de las características de diseño de la vía, así como para la evaluación económica del proyecto.

De acuerdo a la demanda: teniendo en cuenta que el IMD obtenido en el estudio de tráfico a 10 años es de 27 veh/día comprendido entre los 16 a 50 veh/día, por lo tanto la vía se clasifica como una Carretera, BVT TIPO T1.

Según su función: pertenecerá a carretera de la red vial vecinal o rural.

Del análisis de datos que se tuvo en el estudio hidrológico, se calculó un caudal de diseño de 30.50 m³/seg. En la ubicación de la progresiva 0+040 y un caudal de diseño de 3.50 m³/seg. En la ubicación de la progresiva 5+000, estos datos se obtuvieron para un periodo de retorno de 500 años. A partir de estos datos de caudal se procederá con el análisis hidráulico para obtener niveles de socavación.

El estudio de suelos determinó mediante 07 prospecciones, logrando verificar la estratigrafía del área comprendido entre las progresivas del Km 00+000 al Km 6+000. Para el análisis e interpretación de los materiales para Afirmado se tomaron en cuenta datos y problemas prácticos de fuentes de Mecánica de Suelos.

Los materiales que se usarán como Afirmado serán suelos granulares del Tipo AI-a ó AI-b del Sistema de Clasificación AASHTO, debiendo cumplir con los requisitos de granulometría.

Palabras clave: Camino vecinal, diseño geométrico, hidráulico, mecánica de suelos.

ABSTRACT

This thesis report called, Proposal for the Creation of the Neighborhood Road in the Community of Inkapata Province the Cusco Region Convention aims to present the methodology used for the proposal for the creation of the neighborhood road whose length is 6,000 Km.

It has been based on the manual of roads: geometric design (DG-2018) and the manual of design of unpaved roads of low traffic volume (CBVT). Which are documents of a normative nature and mandatory compliance. Approved by DS No. 034-2008-MTC and updated Directorial Resolution No. 028-2014-MTC/14.

In accordance with the level of intervention, the geometric design has been made for the creation of the neighborhood road consisting of a uniform road lane of 4.50 m; projecting opening and affirming the road in its length and in accordance with current regulations.

According to the location plan of the stations, it is observed that the current project is contemplated as the creation of the vehicular walkability service. For this reason, the location of the indicated station will allow to take the field data of the current real flow in the section under study.

Define the axis of the road for its opening and affirmation, avoiding reducing the movement of earth, for this purpose the current regulations Will be taken as a reference the current Regulations Manual of Roads: Geometric Design (DG-2018) and the manual of design of unpaved roads of low traffic volume (CBVT).

The purpose of the vehicle traffic study is to quantify, classify and know the volume of vehicles that will be mobilized along the future road, an indispensable element for the determination of the design characteristics of the road, as well as for the economic evaluation of the project.

According to the demand: taking into account that the IMD obtained in the 10-year traffic study is 27 veh/day between 16 to 50 veh/day, therefore the road is classified as a Highway, BVT TYPE T1.

According to its function: it will belong to the road of the neighborhood or rural road network.

From the data analysis that was taken in the hydrological study, a design flow of 30.50 m³/sec was calculated. In the location of the progressive 0+040 and a design flow of 3.50 m³/sec. At the location of the progressive 5+000, these data were obtained for a return period of 500 years. From this flow data, hydraulic analysis will be carried out to obtain undermining levels.

The soil study determined through 07 surveys, managing to verify the stratigraphy of the area between km 00 + 000 to Km 6 + 000.

For the analysis and interpretation of the materials for Affirmed, data and practical problems from Soil Mechanics sources were taken into account.

The materials that will be used as Affirmed will be granular soils of type AI-a or AI-b of the AASHTO Classification System, and must meet the requirements of granulometry.

Keywords: Neighborhood road, geometric design, hydraulic, soil mechanics.

I. INTRODUCCION

1.1. Realidad Problemática

Hoy en día el transporte por carretera es el medio más usado en el mundo, su valor se centra tanto en la cantidad de pasajeros y cargamento que transitan por carretera como en la magnitud económica del negocio, adquiriendo un valor sustancial para el incremento socio - económico del país a nivel mundial, asegurando cada vez incrementar la mejora de la calidad de vida de sus habitantes (Ecured, 2020).

En el área de América latina y el Caribe, la transitabilidad por carretera representa el 80% del total de transportes de personas y, más del 60% de carga; además, se calcula que el costo en carreteras representa entre un 5% y un 10% del total de gastos de un gobierno pudiendo ser el 20% del presupuesto nacional, requiriendo de esta manera, mayor enfoque a las infraestructuras viales, en responsabilidad de las entidades gubernamentales encargados de su gestión, construcción y mantenimiento (Ecured, 2020).

En este sentido, el *Global Competitiveness Report (2018)* del *World Economic Forum (WEF)*, señala a la infraestructura vial como uno de sus 12 pilares en la comparación de la competitividad de los países, puesto que es fundamental para el desarrollo de un país, ya que conduce a la unión y comunicación entre sus territorios, aumentando su capacidad competitiva con la disminución de horas y costos encaminados a movilizar la mercancía a los centros de abasto nacionales e internacionales; aspecto en el que nuestro país hace notar uno de sus puntos más endebles (Centro de Comercio Exterior - CCEX, 2018).

Al respecto, el CCEX (2018) indica que las vías de transporte en el Perú están constituidas por 95.863 km, de los cuales 16% se encuentra pavimentada y el 84% restante en estado de trocha; reafirmando que la infraestructura de transportes tiene una alta necesidad de gestión. Así mismo, estadísticas del Instituto Peruano de Economía - IPE (2017) indica que, entre los años 2001 al 2015, el número de vías con pavimento de la red aumentó en un 19% pasando de 51% a 70%.

La Comunidad de InkaPata tiene más de 35 años y 10 años respectivamente de asentamiento poblacional. En la actualidad existe una infraestructura no adecuada para el traslado de los productos agrícolas desde los campos de producción hacia el

camino más cercano o vía principal que los lleva al mercado local. Es por ello que la población afectada continuamente viene solicitando el apoyo de la Municipalidad para la realización de este proyecto ya que cada agricultor tiene que caminar largas horas de viaje cargado sus productos en hombros y espaldas, así poder llevarlos hasta el camino más cercano y luego subirlos a los trimoviles o camionetas para venderlos en el mercado local. Los caminos de herradura fueron construidos por los mismos agricultores de la zona, los cuales también están en condiciones inadecuadas de transitabilidad ya que en muchos casos son angostos y con pronunciadas pendientes lo cual pone en peligro la vida del agricultor con respecto al valor de los productos estos disminuyen en calidad, peso y precio por la forma de ser transportados. Durante muchos años se realizan faenas para mejorar los caminos de herradura que son la única vía de traslado pese a ello el tiempo y la distancia no es posible acortar para hacer llegar la producción al mercado local. A pesar de todo ello es imposible solucionar dicho problema.

El presente proyecto nace como resultado de una necesidad sentida y por iniciativa de la población afectada de la Comunidad de, InkaPata, quienes organizados con un solo fin, han solicitado en reiteradas oportunidades la ejecución del mencionado proyecto, sin obtener ningún resultado.

1.2. Formulación del Problema

Pregunta General

¿Cuál es la propuesta para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco?

Problema Específico

A. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de topografía y diseño geométrico vial, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco?

B. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de tráfico, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco?

C. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de hidrología, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco?

D. Problema Especifico

¿Cuál es el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco?

E. Problema Especifico

¿Cuál es el costo estimado, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco?

1.3. Justificación

En la actualidad los anexos de las comunidades de Catarata y Inka Pata, están interconectados por camino de herradura en mal estado, cruces de quebradas del río catarata y rio angel, en un longitud de 4.50 Kms, ancho de camino de herradura es de 1.0 a 1.50 m, sin cunetas, con ninguna obra de arte.

Los vehículos llegan al centro poblado de catarata desde la ciudad de Pichari, por una carretera asfaltada de un tramo de 6 Km (Pichari-Omaya), el tramo siguiente corresponde a una carretera afirmada de un tramo de 4 Km (Omaya-centro poblado

de Catarata) con un tiempo de recorrido de 0.30 horas. Desde Catarata a Inka Pata no existe carretera, solo existe una trocha carrozable, el servicio transporte vehicular es prácticamente nula, existiendo una demanda insatisfecha de carga y pasajeros en la actualidad.

Las dificultades para el traslado de la producción al mercado en el capital del distrito y la otra dificultad es el acceso de la población hacia los servicios que brinda el estado como salud, educación, etc., con el centro poblado Catarata y el Capital del Distrito de Pichari por lo mencionado se genera una situación que incide negativamente en la posibilidad de promover el desarrollo de las actividades económicas del sector y por tanto en la mejora de la calidad de vida de los pobladores.

Es por ello que el presente proyecto pretende conectar estos centros poblados a través de la carretera en cuestión con la red vial existente.

Justificación legal

Que, el artículo 16 de la Ley N° 27181, Ley General de Transporte y Tránsito Terrestre establece que el Ministerio de Transportes y Comunicaciones es el órgano rector a nivel nacional en materia de transporte y tránsito terrestre, correspondiéndole dictar los reglamentos nacionales establecidos en la Ley; Que, por Decreto Supremo N° 017-2007-MTC se aprobó el Reglamento de Jerarquización Vial, en adelante, el Reglamento, el cual establece los criterios de clasificación de vías destinados a orientar las decisiones de inversión y operación de éstas, así como los criterios para la declaración de áreas o vías de acceso restringido; Que, los artículos 4 y 6 del Reglamento, establecen que el Sistema Nacional de Carreteras, en adelante, SINAC, se jerarquiza en tres redes viales, las que están a cargo de las autoridades competentes de los tres niveles de gobierno que corresponden a la organización del Estado, de manera que: (i) el Ministerio de Transportes y Comunicaciones, por el Gobierno Nacional, está a cargo de la Red Vial Nacional; (ii) los Gobiernos Regionales, a cargo de su respectiva Red Vial Departamental o Regional; y, (iii) los Gobiernos Locales, a cargo de su respectiva Red Vial Vecinal o Rural.

1.4. Objetivos

Objetivo General

Desarrollar la propuesta de diseño para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

Objetivos Específicos

A. Objetivo Especifico

Realizar el estudio de topografía y diseño geométrico vial, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

B. Objetivo Especifico

Realizar el estudio de tráfico, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

C. Objetivo Especifico

Realizar el estudio de hidrología, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

D. Objetivo Especifico

Realizar el estudio de geotecnia y mecánica de suelos, para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

E. Objetivo Especifico

Desarrollar el costo estimado para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

1.5. Antecedentes

Chalampunte e Izquierdo (2016), elaboraron una tesis para la Universidad de Ecuador titulado: “Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal La Batea - San Simón, situado en el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar” que contiene pautas clave para la renovación completa y mejora de las calles del vecindario; A través de técnicas básicas y aplicadas, utilizaron diferentes definiciones como: recolección de información sobre el área de influencia, estudio de tráfico, estudio de suelos, topografía mayor, hidrología y estatua climática, etc. A partir de la primera información obtenida, se realizó una inspección in situ para determinar los puntos de control y realizar un levantamiento topográfico a través de un polígono base para obtener el alcance topográfico del proyecto. Paralelamente, con el estudio de la viabilidad del proyecto, se establecieron los parámetros rectores de diseño para toda la longitud de la vía, aportando seguridad y comodidad a los usuarios. Asimismo, con estos datos se obtuvo un diseño preciso de la estructura del pavimento, así como los resultados obtenidos en mecánica de suelos. Finalmente, se calculó un presupuesto de construcción de referencia.

Mestanza y Sánchez (2018) realizaron una tesis para la Universidad Nacional de San Martín-Tarapoto, titulada: “Estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal Pinshapampa – José Paraíso, Distrito de Alonso de Alvarado, Provincia de Lamas – Región San Martín” en el cual, a través de la elaboración de un estudio socioeconómico y cultural de las comunidades, estudios de ingeniería, determinación de costos y recursos necesarios, plantearon una solución basada en el diseño del suelo a nivel de afirmado del camino vecinal en el sector rural, cumpliendo con todas las especificaciones técnicas para ser ejecutado y viable; además, entre los parámetros resultantes más importantes del diseño geométrico se obtuvieron la velocidad directriz = 30km/h, distancia entre ejes = 6.00 metros, pendiente máxima excepcional = 10.00% y el ancho de calzada con una superficie de rodadura de 4.00 metros; así mismo de los ensayos realizados para los valores del CBR, concluyeron que el mejoramiento del camino vecinal no ofrece mayor riesgo en cuanto a su

capacidad portante, proponiendo la mejora para su transitabilidad y permitiendo el inicio del expediente técnico del proyecto para colaborar al avance de las localidades que se encuentran ubicadas a lo largo de su desarrollo.

Gutiérrez y Pumayali (2018) elaboraron una tesis de investigación para la Universidad Tecnológica de los Andes, denominado: “Mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal tramo: Nogalpampa-Cotarma-Piscaya, Distrito Pichirhua, Provincia Abancay, Región Apurímac” cuyo objetivo fue describir las características técnicas, topográficas, geotécnicas e hidrológicas mediante levantamientos, diagnóstico de campo y pruebas de laboratorio que a su vez serían procesadas, analizadas e interpretadas para realizar el diseño geométrico de la carretera teniendo como resultados una vía de categoría T0 (carretera de reducido volumen de tránsito) con ancho de calzada entre 3.50 a 4.50m, plazoletas de cruce cada 500 m. aproximadamente, superficie de rodadura afirmado en un suelo mejorado con grava seleccionada por zarandeo, perfilado y compactado de 15 cm, velocidad directriz entre 20 a 30 km/h, distancia de notariadad de parada de 35 m distancia de visibilidad de paso de 110 m., Radio Mínimo Normal de 30 m, pendientes máxima normal de 6%, hasta 12%, bombeo de calzada de 2.5% y un derecho de vía de 15 m y un ensayo CBR promedio de 20.25%; de este modo, los presentes resultados aportarían alternativas de mejoras para las condiciones de transitabilidad, dando cumplimiento a las normas y reglamentos del Ministerio de Transportes y Comunicaciones, Manual para el Diseño Geométrico de Carreteras DG 2013, a fin de materializar el expediente técnico de la vía.

1.6. Bases Teóricas

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (DG - 2018). RD N° 037-2008-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.

MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO – 2008. RM N°303-2008-MTC/02 (04.04.08)

Dentro de su rol normativo y fiscalizador, el Ministerio de Transportes y Comunicaciones del Perú (MTC) a través de la Dirección General de Caminos y

Ferrocarriles, tiene como función formular las normas sobre el uso y desarrollo de la infraestructura de carreteras y ferrocarriles, así como emitir los manuales de diseño y especificaciones técnicas para la ejecución de los proyectos viales.

En este contexto, el MTC ha elaborado el Manual de Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito, teniendo en consideración que estas carreteras son de gran importancia en el desarrollo local, regional y nacional, por cuanto el mayor porcentaje de la vialidad se encuentra en esta categoría.

Esta norma es de aplicación obligatoria por las autoridades competentes en todo el territorio nacional para los proyectos de vialidad de uso público, según corresponda. Por razones de seguridad vial, todos los proyectos viales de carácter privado deberán ceñirse como mínimo a esta norma.

Complementariamente el Manual de Diseño Geométrico de Carreteras (DG-2001) del MTC rige en todo aquello, aplicable, que no es considerado en el Manual para el Diseño de Carreteras No Pavimentadas de Bajo Volumen de Tránsito.

1.7. Definición de términos Básicos

Afirmado: Capa compactada de material granular natural ó procesado con gradación específica que soporta directamente las cargas y esfuerzos del tránsito. Debe poseer la cantidad apropiada de material fino cohesivo que permita mantener aglutinadas las partículas. Funciona como superficie de rodadura en carreteras y trochas carrozables

Aglomerante: Material capaz de unir partículas de material inerte por efectos físicos o transformaciones químicas o ambas.

Agregado fino: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general pasa la malla N° 4 (4,75 mm) y contiene finos.

Agregado grueso: Material proveniente de la desintegración natural o artificial de partículas cuya granulometría es determinada por las especificaciones técnicas correspondientes. Por lo general es retenida en la malla N°4 (4,75 mm).

Alcantarilla: Elemento del sistema de drenaje superficial de una carretera, construido en forma transversal al eje ó siguiendo la orientación del curso de agua; puede ser de

madera, piedra, concreto, metálicas y otros. Por lo general se ubica en quebradas, cursos de agua y en zonas que se requiere para el alivio de cunetas.

Badén: Estructura construida con piedra y/o concreto para permitir el paso vehicular sobre quebradas de flujo estacional o de flujos de agua menores. A su vez, permiten el paso de agua, materiales y de otros elementos sobre la superficie de rodadura.

Calicata: Excavación superficial que se realiza en un terreno, con la finalidad de permitir la observación de los estratos del suelo a diferentes profundidades y eventualmente obtener muestras generalmente disturbadas.

Camino: Vía terrestre para el tránsito de vehículos motorizados y no motorizados, peatones y animales, con excepción de las vías férreas.

Carretera sin afirmar: Carretera a nivel de subrasante ó aquella donde la superficie de rodadura ha perdido el Afirmado.

Derecho de vía: Faja de terreno de ancho variable dentro del cual se encuentra comprendida la carretera, sus obras complementarias, servicios, áreas previstas para futuras obras de ensanche o mejoramiento, y zonas de seguridad para el usuario. Su ancho se establece mediante resolución del titular de la autoridad competente respectiva.

Elementos viales: Conjunto de componentes físicos de la vía, tales como superficie de rodadura, bermas, cunetas, obras de drenaje, elementos de seguridad vial y obras complementarias.

Mapas viales: Diagramas viales a escala y con coordenadas geográficas, que pueden ser de carácter nacional, departamental o provincial.

Pendiente de la carretera: Inclinación del eje de la carretera, en el sentido de avance.

Perfil longitudinal: Trazado del eje longitudinal de la carretera con indicación de cotas y distancias que determina las pendientes de la carretera.

Rehabilitación: Ejecución de las obras necesarias para devolver a la infraestructura vial sus características originales y adecuarla a su nuevo periodo de servicio; las cuales están referidas principalmente a reparación y/o ejecución de pavimentos, puentes, túneles, obras de drenaje, de ser el caso movimiento de tierras en zonas puntuales y otros.

Superficie de rodadura: Parte de la carretera destinada a la circulación de vehículos compuesta por uno o más carriles, no incluye la berma.

1.8. Formulación de Hipótesis

a. Hipótesis general: Hi

Se Realizara la propuesta para la Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

b. Hipótesis específicas: Ha

HE1: Se desarrollará es el estudio de Topografía y diseño geométrico vial para la propuesta, Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

HE2: Se desarrollara el estudio de tráfico, para la propuesta Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

HE3: Se desarrollara el estudio hidrológico, para la propuesta Creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco...

HE4: Se desarrollara el estudio de Geotecnia y Mecánica de Suelos, para la propuesta Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

HE4: Se desarrollara el presupuesto estimado para la propuesta Creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

1.9. Propuesta de aplicación profesional

1.9.1. Metas del proyecto

Infraestructura proyectada.

El proyecto consiste básicamente en las siguientes actividades:

- Construcción de la carretera para un ancho de vía de 4.50 metros con una longitud total de 6.00 km con trabajos de corte de talud conformación de terraplenes y colocación de la capa de afirmado de 6.00 km.
- Construcción de 2 puentes y 2 pontones.
- 25 unidades de alcantarillado.
- Construcción de 2 Badenes.
- Construcción de muros de sostenibilidad.
- Construcción de Cunetas.
- Señalización vertical

II. MATERIALES Y METODOS

2.1. Material de Estudio

2.1.1. Población

Población del área de influencia directa: El proyecto se encuentra ubicado en la comunidad de Inkapata, teniendo un total de 150 viviendas, formadas con un promedio de 04 personas en cada familia.

Tabla N°01 denominación del lugar

Comunidad	Categoría según INEI	Provincia	Región
Inkapata	Anexo	La Convención	Cusco

Fuente: Propia

2.1.2. Área de Influencia

2.1.2.1. Área de Influencia Indirecta

2.1.3. Población y muestra

Población

Palella y Martins (2012), fijan a la población como un grupo de unidades de las que se quiere tener información y sobre las que se va a generar conclusiones en el proyecto. Para la presente investigación, la población estará representada por el camino vecinal del tramo Inkapata en la provincia de la Convención, con una longitud total de 6.000 km.

2.1.4. Muestra

La muestra es un segmento de la población sobre el cual se recolectan datos; conjuntamente, esta debe ser representativa, dicha muestra se conseguirá a partir de una población conocida (Hernández et. al, 2012). Para la presente investigación, la muestra estará representada por él, tramo de L=6.000 Km en la comunidad de Inkapata provincia de La Convención, Región cusco

2.1.5. Metodología de la investigación

El tipo de Investigación es descriptiva ya que se describirá la propuesta para el camino vecinal en la comunidad de Inkapata provincia de La Convención.

2.1.6. Para procesar datos

Métodos de análisis de datos

Para el procesamiento de los datos, se verificarán estudios de suelos y levantamiento topográfico mediante el programa AutoCAD civil y Modelados geológicos 3D; de la misma forma, se implementaran hojas de cálculos en Excel para la obtención de los resultados a través de la estadística descriptiva, la cual consisten en un grupo de técnicas numéricas y gráficas para detallar y inspeccionar un grupo de datos, sin sacar conclusiones (inferencias) sobre la población a la que pertenecen (Faraldo y Pateiro, 2013).

Variable de estudio

Variable dependiente: Propuesta para la creación del camino vecinal de la Comunidad de Inkapata provincia la Convención Región Cusco.

Indicador: kilometraje, del camino vecinal.

Operacionalización de variables.

El proyecto, Propuesta para la creación del camino vecinal de la Comunidad de Inkapata provincia la Convención Región Cusco, desarrolla una extensión total de 6+000 km., que inicia desde la comunidad de Catarata, luego enlaza con la comunidad de Inkapata, siendo considerado dentro de trochas carrozables por el IMDA adjudicándose, del mismo modo por la relieve como terreno abrupto.

El diseño geométrico se elaborará con la diligencia de la normativa actual, Manual DG-2018. Hacia alcanzar el financiamiento de la propuesta.

Tipo de estudio

Tipo de investigación

La presente investigación es de tipo aplicada, según Carrasco (2017), la misma tiene como finalidad proveer una solución a problemas que son prácticos, o que buscan transformar las condiciones de una realidad de preocupación científica para el investigador. De esta manera, el estudio técnico busca dar soluciones problema planteado y así mejorar las condiciones requeridas para la creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata Provincia de La Convención Región Cusco.

III. RESULTADOS

3.1. Aspectos generales

Figura N°01 Localización Regional



Figura N°02 Localización Provincial



3.1.1. Ubicación

3.1.1.1. Ubicación del área de estudio

Coordenadas UTM:

Se localiza en las siguientes coordenadas UTM

Inicio de la vía: Inca pata (Km. 0+000.00)

Coordenadas : 628,479.063E., 8'617,00.93N, (860.62 m.s.n.m.).

Fin de la Vía : final del camino vecinal (Km. 06+028)

Coordenadas : 629,671.063E, 8'917,828.47N, (1,249.35 m.s.n.m.).

3.1.1.2. Vías de acceso

Como se puede observar en el cuadro siguiente, para acceder a Ayacucho vía aérea desde Lima se emplea menos de una hora. Mientras que por vía terrestres se emplean 9 horas recorriendo una distancia de 558 Km.

El recorrido que hay para llegar a la ciudad de Pichari comprende las localidades de Ayacucho, Quinoa, Tambo, Machente, San Francisco y Pichari. Siendo el tramo Ayacucho – Quinoa –Tambo (Challhuamayo) el único con carretera asfaltada, recorrido de Tambo (Challhuamayo) – Machente – San Francisco presenta como tipo vía una trocha carrozable de estado regular y el recorrido de San Francisco – Pichari es tipo de vía asfaltada económico. El recorrido sumado al de Lima a Pichari nos da un total 881 km.

Desde la localidad de Pichari a Omayá, es carretera asfalto económico, de Omayá a Catarata, es por trocha carrozable. Esta distancia se recorre 12 km en un tiempo de 0.25 horas.

Desde la localidad de Cusco a Pichari, se recorre por vía terrestres se emplean aproximadamente 23 horas de recorriendo una distancia de 522 Km.

Tabla N°02 Vías de acceso de Lima – Ayacucho

<i>Desde</i>	<i>Hasta</i>	<i>Distancia (Km)</i>	<i>Tiempo (hora)</i>	<i>Tipo de vía</i>
<i>Lima</i>	<i>Ayacucho</i>	<i>558.00</i>	<i>09:30</i>	<i>Carretera Asfaltada</i>
<i>Ayacucho</i>	<i>Chuallhuamayo (Tambo)</i>	<i>88.00</i>	<i>02:30</i>	<i>Carretera Asfaltada</i>
<i>Chuallhuamayo (Tambo)</i>	<i>San Francisco</i>	<i>142.00</i>	<i>04:30</i>	<i>Carretera Afirmando</i>
<i>San Francisco</i>	<i>Pichari Central</i>	<i>25.00</i>	<i>00:40</i>	<i>Carretera Asfaltada</i>
<i>Pichari Central</i>	<i>Centro Poblado de Omayá</i>	<i>6.00</i>	<i>00:10</i>	<i>Carretera con Asfalto Económico</i>
<i>Centro Poblado de Omayá</i>	<i>Centro Poblado de Catarata</i>	<i>6.00</i>	<i>00:15</i>	<i>Trocha afirmado en estado regular</i>

Fuente: Propia

Desde	Hasta	Distancia (Km)	Tiempo (hora)	Tipo de vía
Cusco	Alfamayo	173.00	4:00	Carretera asfaltada
Alfamayo	Quillabamba	62.00	2:30	Carretera afirmada
Quillabamba	Kiteni	146	6:30	Trocha en estado regular
Kiteni	Kepashiato	34	1:30	Trocha en estado regular a buena
Kepashiato	Kimbiri	71.5	7:30	Trocha en estado regular a buena
Kimbiri	Pichari	25	0:40	Carretera con Asfalto Económico

Figura N°03 mapa vías de acceso a la zona del proyecto



3.1.2. Medio físico

Clima

La zona de influencia del emplazamiento del proyecto se ubica en la zona de selva alta y se encuentra en zona tórrida de capricornio, por lo que tiene un clima predominante tropical húmedo.

Por su ubicación en zona de Selva Alta (ceja de selva), el clima es tropical con variación de temperatura y precipitación pluvial persistente con Alta nivel de humedad.

La radiación solar diaria en promedio fluctúa entre 280 cal/gr/cm² y 450 cal/gr/cm², satisfaciendo plenamente la demanda energética de los cultivos. La evaporación resultante es del orden de 700 – 1,400 mm/año, dejando mucha agua disponible para ser usado por la planta o para infiltrarse a través del suelo.

Precipitaciones

Según la estación meteorológica de Pichari, el distrito se caracteriza por altas precipitaciones (1,800 mm a 2,200 mm/anuales); durante los meses de diciembre a Abril son más intensas llegando a un rango de 500 a 700 mm/mensuales; las mínimas se presentan en los meses de Junio-Agosto, con precipitaciones no menores a 80 mm/mensuales. Si bien hay lluvias todo el año, existen dos épocas marcadas: entre mayo y noviembre, la precipitación es escasa, y entre diciembre y abril, vientos del Este, Noreste y Sur que traen consigo nubes húmedas, provenientes de la llanura Amazónica.

Temperatura

Las condiciones climáticas Pichari, en términos de temperatura, éstas oscilan de 20 – 30°C; con una media de 19°C; una humedad relativa promedio del 85 %.

Orografía

El tramo en estudio atraviesa un terreno ondulado comprendido entre la altitud de 400.00 msnm en el Km 0+000 al y llegando a una altitud de 3500 msnm al final del tramo 6+028 Km. Esta unidad tiene amplia distribución (60% del área

total) emplazada en las laderas de los principales valles que a su vez tienen un control estructural, formando flancos de pliegues, como se observa en el valle del río Apurímac (Zona de estudio). En el área se observan laderas a manera de franjas alargadas con una dirección SE-NO en la parte occidental u otras de dirección SO-NE de una amplia distribución en la zona oriental.

Hidrografía

El área de estudio presenta la cuenca hidrográfica del río Apurímac, que discurren hacia la gran cuenca del río Ene y Amazonas.

Condiciones climáticas e hidrografía:

La zona netamente ceja de selva, posee un clima, relativamente húmedo con valores entre 70 a 90%, caluroso con una temperatura promedio de 23 °C, según datos de la Estación del SENAMHI ubicado en San Francisco y de la Estación Experimental de Sivia que registra valores mínimos de temperatura de 18 °C y máxima de 30 °C, de Noviembre a Abril es época lluviosa bien marcada alcanzando valores de 1,500 a 1,000 mm. Anual como precipitación acumulada. Hidrográficamente la zona de Estudio está disectado por numerosos valles y quebradas, por los que drenan cursos de agua siguiendo varios patrones de drenaje e íntimamente relacionados a colectores mayores de tal manera que estamos frente a la gran cuenca del río Apurimac. El patrón de drenaje es principalmente dendrítico.

Figura N° 04 Río Catarata



3.1.3. Medio Socio - Económico

La PEA está constituida por el sector agropecuario, y constituye la fuente de ingresos monetarios y da ocupación al 60% de la población total y el 75% de la PEA total.

Con los incrementos presupuestales por la fuente de financiamiento de CANON, SOBRECANON Y REGALÍAS (Canon Gasífero), dentro de los objetivos Estratégicos de la Municipalidad es dirigir sus proyectos de inversión a mejorar la calidad de vida a atreves de la inversión de los servicios básicos en educación, salud, agricultura, pecuario, fortalecimiento de capacidades para el desarrollo de actividades económicas y comercio que permita generar el nivel de ingreso de las familias.

La Población Económicamente Activa P.E.A. del distrito de Pichari, se concentra en la actividad agropecuaria, constituyendo actividades de agricultura, ganadería y forestales considerándose la fuente más importante de ocupación y de alimentación de la población.

Características del medio (factores ambientales)

Las características del medio que se han seleccionado como las más representativas del ambiente en el área de influencia del proyecto, se agrupó en la siguiente lista:

a. Factores Físicos

- Ruido
- Polvo

b. Factores Biológicos:

- Potencial alteración de cobertura vegetal
- Potencial modificación de hábitats

c. Factores Socioeconómicos

- Riesgo y seguridad
- Infraestructura
- Empleo
- Salud pública y ocupacional

- Estética

En las características del medio (factores ambientales) se destacan dos actividades importantes en cuanto a prevención: una previa denominada Planificación, logística de instalación y prevención en obra, y otra correspondiente al desalojo de obra, pues ambas se proyectarán y continuarán durante las etapas inicial, intermedia y final de construcción.

3.2. Propuesta del proyecto

3.2.1. Criterios de Diseño

Construcción de la carretera para un ancho de vía de 4.50 metros con una longitud total de 6.000 km con trabajos de corte de talud conformación de terraplenes y colocación de la capa de afirmado de 6.000 km.

Inventario de infraestructura vial

Tenemos las siguientes obras de arte que serán proyectadas en la construcción de la carretera a lo largo del eje longitudinal, las cuales serán tomadas en cuenta para poder lograr una adecuada conducción y eliminación de las aguas producto de las precipitaciones que se presentarán en la zona del proyecto, que de esta manera podremos asegurar la duración de la carretera.

Tabla N° 03 Inventario de Infraestructura vial

PROGR.	DESCRIPCIÓN	PROBLEMA Y/O CAUSA	ALTERNATIVA DE SOLUCIÓN
0+040	Cauce de río de sección de 15 m	Interrupción de la carretera por presencia del río	Construcción de puente carrózable de 25 m de luz.
1+120	Punto de Inflexión	Empozamiento de agua	Construcción de alcantarilla de alivio
0+410	Cauce menor de río	Interrupción de la carretera por presencia del río	Construcción de pontón vehicular de 10 m de luz.

1+000	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
1+030	Cauce menor con flujo de agua	Interrupción de la carretera por presencia del rio	Construcción de pontón vehicular de 10 m de luz.
1+100	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo
1+190	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo
1+290	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
1+400	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
1+635	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
1+880	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
2+130	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
2+375	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
2+545	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
3+240	Punto de Inflexión	Empozamiento de agua	Construcción de alcantarilla de alivio
3+377	Quebrada con flujo de agua continuo	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de badén.
3+680	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.

3+790	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
3+990	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
4+220	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
4+420	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
4+640	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
4+730	Punto de Inflexión	Empozamiento de agua	Construcción de alcantarilla de alivio
4+920	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
5+000	Cauce de rio de sección de 15 m	Interrupción de la carretera por presencia del rio	Construcción de puente carrózale de 20 m de luz.
5+130	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
5+160	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo.
5+350	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio
5+445	Quebrada con presencia de agua	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de alcantarilla de paso de agua de cuneta lado izquierdo
5+548	Quebrada con flujo de agua continuo	Erosión de la calzada por presencia del flujo de agua	Construcción de badén.
5+650	Tramo largo	Rebose de agua en cuneta	Construcción de alcantarilla de alivio

Fuente: Propio

3.3. Estudio topográfico trazo y diseño geométrico vial.

Generalidades

El estudio topográfico consiste en la realización de los trabajos necesarios para determinar la longitud, ángulos y puntos de intersección, del Terreno a proyectar el camino vecinal. El método a utilizar para tal fin, es el de radiación directa en campo; que comprende la toma de datos para generar el plano topográfico con sus componentes.

Con información de los factores antes descritos y con la elaboración de croquis, reconocimiento del terreno y la ubicación de los puntos fijos (ESTACIONES - BM), se obtiene la poligonal del terreno.

El presente estudio se determinará tres factores:

- Longitud total.
- Poligonal de trazo.
- Obras de arte a proyectar.

Objetivo

Habiéndose planteado el objetivo general con el alcance del presente estudio de apertura de vía, la definición de los objetivos específicos se enmarca en:

- Realizar la georeferenciación de la vía con las mejoras a los términos de contratación, realizándose la colocación de los puntos georeferenciados cada 5.0 Km para facilitar los trabajos de trazo y diseño geométrico.
- Realizar la nivelación de la vía para tal fin se colocará BM's cada 500.0 m como máximo.
- Realizar el levantamiento topográfico de las estructuras de obras de arte en coordinación con las especialidades de estructuras, geología y geotécnica.
- Realizar el levantamiento complementario de los sectores tales como canteras, depósitos de material excedente, sectores críticos, pontones, zonas críticas y de sitios arqueológicos de encontrarse en el tramo, aspecto que no se ha evidenciado durante la evaluación del tramo por parte de los especialistas.

- Realizar el diseño geométrico de la vía, acorde a los requerimientos de la ingeniería básica, tomando como documento normativo Manual de Diseño Geométrico de carreteras DG-2018 y de ser necesarios normas complementarias tales como el Manual AASHTO 2008 Green Book.

Figura N°05 ubicación de la zona del proyecto. Vista de google earth



3.3.1. Situación actual de la vía

Actualmente no se cuenta con algún tipo de vía de acuerdo a las características que se especifica según el DG-2018.

Orografía

El tramo en estudio atraviesa un terreno ondulado comprendido entre la altitud de 400.00 msnm en el Km 0+000 al y llegando a una altitud de 3500 msnm al final del tramo 6+000 Km. Esta unidad tiene amplia distribución (60% del área total) emplazada en las laderas de los principales valles que a su vez tienen un control estructural, formando flancos de pliegues, como se observa en el valle

del río Apurímac (Zona de estudio). En el área se observan laderas a manera de franjas alargadas con una dirección SE-NO en la parte occidental u otras de dirección SO-NE de una amplia distribución en la zona oriental.

Tabla N°04 cruce de centro poblados

N°	CENTRO POBLADO	P: TIPO DE ÁREA
1	POBLACIÓN CATARATA	RURAL
2	ANEXO INKAPATA	RURAL

3.3.2. Estudio preliminar

La finalidad del estudio preliminar fue realizar un examen general, rápido y crítico del terreno para poder de esta manera determinar las características topográficas y plantear el tipo de levantamiento para el terreno, el cual se pretende aperturar un nuevo camino vecinal.

Reconocimiento de la zona en estudio

El reconocimiento del terreno constituyo la primera etapa del trabajo de campo. Sirvió para determinar los vértices.

A. Obtención de la información preliminar

La información preliminar fue un aspecto fundamental en el reconocimiento del terreno y para ello se buscó la mayor información posible, con la finalidad de tener una idea más cabal de la localización del terreno y eje preliminar de la trocha a seguir. La información se obtuvo de la siguiente manera:

B. Información de los pobladores

Esta información fue importante porque nos permitió conocer en campo la ruta del posible trazo. La cual se requiere para analizar y tener mayor conocimiento del área a levantar para determinar sus parámetros ya mencionados.

Resumen de la metodología del trabajo topográfico

Etapas de levantamiento de datos de campo y proceso en gabinete.

- Georeferenciación del tramo colocando pares de punto de control cada 5.0 Km para precisión en el levantamiento de datos de campo.
- Colocación de una Poligonal Básica de Apoyo a lo largo del tramo.
- Levantamiento de detalle de la sección transversal de todo el tramo con el soporte de la Poligonal Básica de Apoyo.
- Replanteo del Trazo Definitivo
- Relleno topográfico de detalle hecho en base a las secciones transversales del replanteo, considerando la presencia de áreas urbanas, terrenos de cultivo y zonas críticas.
- Elaboración de la planimetría final del Estudio Definitivo, hecho en base a la combinación de métodos indicados en los párrafos precedentes.
- Por otro lado, aparte de lo enunciado en los párrafos precedentes, el trabajo topográfico con la precisión deseada, tiene entre otros alcances, permitir un adecuado diseño del sistema de drenaje y obras de arte, así como permite evaluar y dar solución a los problemas de inestabilidad de taludes y de zonas críticas.

Descripción de los trabajos de topografía realizados

La poligonal del trazo, como ya se dijo, tiene como soporte la Poligonal Básica de Apoyo para el transporte de coordenadas planas y altimétricas, la cual ha sido amarrada a puntos geodésicos sobre los cuales se registraron las coordenadas mediante GPS durante la etapa del Estudio de Factibilidad; eventualmente donde hubo puntos geodésicos del IGN, se amarró a éstos para mayor solidez.

Cabe comentar que los vértices de la red principal instalada durante el Estudio de Factibilidad están a intervalos extensos, es decir, se encuentran a grandes distancias entre sí, por lo que fue difícil el transporte de coordenadas para el levantamiento de puntos intermedios sobre la faja del camino, a mérito de lo cual fue necesario materializar la Poligonal Básica de Apoyo de orden

secundario con distancias entre vértices no mayores a 300 metros entre sí, cumpliendo las tolerancias de cierre de primer orden.

Asimismo, a lo largo de todo el tramo se realizó la red de BMs para la nivelación geométrica de los elementos del trazo colocándose hitos cada 500 metros para crear una red de puntos de partida y llegada durante el trabajo topográfico de replanteo de trazo, dejando puntos auxiliares para los posteriores replanteos de las obras. Cabe indicar que los hitos de la red de la Poligonal Básica de Apoyo fueron incluidos dentro de la red de nivelación geométrica para darles cotas.

La cota para el BM de partida se determinó a partir de puntos de nivelación geodésica del IGN, habiéndose hecho el cierre con ida y vuelta entre BMs con la precisión que permiten las normas de diseño vial.

Bajo las consideraciones expresadas, se procedió con el levantamiento de la faja del camino así como los levantamientos especiales en los cruces de caminos, zonas urbanas, cruces de canales, quebradas, obras de arte, canteras, zonas críticas y depósitos de materiales excedentes.

Finalmente, cabe mencionar que el levantamiento topográfico computarizado realizado en el tramo objeto del estudio, reduce en gran medida la posibilidad de errores que sí son frecuentes en el levantamiento topográfico tradicional donde se producen errores tales como: malas anotaciones con datos errados, escritura poco legible, ingreso de datos errados a la calculadora, mala digitación, trazado impreciso de líneas, interpolación errada en las curvas de nivel. Además, cualquier modificación o corrección en los planos será más viable, puesto que los archivos de trabajo se pueden volver a cargar sobre el computador las veces que sean necesarias.

3.3.3. Georeferenciación

El presente trabajo tiene por objetivo:

- Determinar las coordenadas Geográficas, Datum WGS 1984.
- Determinar las coordenadas UTM, Datum WGS 1984.

- Determinación de las coordenadas topográficas locales.

Documentación de puntos

Considerando la importancia que tiene una adecuada señalización y monumentación para la recuperación de los elementos del Trazo y de las obras complementarias, se han colocado puntos sólidos que se mantengan en el tiempo y referencias en la cantidad necesaria para ese efecto.

Así, en los trabajos de documentación efectuados se distinguen los hitos y BM's.

Los hitos colocados en general han sido de fierro empotrado en concreto y eventualmente en caso de BM, pintura en roca fija. En todo, caso en la descripción que figura en los planos y en la relación de elementos respectiva, se indica el tipo de monumento.

Aquellos monumentos que expresan las coordenadas en el plano, es decir, los hitos o monolitos GPS que forman la Red Básica de Transporte de Coordenadas Planimétricas de Orden Primario, son designados por la sigla PCG.

Los vértices de la poligonal del Trazo (intersección de 2 tangentes), siguiendo la práctica habitual, se han denominado Pis. asignándoles la numeración correlativa la cual se definirá al aprobarse el eje del proyecto por la entidad.

Los BM son los puntos que sirven para el cierre de nivelación del eje de trazo cada 500 metros y están constituidos por monumentos de fierro empotrado en concreto o por pintura sobre roca fija.

La ubicación de los hitos se determinó en función a las características del terreno; seleccionando los lugares más seguros y adecuados considerando: visibilidad, estabilidad del terreno, facilidad para instalación de los instrumentos, la no interferencia con otros trabajos del proyecto o durante el período de la construcción.

Tabla N° 05 Relación de BM y Ubicaciones

BM	COORDENADAS UTM		COTA	UBICACIÓN	SENTIDO
	NORTE	ESTE			
1	8113699.014	632936.618	861.01	A 2.18 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
2	8614012.474	632961.141	920.925	A 26.96 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
3	8614302.172	632974.021	976.482	A 9.85 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
4	8614074.693	632554.871	970.01	A 17.23 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	IZQUIERDA
5	8614399.007	632249.11	1021.942	A 13.58 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
6	8614482.882	632307.274	1065.472	A 9.45 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
7	8614517.369	632606.312	1115.472	A 12.42 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
8	8614873.702	632816.316	1164.93	A 14.01 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	IZQUIERDA
9	8614698.584	633237.083	1196.157	A 13.93 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	IZQUIERDA
10	8614612.805	633514.745	1190.621	A 11.52 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
11	8615005.429	633622.413	1191.309	A 8.39 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	IZQUIERDA
12	8614766.448	633892.112	1190.736	A 21.39 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA
13	8614512.291	634101.268	1242.652	A 20.04 METROS DEL EJE, SOBRE ROCA FIJA	DERECHA

3.3.4. Construcción de poligonal de apoyo

Debido a que los pares de vértices GPS de la Red Principal, no son visibles entre sí, y que además es necesario levantar puntos sobre la faja del camino, surge la necesidad de materializar Poligonales de Apoyo de Orden Secundario, con normas y tolerancias de cierre, ubicadas entre vértices de la red principal GPS.

De acuerdo a las condiciones de terreno y donde hubo necesidad, se generaron Poligonales Auxiliares para el apoyo a los vértices GPS o a los vértices de la Poligonal de Apoyo, con el fin de realizar levantamientos topográficos en zonas donde no alcanza la visibilidad desde los vértices GPS o de las Poligonales de Apoyo.

Para las medidas angulares se utilizó el Método de Reiteración, el cual elimina errores instrumentales promediando valores. En este caso se realizaron tres series de medición de ángulos horizontales y verticales en directa e invertida con Estación Total, obteniendo para cada ángulo seis valores que se corrigieron y compensaron.

A continuación, se presentan las tolerancias que rigen para poligonales de segundo orden, considerando las siguientes tolerancias:

- Cierre Angular: $8,1'' \times \sqrt{N}$, donde N es el número de vértices de la poligonal.
- Cierre Lineal: $L/10.000$, donde L es la longitud acumulada en metros de los lados de la poligonal.

En el trabajo topográfico realizado se cumplió con las exigencias de precisión requeridas para el servicio

En resumen, se han tomado precauciones de orden general tales como: correcta instalación del instrumento durante la estación, cuidado en la posición y verticalidad de las señales (jalones y prismas) y cuando las distancias son cortas y pueden originar que el bastón presente un ancho excesivo en la visual, para lo cual se ha utilizado prismas colocados sobre el three bass instaladas sobre un trípode debidamente nivelado.

3.3.5. Nivelación geométrica

Se tienen monumentados la Red de BMs cada 500 m. en promedio en concordancia con la topografía del camino, en el anexo correspondiente se muestran los cierres de nivelación.

Se tomaron precauciones en la nivelación, en cuanto a monumentación, instrumentos utilizados y tolerancias admisibles. Las miras fueron de cuatro piezas y se utilizó un nivel esférico para la verticalidad de la mira.

La nivelación se efectuó por el método de doble corrida de nivelación y los puntos de cambio se colocaron en lugares de estabilidad y solidez confiables.

En resumen, las nivelaciones de todos los elementos del Estudio Definitivo que servirán de apoyo para los posteriores levantamientos, quedaron referidas al sistema único de BM's.

3.3.6. Levantamiento topografico

Relleno topográfico

El levantamiento del relleno topográfico, se realizó desde la Poligonal Básica de Apoyo, tomando puntos con perfiles en sentido longitudinal y transversal en la

cantidad necesaria para poder representar con precisión la topografía del terreno.

En este proceso se incluyeron todas las singularidades de la faja, árboles, terrenos de cultivo, postes, cercos, canales, cruces, buzones, detalles urbanos y viviendas.

Este método se apoya en el fundamento de que las estaciones totales son muy eficientes en cotas, siempre y cuando se programe para el levantamiento, como en este caso, conjuntamente con la nivelación geométrica de los puntos de la Poligonal de Apoyo.

La faja de levantamiento topográfico, abarca un ancho suficiente que permite definir las obras complementarias: cunetas de coronación, zanjas de drenaje, bajadas de aliviaderos, obras de arte, etc. existentes y a proyectar.

Como mínimo se ha considerado el levantamiento de los siguientes puntos:

- Eje de la calzada a proyectar.
- Bordes de caminos.

Levantamiento en áreas rurales y estructuras existentes

El levantamiento topográfico de las zonas rurales se realizó con el apoyo de una Poligonal de Puntos Auxiliares para alcanzar los puntos ocultos, accesos, calles y toda la toponimia existente como son los cruces de canales, sistema de agua potable y viviendas en general.

En ese sentido se trazó la vía vecinal tratando de reducir al mínimo la afectación de propiedades, así como también en el trazo se hizo un empalme de aproximadamente 0.85 km con una carretera existente tal como se muestra en el siguiente detalle.

Figura N°06 longitud del trazo que se desarrolla sobre una carretera existente



Tratándose de una apertura nueva no se cuenta con estructuras existentes.

Los pasos por los centros poblados del Tramo son las siguientes:

Procedimientos de trabajo en campo

El estudio de topografía y trazo comprende las siguientes partes: Alineamiento Horizontal, Perfil Longitudinal y Secciones Transversales, los cuales son detallados a continuación:

a. Alineamiento horizontal

El alineamiento horizontal de la carretera a ejecutar se ha basado en tratar de mantener una pendiente horizontal, beneficiar al mayor número de pobladores posibles y cuidando tener una carretera eficiente principalmente en las pendientes.

En todo su recorrido el camino se desarrolla totalmente en ladera, por lo que el alineamiento en la ruta presenta curvas horizontales y curvas verticales, asimismo se realizara curvas de volteo en las progresivas finales, también cabe resaltar que debido a la presencia de curvas se tendrán tramos de tangentes cortos.

El alineamiento horizontal descrito se ha realizado de acuerdo a los requerimientos de los Términos de Referencia, así como se indica a continuación:

- Tramos en tangente: estacado cada 20 m;
- Tramos en curvas: estacado cada 10 m;
- Tramos en curvas de volteo: estacado cada 5 m;
- P.I.: establecidos.

Por lo que concierne a los Bench Marks (B.M.), estos se encuentran ubicados firmemente cada 500 m para realizar el control respectivo durante la ejecución.

b. Perfil longitudinal y diseño de la subrasante

A todo lo largo del tramo se ha tratado de mantener una pendiente que reduzca al momento de ejecución los movimientos de tierra y, por lo tanto, sólo en algunos sectores la subrasante presentará unas diferencias relativamente altas respecto al nivel de terreno natural; estas diferencias se deben a la geografía agreste de la zona requiriéndose en ciertos puntos cortes pronunciados. El Proyecto prevé que la subrasante tenga una Pendiente Máxima Normal del 8%, y máxima excepcional de 10%, lo cual se encuentra dentro de lo permitido según la (DG-2018).

Los planos relativos al perfil longitudinal y subrasante se han dibujado en las siguientes escalas:

- horizontal: 1/2000.
- vertical: 1/200.

c. Secciones transversales

Las secciones transversales tienen una múltiple finalidad:

- La de salvaguardar la seguridad de los transeúntes mediante su particular geometría, que presenta una especial sobre elevación (peralte) y sobreechanco,

los cuales sirven para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga que se desarrolla en las curvas horizontales.

- Con su geometría, condicionan el escurrimiento del agua superficial, permitiendo que, después de una lluvia, la plataforma quede libre de las aguas.
- Determinar, juntamente con la distancia que las separa, la magnitud del movimiento de tierras.

Para establecer la pendiente transversal que garantice el natural escurrimiento del agua superficial hacia la cuneta lateral se han considerado:

- Los datos relativos a la precipitación pluvial de la zona proporcionados por SENAMHI;
- Coeficiente de escurrimiento correspondiente al tipo de superficie sobre la cual corre el agua.
- Ancho de la plataforma, que corresponde a la distancia que el agua debe recorrer para llegar a la cuneta.
- Estos factores, juntamente con la observación de obras existentes y la experiencia en otras carreteras han demostrado que la pendiente transversal (bombeo) del 2% es suficiente para mantener la superficie de la plataforma libre del agua superficial.

Por lo que concierne a los sectores en curva horizontal, como ya se dijo, para contrarrestar la acción de la fuerza centrífuga, se dispone del peralte y del sobre ancho. En el Proyecto estos dos elementos se han establecido considerando las Tablas que reportan los valores establecidos por el (DG-2018), para los cuales se han tomado en cuenta los siguientes factores:

- Velocidad Directriz
- Radio de Curvatura
- Distancia entre los ejes del vehículo
- Número de carriles

Por cuanto se refiere al movimiento de tierra, su magnitud está determinada por la geometría global de la sección transversal o sea por la pendiente transversal, la eventual presencia del peralte y del sobreancho, por la cota de la subrasante y del terreno natural y por los taludes de corte y/o relleno, según sea el caso.

Por lo que concierne a la pendiente transversal, peralte y sobreancho, estos ya fueron tratados; con relación al terreno natural, y se han establecido como sigue:

La cota de la subrasante se ha fijado teniendo presente las exigencias económicas y la consecuente necesidad de reducir al máximo los movimientos de tierras. Estas consideraciones han sido explicadas en el “perfil longitudinal” pero, es obvio, se reflejan en las secciones transversales. Por su parte, los taludes se han fijado tomando en cuenta las recomendaciones del (DG-2018).

El valor de la inclinación de los distintos taludes de corte y relleno se reportan en las “Características Técnicas”, Por todo lo expuesto se desprende que las distintas secciones transversales adoptadas en el Proyecto han derivado de un profundo y detallado estudio de los diferentes aspectos involucrados en el Proyecto.

Descripción de equipo utilizado en campo

Equipo utilizado:

- 01 Estación Total Topcon.
- 02 Eclímetros.
- 01 GPS Carmín
- 05 Prismas
- 02 Wincha
- 02 Bastones

Material utilizado:

- 02 GLN Pintura color rojo y blanco.
- 100 Mts Plástico color azul.
- 03 Plumones indelebles.

Personal utilizado:

- 02 Investigadores
- 02 Topógrafos
- 01 Asistente de campo
- 05 Personas para el roce de la línea de gradiente
- 02 Wincheros
- 01 Estaqueador
- 01 Pintor
- 03 Prismeros

Tiempo de ejecución del trabajo en campo

- Trabajos de reconocimiento y búsqueda de ruta (02 días)
- Trabajos de trazo de línea de gradiente (03 días)
- Trabajos de levantamiento topográfico (05 días)

3.3.7. Diseño geométrico

Clasificación de la carretera

Según la normatividad para el diseño de carreteras DG-2018, una vía puede clasificarse según su demanda y según las condiciones orográficas.

- De acuerdo a la Demanda: Teniendo en cuenta que el IMD obtenido en el estudio de tráfico a 10 años es de 27 Veh/día inferior a 200 Veh/día, por tanto, la vía se clasifica según su demanda como una **CARRETERA TROCHA CARROZABLE**.
- Según las Condiciones Orográficas: el tramo objeto del estudio, atraviesa sectores de orografía no uniforme, siendo las orografías de tipo 3 y 4 las que representan la mayor parte del terreno por la que discurrirá la nueva vía, de manera conservadora se considerará el tramo más crítico, Clasificándose como terreno accidentado y terreno escarpado respectivamente.

Según la normativa de diseño de carreteras CBVT, una vía puede clasificarse según la demanda y por su función.

3.3.7.1. Criterios y controles básicos

Clasificación del proyecto vial

Para efectos del diseño geométrico el proyecto se caracterizará como proyecto creación del camino vecinal entre la comunidad de Inakapata, del centro poblado de Catarata, en el distrito de Pichari, La Convención – Cusco.

Vehículo de diseño

De acuerdo a los datos proporcionados del conteo de tráfico se deduce que el vehículo de diseño corresponde a vehículo ligero VL, según el Reglamento Nacional de Vehículos según Decreto Supremo N° 019-2019-MTC.

Tabla N°06 Datos básicos de los vehículos de tipo M utilizados para el dimensionamiento de carreteras según DG 2018

Tipo de vehículo	Alto total	Ancho Total	Vuelo lateral	Ancho ejes	Largo total	Vuelo delantero	Separación ejes	Vuelo trasero	Radio mín. rueda exterior
Vehículo ligero (VL)	1,30	2,10	0,15	1,80	5,80	0,30	1,40	1,30	7,30
Ómnibus de dos ejes (B2)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,20	2,30	8,25	2,65	12,80
Ómnibus de tres ejes (B3-3)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,00	2,40	7,55	4,05	13,70
Ómnibus de cuatro ejes (B4-4)	4,10	2,60	0,00	2,60	15,00	3,20	7,75	4,05	13,70
Ómnibus articulado (BA-1)	4,10	2,60	0,00	2,60	18,30	2,60	6,70 / 1,90 / 4,00	3,10	12,80
Semirremolque simple (T2S1)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	6,00 / 12,50	0,80	13,70
Remolque simple (T2R1)	4,10	2,60	0,00	2,60	13,00	1,20	10,30 / 0,80 / 2,15 / 7,75	0,80	12,80
Semirremolque doble (T3S2S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,40 / 6,80 / 1,40 / 6,80	1,40	13,70
Semirremolque remolque (T3S2S1S2)	4,10	2,60	0,00	2,60	23,00	1,20	5,45 / 5,70 / 1,40 / 2,15 / 5,70	1,40	13,70
Semirremolque simple (T3S3)	4,10	2,60	0,00	2,60	20,50	1,20	5,40 / 11,80	2,00	1

Del estudio de tráfico, se ha determinado que el vehículo de diseño corresponde a un vehículo ligero (VL).

Del vehículo de diseño, se determina que el espacio mínimo absoluto para ejecutar un giro de 180° en el sentido de movimientos de las agujas del reloj, queda definido por la trayectoria que sigue la rueda delantera izquierda del vehículo y por la rueda trasera derecha, además deberá considerarse el espacio libre requerido por la sección en volado que existe entre el primer eje y el parachoques, o elemento más sobresaliente, el manual AASHTO 2008 lo detalla con el cálculo del off tracking.

Según el vehículo de diseño se tiene la tabla

Tabla N°07 Tabla 202.04 vehículos ligeros (vl) radios máximos/ mínimos y ligeros

Ángulo trayectoria	Rmáx exterior vehículo (E)	Rmín interior vehículo (I)	Rmín Interior Rueda (J)	Ángulo máximo dirección
30°	7.76 m	5.14 m	5.28 m	17.8°
60°	7.84 m	4.73 m	4.88 m	24.2°
90°	7.87 m	4.59 m	4.74 m	26.4°
120°	7.88 m	4.54 m	4.69 m	27.3°
150°	7.88 m	4.52 m	4.67 m	27.6°
180°	7.88 m	4.51 m	4.66 m	27.7°

Siendo el más crítico las dimensiones que se requieran para el ángulo de trayectoria de 180°.

Se proyecta las curvas con el radio mínimo correspondiente.

Características del tránsito

El diseño de la vía se sustenta en las consideraciones del tránsito sobre la vía, de las existentes como de las proyectadas. Estas consideraciones nos proporcionaran características de las dimensiones y geometría dela carretera.

Índice Medio Anual (IMDA)

El cálculo de del IMDA para el periodo de diseño, asciende a 27 Veh. /día Correspondiendo a el tránsito menor a 200 Veh. /día.

Velocidad de diseño

La Velocidad Directriz define el resto de parámetros como radios mínimos, longitudes de tangente intermedia, longitudes de transición de sobre anchos y peraltes, anchos de vía y de bermas.

La elección de la velocidad directriz depende de la importancia o categoría de la futura carretera, de los volúmenes de tránsito que va a mover, de la configuración topográfica del terreno, de los usos de la tierra, del servicio que se pretenda ofrecer, de las consideraciones ambientales, de la homogeneidad a lo largo de

la carretera, así como de las facilidades de acceso (control de accesos), de la disponibilidad de recursos económicos y de las facilidades de financiamiento.

De acuerdo al manual de diseño de carreteras, la velocidad directriz elegida rige para el diseño geométrico de la vía, entendiéndose que será la máxima velocidad que se podrá mantener con seguridad sobre una sección determinada de la carretera, cuando las circunstancias sean favorables para que prevalezcan las condiciones de diseño.

Todas las características geométricas de la vía, están condicionadas por la velocidad directriz y su definición está íntimamente ligada al costo de construcción de cada carretera. Para una velocidad directriz alta el diseño vial obliga entre otros, al uso de mayores anchos de plataforma y mayores radios de giro en las curvas horizontales, lo cual genera el incremento de los volúmenes de obra.

La tabla que presenta el manual de diseño geométrico (Tabla 204.01) relaciona la velocidad de diseño con la clasificación de la carretera y la orografía que atraviesa, se tiene que para una carretera de **trocha carrozable** y orografía tipo 2 el rango de velocidades a considerar es de 40 Km/h a 90 Km/h, para orografía 3 se tiene un rango de velocidades de 30 Km/h a 50 Km/h, y para orografía 4 la velocidad es de 30 Km/h.

Tabla N°08 t rangos de la velocidad de diseño en función a la clasificación de la carretera por demanda y orografía

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

En ese sentido, teniendo en cuenta también las consideraciones del manual de carreteras CVBT, que especifica parámetros geométricos para carreteras con una velocidad de hasta 20km/h, así como habiéndose definido, de acuerdo al tráfico, como una carretera de tercera clase, las velocidades recomendadas de acuerdo al manual de carreteras DG-2018 va como mínimo desde los 30 km/h razón por la que tomaremos una posición intermedia al usar una velocidad de diseño de 25 km/h.

Tabla N°09 Velocidad directriz por sectores

SECTOR	VELOCIDAD DIRECTRIZ	OBSERVACIONES
1. Km 00+000 al Km 6+028	25 Km/h	

Distancia de visibilidad

La distancia de visibilidad es la longitud de camino adelante, visible al conductor. La distancia de visibilidad disponible en una plataforma debería ser suficientemente larga como para permitir a un vehículo que viaja en o cerca de la velocidad de diseño detenerse antes de alcanzar un objeto inmóvil en su trayectoria. Aunque son deseables longitudes de visibilidad mayores, la distancia de visibilidad en cada punto a lo largo de una plataforma debería ser por lo menos la necesaria para que se detenga un conductor o vehículo inferior al promedio.

La distancia de visibilidad de detención es la suma de dos distancias: (1) la distancia recorrida por el vehículo desde el instante en que el conductor ve un objeto que requiere una detención, hasta el instante aplica los frenos; y (2) la distancia requerida para detener el vehículo desde el instante en que comienza la aplicación de los frenos. Son referidas como distancia de reacción al frenado y distancia de frenado, respectivamente.

Distancia de visibilidad de parada

De acuerdo a la figura 205.01 del manual de carreteras DG-2018, la distancia de visibilidad de parada para una velocidad de 25 km/h se obtiene interpolando estos valores para las velocidades de 20km/h a 30 km/h, resultando que para la pendiente crítica de 10% se obtendrá una distancia de visibilidad de parada en subida de 24 m. y una distancia de visibilidad de parada en bajada de 28 m.

La distancia de visibilidad ha sido controlada en planta para las curvas horizontales en curvas cerradas, mas no pudiéndose controlar efectivamente en perfil por el elevado costo en el movimiento de tierras.

Distancia de visibilidad de adelantamiento

Según el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, es la mínima distancia que debe ser visible para facultar al conductor del vehículo a sobrepasar a otro que viaja a velocidad 15 km/h menor, con comodidad y seguridad, sin causar alteración en la velocidad de un tercer vehículo que viaja en sentido contrario a la velocidad directriz y que se hace visible cuando se ha iniciado la maniobra de sobrepaso. Esta longitud debe asegurarse para la mayor longitud posible de la carretera.

Para una velocidad de 25 km/h si bien no se especifica este valor, adoptaremos una distancia de visibilidad de adelantamiento de 150 m. esto se obtiene interpolando para valores de velocidad de 20 km/h y 30 km/h, para el presente proyecto no se tomará en cuenta este parámetro debido a los cortes excesivos que implicaría su cumplimiento.

3.3.7.2. Diseño geométrico en planta

Consideraciones de diseño

Para la velocidad de diseño de 30 km/h, la deflexión máxima aceptable sin curva según el cuadro 3.2.1 del manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito, será de $2^{\circ} 30'$, sin embargo en el proyecto actual se tiene una velocidad de diseño de 25km/h por lo que se adoptara una deflexión máxima sin curva de $2^{\circ} 8'$, para tramos con ángulos de deflexión mayores a lo indicado se estará considerando una curva con un radio no menor de 20m, con la restricción que determina el manual de carreteras DG-2018 de no tener curvas horizontales mayores a una longitud de 800.0 m.

Tramos en tangente

Las longitudes mínimas admisibles y máximas deseables de los tramos en tangente, en función a la velocidad de diseño, serán las indicadas en Longitud de tramos en

tangente según el manual de carreteras DG-2018 corresponde para velocidades de 25 Km/h:

Lmin.s (m) 1.39 V	= 34.75,	Redondeado 38.0 m
Lmin.o (m) 2.78 V	= 69.5,	Redondeado 70.0 m
Lmax: (m) 16.7 V	= 417.5	Redondeado 418.0 m

En el proceso del diseño geométrico, se ha previsto el cumplimiento de las longitudes mínimas, pero por tratarse de una vía predominantemente sobre orografía tipo 3 y 4, se ha desarrollado el diseño en planta con las siguientes consideraciones:

1. Para curvas en s, mediante el uso de espirales se ha eliminado los tramos en tangentes, desarrollando dichos tramos cortos como longitudes de transición para las espirales, proceso mediante el cual se elimina el requerimiento de longitud de tangente mínima. Cabe indicar que dicha medida permite tener curvas más suaves que impiden cambios bruscos de dirección.
2. Para curvas en o se ha previsto el reemplazo por una sola curva.

3.3.7.3. Curvas circulares

Radio mínimo

$$Rm = \frac{v^2}{127 * (0.01 * P_{max} + f_{max})}$$

$$Rm = \frac{25^2}{127 * (0.01 * 10 + 0.17)}$$

$$Rm = 18.23$$

Para el presente cálculo se utilizó la velocidad de diseño de 25 km/h, un peralte máximo excepcional de 8% recomendado por el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito y en el mismo manual por el cuadro 3.6.1.2 una fricción máxima de 0.175.

Asimismo, usando la ecuación planteada por el manual de carreteras DG-2018 tenemos que para velocidad de diseño de 25 Km/h se tendrá un radio mínimo múltiplo 5 igual a 20 m.

Para el caso de carreteras de tercera clase se tiene las siguientes tablas:

e =	8	%
f =	0.17	Según tabla 302.03 y 302.04
R min =	18.44	m (calculado)

==> Rmin =	20.00	recomendado
==> Rmin EXCEPCIONAL	15.00	ASUMIDO SEGÚN TOPOGRAFÍA

3.3.7.4. Curvas de transición

Estas curvas se presentan en el proyecto debido a la distancia próxima entre dos curvas de distinto sentido, la cual puede ser usada para disminuir la distancia de tramo recto, por la consideración requerida para las curvas de transición.

En el tramo se ha usado las curvas de transición presentándose en los cuadros de elementos de curva.

Longitud mínima de las curvas de transición

Para el presente diseño se ha usado la ecuación planteada por el manual de carreteras DG-2018 donde se especifica que para la velocidad de diseño de 25 Km/h le corresponde la longitud de transición mínima de 35m.

$$L_{min} = \frac{V}{46.656j} \left(\frac{V^2}{R} - 1.27p \right)$$

$$L_{min} = \frac{25}{46.656 * 0.4} \left(\frac{25^2}{15} - 1.27 * 12 \right)$$

$$L_{min} = 35$$

Radio mínimo que permiten prescindir de la curva de transición

Por tratarse de una vía de tercera clase la longitud mínima con una velocidad de diseño de 25 Km/h, el radio que permite prescindir de una curva de transición es de 40 m, esto fue obtenido de la interpolación de los valores para velocidades de 20 km/h y 30 km/h, en concordancia con la tabla 302.11 B del manual de carreteras (DG-2018).

3.3.7.5. Curvas de vuelta

El presente diseño considera curvas de vuelta considerando el vehículo de diseño con las consideraciones el manual de diseño geométrico y la norma AASHTO 2011, las dimensiones a considerar son:

Figura N° 07 Dimensionamiento de curva de volteo según vehículo de diseño (AASHTO 2011)

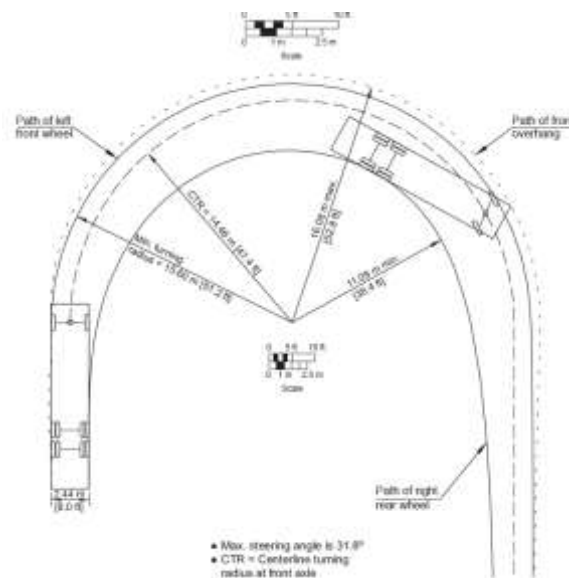


Figure 2-3. Minimum Turning Path for Single-Unit Truck (SU-12 (SU-60)) Design Vehicle

Se considera que el radio mínimo interno es 11.09 y el radio externo es 15.60 m. redondeándose a 11 y 16 m respectivamente haciendo un radio promedio 13.50 m de radio del eje del carril, debido analizarse la necesidad de realizar un análisis con otro vehículo en dirección contraria o del o contrario tendría que considerarse que el otro vehículo se encontraría en espera.

3.3.7.6. Sobreancho

- El desarrollo del Sobreancho deberá considerarse según lo indicado en el manual de carreteras DG-2018, considerando el camión de diseño el cual se muestra en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.**, del cual se tiene que la distancia del eje posterior a la parte frontal es de 8.84 m (7.62+1.22 m).

- La determinación del Sobreancho se calculará con la expresión dada en el manual mediante:

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

$$S_a = 1 \left(20 - \sqrt{20^2 - 5.8^2} \right) + \frac{25}{10 * \sqrt{20}}$$

$$S_a = 1.42$$

Donde:

- Sa : Sobreancho
 N : Número de carriles
 R : Radio (m)
 L : Distancia entre eje posterior y parte frontal
 V : Velocidad de diseño (Km/h)

Para más detalles ver capítulo de diseño geométrico, ya que los sobreanchos dependen del radio de curvatura.

Tabla N°10 Radios y sobreanchos de curvatura

radios	Sa	radios	Sa	radios	Sa
10	2.64	26	1.15	90	0.45
11	2.41	27	1.11	95	0.43
11.5	2.31	28	1.08	100	0.42
12	2.22	29	1.05	120	0.37
13	2.06	30	1.02	130	0.35
14	1.93	35	0.91	140	0.33
15	1.81	40	0.82	150	0.32
16	1.71	45	0.75	160	0.3
17	1.63	50	0.69	180	0.28
18	1.55	55	0.64	200	0.26
20	1.42	60	0.6	250	0.23
21	1.36	65	0.57	260	0.22
22	1.31	70	0.54	180	0.28
23	1.26	75	0.51	300	0.2
24	1.22	80	0.49	310	0.2
25	1.18	85	0.47	320	0.19

3.3.7.7. Diseño geométrico en perfil

Se toma las recomendaciones de la normativa vigente respecto a las siguientes consideraciones:

Que el relieve del terreno es el elemento de control del radio de las curvas verticales que pueden ser cóncavas o convexas y el de la velocidad de diseño que determinara la distancia de visibilidad.

En terreno plano por consideraciones de drenaje la rasante se encuentra sobre el terreno.

En terreno ondulado, por razones de economía, en lo posible, la rasante seguirá las inflexiones de terreno, siendo limitante esta consideración la consideración de seguridad de los usuarios de la vía.

En terreno accidentado la rasante en lo posible deberá adaptarse al terreno, evitando los tramos en contrapendiente, para evitar alargamientos innecesarios.

Los valores especificados para pendiente máxima y longitud crítica, podrán estar presentes en el trazado, controlándose la forma y oportunidad debido a que estas determinan la calidad y apariencia de la carretera terminada.

Deberán evitarse el rasante lomo quebrado (dos curvas verticales en el mismo sentido, unidad por una alineación corta). Si las curvas son convexas se generan largos sectores con visibilidad restringida, y si son cóncavas la visibilidad del conjunto resulta antiestética y se crean falsa apreciaciones de distancia ay curvatura.

3.3.7.8. Pendiente

En la determinación de las pendientes se ha considerado mantener las existentes siempre en cuando cumplan lo requerido por la normativa y no represente una baja de confort al usuario.

Pendiente Mínima

Para la determinación de la pendiente mínima de la vía se ha considerado la determinación de la norma establecido en 0.5%, por tratarse de una zona lluviosa

y cunetas existentes de drenaje. Este valor se ha considerado a pesar que el bombeo proyectado sea de 3%.

Pendiente máxima

Para la determinación de la pendiente de la vía, se ha usado la tabla 303.01 del manual de diseño de carreteras (DG-2018) en donde se establecen las pendientes que la pendiente de carretera de tercera clase con una velocidad de diseño de 30 km/h será de 10%, razón por la cual adoptaremos este valor como pendiente máximo normal.

Dado que se tiene una orografía de tipo 3 y 4, velocidad de diseño de 25 km/h según el cuadro 3.3.3.a del manual de diseño de carretera CBVT se tendrá una pendiente máxima de 10%, la misma que será la pendiente máxima excepcional del proyecto en estudio.

Además, el mismo manual establece que en tramos mayores a los 2000 m. no se supere el 6% y también que en un radio menor a 50 m. se debe evitar superar el 8% de pendiente.

Pendientes máximas excepcionales

De presentarse necesidad de incrementar la pendiente máxima esta se elevará hasta 1%, con las justificaciones requeridas.

También se considera que la pendiente cuando es mayor a 12% las longitudes de tramo no deben exceder los 180 m.

3.3.7.9. Curvas verticales

Curva convexa

Se considera curvas verticales para tramos consecutivos en el que la diferencia de pendiente sea mayor a 2% por tratarse de una vía de tercera clase.

En el diseño de la curva vertical se ha tomado en cuenta la dependencia de la curva vertical con la distancia de visibilidad de parada usando el ábaco que presenta el manual de carreteras DG-2018.

Tabla N°11 valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical convexa en carreteras de tercera clases

Velocidad de diseño km/h	Longitud controlada por visibilidad de parada		Longitud controlada por visibilidad de paso	
	Distancia de visibilidad de parada	Índice de curvatura K	Distancia de visibilidad de paso	Índice de curvatura a K
20	20	0,6		
30	35	1,9	200	46
40	50	3,8	270	84
50	65	6,4	345	138
60	85	11	410	195
70	105	17	485	272
80	130	26	540	338
90	160	39	615	438

Donde se puede deducir que para la velocidad de diseño de 25 km/h se tiene que la distancia de visibilidad de parada interpolando para valores de velocidad de 20 km/h a 30 km/h es de 28 m y la distancia de visibilidad de paso, de igual manera interpolando, será de 100 m, todo esto para para curvas convexas.

Curva Cóncava

Respecto a las curvas cóncavas según el manual de carreteras DG-2018 se tiene que las distancias de visibilidad de parada se obtendrán interpolando para valores de 20 km/h a 30 km/h, siendo de 28 m.

Tabla N°12 valores del índice k para el cálculo de la longitud de curva vertical concava en carreteras de tercera clase.

Velocidad de diseño (km/h)	Distancia de visibilidad de parada (m).	Índice de curvatura K
20	20	3
30	35	6
40	50	9
50	65	13
60	85	18
70	105	23
80	130	30
90	160	38

3.3.8. Diseño geométrico en sección transversal

Calzada

Considerando que el IMDA para el presente proyecto es de 27 veh /día y además con una velocidad de diseño de 25 km/h se tendrá un ancho de calzada de 4.50 m. recomendado por el manual de carreteras CBVT.

De proyectarse la vía con los 4.50 m de ancho que considera en el cuadro 3.5.1.a, el movimiento de tierras se mantendrá dentro de los limites presupuestales permisibles.

Con plazoletas cada 500.0 m y donde se requiera para el cruce vehicular de manera segura.

Plazoletas de cruce

Según las consideraciones de la tabla del manual de carreteras DG-2018 le corresponderían un ancho de 3.00m y una longitud de 25.00m.

Tabla N°13 Dimensiones mínimas y separación máximas de ensanches de plataforma

Orografía	Dimensiones mínimas		Separación máxima a cada lado (m)		
	Ancho (m)	Largo (m)	Carretera de Primera Clase	Carretera de Segunda Clase	Carretera de Tercera Clase
Plano	3.0	30.0	1,000	1,500	2,000
Ondulado	3.0	30.0	1,000	1,500	2,000
Accidentado	3.0	25.0	2,000	2,500	2,500
Escarpado	2.5	25.0	2,000	2,500	2,500

Bombeo

El bombeo que se le asignara a la vía es de 3% debido a que es el bombeo mínimo para plataformas con superficie de afirmado, según la tabla 304.03 del manual de carreteras DG-2018.

Peralte

El peralte considerado se encuentra en función de la velocidad de diseño debiendo de proyectarse acorde a la velocidad directriz, de la tabla 304.04 de la norma se evidencia que la velocidad de diseño de la vía no se encuentra en el rango de las que no requieren peralte, por lo que es necesario considerar en las curvas del proyecto, de la tabla 304.05 del manual DG-2018 se selecciona el peralte máximo normal de 6% y el peralte máximo absoluto de 8% según el CBVT.

Derecho de vía

Se ha determinado el ancho de derecho de vía en un ancho mínimo de 7.5 m debiéndose incrementar en los siguientes casos:

Del borde superior de los taludes de corte más alejados

Del pie de los terraplenes más altos

Del borde más alejado de las obras de drenaje

Del borde los caminos de servicio

Coordinación entre diseño horizontal y diseño vertical

En vista que la intervención corresponde a apertura de la vía, los niveles adecuados de visibilidad, comodidad y seguridad, se adecuan a lo establecido por el DG-2018 lo cual conlleva a una correcta elección de los elementos en planta y perfil, que configuran el trazado.

Características geométricas de diseño

Las características geométricas de diseño del proyecto han sido determinadas en base a los términos de referencia de contratación, nivel de intervención y normas vigentes obteniéndose los siguientes parámetros:

Tabla N°14 Características generales de diseño vial

LONGITUD DE VIA		6.00	KM.
NUMERO DE VIAS		1.00	
ANCHO DE CALZADA		4.50	M
ANCHO BERMA		0.00	M (Por ser trocha nueva)
ANCHO MINIMO DE PLATAFORMA		5.50	M (+Ancho Cuneta)
CUNETAS (L x H)	1.00	0.50	M
BOMBEO		3.00	%

PERALTE MAXIMO NORMAL	6.00	%
PERALTE MAXIMO EXCEPCIONAL	8.00	%
PENDIENTE MAXIMA EXCEPCIONAL	12.00	%
PENDIENTE MAXIMA NORMAL	10.00	%
PENDIENTE MINIMA	0.50	%
TALUD EN CORTE	SEGÚN AL TIPO DE SUELO (TABLA 304.10)	
TALUD EN RELLENO	SEGÚN AL TIPO DE SUELO (TABLA 304.11)	
VELOCIDAD DE DISEÑO	25.00	KM/H
PLAZOLETA DE CRUCE A CADA	500.00	M
L x A / PLAZOLETA	25.00	3.00 M
CLASIFICACION DE VIA SEGÚN SU FUNCION	: Sistema Vecinal	
CLASIFICACION DE VIA SEGÚN DEMANDA	: Trocha carrozable	
CLASIFIC. SEGÚN CONDICION OROGRAFICA	: Tipo 03	Terreno ondulado y accidentado
DERECHO DE VIA	7.50	a cada lado del eje
RADIO MINIMO CURVA	20.00	M
RADIO MINIMO EXCEPCIONAL	15.00	M EN CURVAS DE VOLTEO

3.4. Estudio de tráfico

En el presente informe se está presentando toda la información de “Propuesta para la creación del camino vecinal en la Comunidad de Inkapata provincia la Convención Región Cusco.” campo realizado, desde el Km. 00+000 al Km. 06+000, la misma que se usara solo como referencia, y tiene como fuente al conteo de tráfico vehicular y encuesta origen – destino en las dos estaciones siguientes:

La Estación E-1, se ubicó en la comunidad de catarata, en la calle principal hasta donde llegan todo tipo de vehículos, aquí se registró a los vehículos cuyos ocupantes tienen como ruta final al anexo de Inkapata, o que usan los terrenos ubicados entre Catarata e Inkapata y de la zona de influencia de este trayecto.

Figura N°08 vista de calle principal de catarata



Objetivos

En general el objeto del presente estudio es determinar la demanda de transporte futura que se podrá generar como consecuencia de la realización del proyecto, ya que este proyecto se considera como una vía de transporte futura para los pobladores del ámbito de influencia.

Objetivo específico

El estudio de tráfico nos proporcionara una estadística de tránsito futura en determinado sector de carretera con la cual se podrá efectuar la decisión prioritaria para el presente estudio.

El estudio de tráfico presenta los objetivos específicos siguientes:

- Determinar la demanda futura del transporte del tramo.
- Identificar las características del tráfico que circularan en el tramo.
- Determinar la capacidad que tendrá la vía en las condiciones de operación.
- Demostrar el impacto de tráfico de un nuevo proyecto de vía, la demostración es por la vía del cálculo.
- Proponer recomendaciones que pueden requerirse para un mejor desempeño ante los futuros cambios del sistema de tráfico.
- Proporcionar un conocimiento profundo del crecimiento de tráfico relacionado con el impacto de la nueva vía.

3.4.1. Alcances de los servicios

El Estudio de tráfico se realizará considerando lo siguiente:

- Para el Conteo de tráfico en ubicaciones estratégicas. Los conteos serán volumétricos y clasificados por tipo de vehículo, durante 7 días continuos.
- Las encuestas de origen y destino (O/D), se harán durante 12 horas en la estación más representativa y durante 3 días.
- Con los correspondientes factores de corrección (horario, diario, estacional), se obtendrá el Índice Medio Diario Anual (IMDA) de tráfico por tipo de vehículo.
- Medición de velocidades y obtención de la velocidad media de operación por tipo de vehículo.
- Análisis del impacto que diversas velocidades de diseño tendrían sobre la demanda, tanto en volumen como en composición, O/D y naturaleza (normal, generado y derivado).
- Se efectuaran proyecciones de tráfico para cada tipo de vehículo, considerando la tasa anual de crecimiento de los vehículos ligeros y pesados proporcionados por el MTC para la región Cusco y el tráfico que se estima luego de la apertura, identificando el transito normal, el generado y el derivado.

Situación actual

El servicio de transitabilidad vehicular y peatonal a proyectarse se encontrara sobre una topografía plana y ondulada, con una condición pluviométrica muy lluviosa y la presencia de un suelo arcilloso y limoso en la mayor parte del trazo.

Características generales y metodología del conteo

3.4.2. Características generales del conteo

Los volúmenes de tránsito siempre deben ser considerados como dinámicos, por lo que solamente son precisos para el periodo de duración de los aforos.

Sin embargo, debido a que sus variaciones son generalmente rítmicas y repetitivas, es importante tener un conocimiento de sus características, para así programar aforos, relacionar volúmenes en un tiempo y lugar con volúmenes de otro tiempo y

lugar, y prever con la debida anticipación la actuación de las fuerzas dedicadas al control del tránsito y labor preventiva, así como las de conservación.

Por lo tanto, es fundamental, en la planeación y operación de la circulación vehicular, conocer las variaciones periódicas de los volúmenes de tránsito dentro de las horas de máxima demanda, en las horas del día, en los días de la semana y en los meses del año.

3.4.3. Metodología del conteo

El tráfico se define como el desplazamiento de bienes y/o personas en los medios de transporte; mientras que el tránsito viene a ser el flujo de vehículos que circulan por la carretera, pero que usualmente se denomina tráfico vehicular.

En el desarrollo del Estudio de Tráfico, se contemplan tres etapas claramente definidas:

- Recopilación de la información;
- Procesamiento de la información; y
- Análisis de la información y resultados obtenidos.

3.4.4. Recopilación, procesamiento y análisis de la información

3.4.4.1. Recopilación de la información

Se ha definido la ubicación de las estaciones de control, a fin de ejecutar los Conteos de volumen de tráfico vehicular con la finalidad de determinar el volumen vehicular en un punto específico de la vía o intersección.

La información fue recogida diferenciando composición vehicular, direccionalidad y periodos de conteo (diario) y se realizó en un mínimo de 7 días durante las 24 horas, los días fueron: lunes (17/02/2022), martes (18/02/2022), miércoles (19/02/2022), jueves (20/02/2020), viernes (21/02/2022), sábado (22/02/2022) y domingo (23/02/2022).

Se tendrá en cuenta la información provista por la estación de control de Catarata, debido a que es el punto de paso obligado para todo el transito que fluye en la zona.

Tabla N°15 Ubicación de las estaciones de control

CÓDIGO	TRAMO	NOMBRE	TAREA
1.- Volumen y clasificación vehicular			
E – 1	Catarata	Catarata	Conteo continuo
2.- Encuesta Origen –Destino			
OD E–1	lunes	Catarata	Pasajeros y carga
OD E-1	Miércoles	Catarata	Pasajeros y carga
OD E-1	Sábado	Catarata	Pasajeros y carga

Procesamiento de la información

El procesamiento de la información corresponde íntegramente al trabajo de gabinete después de haberse realizado el trabajo de campo. La misma que fue procesada en Excel mediante hojas de cálculo.

Los conteos de tráfico obtenidos en campo han sido procesados para la estación establecida y el cual esta resumido en anexos del presente informe.

3.4.4.2. Análisis de la información y resultados obtenidos

Los conteos volumétricos realizados tienen por objeto conocer los volúmenes de tráfico que soporta la carretera en estudio, así como su composición vehicular y variación diaria.

Para convertir el volumen de tráfico obtenido del conteo, en índice Medio Diario (IMD), se utilizó la siguiente fórmula:

$$IMD = IMDs * FC m$$

$$IMDs = [(\sum VI + \sum Vn) / 7] \text{ (Estaciones de 7 días)}$$

Dónde:

IMDs = Volumen clasificado promedio de la semana

VL = Volumen clasificado día laboral (lunes, martes, miércoles, jueves, viernes)

VnI = Volumen clasificado días no laborables (día sábado (Vs), domingo (Vd),

FC m = Factor de corrección según el mes que se efectuó el aforo.

Resultados de los conteos Vehiculares

Aplicando la metodología indicada, se obtiene el IMDs, el cual será afectado por el factor de corrección mensual (FCm).

Los resultados conseguidos, indican que el volumen vehicular actual que se da en la estación de Catarata es de 20 veh/día.

Los cuadros siguientes, muestran el volumen diario clasificado y el resumen del IMDA en cantidad y porcentaje de la estación E-1.

3.4.5. Cuento de tráfico

3.4.5.1. Resultados de los conteos

Luego de la consolidación y consistencia de la información recogida de los conteos se obtuvo los resultados de los volúmenes de tráfico, por día, tipo de vehículo, por sentido y el consolidado de ambos sentidos.

Tabla N°16 Resumen de clasificación vehicular de la estación de (e-1)

Tipo de Vehículo		Sentido S							VDC	Sentido E							VDC	Ambo s	% Ambo s
		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7		Día 1	Día 2	Día 3	Día 4	Día 5	Día 6	Día 7			
Auto	AUTO	5	5	3	4	6	7	8	5	4	2	3	4	4	6	4	4	9	45%
	STATION	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
CAMIONETAS	PICK UP	7	5	3	4	6	6	6	5	1	2	3	4	6	7	7	4	9	45%
	PANEL	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	RURAL (COMBI)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
MICRO	MICRO	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
BUS	2E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	>=3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
CAMION	2E	1	0	0	2	1	2	2	1	1	1	0	1	0	2	2	1	2	10%
	3E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	4E	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
SEMITRAYLER	2S1/2S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3S1/3S2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	>=3S3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
TRAYLER	2T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	2T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	3T2	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
	>=3T3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0%
Total		13	10	6	10	13	15	16	11	6	5	6	9	10	15	13	9	20	100%

VDC: Volumen diario clasificado

3.4.5.2. Índice medio diario (imds)

El índice Medio Diario (IMDs) se calculó en base a los valores de tráfico promedio diario obtenido en campo.

Los datos que se muestran en el Tabla en los totales de entrada y salida corresponde al número de vehículos semanales obtenidos del conteo de tráfico vehicular diario, luego estos se promedian semanalmente $\Sigma \text{Semanal}/7 = \text{IMD}$.

IMDs obtenido para la estación E1, equivale a 20 vehículos por día.

Tabla N°17 Máxima y mínima demanda de tráfico

ESTACIÓN	TRAMO	MÁXIMA DEMANDA		MÍNIMA DEMANDA	
		VEH / DIA	DIA	VEH / DIA	DÍA
E 1	Catarata	30	sábado	12	miércoles

3.4.5.3. Clasificación vehicular promedio

A partir de los resultados de clasificación vehicular de campo, se procedió a determinar la composición vehicular de la muestra, la cual está conformada de la siguiente manera:

Estación E – 1:

- Vehículos Ligeros..... 90 %
- Vehículos Pesados 10 %

Tabla N°18 Tráfico vehicular (estacion 1)

Tipo de Vehículo	IMDs	Distribución (%)
AUTO	9	45%
STATION WAGON	0	0%
PICK UP	9	45%
PANEL	0	0%
RURAL (COMBI	0	0%
MICRO	0	0%
BUS(2E)	0	0%
CAMION(2E)	2	10%
CAMION(3E)	0	0%
SEMITRAYLER	0	0%
total	20	100%

3.4.5.4. Variación horaria

La variación horaria consiste en el desglose del tráfico total por hora, en el anexo se muestran los cuadros de la Variación Horaria para la estación E – 1 (Catarata). Estos cuadros muestran la variación horaria por sentido de circulación y el porcentaje de participación.

3.4.5.5. Variación diaria

A partir de los datos de campo procesados, se puede deducir que el volumen de tráfico se presenta de forma mínima los días martes y miércoles, mientras que el sábado y domingo se dan los máximos volúmenes de tráfico, y que se incrementara con la apertura de la vía correspondiente.

De acuerdo a los resultados del Conteo vehicular, el mayor y menor volumen de tráfico de ida y vuelta se presentan los días indicados en el cuadro, siguiente:

Tabla N° 19 Máxima y demanda por estación de control

ESTACIÓN	TRAMO	MÁXIMA DEMANDA		MÍNIMA DEMANDA	
		VEH / DIA	DIA	VEH / DIA	DÍA
E 1	Catarata	30	sábado	12	miércoles

Fuente: Elaboración Propia

Gráficos estadísticos de estación e-1: catarata

Figura N°09 Variaciones diarias de e-1

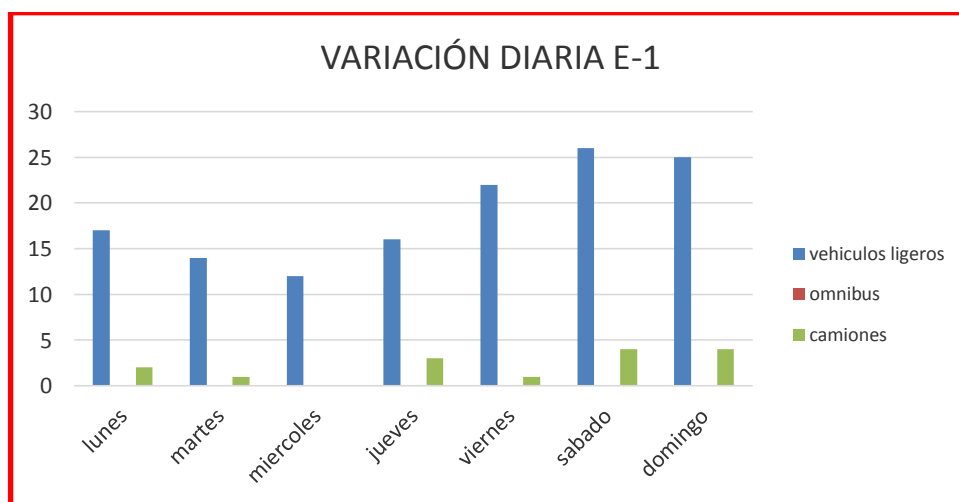


Figura N°10 Variaciones horarias de e-1

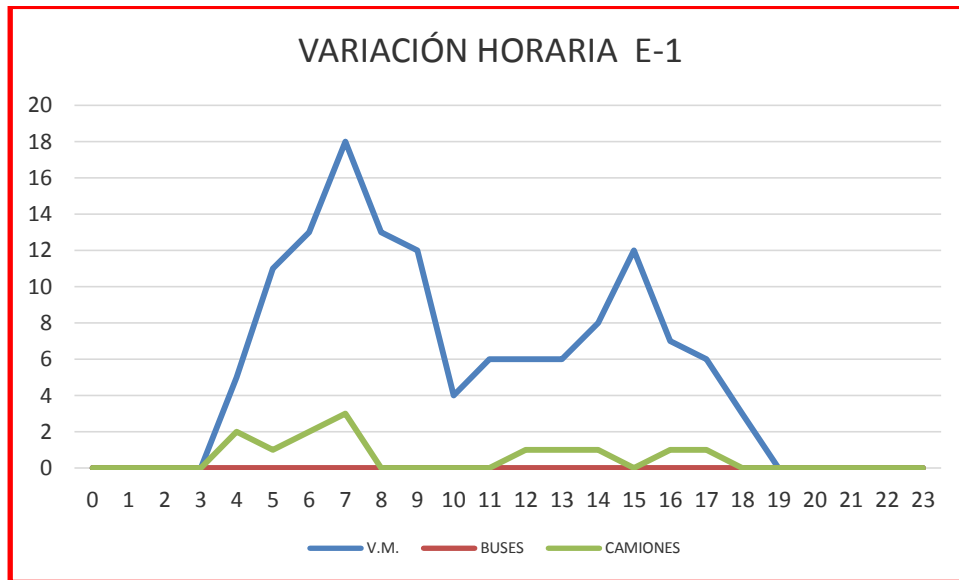
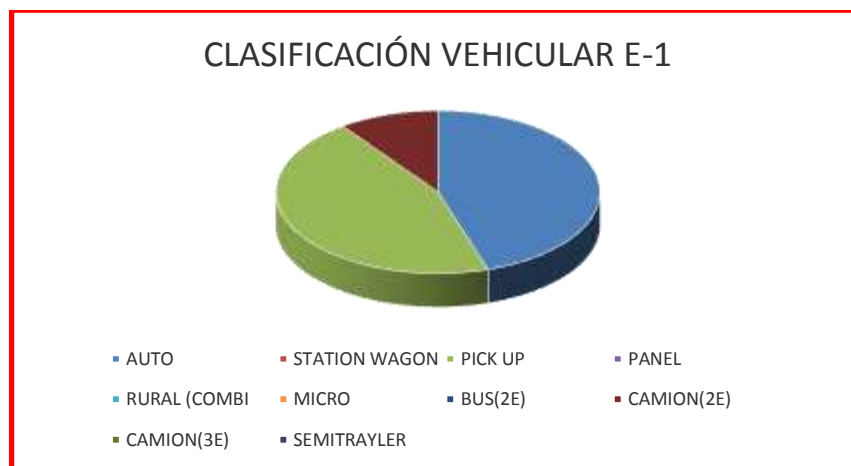


Figura N°11 Clasificación vehicular de e-1



3.4.5.6. Variación estacional

Factores de corrección estacional

El factor de corrección estacional, se determina a partir de una serie anual de tráfico registrada por una unidad de peaje, con la finalidad de hacer una corrección para eliminar las diversas fluctuaciones del volumen de tráfico por causa de las variaciones estacionales debido a factores recreacionales, climatológicos, las épocas de cosechas, las festividades, las vacaciones escolares, viajes diversos, etc.; que se producen durante el año.

Para el cálculo del factor de corrección mensual (FCm), se obtuvo de la información proporcionada por Provías Descentralizado, de la Unidad de Peaje de Socos, ubicada en la carretera “Los libertadores”, dicha Unidad de Peaje es la más cercana a la carretera en estudio.

$$FCm = \frac{IMD \text{ anual}}{IMD \text{ del mes del estudio de la unidad peaje}}$$

Dónde:

FC m = Factor de corrección mensual clasificado por cada tipo(Vehículo).

IMD = Volumen Promedio Diario Anual clasificado de la U. Peaje.

IMD mes del Estudio = Volumen Promedio Diario, del mes en U. Peaje.

Tabla N° 20 Factores de corrección para el mes de febrero

PUNTO DE CONTROL	UNIDAD DE PEAJE ASUMIDA	CÓDIGO	MES	F.CORRECC VEH. LIGEROS	F.CORRECC VEH.PESADOS
Carretera Pisco-Huaytará-Ayacucho.	SOCOS	Todas	noviembre-2019	0.997432678875854	1.01070663228981

Fuente: Provías Descentralizado

El resultado alcanzado en el Tabla, establece los Factores de Corrección, por cada tipo de vehículo, tomando como base para los factores de corrección mensual, la información de la Unidad de Peaje de SOCOS.

Tabla N°21 IMDA para la estación de catarata

Tipo de Vehículo	IMDs	FACTOR DE CORRECCION	IMDA
AUTO	9	0.9974	9
STATION WAGON	0	0.9974	0
PICK UP	9	0.9974	9
PANEL	0	0.9974	0
RURAL (COMBI	0	0.9974	0
MICRO	0	1.0107	0
BUS(2E)	0	1.0107	0
CAMION(2E)	2	1.0107	2
CAMION(3E)	0	1.0107	0
SEMITRAYER	0	1.0107	0

total	20		20
-------	----	--	----

Fuente: Elaboración Propia

3.4.5.7. Zonas de demanda de viajes

De acuerdo a la información obtenida de las matrices de Origen – Destino, se tiene que según la estación de conteo E – 1 (Catarata), la zona de mayor demanda de viaje se da en la ruta que comunica, Inkapata con Catarata y Pichari, es por ello que este proyecto se plantea como una ruta que acogerá todo este tránsito debido a la mayor comodidad que generará así como la reducción de la distancia y por lo tanto el tiempo

3.4.5.8. Encuestas origen – destino

Tienen como objetivo conocer las características de los usuarios de la vía. La pregunta básica es de donde viene y hacia donde se dirigen. Otras preguntas complementarias son: motivo del viaje, frecuencia de ese tipo de viaje, tipo de carga que está transportando, etc.

Así mismo estimar la frecuencia y proporción por parte de los usuarios actuales y usuarios potenciales del proyecto, y las diferentes vías relacionadas.

Las encuestas de origen-destino a vehículos ligeros, transporte público y transporte de carga, se realizaron simultáneamente con el Conteo y Clasificación Vehicular, y debido al bajo tránsito vehicular en los tramos encuestados el porcentaje de encuestas respecto a las del conteo vehicular es cercano al 100% en las dos estaciones.

Características generales y metodología

Son encuestas realizadas a los conductores de vehículos que transitan sobre el camino vecinal o segmento de vía de interés, que pretenden conocer la dinámica y las características del tráfico (distancias, direcciones, cantidad de pasajeros, usos, etc.).

Las encuestas origen – destino consistieron en realizar entrevistas directas con los conductores de los vehículos, en las que se les pregunto el inicio y final del viaje

(ciudad, poblado, etc.), tipo de vehículo, capacidad de carga y pasajeros, condición de carga y pasajeros del vehículo (vacío, semi cargados y llenos) y propósito del viaje.

Las encuestas fueron realizadas por brigadas compuestas por dos encuestadores, uno para cada sentido del camino.

Resultados

Las encuestas de origen-destino a vehículos ligeros, transporte público y transporte de carga, se realizaron simultáneamente con el Conteo y Clasificación Vehicular.

Matriz origen-destino para vehículos ligeros

Se puede observar que para la Estación E-1 el mayor tránsito se da entre catarata e Inkapata de ida y de vuelta.

Tabla N°22 Matriz o-d para vehículos ligeros (autos, sw, camioneta) - estación: catarata - día: lunes 17/02/2022

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	NKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA		2	2		1			5
CATARATA	3							3
PICHARI	4							4
PICHARI BAJA	1							1
OMAYA	1							1
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI	1							1
TOTAL	10	2	2	0	1	0	0	15

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°23 Matriz o-d para vehículos de transporte (ómnibus) - estación: catarata - día: lunes 17/02/2022

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	NKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA								0
CATARATA								0
PICHARI								0
PICHARI BAJA								0
OMAYA								0
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°24 Matriz o-d para vehículos de carga - estación: catarata - día: lunes
17/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA								0
CATARATA								0
PICHARI	1							1
PICHARI BAJA								0
OMAYA								0
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	1	0	0	0	0	0	0	1

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°25 Matriz de o-d para vehículos ligeros (autos, sw, camioneta) –
estación: catarata - día: miércoles 19/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA		2	2	1	1			6
CATARATA	2							2
PICHARI	2							2
PICHARI BAJA								0
OMAYA	2							2
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	6	2	2	1	1	0	0	12

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°26 Matriz de o-d para vehículos de transporte (ómnibus) – estación:
catarata - día: miércoles 19/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA								0
CATARATA								0
PICHARI								0
PICHARI BAJA								0
OMAYA								0
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°27 Matriz de o-d para vehículos de carga – estación: catarata - día:
miércoles 19/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA								0
CATARATA								0
PICHARI								0
PICHARI BAJA								0
OMAYA								0
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°28 Matriz de o-d para vehículos ligeros – catarata - día: sábado
22/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA		5	3	1		1		10
CATARATA	4							4
PICHARI	2							2
PICHARI BAJA	1							1
OMAYA	1							1
PUERTO MAYO	1							1
HATUN RUMI	1							1
TOTAL	10	5	3	1	0	1	0	20

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°29 Matriz de o-d para vehículos de transporte – catarata - día: sábado
22/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA								0
CATARATA								0
PICHARI								0
PICHARI BAJA								0
OMAYA								0
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	0	0	0	0	0	0	0	0

Fuente: Elaboración Propia

**Tabla N°30 Matriz de o-d para vehículos de carga – catarata - día: sábado
22/02/2022**

ORIGEN	DESTINO							TOTAL
	INKA PAMPA	CATARATA	PICHARI	PICHARI BAJA	OMAYA	PUERTO MAYO	HATUN RUMI	
INKA PAMPA		1			1			2
CATARATA								0
PICHARI	1							1
PICHARI BAJA								0
OMAYA	1							1
PUERTO MAYO								0
HATUN RUMI								0
TOTAL	2	1	0	0	1	0	0	4

Fuente: Elaboración Propia

Motivo de viaje

Para el análisis del motivo de viaje se ha analizado mediante las encuestas O-D en la E-1 se puede observar que la mayor parte de tránsito lo tiene los pick up y los autos. También cabe precisar que el motivo principal de viaje es por trabajo/comercio.

Tabla N°31 motivo de viaje de vehículos (estación e-1) día lunes (17/02/2022)

MOTIVO DE VIAJE	TIPO DE VEHICULO					TOTAL
	AUTO / S. WAGON	PICK UP / PANEL	COMBI	BUS	CAMION	
TRABAJO/COMERCIO	31.25%	37.50%	0.00%	0.00%	6.25%	75.00%
TURISMO / PASEO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ESTUDIOS	18.75%	6.25%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%
SALUD	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL	50.00%	43.75%	0.00%	0.00%	6.25%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°32 Motivo de viaje de vehículos (estacion e-1) día miércoles (19/02/2022)

MOTIVO DE VIAJE	TIPO DE VEHICULO					TOTAL
	AUTO / S. WAGON	PICK UP / PANEL	COMBI	BUS	CAMION	
TRABAJO/COMERCIO	41.67%	33.33%	0.00%	0.00%	0.00%	75.00%
TURISMO / PASEO	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
ESTUDIOS	8.33%	16.67%	0.00%	0.00%	0.00%	25.00%
SALUD	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
TOTAL	50.00%	50.00%	0.00%	0.00%	0.00%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

Tabla N°33 Motivo de viaje de vehículos (estacion e-1) día sábado (22/02/2022)

MOTIVO DE VIAJE	TIPO DE VEHICULO					TOTAL
	AUTO / S. WAGON	PICK UP / PANEL	COMBI	BUS	CAMION	
TRABAJO/COMERCIO	31.82%	27.27%	0.00%	0.00%	18.18%	77.27%
TURISMO / PASEO	9.09%	9.09%	0.00%	0.00%	0.00%	18.18%
ESTUDIOS	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%
SALUD	4.55%	0.00%	0.00%	0.00%	0.00%	4.55%
TOTAL	45.45%	36.36%	0.00%	0.00%	18.18%	100.00%

Fuente: Elaboración Propia

3.4.5.9. Velocidad promedio de circulación y tiempo de viaje

La determinación de la velocidad promedio de circulación y el tiempo de viaje de los diferentes tipos de vehículos de transporte que circulan por la vía será considerado teniendo como referencia proyectos similares.

3.4.6. Análisis del sistema de transporte del entorno

3.4.6.1. Demanda del transporte publico

En esta sección se resume los resultados de las investigaciones “in situ” de los servicios de transporte existentes en la carretera del Proyecto. Los datos generales presentados en esta sección son meramente informativos y no tienen ninguna influencia en los resultados del estudio. El modo principal de transporte en el área de Influencia del proyecto es mediante vehículos automotores que se desplazan por la carretera y en tanto que de Inkapata a Catarata se da el transporte de a pie.

3.4.6.2. Transporte no motorizado

Un tipo de tránsito que registra bajos volúmenes en la zona del proyecto, lo constituye el tránsito no motorizado de pasajeros compuesto por transeúntes que recorren la vía a pie, así como por las acémilas de silla y los ciclistas.

En la tabla mostrada a continuación se puede apreciar la clasificación del tránsito no motorizado, obtenida a partir de la recopilación de datos de campo.

Es preciso mencionar que el destino del tránsito no motorizado registrado en mayor cantidad es el de Catarata a Inkapata, debido a razones comerciales, educativas, de salud y entre otros son los principales motivos del tránsito no motorizado en esta área.

El tránsito peatonal representa un número considerable, y el tránsito de acarreo de ganado es escaso en la vía en estudio, se pudo conocer la predisposición a usar unidades de transporte público de pasajeros que se puedan ofrecer una vez que la vía haya sido ejecutada.

Tabla N°34 Clasificación diaria de transito no motorizado (estación e – 1)

DIA	SENTIDO	PEATONES (Nº de Personas)
LUNES	salida	15
	entrada	10
	total	25
MARTES	salida	12
	entrada	14
	total	26
MIERCOLES	salida	13
	entrada	11
	total	24
JUEVES	salida	14
	entrada	14
	total	28
VIERNES	salida	18
	entrada	15
	total	33
SABADO	salida	15
	entrada	18
	total	33
DOMINGO	salida	19
	entrada	20
	total	39
TOTAL	salida	106
	entrada	102
	total	208

3.4.7. Otros aspectos

3.4.7.1. Situación existente en zonas urbanas y sus accesos

El acceso a Inkapata actualmente es a través de un camino de herradura, que se hace desde la comunidad de catarata, siendo esta la única vía de comunicación con la que cuenta Inkapata.

Es por ello que el presente proyecto contempla unir estos dos puntos a través de una carretera que permita facilitar la vida diaria de los pobladores del anexo de Inkapata y los productores agrarios dentro del ámbito de influencia del proyecto.

3.4.7.2. Suficiencia y capacidad de la infraestructura vial proyectada

Infraestructura vial proyectada

Con el fin de incrementar el flujo de vehículos hacia los Centros Poblados del tramo y mejorar el intercambio comercial, se está proyectando la creación del servicio de transitabilidad vehicular para de esta manera cubrir las necesidades de este servicio para la población local.

El diseño vial proyectado será suficiente para soportar el tráfico proyectado para los 10 años de vida útil de la nueva plataforma de rodadura.

El camino vecinal contara con todas las señales informativas, preventivas y reglamentarias necesarias que permita guiar al conductor hacia su destino sin ningún problema.

3.4.7.3. Seguridad de trabajadores y de la población

Problemas de gran magnitud pueden ocurrir, cuando se ejecuta un proyecto de apertura de camino vecinal, razón por la cual se debe utilizar diferentes señalizaciones preventivas, informativas y correctivas, así como marcaciones para que las personas que transitan a pie o con sus acémilas puedan tener la seguridad del caso.

Las funciones que cumplen las señales son informar a los pobladores y trabajadores que transiten por el área de ejecución de la obra de las condiciones de seguridad a adoptarse.

3.4.8. Proyección de tráfico

Generalidades

El tráfico proyectado, en general, es un diagnóstico que debido a su naturaleza tiene muchas implicancias y dificultades. En la realidad los factores que pueden modificar el tráfico proyectado son numerosos y muchas veces imprevisibles en su evolución. La ponderación de todos los factores al interior de una metodología de previsión es imposible. En otras palabras no existe un algoritmo ya definido que pueda explicar la dinámica evolutiva del tráfico a través de sus relaciones con todos los otros factores que tengan implicancias sobre el tráfico mismo.

La experiencia en diversos estudios y el trabajo en campo de la evaluación de impacto de las carreteras han determinado que el crecimiento del tráfico está directamente relacionado con el crecimiento de la economía de un país y del crecimiento de la población.

Estos factores principales inciden en el crecimiento del parque automotor y, consiguientemente, en el crecimiento del tráfico en la carretera. Sin embargo, el crecimiento de la economía (y consiguientemente del tráfico) es un proceso muy difícil de predecir, debido a la cantidad de factores que tienen una influencia directa en este crecimiento. Además, que no se cuenta con una información histórica disponible, consistente y veraz que permita incorporar nuevas variables que expliquen el comportamiento del tráfico.

Así tenemos, que el tráfico obtenido corresponde al tráfico Normal, que va crecer independientemente de la realización del proyecto de la carretera, por el normal desarrollo del área de influencia del proyecto mismo; pero, una vez ejecutada la carretera el tráfico inducido o generado es el que se presenta en forma adicional. Es decir aquel que se puede establecer como resultado de la ejecución y política de mantenimiento que se le imponga a la vía.

3.4.8.1. Metodología

El tráfico proyectado es el que, conjuntamente, con el tráfico normal, quedan como establecidos a consecuencia de la aplicación de las variables socioeconómicas representadas por los factores y tasas empleadas en las proyecciones.

Revisadas las estadísticas del MTC y de otras fuentes primarias (INEI; Gobiernos Regionales), se ha comprobado que no existe información histórica de tráfico para la carretera en estudio, por lo que se ha descartado la posibilidad de tomar la tasa de crecimiento del tráfico basada en series históricas y se ha efectuado la proyección en base a las variables macro-económicas representadas por las tasas de crecimiento del PBI y de la población.

3.4.8.2. Trafico normal

El mismo que se obtiene a través de una proyección de los niveles actuales de tráfico que existe en la zona; el cálculo es posible al aplicar las tasas de crecimiento de tráfico halladas tomando en consideración la metodología explicada anteriormente.

Para el cálculo del Trafico Normal se ha considerado la fórmula:

$$Tn = To * (1 + Ri)^n$$

Dónde:

Tn	=	Tráfico en el tramo en el año n.
To	=	Tráfico en el tramo, en el año base.
Ri	=	Tasa anual de generación de viajes.
n	=	Años del periodo de diseño

3.4.8.3. Proyección de tráfico normal

Existen dos procedimientos que generalmente son utilizados para proyectar el tráfico en vías de características similares a la carretera en estudio:

- Con información histórica de los Índices Medios Diarios Anuales (IMDA) del tráfico existente en la Carretera en estudio.
- Con indicadores macro económicos, expresados en tasas de crecimiento y otros parámetros relacionados, que permiten determinar las tasas de crecimiento del tráfico.

Respecto del primer procedimiento, no existe suficiente información estadística del tráfico referente a data histórica de varios años de la carretera, debido a que es una inexistente; razón por la que se consideró razonable utilizar para las proyecciones

de tráfico el segundo procedimiento que es el método de las tasas de generación de viajes en función de las variables macro económicas como el Producto Bruto Interno (PBI) y el tamaño poblacional.

Para establecer **las tasas de crecimiento de generación de viajes**, se ha tomado en cuenta los datos proporcionados por el MTC en la ficha técnica estándar para carreteras interurbanas.

Tabla N°35 Clasificación diaria de transito no motorizado (estación e – 1)

Tasa de Crecimiento de Vehículos Ligeros	
	TC
Amazonas	0.62%
Ancash	0.59%
Apurímac	0.59%
Arequipa.	1.07%
Ayacucho	1.18%
Cajamarca.	0.57%
Callao	1.56%
Cusco.	0.75%
Huancavelica.	0.83%
Huánuco.	0.91%
Ica.	1.15%
Junín.	0.77%
La Libertad	1.26%
Lambayeque.	0.97%
Lima Provincia	1.45%
Lima.	1.45%
Loreto.	1.30%
Madre de Dios	2.58%
Moquegua	1.08%
Pasco.	0.84%

Tasa de Crecimiento de Vehículos Pesados	
	PBI
Amazonas	3.42%
Ancash	1.05%
Apurímac	6.65%
Arequipa.	3.37%
Ayacucho	3.60%
Cajamarca.	1.29%
Cusco.	4.43%
Huancavelica.	2.33%
Huánuco.	3.85%
Ica.	3.54%
Junín.	3.90%
La Libertad	2.83%
Lambayeque.	3.45%
Callao	3.41%
Lima Provincia	3.07%
Lima.	3.69%
Loreto.	1.29%
Madre de Dios	1.98%
Moquegua	0.27%
Pasco.	0.36%

Piura.	0.87%
Puno.	0.92%
San Martín.	1.49%
Tacna.	1.50%
Tumbes.	1.58%
Ucayali	1.51%

Piura.	3.23%
Puno.	3.21%
San Martín.	3.84%
Tacna.	2.88%
Tumbes.	2.60%
Ucayali	2.77%

3.4.8.4. Tráfico generado y desviado

El tráfico Generado, por su parte consta de aquellos viajes vehiculares que no se realizarían si no se ejecutaría la vía, el tránsito generado se compone de tres categorías, del tránsito inducido, el tránsito convertido y el tránsito trasladado. Depende de la magnitud de la ejecución de la vía a intervenir, para carretera nuevas se recomienda considerar una estimación del al 15% a del tránsito actual, este porcentaje es un promedio que el MTC ha obtenido en años recientes de las mediciones efectuadas a una muestra representativa de proyectos viales de características similares a través de la ejecución de estudios de evaluación.

El tráfico Desviado es principalmente atraído de otras carreteras una vez que entre en servicio la nueva vía en razón de ahorros de tiempo, distancia y costo. Para nuestro caso el trafico desviado es el que se está analizando como el trafico normal, ya que se proyecta que todo el transito que pasa por vías alternas se dirigirá por esta vía en estudio.

Tráfico Total

Luego con esta información elaboramos el Tabla final de tráfico proyectado, se ha considerado que la vía entra en operación el año 2020, por lo que las proyecciones han sido calculadas para el año 10 (2031) después que la vía entre en servicio,

3.4.8.5. Proyección total de tráfico

Con las consideraciones expuestas se ha determinado:

Para la estación e-1(catarata), la proyección a 10 años (año 2031) es de 27 vehículos.

Tabla N°36 Proyección de tráfico de e-1

Descripción	IMDs	Factor Correccion	IMDA	Tasa de Crec.	Año											
					2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027	2028	2029	2030	2031
TRAFICO NORMAL Y DESVIADO					1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
AUTO	9	1.0295	9	0.75%	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10
STATION WAGON	0	1.0295	0	0.75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PICK UP	9	1.0295	9	0.75%	9	9	9	9	9	9	9	10	10	10	10	10
PANEL	0	1.0295	0	0.75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL (COMBI	0	1.0295	0	0.75%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MICRO	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B=2E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
B>=3B	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C=2E	2	1.019	2	4.43%	2	2	2	2	2	3	3	3	3	3	3	3
C=3E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
C=4E	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S1/2S2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T2	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3T3	0	1.019	0	4.43%	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TRAFICO GENERADO (15% DEL ACTUAL)																
AUTO					1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
STATION WAGON					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
PICK UP					1	1	1	1	1	1	1	2	2	2	2	2
PANEL					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
RURAL (COMBI					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
MICRO					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
4E					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S1/2S2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2S3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3S1/3S2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3S3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
2T3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
3T2					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
>=3T3					0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
TOTAL TRAFICO					22	22	22	22	22	23	23	27	27	27	27	27

3.4.8.6. Numero de repeticiones de ejes equivalentes.

Para el diseño de pavimento la demanda que corresponde al del tráfico pesado de Ómnibus y de camiones es la que preponderadamente tiene importancia. En base a la información se calculara el número acumulado de repeticiones de carga.

Para el cálculo del número de repeticiones Ejes Equivalentes de 8.2 tn, en el periodo de diseño, se usara la siguiente expresión por tipo de vehículo; el resultado final será la suma de los diferentes tipos de vehículos pesados considerados.

$$N_{rep \text{ de EE } 8.2 \text{ tn}} = \sum [EE \text{ día-carril} \times F_{ca} \times 365]$$

Donde:

Tabla N°37 Parámetros de cálculo de ejes equivalentes (Manual de Carreteras, Suelos, Geología, Geotecnia y Pavimentos, 2013)

PARÁMETROS	DESCRIPCIÓN
Nrep de EE 8.2t	Número de Repeticiones de Ejes Equivalentes de 8.2 tn
EE día-carril	<p>EE día-carril = Ejes Equivalentes por cada tipo de vehículo pesado, por día para el carril de diseño. Resulta del IMD por cada tipo de vehículo pesado, por el Factor Direccional, por el Factor Carril de diseño, por el Factor Vehículo Pesado del tipo seleccionado y por el Factor de Presión de neumáticos. Para cada tipo de vehículo pesado, se aplica la siguiente relación:</p> $EE \text{ día-carril} = IMD_{pi} \times F_d \times F_c \times F_{vpi} \times F_{pi}$ <p>donde:</p> <p>IMD_{pi}: corresponde al Índice Medio Diario según tipo de vehículo pesado seleccionado (i)</p> <p>F_d: Factor Direccional, según tabla 38.</p> <p>F_c: Factor Carril de diseño, según tabla 38.</p> <p>F_{vpi}: Factor vehículo pesado del tipo seleccionado (i) calculado según su composición de ejes. Representa el número de ejes equivalentes promedio por tipo de vehículo pesado (bus o camión), y el promedio se obtiene dividiendo el total de ejes equivalentes (EE) de un determinado tipo de vehículo pesado entre el número total del tipo de vehículo pesado seleccionado.</p> <p>F_{pi}: Factor de Presión de neumáticos, según tabla 41.</p>

Fca	Factor de crecimiento acumulado por tipo de vehículo pesado (según tabla 39)
365	Número de días del año
<input type="checkbox"/>	Sumatoria de Ejes Equivalentes de todos los tipos de vehículo pesado, por día para el carril de diseño por Factor de crecimiento acumulado por 365 días del año.

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

Tabla N°38 Factores de Distribución Direccional y de Carril para determinar Tránsito en el Carril de Diseño

Número de calzadas	Número de sentidos	Número de carriles por sentido	Factor Direccional (Fd)	Factor Carril (Fc)	Factor Ponderado Fd x Fc para carril de diseño
1 calzada (para IMDa total de la calzada)	1 sentido	1	1.00	1.00	1.00
	1 sentido	2	1.00	0.80	0.80
	1 sentido	3	1.00	0.60	0.60
	1 sentido	4	1.00	0.50	0.50
	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
2 calzadas con separador central (para IMDa total de las dos calzadas)	2 sentidos	1	0.50	1.00	0.50
	2 sentidos	2	0.50	0.80	0.40
	2 sentidos	3	0.50	0.60	0.30
	2 sentidos	4	0.50	0.50	0.25

Tabla N°39 Factores de crecimiento acumulado (fca) para el cálculo de número de repeticiones de ee (manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013)

Periodo de Análisis (años)	Factor sin Crecimiento	Tasa anual de crecimiento (r)							
		2	3	4	5	6	7	8	10
1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
2	2.00	2.02	2.03	2.04	2.05	2.06	2.07	2.08	2.10
3	3.00	3.06	3.09	3.12	3.15	3.18	3.21	3.25	3.31
4	4.00	4.12	4.18	4.25	4.31	4.37	4.44	4.51	4.64
5	5.00	5.20	3.19	5.42	5.53	5.64	5.75	5.87	6.11
6	6.00	6.31	6.47	6.63	6.80	6.98	7.15	7.34	7.72
7	7.00	7.43	7.66	7.90	8.14	8.39	8.65	8.92	9.49

8	8.00	8.58	8.89	9.21	9.55	9.90	10.26	10.64	11.44
9	9.00	9.75	10.16	10.58	11.03	11.49	11.98	12.49	13.58
10	10.00	10.95	11.46	12.01	12.58	13.18	13.82	14.49	15.94
11	11.00	12.17	12.81	13.49	14.21	14.97	15.78	16.65	18.53
12	12.00	13.41	14.19	15.03	15.92	16.87	17.89	18.98	21.38
13	13.00	14.68	15.62	16.63	17.71	18.88	20.14	21.50	24.52
14	14.00	15.97	17.09	18.29	19.16	21.01	22.55	24.21	27.97
15	15.00	17.29	18.60	20.02	21.58	23.28	25.13	27.15	31.77
16	16.00	18.64	20.16	21.82	23.66	25.67	27.89	30.32	35.95
17	17.00	20.01	21.76	23.70	25.84	28.21	30.84	33.75	40.55
18	18.00	21.41	23.41	25.65	28.13	30.91	34.00	37.45	45.60
19	19.00	22.84	25.12	27.67	30.54	33.76	37.38	41.45	51.16
20	20.00	24.30	26.87	29.78	33.06	36.79	41.00	45.76	57.28

**Tabla N°40 Relación de cargas por eje para determinar ejes equivalentes (ee)
para afirmados, pavimentos flexibles y semirrígidos (manual de carreteras,
suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013)**

TIPO DE EJE	EJE EQUIVALENTE (EE8.2 TN)
Eje Simple de ruedas simples (EES1)	$EES1 = [P / 6.6]^{4.0}$
Eje Simple de ruedas dobles (EES2)	$EES2 = [P / 8.2]^{4.0}$
Eje Tándem (1 eje ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETA1)	$EETA1 = [P / 14.8]^{4.0}$
Eje Tándem (2 ejes de ruedas dobles) (EETA2)	$EETA2 = [P / 15.1]^{4.0}$
Ejes Tridem (2 ejes ruedas dobles + 1 eje rueda simple) (EETR1)	$EETR1 = [P / 20.7]^{3.9}$
Ejes Tridem (3 ejes de ruedas dobles) (EETR2)	$EETR2 = [P / 21.8]^{3.9}$
P = peso real por eje en toneladas	

Figura N°12 Factor de equivalencia por eje y por vehículo camión para c2

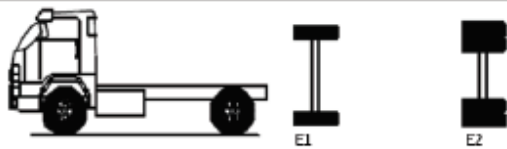
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C2								12.30
	$EE_{E1} = P/6.6 ^{4.1}$	$EE_{E2} = P/10.2 ^{4.1}$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	10						
Tipo de Eje	Eje Simple	Eje Simple						
Tipo de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C2
Peso	7	10						3.529
Factor E.E.	1.273	2.256						

Figura N°13 Factor de equivalencia por eje y por vehículo camión para c3.

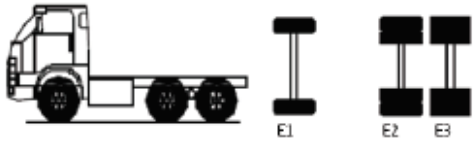
Configuración Vehicular	Descripción Gráfica de los Vehículos							Long. Máxima (m)
C3								13.20
	$EE_{E1} = P/6.6 ^{4.1}$	$EE_{E2} = P/10.1 ^{4.1}$						
Ejes	E1	E2	E3	E4	E5	E6	E7	E8
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	8	8					
Carga Según Censo de Carga (Ton)	7	16						
Tipos de Eje	Eje Simple	Eje Tandem						
Tipos de Rueda	Rueda Simple	Rueda Doble						Total Factor Camión C3
Peso	7	16						2.526
Factor E.E.	1.265	1.261						

Tabla N°41 Parámetros de diseño (manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos, 2013)

FACTOR DE AJUSTE POR PRESIÓN DE NEUMÁTICO (F_p) PARA EJES EQUIVALENTES (EE)

Espesor de Capa de Rodadura (mm)	Presión de Contacto del Neumático (PCN) en psi PCN = 0.90x[Presión de inflado del neumático] (psi)						
	80	90	100	110	120	130	140
50	1.00	1.36	1.80	2.31	2.91	3.59	4.37
60	1.00	1.33	1.72	2.18	2.69	3.27	3.92
70	1.00	1.30	1.65	2.05	2.49	2.99	3.53
80	1.00	1.28	1.59	1.94	2.32	2.74	3.20
90	1.00	1.25	1.53	1.84	2.17	2.52	2.91
100	1.00	1.23	1.48	1.75	2.04	2.35	2.68
110	1.00	1.21	1.43	1.66	1.91	2.17	2.44
120	1.00	1.19	1.38	1.59	1.80	2.02	2.25
130	1.00	1.17	1.34	1.52	1.70	1.89	2.09
140	1.00	1.15	1.30	1.46	1.62	1.78	1.94
150	1.00	1.13	1.26	1.39	1.52	1.66	1.79
160	1.00	1.12	1.24	1.36	1.47	1.59	1.71
170	1.00	1.11	1.21	1.31	1.41	1.51	1.61
180	1.00	1.09	1.18	1.27	1.36	1.45	1.53
190	1.00	1.08	1.16	1.24	1.31	1.39	1.46
200	1.00	1.08	1.15	1.22	1.28	1.35	1.41

Nota:

- EE = Ejes Equivalentes
- Presión de inflado del neumático (Pin): está referido al promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Presión de Contacto del neumático (PCN): igual al 90% del promedio de presiones de inflado de neumáticos por tipo de vehículo pesado.
- Para espesores menores de capa de rodadura asfáltica, se aplicará el Factor de Ajuste igual al espesor de 50 mm.

Fuente: Elaboración propia, en base a correlaciones con la Figura IV-4 EAL Adjustment Factor for Tire Pressures del Manual MS-1 del Instituto del Asfalto.

De las tablas se obtiene los siguientes factores:

Tabla N°42 Calculo de fv

EJE	FV
eje simple de ruedas dobles	1.265
eje simple de ruedas dobles	3.238
eje tandem(1 eje de rueda doble + 1 eje de rueda simple)	1.366
eje tandem(2 ejes de ruedas dobles)	2.019
eje tridem(2 ejes de ruedas dobles + 1 eje de rueda simple)	1.508
eje tridem(3 ejes de ruedas dobles)	1.706

Fuente: Manual de carreteras, suelos, geología, geotecnia y pavimentos 2013.

$$EE_{\text{día-carril}} = IMDp_i \times F_d \times F_c \times F_{vp_i} \times F_{p_i}$$

Tabla N°43 Cálculo de e.e para la e-1

TIPO DE VEHICULO	IMDA	FD(factor direccional)	FC(factor carril)	FV	FP(factor por presión)	EE
AUTO	10	0.5	1	1.265	1	6.325
STATION WAGON	0	0.5	1	1.265	1	0

PICK UP	10	0.5	1	1.265	1	6.325
PANEL	0	0.5	1	1.265	1	0
COMBI	0	0.5	1	1.265	1	0
MICRO	0	0.5	1	2.53	1	0
B=2E	0	0.5	1	4.503	1	0
B>=3B	0	0.5	1	2.321	1	0
C=2E	3	0.5	1	3.477	1	5.2155
C=3E	0	0.5	1	2.526	1	0
C=4E	0	0.5	1	2.773	1	0
2S1/2S2	0	0.5	1	4.549	1	0
2S3	0	0.5	1	4.236	1	0
3S1/3S2	0	0.5	1	5.303	1	0
>=3S3	0	0.5	1	4.99	1	0
2T2	0	0.5	1	5.06	1	0
2T3	0	0.5	1	5.814	1	0
3T2	0	0.5	1	5.814	1	0
>=3T3	0	0.5	1	3.758	1	0
					total	17.8655

calculo de ESALS

74729.59995

3.5. Estudio hidrológico

Objetivos

3.5.1. Objetivo específicos

Como objetivos específicos se tiene las siguientes etapas:

- Delimitación de las Micro – Cuencas.
- Estimar su tiempo de concentración.
- Estimar la precipitación máxima de diseño a partir de los análisis estadísticos.

- Estimar las curvas IDF.
- Generar el Hietograma de precipitación de diseño.
- Definir el tipo de cobertura para cada Micro – cuenca.
- Estimar el caudal de diseño.
- Estimación de parámetros hidráulicos.

El estudio hidrológico e hidráulico tiene también como objetivo servir como ingeniería básica para el diseño geométrico, diseño de estructuras y obras de arte.

Alcances

El camino vecinal tiene un emplazamiento por las comunidades de Catarata - Inkapata, en un recorrido de 6+000 kilómetros, en los cual se consideró para el presente estudio 18 Micro-Cuencas hidrográficas que atraviesan el eje de la carretera de los cuales se han obtenido sus caudales de afluencia de dichas cuencas por métodos estadísticos con datos de la Estación Machente, porque es la estación más cercana al área de estudio.

Dichas Micro-Cuencas son de características tormentosas en los meses de lluvias con caudales considerables en época de presencia de las lluvias de Noviembre a Abril, así mismo cabe indicar que en la zona por ser de un clima tropical la presencia de precipitaciones es casi constante a lo largo de todo del año.

También es necesario indicar que dichas Micro-cuencas tienen crecidas cuando se producen las lluvias instantáneas en la parte alta donde se encuentran los cerros elevados, como es el caso de chaparrones las quebradas secas tienen caudales de agua, que transportan piedras tierra debido a la pendiente pronunciada del terreno. La compleja función hidrológica de una cuenca depende de sus características físicas y climáticas que ejercen efectos determinantes en su comportamiento, dichas características influirán en el

reparto de la escorrentía superficial a lo largo de los cursos de agua, siendo la responsable del comportamiento y magnitud de las avenidas que se presentan en la cuenca.

3.5.2. Metodología

El presente informe se ha elaborado en cumplimiento a lo indicado en los Términos de Referencia cuya metodología a desarrollar es la siguiente:

Recopilación de información. - Recopilación de los informes técnicos en el área de Hidrología de estudios anteriores, recolección de documentación cartográfica obtenida del IGN (Instituto Geográfico Nacional), datos meteorológicos obtenidos de estudios anteriores e información de precipitaciones máximas de 24 horas obtenidas de SENAMHI (Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología del Perú) y del ANA (Autoridad Nacional del Agua través de la página <http://www.ana.gob.pe>.

Identificar las sub-cuencas hidrográficas que es interceptada por el camino vecinal y estimar los parámetros hidrológicos e hidráulicos.

Fase de gabinete. - Desarrollar los estudios hidrológicos e hidráulicos que conducen a la estimar los caudales de diseño y parámetros hidráulicos necesarios para la definición de las estructuras hidráulicas y de drenaje para fines de la construcción del camino vecinal.

3.5.3. Estudio de hidrología

Los objetivos generales son los siguientes:

- Estimar la precipitación máxima de diseño.
- Estimar el caudal de diseño.

Los objetivos específicos son los siguientes:

- Delimitación de las micro-cuencas.

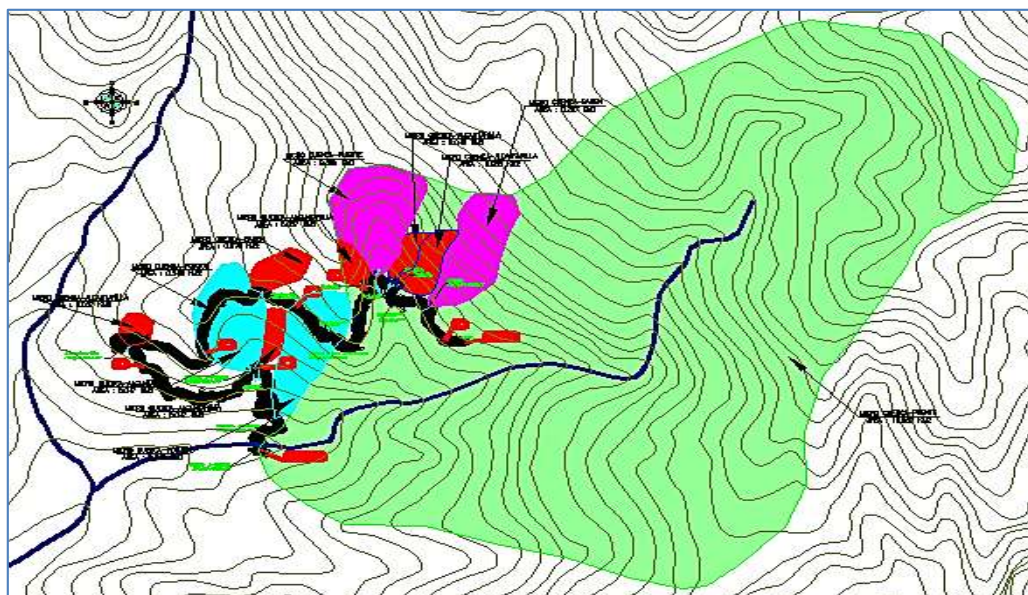
- Estimar el tiempo de concentración.
- Estimar la precipitación máxima de diseño a partir del análisis estadístico
- Estimar las curvas IDF.
- Generar el Hietograma de precipitación de diseño.

3.5.3.1. Estudio de cuencas

Ubicación hidrográfica

La caracterización de las cuencas se realizó tomando como base el trazo del eje de la carretera obtenido de la topografía.

Figura N°14 Ubicación hidrográfica



Fuente: Propia

Cartografía

Se ha utilizado la información de las siguientes cartas nacionales del Instituto Geográfico Nacional — IGN de escala 1/100,000. Para la obtención de calidad de precisión en la delimitación de la cuenca hidrológica del Río Pampas - Apurímac, que influye en la zona de estudio del proyecto, se ha utilizado los siguientes cuadrángulos:

Tabla N°44 Cartas nacionales del IGN



Fuente: MINEDU – Ministerio de educación

HOJA	DENOMINACIÓN	DATUM SISTEMA GEODÉSICO (WGS) 1984
26-o	San Francisco	UTM ZONA 18
25-o	Llochegua	

Fuente: Propia

En el gráfico se muestra la ubicación de los cuadrángulos utilizados y que se encuentran dentro del área de influencia del proyecto, también se consideró parte de los cuadrángulos vecinos para su correcta delimitación de las cuencas.

Características Geomorfológicas de las Micro-cuencas

Para la delimitación de las micro-cuencas del cual atraviesa el camino vecinal Catarata - Inkapata, se trabajó en el CAD, verificándose su delimitación a partir de la aplicación de Google Earth. En referencia a la sub-cuenca del río Apurímac se utilizó la plataforma del ARC GIS 10.4, verificándose su

delimitación con la Unidades Hidrográficas publicadas por la Autoridad Nacional del Agua — ANA.

Tabla N°45 Propiedades Físicos de las micro-cuencas

Descripción	Área (Km ²)	Perímetro (Km)	Longitud del Curso Principal (Km)	Cota Superior (m.s.n.m.)	Cota Inferior (m.s.n.m.)	Pendiente de la cuenca	Forma de la cuenca	
							Índice de Gravelius	Factor Forma
Puente L=25.00m	10.94	14.67	6.16	2432.00	918.62	0.43	1.25	0.38
Pontón L=10.00m	0.29	2.51	1.07	1279.64	898.21	0.21	1.31	0.31
Alcantarilla N°01	0.03	0.90	0.35	1100.00	984.36	0.20	1.60	0.17
Pontón L=10.00m	0.08	1.56	0.45	1132.43	994.76	0.13	1.56	0.18
Alcantarilla N°02	0.05	0.99	0.33	1118.82	1009.61	0.22	1.25	0.39
Alcantarilla N°03	0.05	0.94	0.28	1093.48	972.49	0.31	1.19	0.50
Alcantarilla N°04	0.07	1.06	0.35	1131.64	1018.11	0.25	1.16	0.58
Alcantarilla N°05	0.05	0.88	0.28	1144.29	1046.22	0.24	1.13	0.73
Badén N°01	0.27	2.06	0.37	1270.24	1123.72	0.26	1.13	0.76
Alcantarilla N°06	0.06	1.03	0.31	1310.59	1177.69	0.25	1.23	0.41
Alcantarilla N°07	0.08	1.13	0.42	1329.08	1166.72	0.33	1.15	0.65
Alcantarilla N°08	0.04	0.85	0.19	1265.18	1175.24	0.30	1.20	0.47
Alcantarilla N°09	0.04	0.96	0.22	1332.59	1205.89	0.31	1.31	0.31
Puente L=25.00m	0.49	2.93	0.88	1566.29	1217.20	0.42	1.18	0.52
Alcantarilla N°10	0.04	0.79	0.33	1339.36	1201.76	0.40	1.16	0.61
Puente L=20.00m	0.07	1.11	0.35	1450.33	1205.89	0.53	1.16	0.58
Alcantarilla N°12	0.08	1.17	0.38	1450.05	1212.90	0.44	1.20	0.47
Badén N°02	0.23	1.93	0.74	1638.53	1241.21	0.52	1.13	0.77

Fuente: Propia

Así mismo se ubicó las zonas de cruce del eje con los afluentes, arroyos, ríos y quebradas en los cuales se ha de ubicar las alcantarillas, tajeas, badenes, pontones y puentes para el cual el objetivo de este estudio es determinar los caudales más importantes para la construcción de dichas estructuras. Finalmente tenemos una relación de las micro-cuencas que intervienen en el proyecto.

Tabla N°46 Afluentes de las micro-cuencas

N°	Progresiva	Estructura	Descripción
1	0+040	Puente L=25.00m	Cruce de río

2	1+120	Alcantarilla de alivio N°01	Punto de Inflexión
3	0+410	Pontón L=10.00m	Cruce de Riachuelo
4	1+000	Alcantarilla de cruce N°01	Cruce de quebrada
5	1+030	Pontón L=10.00m	Cruce de Riachuelo
6	1+100	Alcantarilla de cruce N°02	Cruce de quebrada
7	1+190	Alcantarilla de cruce N°03	Cruce de quebrada
8	1+290	Alcantarilla de alivio N°02	Tramo largo
9	1+400	Alcantarilla de alivio N°03	Tramo largo
10	1+635	Alcantarilla de alivio N°04	Tramo largo
11	1+880	Alcantarilla de alivio N°05	Tramo largo
12	2+130	Alcantarilla de cruce N°04	Cruce de quebrada
13	2+375	Alcantarilla de cruce N°05	Cruce de quebrada
14	2+545	Alcantarilla de alivio N°06	Tramo largo
15	3+240	Alcantarilla de alivio N°07	Punto de Inflexión
16	3+377	Badén N°01	Cruce de quebrada
17	3+680	Alcantarilla de cruce N°06	Cruce de quebrada
18	3+790	Alcantarilla de cruce N°07	Cruce de quebrada
19	3+990	Alcantarilla de alivio N°08	Tramo largo
20	4+220	Alcantarilla de cruce N°08	Cruce de quebrada
21	4+420	Alcantarilla de alivio N°09	Tramo largo

22	4+640	Alcantarilla de alivio N°10	Tramo largo
23	4+730	Alcantarilla de alivio N°11	Punto de Inflexión
24	4+920	Alcantarilla de cruce N°09	Cruce de quebrada
25	5+000	Puente L=20.00m	Cruce de río
26	5+130	Alcantarilla de cruce N°10	Cruce de quebrada
27	5+160	Alcantarilla de cruce N°11	Cruce de quebrada
28	5+350	Alcantarilla de alivio N°12	Tramo largo
29	5+445	Alcantarilla de cruce N°12	Cruce de quebrada
30	5+548	Badén N°02	Cruce de quebrada
31	5+650	Alcantarilla de alivio N°13	Tramo largo

Tiempo de Concentración

El tiempo de concentración es el tiempo requerido por una gota de agua, para fluir desde el punto más remoto en la cuenca hasta el punto de interés (Hidrología Aplicada - Ven Te Show)

Para el presente estudio se han considerado las siguientes formulaciones para estimar el tiempo de concentración:

Fórmula de Kirpich. -

$$t_c = 0.000325 \left(\frac{L}{S^{0.5}} \right)^{0.77}$$

Donde:

t_c = tiempo de concentración (hr)

L = longitud del cauce (m)

S = pendiente del cauce (m/m)

Fórmula de Kerby - Hathaway. -

$$T_c = \frac{0.606 \cdot (L \cdot n)^{0.467}}{S^{0.234}}$$

En la cual:

t_c = tiempo de concentración en horas

L = longitud del cauce principal en km

N = factor de rugosidad

S = pendiente en m/m

Tabla N° 47 Valores de n (Kerby - Hathaway)

TIPO DE SUPERFICIE	HOJA
Suelo liso impermeable.	0.02
Suelo desnudo.	0.10
Pastos pobres, cultivos en hileras o suelo desnudo algo rugoso.	0.20
Pastizales.	0.40
Bosques de frondosas.	0.60
Bosques de coníferas o de frondosas con una capa densa de residuos orgánicos de césped.	0.80

Fórmula de Bransby- Williams. -

$$T_c = \frac{0.2433 \cdot L}{A^{0.1} \cdot S^{0.2}}$$

Dónde:

T_c = tiempo de concentración en horas

L = longitud del cauce principal (km)

A = área de la cuenca en (km²)

S = pendiente (m/m)

Formula del US Corps of Engineers.-

$$T_c = 0.3 \frac{L^{0.76}}{S^{0.19}}$$

Dónde:

T_c = tiempo de concentración en horas

L = longitud del cauce en km.

S = pendiente en m/m.

Formula California. -

$$T_c = 0.066 \left(\frac{L}{j^{0.333}} \right)^{0.777}$$

Donde:

T_c = tiempo de concentración en horas.

L = longitud del curso principal en km.

j = pendiente en m/m.

Tabla N° 48 Resumen de los valores t_c

Descripción	Longitud del Curso Principal (Km)	Pendiente de la cuena	Tiempo de Concentración (Fórmula California)
Puente L=25.00m	6.16	0.43	0.38
Pontón L=10.00m	1.07	0.21	0.14
Alcantarilla N°01	0.35	0.20	0.06
Pontón L=10.00m	0.45	0.13	0.08
Alcantarilla N°02	0.33	0.22	0.05
Alcantarilla N°03	0.28	0.31	0.04
Alcantarilla N°04	0.35	0.25	0.05
Alcantarilla N°05	0.28	0.24	0.05
Badén N°01	0.37	0.26	0.05
Alcantarilla N°06	0.31	0.25	0.05
Alcantarilla N°07	0.42	0.33	0.05
Alcantarilla N°08	0.19	0.30	0.03
Alcantarilla N°09	0.22	0.31	0.03
f Puente L=20.00m	0.88	0.42	0.09
Alcantarilla N°10	0.33	0.40	0.04
Alcantarilla N°11	0.35	0.53	0.04
Alcantarilla N°12	0.38	0.44	0.04
Badén N°02	0.74	0.52	0.07

Fuente: Propia

3.5.3.2. Análisis de información pluviométrica

Tomando como base la información hidrológica y meteorológica disponible en el área de estudio, se presentan los criterios de diseño y límites de aplicación de los métodos considerados en el Reglamento vigente.

Pluviometría

Para el análisis hidrológico del presente estudio, se dispone de los registros de precipitaciones máximas en 24 horas de la estación de Machente, con lo cual se trabajarán para poder calcular las precipitaciones de diseño que se producirán en la zona del proyecto.

Tabla N° 49 Estación pluviométrica

Estación	Provincia	Coordenada Geográficas		UTM		Altitud m.s.n.m.	Periodo de Registro
		Longitud	Latitud	Norte	Este		
		(°W)	(°S)				
Machente	La Mar	73°52'21.14"	12°41'1.92"	8597559.36	622423.51	1250	1968 - 1982

Fuente: Propia

Periodo de retorno

Para determinar el Periodo de retorno de diseño, es necesario considerar la relación existente entre la probabilidad de excedencia de un evento, la vida útil de la estructura y el riesgo de falla admisible, dependiente este último de factores económicos, sociales, técnicos y otros..." (Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje de Carreteras M TC).

Tomando en cuenta lo señalado, la probabilidad de riesgo y falla, se determina mediante la siguiente expresión:

$$R = 1 - \left(1 - \frac{1}{T}\right)^n$$

Dónde:

R: riesgo de falla admisible

T: periodo de retorno

n: vida útil de la obra

En la tabla siguiente se presenta el valor T para varios riesgos permisibles R y para la vida útil n de la obra.

Tabla N° 50 Valores de periodo de retorno T (años)

RIESGO ADMISIBLE	VIDA UTIL DE LAS OBRAS (n años)										
	R	1	2	3	5	10	15	25	40	50	100
0.01	100	199	299	498	995	493	2488	3980	4975	9950	19900
0.02	50	99	149	248	495	743	1238	1980	2475	4950	9900
0.05	20	39	59	98	195	293	488	780	975	1950	3900
0.10	10	19	29	48	95	143	238	380	475	950	1899
0.20	5	9	14	23	45	68	113	180	225	449	897
0.25	4	7	11	18	35	53	87	140	174	348	696
0.30	3.3	6	9	15	29	43	71	113	141	281	561
0.35	29	5	7	12	24	35	59	93	117	233	465

0.40	2.5	4	6	10	20	30	49	79	98	196	392
0.50	2	3	5	8	15	22	37	58	73	145	289
0.75	1.3	2	3	4	8	11	19	29	37	73	145
0.99	1	1.11	1.27	1.66	2.7	4	5.9	9	11	22	44

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Resolución Directoral N° 20-2011-MTC/14

En el siguiente cuadro se muestra los periodos de retorno de diseño para las diferentes estructuras cumpliendo con los riesgos admisibles mínimos recomendados en el Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje.

Tabla N° 51 Periodo de retorno para las estructuras en función de la vida útil y riesgo admisible

DESCRIPCIÓN	VIDA UTIL (años)	RIESGO ADMISIBLE (%)	PERIODO DE RETORNO (años)
Puente	40	25	140
Defensa ribereña	40	25	140
Alcantarilla de quebradas importantes	25	30	71
Alcantarilla de alivio	15	35	35
Cunetas	15	40	30

Fuente: Manual de Hidrología, Hidráulica y Drenaje. Resolución Directoral N° 20-2011-MTC/14

Precipitación máxima en 24 horas

Con la información de los registros de precipitación máxima en 24 horas, análisis de frecuencias de los eventos hidrológicos máximos y la obtención de la distribución del mejor ajuste a los registros históricos, se procedió a calcular las alturas de precipitación extrema probable correspondiente a diferentes períodos de retorno, sobre cuya base se estimaron los caudales máximos.

En el siguiente cuadro se indica la estación pluviométrica a analizar para el estudio:

Tabla N° 52 Precipitación máxima de diseño

PRECIPITACION MAXIMA 24 HORAS		
N°	Año	Ppmax (mm)
1	1968	61.3
2	1969	46.5
3	1970	60.3
4	1971	46.4
5	1972	47.7
6	1973	61.7
7	1974	96.2
8	1975	56.6
9	1976	38.7
10	1977	35.9
11	1978	29.5
12	1979	30.4
13	1980	35
14	1981	48.9
15	1982	36.5

Fuente: Propia

Análisis de datos dudosos

Antes de realizar cualquier tratamiento estadístico a la información, se procedió a realizar un análisis de datos dudosos, para determinar aquellos datos de la información que se alejan significativamente de la tendencia de la información restante; estos datos son denominados "outliers".

Para detectar los datos dudosos, se calcularon umbrales superiores e inferiores para cada serie de precipitaciones máximas de las estaciones analizadas, de acuerdo a las siguientes ecuaciones de frecuencia.

$$y_H = \bar{y} + K_n s_y$$

$$y_L = \bar{y} - K_n s_y$$

Donde:

y_H : Umbral superior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

y_L : Umbral inferior para datos dudosos en unidades logarítmicas.

\bar{y} : Promedio de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

s_y : Desviación estándar de los logaritmos de las precipitaciones máximas.

K_n : Valor tabulado para una muestra de tamaño n (se muestra en la tabla).

P_t : Umbral superior para datos dudosos en mm.

P_L : Umbral inferior para datos dudosos en mm.

Tabla N° 53 Valores de K_n para la prueba de datos dudosos

n	K_n	n	K_n	n	K_n	n	K_n
10	2.036	24	2.467	38	2.661	60	2.837
11	2.083	25	2.486	39	2.671	65	2.866
12	2.134	26	2.502	40	2.682	70	2.893
13	2.175	27	2.519	41	2.692	75	2.917
14	2.213	28	2.534	42	2.700	80	2.940
15	2.247	29	2.549	43	2.710	85	2.961
16	2.279	30	2.563	44	2.719	90	2.981
17	2.309	31	2.577	45	2.727	95	3.000
18	2.335	32	2.591	46	2.736	100	3.017
19	2.361	33	2.604	47	2.744	110	3.049
20	2.385	34	2.616	48	2.753	120	3.078
21	2.408	35	2.628	49	2.760	130	3.104
22	2.429	36	2.639	50	2.768	140	3.129
23	2.448	37	2.650	55	2.804		

Fuente: Hidrología aplicada – Ven Te Chow

Tabla N° 54 Resultados Obtenidos – Análisis de datos dudosos

NOMBRE	P_{max} mm	P_t mm	CONDICIÓN mm	P_{min} mm	P_l mm	CONDICIÓN mm
Machente	96.2	95.04	No cumple	29.5	22.65	Cumple

Fuente: Propia

De acuerdo al análisis del dato dudoso (outlier), existe un dato fuera del umbral que corresponde a agosto de 1974, por lo existen un dato dudoso alto en la muestra analizada. Por lo que se realizó la corrección de estos datos, obteniendo como resultado:

Tabla N° 55 Resultados Obtenidos – Análisis de datos dudosos corregidos

NOMBRE	P_{max} mm	P_t mm	CONDICIÓN mm	P_{min} mm	P_l mm	CONDICIÓN mm
Machente	61.7	85.19	Cumple	29.5	22.65	Cumple

Fuente: Propia

Análisis de frecuencia

El análisis de frecuencia consiste en aplicar las distribuciones de frecuencia a la serie de precipitaciones máximas.

Se han seleccionado las siguientes distribuciones, por ser las más usadas para determinar los caudales máximos.

- Distribución Normal.
- Distribución log normal de dos parámetros.
- Distribución Gamma dos parámetros.
- Distribución Gumbel.
- Distribución log Gumbel.

Función de distribución Normal

La distribución normal es una distribución simétrica en forma de campana, también conocida como Campana de Gauss.

La función de densidad de probabilidad normal se define como:

$$f(x) = \frac{1}{S\sqrt{(2\pi)}} e^{-\frac{1}{2}\left(\frac{x-\mu}{s}\right)^2}$$

Donde:

$f(x)$ = Función densidad normal de la variable x

x = Variable independiente

μ = Parámetro de localización, igual a la media aritmética de x

S = Parámetro de escala, igual a la desviación estándar de x

Función de distribución log Normal 2 parámetros

La función de distribución de probabilidad es:

$$P(x \leq x_i) = \frac{1}{s\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{x_i} e^{\left(-\frac{(x-x)^2}{2s^2}\right)} dx \quad (1)$$

Donde:

Donde X y S son los parámetros de la distribución.

Si la variable x de la ecuación (1) se reemplaza por una función $y = f(x)$, tal que $y = \log(x)$, la función puede normalizarse, transformándose en una ley de probabilidades denominada log-normal, $N(Y, S_Y)$. Los valores originales de la variable aleatoria x_1 deben ser transformados a $y = \log(x)$, de tal manera que:

$$\bar{Y} = \sum_{i=1}^n \log x_i / n \quad (2)$$

Donde \bar{Y} es la media de los datos de la muestra transformada.

$$S_y = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^2}{n-1}} \quad (3)$$

Donde S_y es la desviación estándar de los datos de la muestra transformada.

Asimismo; se tiene las siguientes relaciones:

$$Cs = a/S^3 y \quad (4)$$

$$a = \frac{n}{(n-1)(n-2)} \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{Y})^3 \quad (5)$$

Donde Cs es el coeficiente de oblicuidad de los datos de la muestra transformada. (Monsalve, 1999).

Función de distribución Gamma 2 parámetros

La función de densidad es:

$$f(x) = \frac{x^{\gamma-1} e^{-\frac{x}{\beta}}}{\beta^{\gamma} \Gamma(\gamma)}$$

Válido para:

$$0 \leq x < \infty$$

$$0 < \gamma < \infty$$

$$0 < \beta < \infty$$

Donde:

γ = Parámetro de forma

β = Parámetro de escala

Función de distribución Gumbel

La distribución de Valores Tipo I conocida como Distribución Gumbel o Doble Exponencial, tiene como función de distribución de probabilidades la siguiente expresión:

$$F(X) = e^{-e^{-a(x-\beta)}}$$

Utilizando el método de momentos, se obtienen las siguientes relaciones:

$$a = \frac{1.2825}{\sigma}$$

$$\beta = \mu - 0.45\sigma$$

Donde:

a = Parámetro de concentración

β = Parámetro de localización

Según Ven Te Chow, la distribución puede expresarse de la siguiente forma:

$$x = \bar{x} + k\sigma_x$$

Donde:

x = Valor con una probabilidad dada

\bar{x} = Media de la serie

k = Factor de frecuencia

Función de distribución log Gumbel

La variable aleatoria reducida log gumbel, se define como:

$$y = \frac{\ln x - \mu}{\alpha} \quad (1)$$

Con lo cual, la función acumulada reducida log gumbel es:

$$G(y) = e^{-e^{-y}} \quad (2)$$

Prueba de bondad de ajuste

Para determinar cuál de las distribuciones estudiadas se adapta mejor a la información histórica se puede utilizar, de entre otras pruebas de ajuste, el método de Smirnov Kolmogorov.

Prueba SmirnovKolmogorov

El estadístico Smirnov Kolmogorov D. considera la desviación de la función de distribución de probabilidades de la muestra $P(x)$ de la función de probabilidades teórica, escogida $Po(x)$ tal que

$$Dn = \max(P(x) - Po(x))$$

La prueba requiere que el valor Dn calculado con la expresión anterior sea menor que el valor tabulado Dn para un nivel de probabilidad requerido.

Esta prueba es fácil de realizar y comprende las siguientes etapas:

- El estadístico Dn es la máxima diferencia entre la función de distribución acumulada de la muestra y la función de distribución acumulada teórica escogida.
- Se fija el nivel de probabilidad α , valores de 0.05 y 0.01 son los más usuales.
- El valor crítico $D\alpha$ de la prueba debe ser obtenido de la tabla siguiente en función del nivel de significancia α y el tamaño de la muestra n .
- Si el valor calculado Dn es mayor que el $D\alpha$, la distribución escogida se debe rechazar.

Tabla N° 56 Prueba Smirnov Kolmogorov $D\alpha$

	NIVEL DE SIGNIFICANCIA α
--	---

TAMAÑO DE LA MUESTRA n	0.20	0.10	0.05	0.02	0.01
1	0.90	0.95	0.975	0.99	0.995
2	0.684	0.776	0.842	0.900	0.929
3	0.565	0.636	0.708	0.689	0.829
4	0.493	0.565	0.624	0.689	0.734
5	0.477	0.509	0.563	0.627	0.669
6	0.410	0.468	0.519	0.577	0.617
7	0.381	0.436	0.483	0.538	0.576
8	0.359	0.410	0.454	0.507	0.542
9	0.339	0.387	0.430	0.480	0.513
10	0.323	0.369	0.409	0.457	0.486
11	0.308	0.352	0.391	0.437	0.468
12	0.295	0.338	0.375	0.419	0.449
13	0.285	0.325	0.361	0.404	0.432
14	0.275	0.314	0.349	0.390	0.418
15	0.266	0.304	0.338	0.377	0.404
20	0.232	0.265	0.294	0.329	0.352
25	0.208	0.238	0.264	0.295	0.317
30	0.190	0.218	0.242	0.270	0.290
40	0.165	0.189	0.210	0.235	0.252
n grande	$1.07\sqrt{n}$	$1.22\sqrt{n}$	$1.36\sqrt{n}$	$1.52\sqrt{n}$	$1.63\sqrt{n}$

Fuente: MaximoVillon – Hidrologia

De la prueba de bondad de ajuste se obtienen los siguientes resultados:

Tabla N° 57 Prueba de bondad de ajuste

Δ TABULAR	ATEÓRICO DE LAS DISTRIBUCIONES				
	DISTRIBUCION NORMAL	DISTRIBUCION LOGNORMAL 2 PARÁMETROS	DISTRIBUCION GAMMA 2	DISTRIBUCION GUMBEL	DISTRIBUCION LOGGUMBEL
0.3512	0.1069	0.1391	0.1271	0.1660	0.2076
MIN Δ	0.1069				

Fuente: Propia

Tabla N° 58 Valores probables de precipitación máxima de 24 horas

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno		
T (años)	P	Distribución Normal
2	0.500	45.49
5	0.200	54.73
10	0.100	59.57
25	0.040	64.72
50	0.020	68.05
100	0.010	71.05
500	0.002	77.10
Δ	0.3512	0.1069

Fuente: Propia

Factor de ajuste de frecuencia

Según la Guía de prácticas hidrológicas de la Organización Meteorológica Mundial OMM, se recomienda multiplicar los datos pluviométricos por un factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria. Asumiendo que el caso de nuestras estaciones, son aquellas que se registran una vez al día, las precipitaciones deberán multiplicarse por un factor de 1.13, según la tabla.

Tabla N° 59 Factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria

Relacion entre Precipitación máxima verdadera y precipitación en intervalos	
Número de Intervalo de Observacion	Relación
1	1.13
2	1.04
3-4	1.03
5-8	1.02
9-24	1.01

Fuente: Hidrología para ingenieros (Linsley, Kohler y Paulhus)

Tabla N° 60 Factor de ajuste de la frecuencia de observación diaria

Precipitación máxima para diferentes periodos de retorno corregido		
T (años)	P	Distribución Normal
2	0.500	51.40
5	0.200	61.84
10	0.100	67.31
25	0.040	73.13
50	0.020	76.90
100	0.010	80.29
500	0.002	87.12
Δ	0.3512	0.1069

Fuente: Propia

Intensidad de diseño - IDF

Se recurrió al principio conceptual, referente a que los valores extremos de lluvias de alta intensidad y corta duración aparecen, en el mayor de los casos, marginalmente dependientes de la localización geográfica, con base en el hecho de que estos eventos de lluvia están asociados con celdas atmosféricas las cuales tienen propiedades físicas similares en la mayor parte del mundo.

A partir del modelo de Dyck Peschke (Guevara 1991), que estima la intensidad máxima horaria a partir de la precipitación máxima en 24 horas.

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

d= duración de lluvia en min

$P_{\Delta t}$ = precipitación para una duración Δt

P_{24} = Precipitación máxima en 24 horas (se asume que el dato P_{24} es una lluvia que ha durado 24 horas ya que resulta de un análisis estadístico de máximas).

Δt = duración requerida en minutos.

En las siguientes tablas se presenta las precipitaciones para tiempos de duración menores a 24 horas para diferentes periodos de retorno.

Tabla N° 61 Precipitación para duraciones menores de 24 horas en diferentes periodos de retorno – Estación Machente

T	Tiempo de Duración (horas)										
	PT24h	24.00	18.00	12.00	8.00	6.00	5.00	4.00	3.00	2.00	1.00
2	51.40	51.40	46.78	41.12	34.95	31.36	29.30	26.73	23.65	20.05	15.42
5	61.84	61.84	56.28	49.48	42.05	37.73	35.25	32.16	28.45	24.12	18.55
10	67.31	67.31	61.26	53.85	45.77	41.06	38.37	35.00	30.96	26.25	20.19
25	73.13	73.13	66.55	58.51	49.73	44.61	41.69	38.03	33.64	28.52	21.94
50	76.90	76.90	69.98	61.52	52.29	46.91	43.83	39.99	35.37	29.99	23.07
100	80.29	80.29	73.06	64.23	54.59	48.97	45.76	41.75	36.93	31.31	24.09
500	87.12	87.12	79.28	69.70	59.24	53.15	49.66	45.30	40.08	33.98	26.14

La intensidad se halla dividiendo la precipitación P_d entre la duración. Numerosos investigadores han determinado la correlación que se verifica en una determinada región entre la intensidad de precipitación y la duración de los aguaceros más copiosos para una recurrencia determinada.

Entre las expresiones más usuales que relacionen estos parámetros puede mencionarse la de Linsley, Kohler y Paulhus, según los cuales las curvas de intensidad – duración – frecuencia (I-D-F), se calculan indirectamente, mediante la siguiente relación:

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

Dónde:

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:

$$\log(I) = \log(K) + m \cdot \log(T) - n \cdot \log(t)$$

O bien: $Y = a_0 + a_1 X_1 + a_2 X_2$

Dónde:

$$\begin{aligned}
 Y &= \text{Log } (I), & a_0 &= \text{Log } K \\
 X_1 &= \text{Log } (T) & a_1 &= m \\
 X_2 &= \text{Log } (t) & a_2 &= -n
 \end{aligned}$$

Los factores de K, m, n, se obtienen a partir de los datos existentes.

En base a estos valores de precipitación de 24 horas de duración obtenidos para cada periodo de retorno, puede estimarse la intensidad de lluvia y precipitación para duraciones menores a 24 horas.

En el Perú, lamentablemente no han continuado los esfuerzos emprendidos en 1983 por el IILA, de la UNI y el SENAMHI. Estas instituciones recolectaron la información hidrológica disponible para hallar curvas regionales de intensidad-duración-frecuencia. Son escasas las estaciones que ofrecen información automatizada de registros pluviales, por lo que existe bastante dispersión en los datos.

Tabla N° 62 Intensidades para duraciones menores de 24 horas en diferentes periodos de retorno – Estación Machente

Duración D	T = 2 años	T = 5 años	T = 10 años	T = 25 años	T = 50 años	T = 100 años	T = 500 años
24.0	2.14	2.58	2.80	3.05	3.20	3.35	3.63
18.0	2.60	3.13	3.40	3.70	3.89	4.06	4.40
12.0	3.43	4.12	4.49	4.88	5.13	5.35	5.81
8.0	4.37	5.26	5.72	6.22	6.54	6.82	7.41
6.0	5.23	6.29	6.84	7.44	7.82	8.16	8.86
5.0	5.86	7.05	7.67	8.34	8.77	9.15	9.93
4.0	6.68	8.04	8.75	9.51	10.00	10.44	11.33
3.0	7.88	9.48	10.32	11.21	11.79	12.31	13.36
2.0	10.02	12.06	13.13	14.26	14.99	15.66	16.99
1.0	15.42	18.55	20.19	21.94	24.09	24.09	26.14

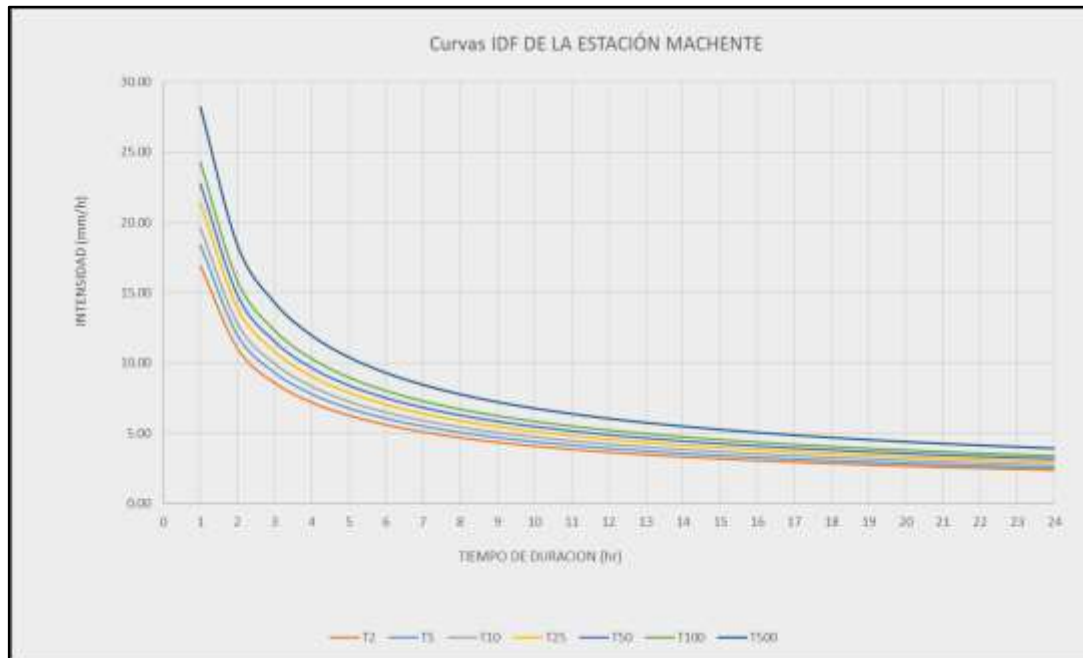
Fuente: Propia

Tabla N° 63 Ecuación Intensidad – Duración - Frecuencia

Estación	Machente
Formulación	$I = \frac{198.4674 \times T^{0.092649}}{t^{0.61760}}$

Fuente: Propia

Figura N°15 Curva IDF



Generación de hietograma de precipitación de diseño

El método del bloque alterno es una forma simple para desarrollar un hietograma de diseño utilizando una curva IDF. El hietograma de diseño producido por este método especifica la profundidad de precipitación en n intervalos de tiempo sucesivo de duración Dt , sobre una duración total de $Td = n \cdot Dt$. En nuestro caso se tomarán 24 intervalos de una duración de 1 hora con la cual se tendrá una duración total de 24 horas.

Después de seleccionar el periodo de retorno de diseño, la intensidad es leída en una curva IDF para cada una de las duraciones Dt , $2Dt$, $3Dt$, $4Dt$, y la profundidad de precipitación correspondiente que se encuentra al multiplicar la intensidad y la duración.

Tomando diferencias entre valores sucesivos de profundidad de precipitación, se encuentra la cantidad de precipitación que debe añadirse para cada unidad adicional de tiempo Dt . Estos incrementos o bloques se reordenan en una secuencia temporal de modo que la intensidad máxima ocurra en el centro de la duración requerida Td y

que los demás bloques queden en orden descendente alternativamente hacia la derecha y hacia la izquierda del bloque central para formar el hietograma de diseño.

Se estimarán los hietogramas de diseño para un periodo de retorno de 500 años, ya que estos se emplearán para estimar el nivel máximo de agua y la profundidad de socavación en el puente.

Figura N° 16 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 2 años

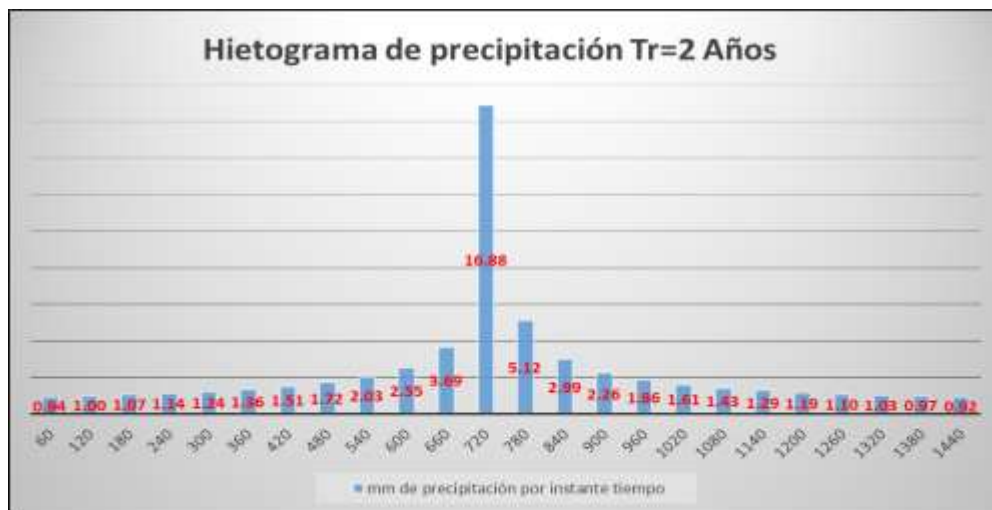


Figura N° 17 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 5 años

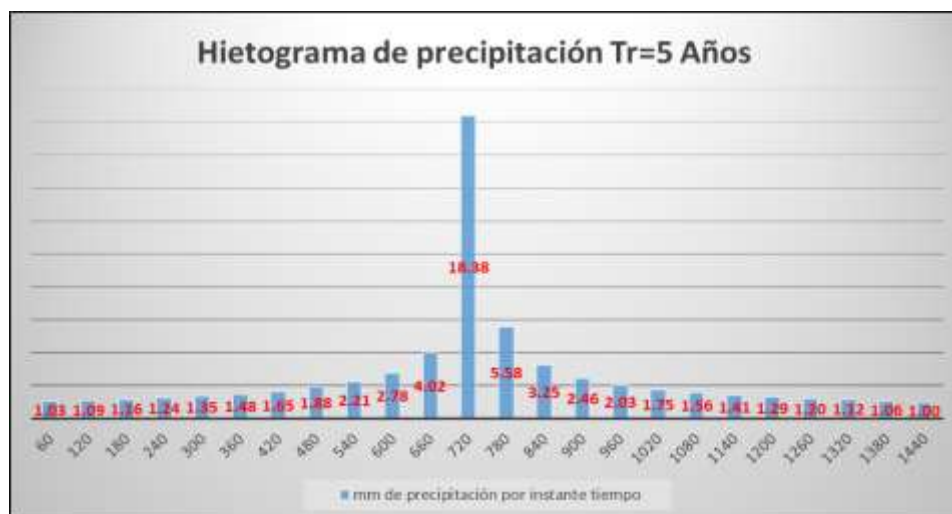


Figura N° 18 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 10 años

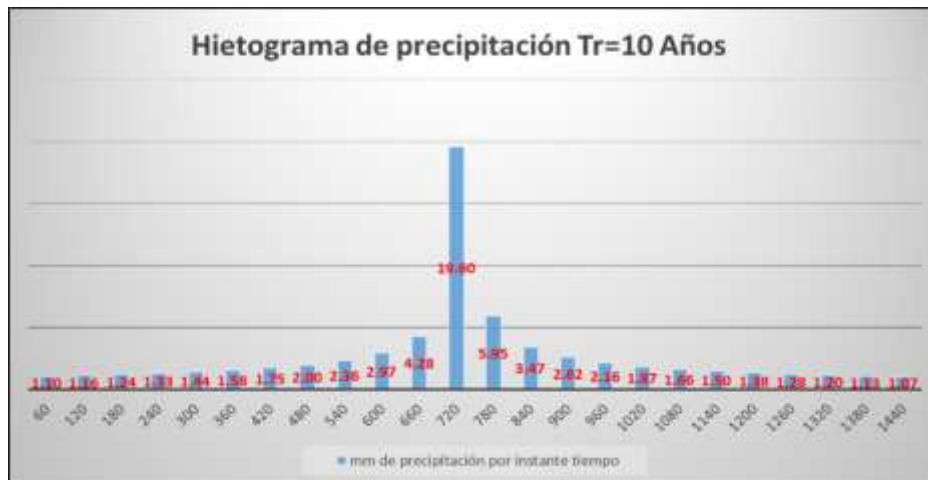


Figura N° 19 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 25 años

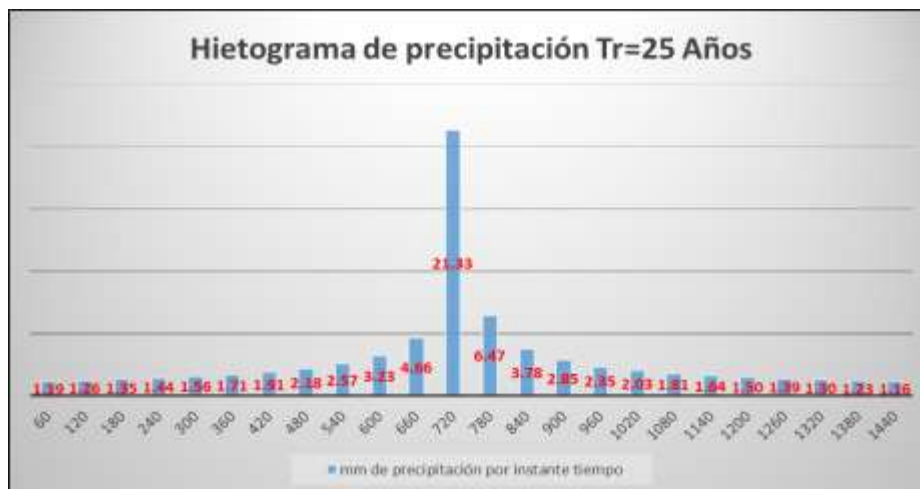


Figura N° 20 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 50 años

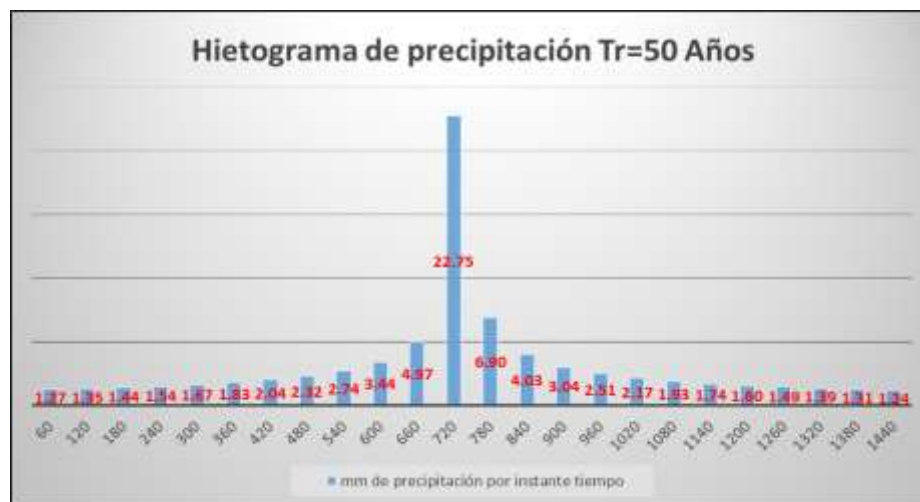


Figura N° 21 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 100 años

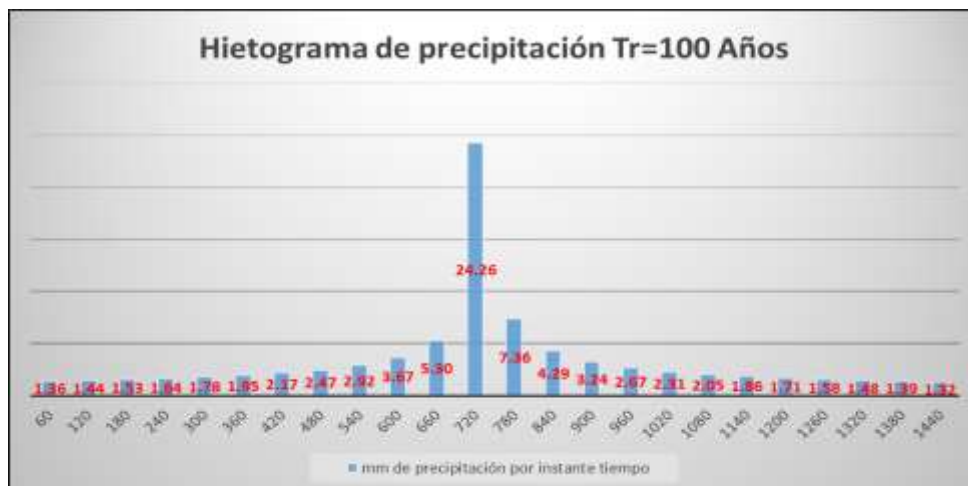
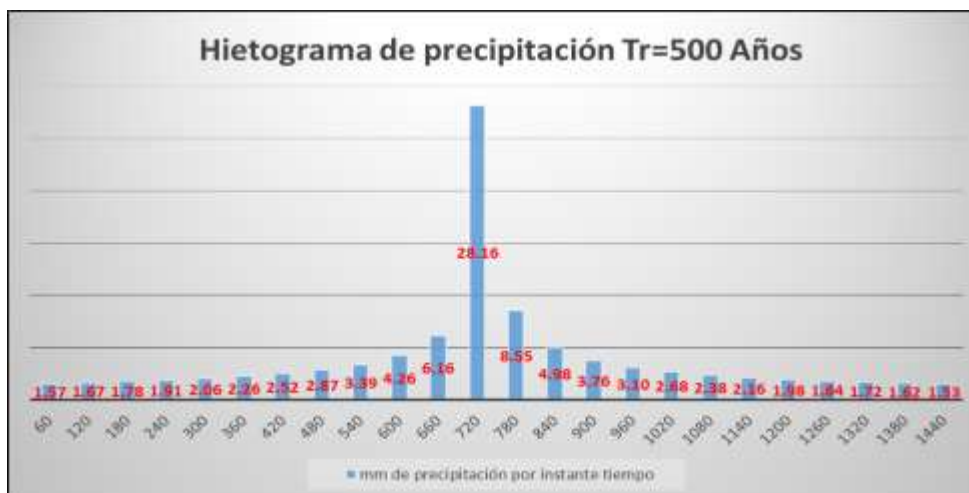


Figura N° 22 Hietograma de diseño para un periodo de retorno de 500 años



3.5.3.3. Caudal de diseño

HEC- HMS 4.4

Para calcular los caudales se ha utilizado el método de precipitación - escorrentía puesto que en la zona de proyecto no existe datos de caudales. Se determinó el caudal proveniente de datos pluviométricos considerando la aplicación del programa HEC - HMS 4.4.

Se aplicó el modelamiento hidrológico con el programa HEC-HMS (Hydrologic Engineering Center's Hydrologic Modeling System), que es un programa de simulación hidrológica lineal y semidistribuido, desarrollado para estimar los

hidrogramas de salida en una cuenca o varias subcuencas a partir de condiciones extremas de lluvia.

Para determinar los caudales se utilizó la metodología del Número de Curva de la SCS para el cálculo de las pérdidas, y para transformar la precipitación en escorrentía el método del Hidrograma Unitario SCS.

Al programa se ingresan datos de entrada:

Modelo de cuenca o base: Se ingresa las cuencas y se les asigna lo siguiente:

- Área (Km²).
- Modelo de pérdida de agua: Número de Curva (SCS Curve Number).
- Modelo de transformación: Hidrograma Unitario del SCS (SCS Unit Hydrograph).
- Modelo de flujo de base: No se considera flujo base.

Time - Series data: Medición de precipitaciones (Precipitación Gage: se ingresa cada hietograma de diseño para un periodo de retorno dado).

Modelo meteorológico: Ingresar hietograma de diseño para cada cuenca o subcuenca.

Especificaciones de control: Se asigna el tiempo que debe procesar el programa.

El programa HEC HMS reporta los hidrogramas de salida en forma tabular y gráfica, lo que permite visualizar el desarrollo de los eventos; los hidrogramas de salida se prolongan por un periodo superior a las tres horas, debido a la extensión de la cuenca.

Tabla N° 64 Parámetros a considerar en la cuenca

N°	PROGR.	DESCRIPCION	AREA (Km2)	Tc (min)
----	--------	-------------	------------	----------

1	0+040	Puente L=25.00m	10.94	27.70
2	0+410	Pontón L=10.00m	0.29	6.24
3	1+000	Alcantarilla N°01	0.03	2.74
4	1+030	Pontón L=10.00m	0.08	3.42
5	1+100	Alcantarilla N°02	0.05	2.61
6	1+190	Alcantarilla N°03	0.05	2.08
7	2+130	Alcantarilla N°04	0.07	2.77
8	2+375	Alcantarilla N°05	0.05	2.26
9	3+377	Badén N°01	0.27	2.65
10	3+680	Alcantarilla N°06	0.06	2.25
11	3+790	Alcantarilla N°07	0.08	2.98
12	4+220	Alcantarilla N°08	0.04	1.49
13	4+920	Alcantarilla N°09	0.04	1.54
14	5+000	Puente L=20.00m	0.49	5.17
15	5+130	Alcantarilla N°10	0.04	2.40
16	5+160	Alcantarilla N°11	0.07	2.06
17	5+445	Alcantarilla N°12	0.08	2.29
18	5+548	Badén N°02	0.23	3.99

Fuente: Propia

Figura N° 23 Modelo de Micro - Cuenca 01

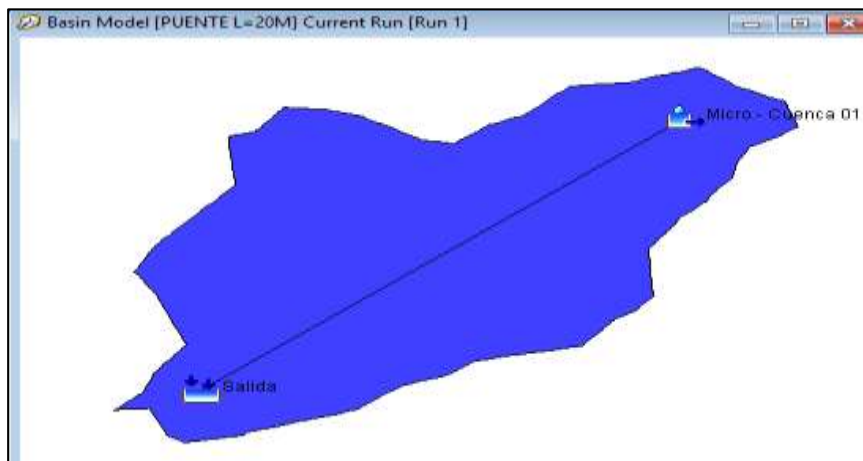


Figura N° 24 Modelo de Micro - Cuenca 02

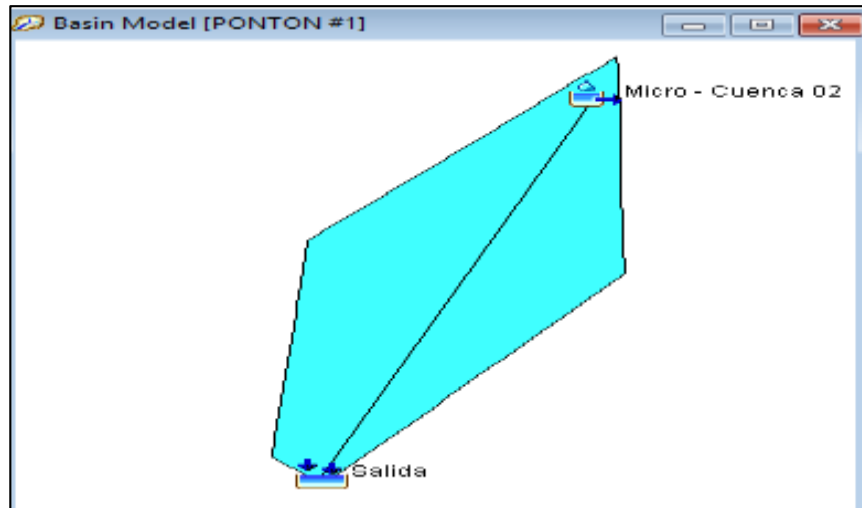


Figura N° 25 Modelo de Micro - Cuenca 03

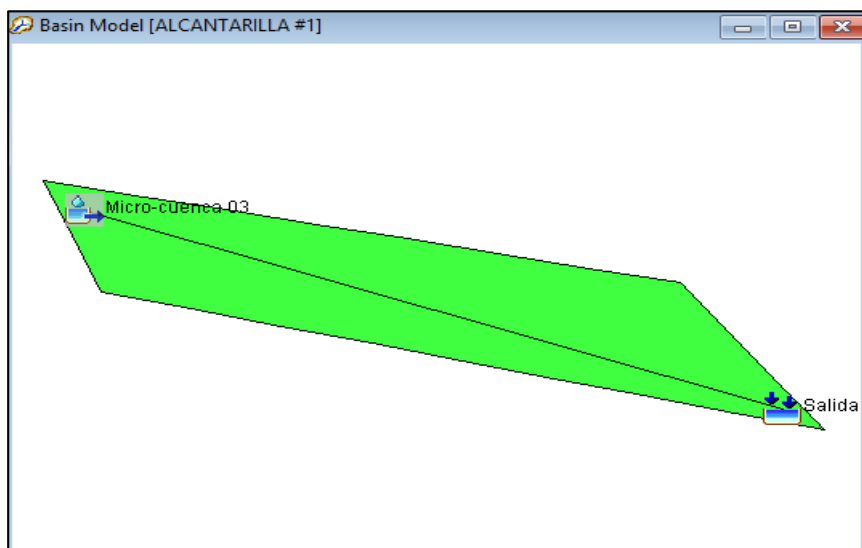


Figura N° 26 Modelo de Micro - Cuenca 04

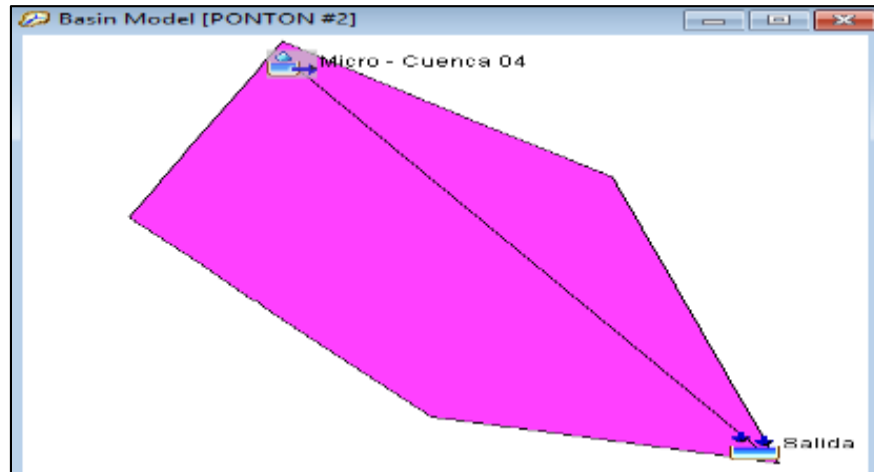


Figura N° 27 Modelo de Micro - Cuenca 05

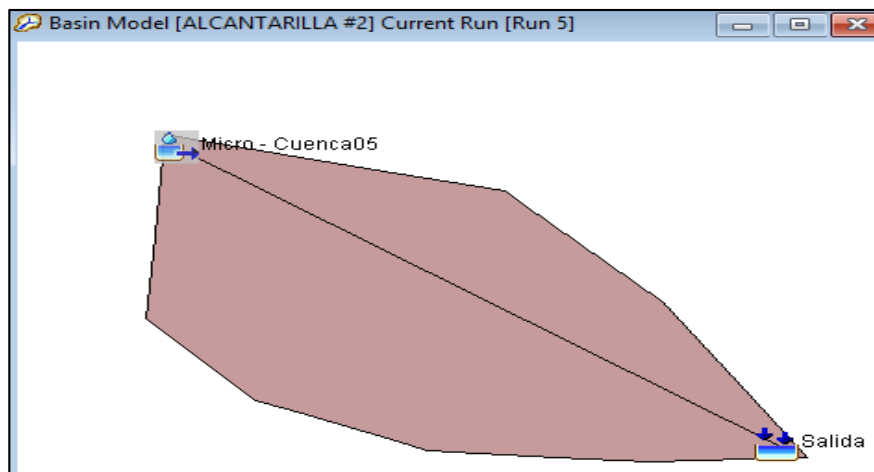


Figura N° 28 Modelo de Micro - Cuenca 06

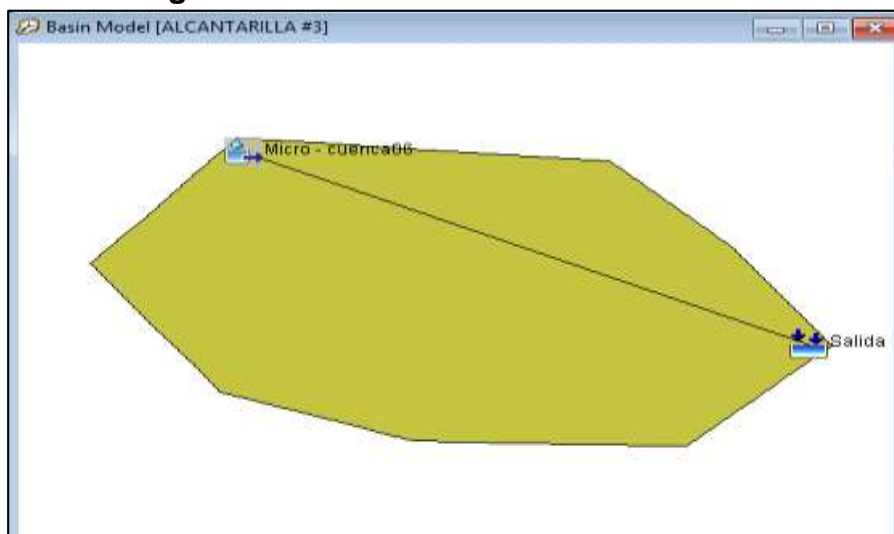


Figura N°29 Modelo de Micro - Cuenca 07

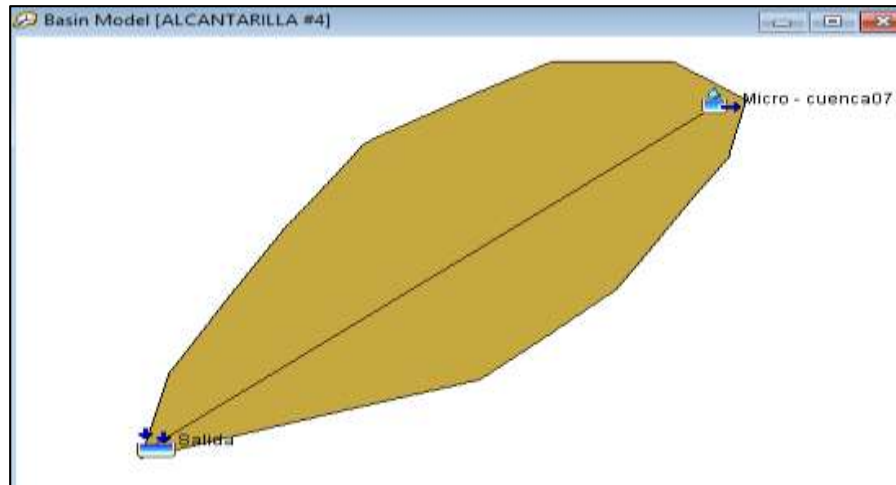


Figura N° 30 Modelo de Micro - Cuenca 08

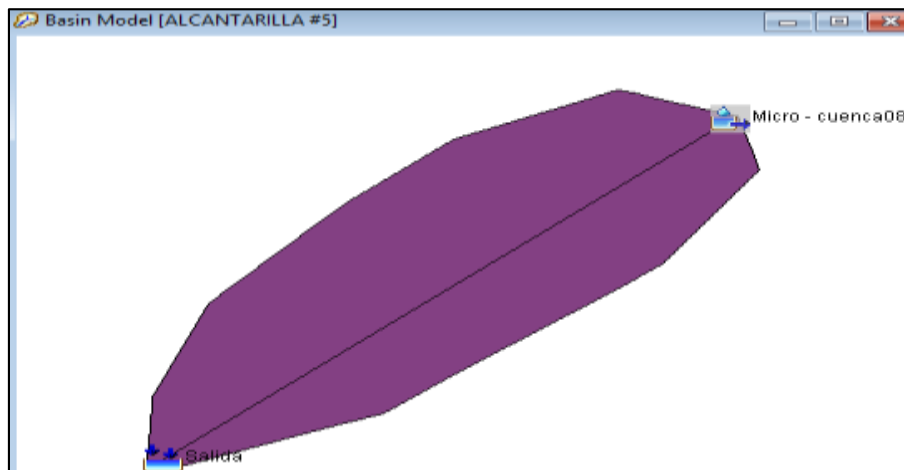


Figura N° 31 Modelo de Micro - Cuenca 09

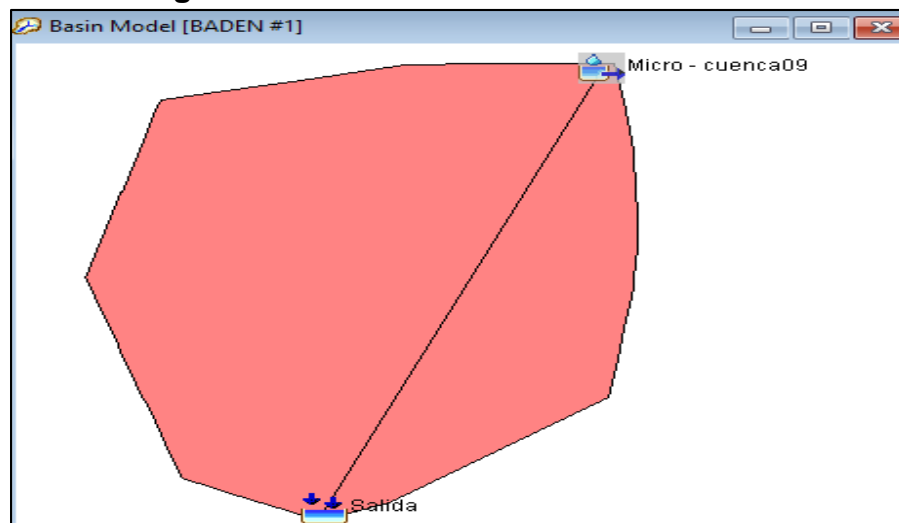


Figura N° 32 Modelo de Micro - Cuenca 10

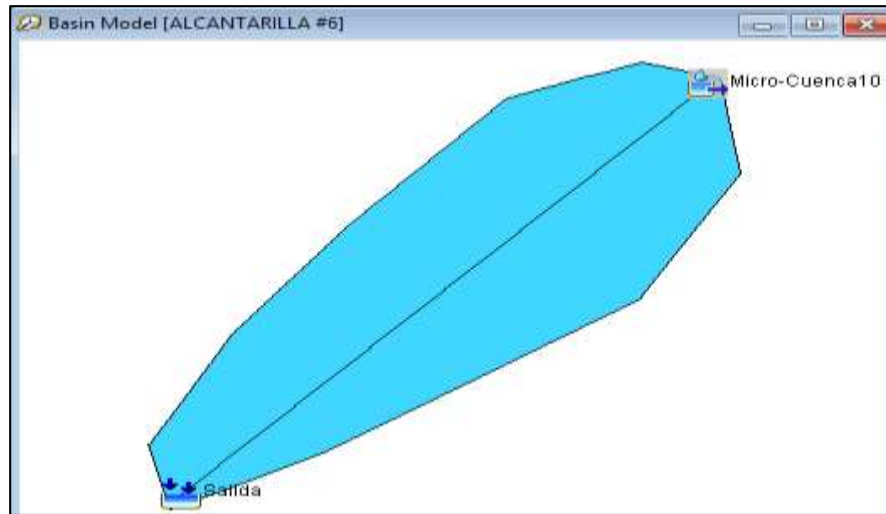


Figura N° 33 Modelo de Micro - Cuenca 11

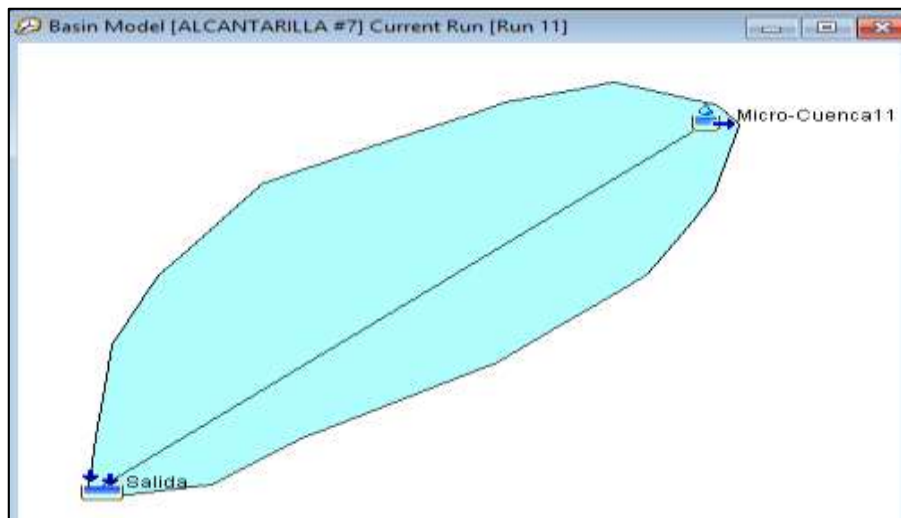


Figura N° 34 Modelo de Micro - Cuenca 12

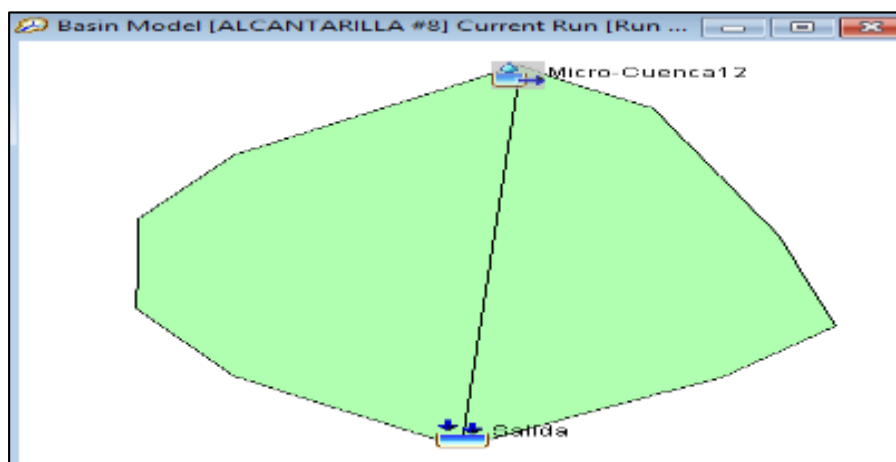


Figura N° 35 Modelo de Micro - Cuenca 13

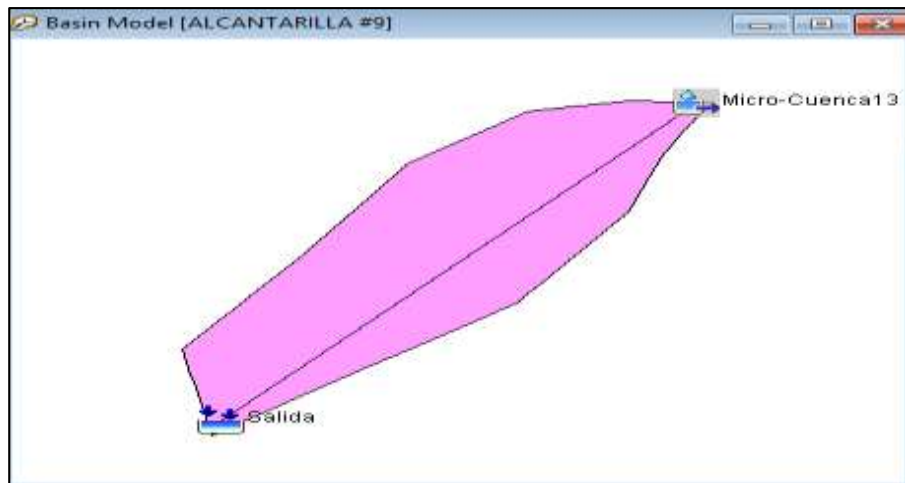


Figura N° 36 Modelo de Micro - Cuenca 14

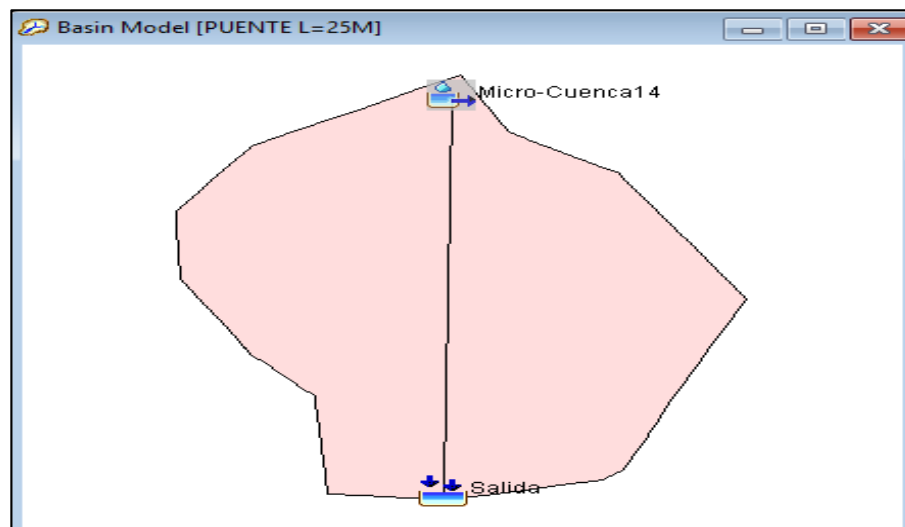


Figura N° 37 Modelo de Micro - Cuenca 15

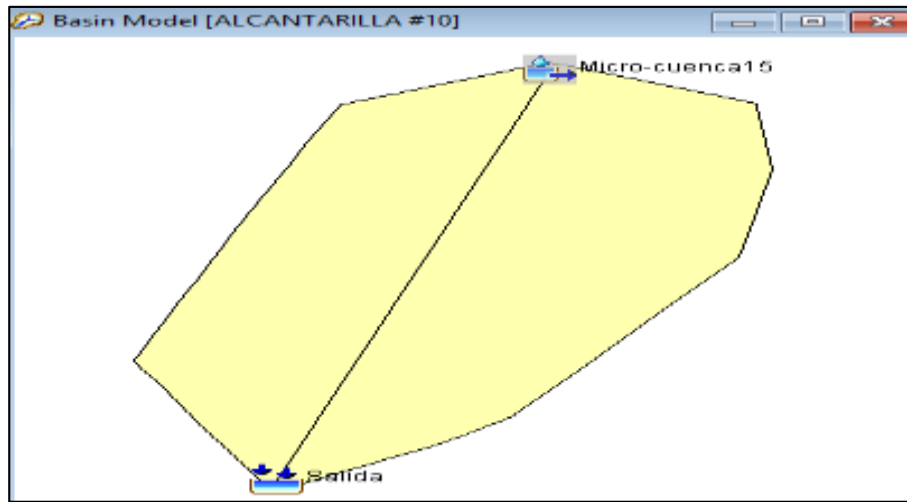


Figura N° 38 Modelo de Micro - Cuenca 16

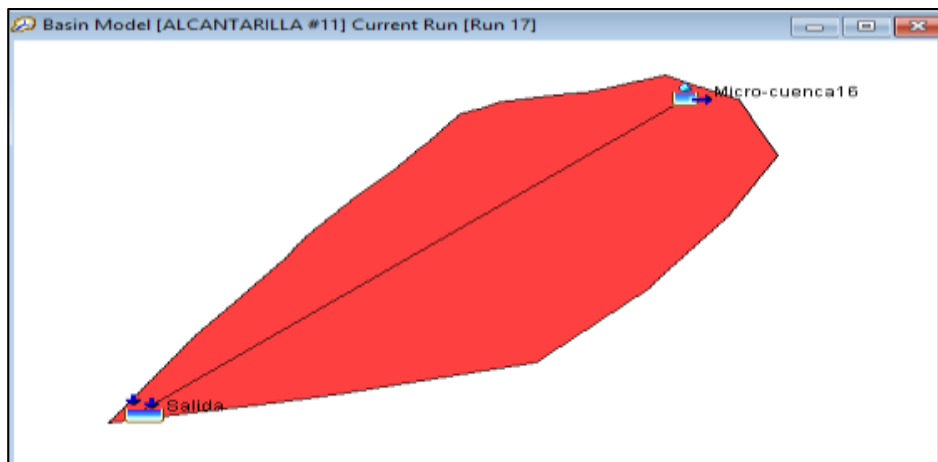


Figura N° 39 Modelo de Micro - Cuenca 17

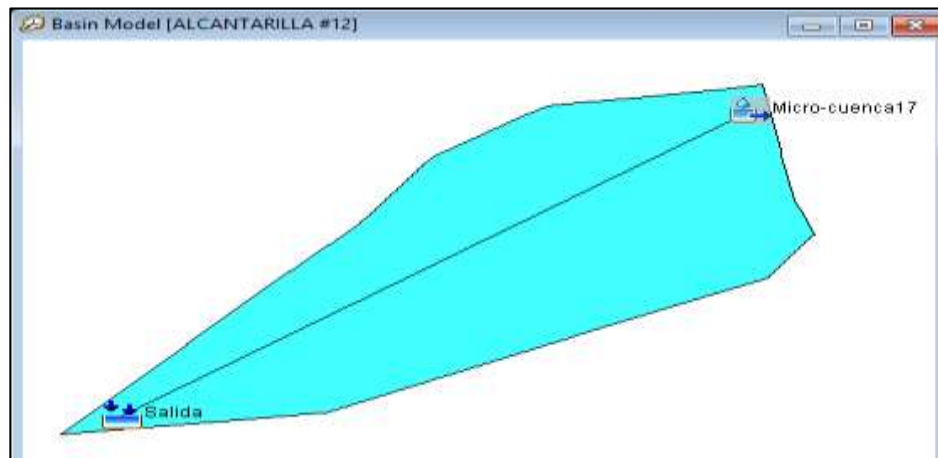
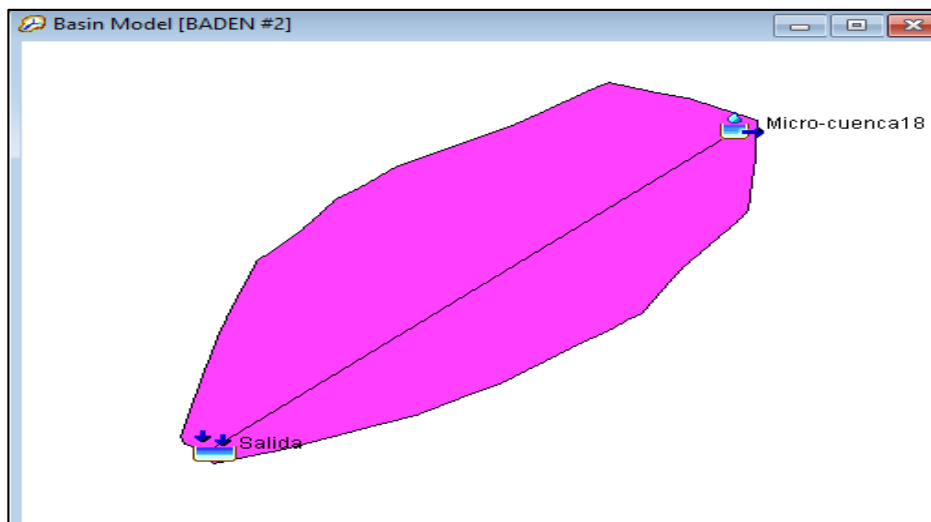


Figura N° 40 Modelo de Micro - Cuenca 18



Este coeficiente o porcentaje, que representa la cantidad de escurrimiento superficial que efectivamente se desplaza (el resto se pierde por filtración, evaporación y otros factores) se debe establecer en base a observaciones directas de campo, correlacionadas con los factores establecidos en tablas existentes mismas que varían de acuerdo a factores como: topografía del terreno (pendiente), tipo de suelo (permeable, semipermeable o impermeable) y cobertura vegetal (sin vegetación, cultivos, hierbas, bosques, pastos).

Se asume para el presente un valor de C ponderado de cual se le hace la corrección tipo B para poder determinar la precipitación efectiva.

Tabla N° 65 Determinación del número de Curva - N

GRUPO	VEL. INFIL. mm/h	TIPO DE SUELO
A	7.6 – 11.5	Estratos de arena profundos
B	3.8 – 7.6	Arena – limosa
C	1.3 – 3.8	Limos arcillosos, arenas limosas poco profundas
D	0.0 – 1.3	Suelos expansibles en condiciones de humedad, arcillas de alta plasticidad
COBERTURA		A B C D

Arenas irrigadas	65	75	85	90
Pastos	40	60	75	80
Cuencas forestadas	35	55	70	80
Cuencas desforestadas	45	65	80	85
Áreas pavimentadas	75	85	90	95

Fuente: Manual Para El Diseño De Caminos No Pavimentados De Bajo Volumen De Transito.

Con estos datos calculamos el número de curva

Tabla N° 66 Cálculo de la Curva – N

DESCRIPCIÓN	COBERTURA	GRUPO DE SUELO	CN	% IMPERMEABLE
CUENCA 01	Matorrales, bofedales, tierras de cultivo, pastizales	B	75.00	0.00
CUENCA 02	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	73.00	0.00
CUENCA 03	Matorrales, pajonal, tierras de cultivo, cespel de puna	C	78.00	0.00
CUENCA 04	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	73.00	0.00
CUENCA 05	Matorrales, bofedales, tierras de cultivo, pastizales	B	75.00	0.00
CUENCA 06	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	73.00	0.00
CUENCA 07	Matorrales, pajonal, tierras de cultivo, cespel de puna	C	78.00	0.00

CUENCA 08	Matorrales, pajonal, tierras de cultivo, cesp�ed de puna	B	75.00	0.00
CUENCA 09	Matorrales, bofedales, tierras de cultivo, pastizales	B	75.00	0.00
CUENCA 10	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	73.00	0.00
CUENCA 11	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	73.00	0.00
CUENCA 12	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	78.00	0.00
CUENCA 13	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	75.00	0.00
CUENCA 14	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	C	75.00	0.00
CUENCA 15	Matorrales, pajonal, tierras de cultivo, cesp�ed de puna	B	73.00	0.00
CUENCA 16	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	78.00	0.00
CUENCA 17	Matorrales, bosques, tierras de cultivo, herbazal	B	78.00	0.00
CUENCA 18	Matorrales, pajonal, tierras de cultivo, cesp�ed de puna	C	75.00	0.00

Fuente: propia

Con la ayuda de la siguiente tabla hayamos la abstracci on inicial de las cuencas.

Tabla N°67 Número de Curva para condiciones antecedentes de humedad promedio					
Descripción del uso de la tierra		Grupo hidrológico del suelo			
		A	B	C	D
Tierra cultivada	Sin tratamiento de conservación	72	81	88	91
	Con tratamiento de conservación	62	71	78	81
Pastizales	Condiciones pobres	68	79	86	89
	Condiciones óptimas	39	61	74	80
Vegas de ríos: Condiciones óptimas		30	58	71	78
Bosques	Troncos delgados, cubierta pobre sin hierbas	45	66	77	83
	Cubierta buena	25	55	70	77
Áreas abiertas, césped, parques en condiciones óptimas, cubiertas > 75%		39	61	74	80
Áreas abiertas, césped, parques en condiciones aceptables entre el 50% y 75%		49	69	79	84
Área comerciales (85% impermeable)		89	92	94	95
Área industriales (72% impermeable)		81	88	91	93
Residencial		Grupo hidrológico del suelo			
Tamaño promedio del lote	Porcentaje promedio impermeable	A	B	C	D
505.8 m ²	65%	77	85	90	92
1011.6 m ²	38%	61	75	83	87
1348.9 m ²	30%	57	72	81	86
2023.5 m ²	25%	54	70	80	85
4046.9 m ²	20%	51	68	79	84
Pavimentos, techos, accesos, etc.		98	98	98	98
Calles y carreteras	Pavimento con cunetas	98	98	98	98

	Grava	76	85	89	91
	Tierra	72	82	87	89

Calculamos la abstracción

Tabla N° 68 Cálculo de la Abstracción Inicial I_a (mm)

Para aplicar el modelo SCS o número de curva, se necesita conocer el tipo de uso actual de la tierra, la cobertura vegetal que tiene la cuenca y el tipo de suelo relacionado al grado de infiltración que posee. (Calculado a partir de los datos anteriores y según la tabla que se adjunta).

CALCULO DE LA ABSTRACCIÓN INICIAL			
DESCRIPCIÓN	CN	S	I_a
CUENCA 01	75.00	84.67	16.93
CUENCA 02	73.00	93.95	18.79
CUENCA 03	78.00	71.64	14.33
CUENCA 04	73.00	93.95	18.79
CUENCA 05	75.00	84.67	16.93
CUENCA 06	73.00	93.95	18.79
CUENCA 07	78.00	71.64	14.33
CUENCA 08	75.00	84.67	16.93
CUENCA 09	75.00	84.67	16.93
CUENCA 10	73.00	93.95	18.79
CUENCA 11	73.00	93.95	18.79

CUENCA 12	78.00	71.64	14.33
CUENCA 13	75.00	84.67	16.93
CUENCA 14	75.00	84.67	16.93
CUENCA 15	73.00	93.95	18.79
CUENCA 16	78.00	71.64	14.33
CUENCA 17	78.00	71.64	14.33
CUENCA 18	75.00	84.67	16.93

Dónde:
S: Abstracción potencial máxima
CN: Número de curva
la : Abstracción Inicial

Fuente: propia

Resultados del programa HEC – HMS 4.4

Los caudales obtenidos para cada cauce, se muestran en la tabla:

Tabla N° 69 Caudal hidrológico

N°	PROGR.	DESCRIPCION	AREA (Km2)	Tc (min)	T (años)	Q (m3/s)
1	0+040	Puente L=25.00m	10.94	27.70	500	30.5
2	0+410	Pontón L=10.00m	0.29	6.24	100	2.00
3	1+000	Alcantarilla N°01	0.03	2.74	25	0.30
4	1+030	Pontón L=10.00m	0.08	3.42	100	0.60
5	1+100	Alcantarilla N°02	0.05	2.61	25	0.40
6	1+190	Alcantarilla N°03	0.05	2.08	25	0.40
7	2+130	Alcantarilla N°04	0.07	2.77	25	0.50
8	2+375	Alcantarilla N°05	0.05	2.26	25	0.40
9	3+377	Badén N°01	0.27	2.65	25	2.00
10	3+680	Alcantarilla N°06	0.06	2.25	25	0.40
11	3+790	Alcantarilla N°07	0.08	2.98	25	0.60
12	4+220	Alcantarilla N°08	0.04	1.49	25	0.30

13	4+920	Alcantarilla N°09	0.04	1.54	25	0.30
14	5+000	Puente L=20.00m	0.49	5.17	500	3.50
15	5+130	Alcantarilla N°10	0.04	2.40	25	0.30
16	5+160	Alcantarilla N°11	0.07	2.06	25	0.50
17	5+445	Alcantarilla N°12	0.08	2.29	25	0.60
18	5+548	Badén N°02	0.23	3.99	25	1.70

Fuente: Propio

3.5.3.4. Diseño hidráulico de estructuras de drenaje

Las estructuras de drenaje se diseñarán por medio de los caudales obtenidos del estudio hidrológico del proyecto.

Estas estructuras se diseñarán de acuerdo a lo indicado en el “Manual de Hidrología y drenaje” del Ministerio de transporte y telecomunicaciones MTC

3.5.3.5. Diseño hidráulico de cunetas

Para la construcción de cunetas longitudinales, en caso de requerirlas, las mismas deben transportar un caudal máximo que no desborde sobre la vía, en una longitud máxima que depende directamente de su capacidad hidráulica y sección aportante. Para el cálculo de la longitud de descarga se deben aplicar las fórmulas descritas anteriormente en el presente capítulo.

Las secciones mínimas de los conductos para evacuar los caudales de diseño, pueden ser obtenidas en base a la fórmula de Manning que es la siguiente:

$$V = \frac{1}{n} R^{2/3} J^{1/2}$$

Dónde:

V = Velocidad (m/s)

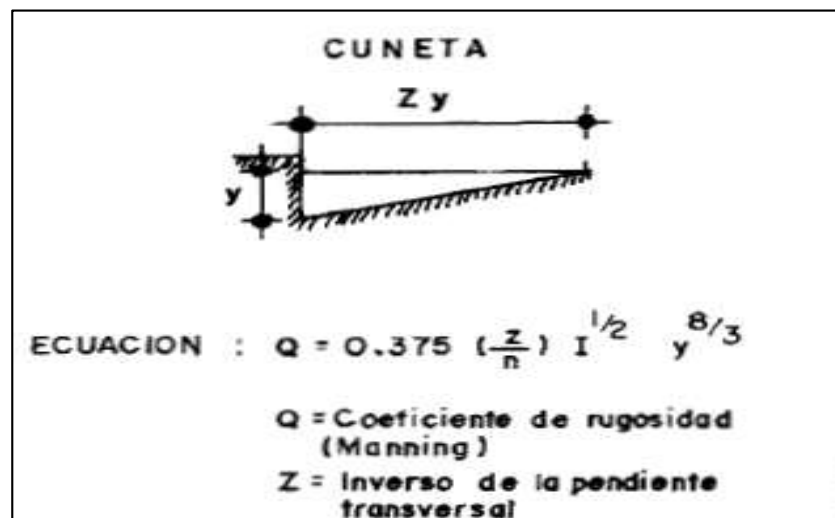
N = Coeficiente de rugosidad del material (para el caso de hormigón = 0,012)

R = Radio hidráulico = $\frac{A}{P}$ = $\frac{\text{Área mojada}}{\text{Perímetro mojado}}$

J = Pendiente de la alcantarilla

Realizado los cálculos determinamos y adoptamos la sección de 1,00 x 1,20 metros, los cuales serán colocados cada 500 metros y en los lugares en donde la topografía del terreno así lo requiere.

Figura N° 41 Pendiente de cuneta

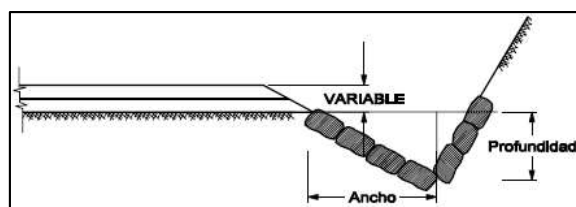


Fuente: MTC

Las cunetas longitudinales en caso de ser consideradas deben descargar en la alcantarilla luego de recorrer la longitud máxima calculada.

Debido a que la zona del proyecto está conformada por zonas de cultivo existen en la parte alta canales de conducción de Agua de riego, el cual sirven de interceptores de las aguas pluviales, por lo que en los sectores de estudio se han considerado las áreas de drenaje a entre los 50 y 70 metros de altura los cuales tendría influencia hidrológica sobre la carretera. Se ha determinado para la cuenca del sector 1 un caudal de 10 litros/seg, en cual por ser un terreno altamente inestable se recomienda la construcción de una cuneta con las siguientes características geométricas.

Figura N° 42 Detalle de cuneta



Fuente: MTC

Caudal de diseño para cunetas longitudinales

Caudal de diseño de la cuneta

El caudal máximo de la Cuneta Qc se determina utilizando el método racional

$$Q_c = CIA/3.6$$

Dónde:

Qc: Caudal de diseño (m³/seg)

C: Coeficiente de escorrentía

I: Intensidad de lluvia (mm/h)

A: Area de la cuenca en (Km²)

Aplicamos la intensidad de la lluvia en base al método del SoilConservationService

$$I = \frac{0.451733}{T_c^{0.4998}} \cdot P$$

Además el tiempo de concentración según Hathaway (uso en carreteras)

$$T_c = \frac{0.806 \cdot (L \cdot n)^{0.467}}{s^{0.234}}$$

Dónde:

Tc: Tiempo de concentración (h)

L: longitud del tramo por drenar

n: Factor de rugosidad (Adimensional)

S: Pendiente (m/m)

Por ejemplo:

L=0.30 km

n= 0.60

S= 0.02

P=53.63mm (Tr = 25 años) Precipitación máxima según estudio hidrológico

Por Hataway tenemos que:

$$T_c = 0.14 \text{ hr.}$$

Utilizando el método SCS tenemos:

$$I = 64.72 \text{ mm/h}$$

Utilizando el método racional en un área de:
Ancho(Km)

$$A = \text{Longitud(Km)} \times$$

Asumiendo 150 m de área de influencia sobre el talud (Intercuencas), se tiene:

$$A = 0.30 \times 0.15 = 0.045 \text{ km}^2$$

Por lo tanto el caudal máximo será de

$$Q_c = (0.4 \times 64.72 \times 0.045) / 3.6 = 0.32 \text{ m}^3/\text{seg}$$

Capacidad de descarga de la cuneta triangular

La capacidad hidráulica de la cuneta se determinó utilizando la fórmula de Manning

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

Dónde:

Q_o: Capacidad de descarga (m³/s)

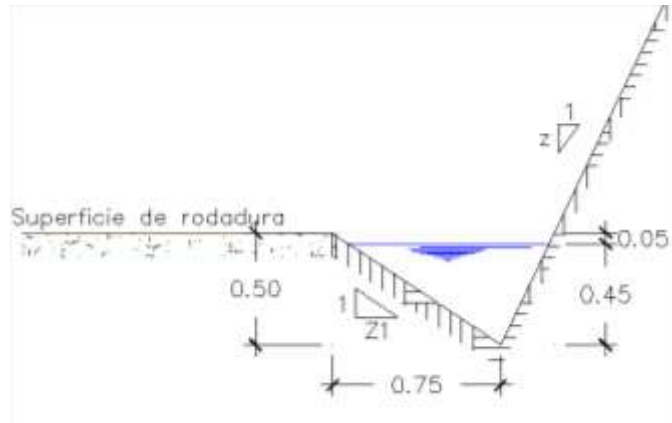
A: Sección mojada (m²)

R: Radio hidráulico (m)

S: Pendiente (m/m)

n: Coeficiente de rugosidad

Analizaremos la siguiente sección de cuneta triangular considerando borde libre de 0.05m. tenemos A = 0.187 m, P(mojado) = 1.36 m, radio hidráulico R = 0.137 y coeficiente de rugosidad n = 0.025.



Fuente: Propia

Utilizando la fórmula de Manning obtenemos la capacidad de descarga **Qd**
= **0.315** m³/seg y velocidad de 1.684 m/s.

DATOS GEOMETRICOS	
b1	0.75
b2	0.25
h	0.5

PARAMETROS HIDRAULICOS	
Altura(m)	0.455
Base(m)	0.955
Bordo libre	0.050
P mojado(m)	1.360
A(m ²)	0.187
R(m)	0.137
S(m/m)	0.025
n	0.025
Q(m ³ /s)	0.315
V(m/s)	1.684

Así que obtenemos que: $Q_d > Q_c$

La pendiente mínima que debe de tener la cuneta es de 0.7%, para poder evacuar el caudal de diseño, sin embargo; por razones de auto limpieza se recomienda una pendiente de 2.5%, con lo cual se logra un caudal de descarga ($Q_d = 0.315 \text{ m}^3/\text{s}$) y una velocidad de descarga ($V_d = 1.684 \text{ m/s}$), para su determinación se aplicó la ecuación de Manning.

Diseño de cunetas longitudinales

Tabla N° 70 Diseño del caudal para cunetas

PROGRESIVA		LONGT. (m)	PEND.	FACTOR RUGOS.	TIEMPO DE CONCEN T.	INT. DISEÑO	AREA	C	CAUDAL CUNETAS	VERIF.
INICIO	FINAL									
0+000	0+020	20	0.171	0.6	0.11613	21.33	0.006	0.45	0.016	Qc<Qd
0+020	0+103	83	0.0419	0.6	0.31363	21.33	0.025	0.50	0.074	Qc<Qd
0+103	0+380	277	0.1271	0.6	0.42472	21.33	0.055	0.50	0.163	Qc<Qd
0+380	0+660	280	0.1412	0.6	0.41653	21.33	0.042	0.50	0.124	Qc<Qd
0+660	0+980	320	0.0983	0.6	0.48247	21.33	0.042	0.45	0.112	Qc<Qd
0+980	1+080	100	0.0343	0.6	0.3586	21.33	0.03	0.45	0.080	Qc<Qd
1+080	1+340	260	0.0112	0.6	0.72873	21.33	0.039	0.35	0.081	Qc<Qd
1+340	1+440	300	0.0307	0.6	0.36803	21.33	0.03	0.35	0.062	Qc<Qd
1+440	1+670	230	0.0298	0.6	0.54669	21.33	0.046	0.35	0.095	Qc<Qd
1+670	1+970	300	0.1042	0.6	0.46185	21.33	0.03	0.50	0.089	Qc<Qd
1+970	2+184	214	0.0895	0.6	0.4087	21.33	0.032	0.50	0.095	Qc<Qd
2+184	2+340	156	0.1663	0.6	0.30503	21.33	0.031	0.45	0.083	Qc<Qd
2+340	3+040	690	0.0906	0.6	0.70413	21.33	0.207	0.45	0.552	Qc<Qd
3+040	3+300	260	0.1042	0.6	0.43197	21.33	0.039	0.35	0.081	Qc<Qd
3+300	3+773	473	0.0656	0.6	0.63656	21.33	0.047	0.35	0.097	Qc<Qd
3+773	4+020	247	0.0494	0.6	0.50228	21.33	0.037	0.40	0.088	Qc<Qd
4+020	4+540	520	0.0327	0.6	0.78329	21.33	0.156	0.40	0.370	Qc<Qd
4+540	4+760	220	0.0438	0.6	0.48948	21.33	0.033	0.50	0.098	Qc<Qd
4+760	4+850	90	0.0207	0.6	0.38435	21.33	0.027	0.50	0.080	Qc<Qd
4+850	5+025	175	0.0029	0.6	0.83307	21.33	0.035	0.45	0.093	Qc<Qd
5+025	5+120	95	0.0258	0.6	0.37427	21.33	0.014	0.50	0.041	Qc<Qd
5+120	5+250	130	0.0042	0.6	0.66145	21.33	0.02	0.45	0.053	Qc<Qd
5+250	5+300	50	0.0548	0.6	0.23249	21.33	0.015	0.45	0.040	Qc<Qd
5+300	5+500	200	0.0283	0.6	0.51869	21.33	0.06	0.45	0.160	Qc<Qd
5+500	5+685	185	0.0834	0.6	0.38828	21.33	0.056	0.45	0.149	Qc<Qd
5+685	5+780	95	0.0504	0.6	0.31993	21.33	0.014	0.50	0.041	Qc<Qd

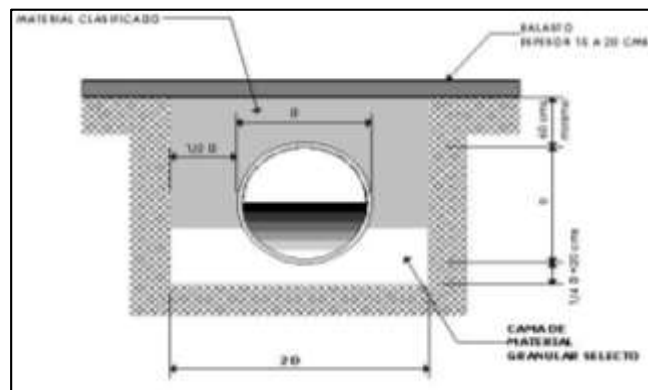
Fuente: propia

3.5.3.6. Diseño hidráulico de alcantarillas

Estas estructuras permiten resolver el flujo superficial que en forma esporádica atraviesa la faja del camino, caudal que es acumulado por las áreas de aportación. El diseño procurará tomar en consideración los siguientes criterios:

- No alterar en lo posible los patrones de drenaje natural.

- Evitar cambios de pendiente que ocasionen variaciones de velocidad con provocación del fenómeno de erosión u opuestamente sedimentación.
- Impedir la erosión a la salida de las alcantarillas.
- Procurar que las velocidades impidan el depósito de sedimentos.
- Las obras de drenaje menor o alcantarillas se han clasificado de acuerdo a las funciones que desempeñan en:
 - Alcantarillas de drenaje de aguas de quebradas y hondonadas, y su dimensionamiento estará condicionado a los caudales calculados utilizando las fórmulas descritas anteriormente.
 - Alcantarillas de drenaje del agua proveniente de cunetas laterales, de la calzada y taludes, casos en los cuales los reducidos caudales permiten adoptar secciones mínimas por exigencias de mantenimiento. Estas dimensiones corresponden a un diámetro de 1.22 metros en el caso de alcantarillas metálicas y sección de 1.00 x 1.20 metros en el caso de alcantarillas de hormigón armado.



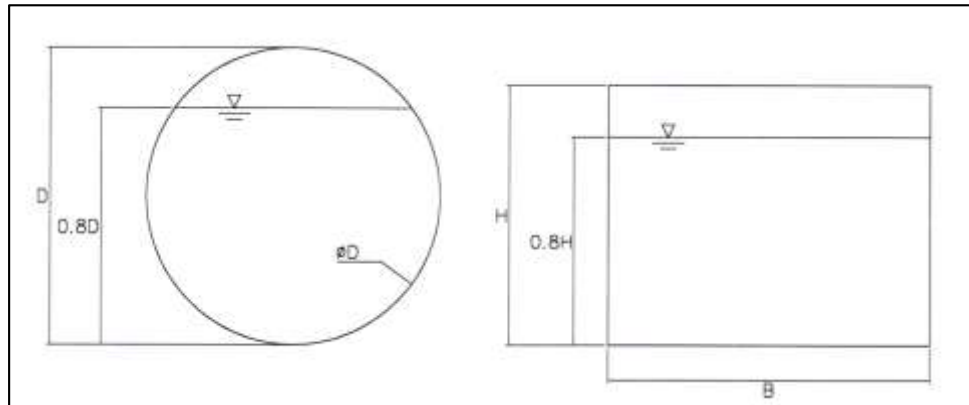
Fuente: MTC

El caudal máximo Q_M de cada estructura existente calculado en el capítulo de hidrología será compatibilizado con la capacidad de descarga Q_D , calculada mediante la fórmula de Manning, a fin de comparar dichas magnitudes debiendo cumplirse que la capacidad de descarga sea mayor que el caudal hidrológico:

$$Q_M > Q_D$$

Sin embargo, también se considera el efecto de arrastre de material fino y grueso. El caudal de descarga Q_M se ha calculado considerando los siguientes criterios:

- La alcantarilla trabajara al 80% de su capacidad.
- Las alcantarillas TMC tendrán una pendiente mínima de 2.0% para evitar la sedimentación.
- El coeficiente de rugosidad es igual a 0.024 para alcantarillas TMC.



Tirante Hidráulico hasta el 80% de su capacidad.

Caudal de diseño para alcantarillas

El caudal de diseño fue obtenido mediante el Método Racional en la tabla siguiente se presentan los resultados obtenidos ($T_r = 25$ años).

Alcantarilla tmc 36"

En la figura se muestra la figura de la alcantarilla TMC 36", la cual se ubicará en los distintos tramos de la carretera, considerando que trabajara al 80% de su capacidad hidráulica, se tiene $D=0.9$ m, tirante hidráulico máximo $Y=0.72$ m, pendiente $S=2\%$ y coeficiente de rugosidad $n=0.024$

Figura N°43 detalle de alcantarilla TMC

Cálculo del caudal, sección circular

Lugar: CATARATA-INKAPATA Proyecto: CANAL CATARATA-INKAPATA
 Tramo: KM 0+000 - KM 6+000 Revestimiento: TMC

Datos:

Tirante (y): 0.72 m
 Diámetro (d): 0.9 m
 Rugosidad (n): 0.025
 Pendiente (S): 0.024 m/m

Resultados:

Caudal (Q): 1.4255 m³/s Velocidad (v): 2.6127 m/s
 Área hidráulica (A): 0.5456 m² Perímetro mojado (p): 1.9929 m
 Radio hidráulico (R): 0.2738 m Espejo de agua (T): 0.7200 m
 Número de Froude (F): 0.9583 Energía específica (E): 1.0679 m-Kg/Kg
 Tipo de flujo: Subcrítico

Calcular Limpiar Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Ingresar el nombre del tramo del canal 11:54 a.m. 22/07/2020

Fuente: Propio

Realizando los cálculos de la sección hidráulica de la TMC 36", obtenemos que esta tubería posee un caudal de descarga de 1.43 m³/s. trabajando en las condiciones mencionadas anteriormente.

ALCANTARILLA TMC 48"

En la figura se muestra la figura de la alcantarilla TMC 48", la cual se ubicará en los distintos tramos de la carretera, considerando que trabajara al 80% de su capacidad hidráulica, se tiene $D=1.2$ m, tirante hidráulico máximo $Y=0.96$ m, pendiente $S=2\%$ y coeficiente de rugosidad $n=0.024$

Figura N°44 detalle de alcantarilla TMC

Cálculo del caudal, sección circular

Lugar: **CATARATA-INKAPATA** Proyecto: **INAL CATARATA-INKAPATA**
 Tramo: **KM 0+000 - KM 6+000** Revestimiento: **TMC**

Datos:

Tirante (y): **0.96** m
 Diámetro (d): **1.2** m
 Rugosidad (n): **0.025**
 Pendiente (S): **0.024** m/m



Resultados:

Caudal (Q): **3.0700** m³/s Velocidad (v): **3.1651** m/s
 Área hidráulica (A): **0.9699** m² Perímetro mojado (p): **2.6572** m
 Radio hidráulico (R): **0.3650** m Espejo de agua (T): **0.9600** m
 Número de Froude (F): **1.0053** Energía específica (E): **1.4706** m-Kg/Kg
 Tipo de flujo: **Supercrítico**

Calculador Limpia Pantalla Imprimir Menú Principal Calculadora

Realiza la impresión de la pantalla 11:56 a.m. 22/07/2020

Fuente: Propio

Realizando los cálculos de la sección hidráulica de la TMC 48", obtenemos que esta tubería posee un caudal de descarga de 3.07 m³/s. trabajando en las condiciones mencionadas anteriormente.

Diseño de alcantarillas de cruce

Tabla N° 71 Diseño de Alcantarillas Tubo Metálico Corrugado (D=48")

PROGR.	FACTOR RUGOS.	INT. DISEÑO	AREA	CAUDAL DISEÑO	CAUDAL ALCANT	VERIF.
1+000	0.024	21.33	0.03	0.30	3.07	Qc<Qd
1+100	0.024	21.33	0.05	0.40	3.07	Qc<Qd
1+190	0.024	21.33	0.05	0.40	3.07	Qc<Qd
2+130	0.024	21.33	0.07	0.50	3.07	Qc<Qd
2+375	0.024	21.33	0.05	0.40	3.07	Qc<Qd
3+680	0.024	21.33	0.06	0.40	3.07	Qc<Qd
3+790	0.024	21.33	0.08	0.60	3.07	Qc<Qd
4+220	0.024	21.33	0.04	0.30	3.07	Qc<Qd
4+920	0.024	21.33	0.04	0.30	3.07	Qc<Qd

5+130	0.024	21.33	0.04	0.30	3.07	Qc<Qd
5+160	0.024	21.33	0.07	0.50	3.07	Qc<Qd
5+445	0.024	21.33	0.08	0.60	3.07	Qc<Qd

Fuente: propia

Diseño de alcantarillas de alivio

Tabla N° 72 Diseño de Alcantarillas Tubo Metálico Corrugado (D=36")

Nº	DESCRIPCIÓN	L(m)	Ancho (m)	Área (Ha)	C	Intencidad Max. (mm/hr)	Gasto (m³/s)	Capac. Alc. (m³/s)
01	0+120	83	150	1.245	0.6	60.93	0.126	1.43
02	1+290	237	160	3.792	0.6	60.93	0.385	1.43
03	1+400	100	150	1.5	0.6	60.93	0.152	1.43
04	1+635	230	170	3.91	0.6	60.93	0.397	1.43
05	1+880	250	170	4.25	0.6	60.93	0.432	1.43
06	2+545	214	160	3.424	0.6	60.93	0.348	1.43
07	3+240	260	150	3.9	0.6	60.93	0.396	1.43
08	3+990	280	150	4.2	0.6	60.93	0.427	1.43
09	4+420	290	120	3.48	0.6	60.93	0.353	1.43
10	4+640	220	140	3.08	0.6	60.93	0.313	1.43
11	4+730	90	170	1.53	0.6	60.93	0.155	1.43
12	5+350	200	160	3.2	0.6	60.93	0.325	1.43
13	5+650	270	150	4.05	0.6	60.93	0.411	1.43

Fuente: propia

Cuadro resumen de alcantarillas:

Tabla N° 73 Resumen de todas las alcantarillas

Nº	Ubicación (km)	Longitud (mt)	Diámetro (Pulg)	Tipo	Descripción
1	0+120	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio
2	1+000	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
3	1+100	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
4	1+190	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
5	1+290	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio

6	1+400	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio
7	1+635	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio
8	1+880	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio
9	2+130	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
10	2+375	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
11	2+545	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio
12	3+240	6.00	36"	I	Alcantarilla de alivio
13	3+680	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
14	3+790	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
15	3+990	6.00	36"	I	Alcantarilla de Alivio
16	4+220	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
17	4+420	6.00	36"	I	Alcantarilla de Alivio
18	4+640	6.00	36"	I	Alcantarilla de Alivio
19	4+730	6.00	36"	I	Alcantarilla de Alivio
20	4+920	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
21	5+130	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
22	5+160	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
23	5+350	6.00	36"	I	Alcantarilla de Alivio
24	5+445	6.00	48"	I	Alcantarilla de cruce
25	5+650	6.00	36"	I	Alcantarilla de Alivio

3.5.3.7. Diseño hidráulico de badenes

A lo largo de la carretera se tienen escurrimientos naturales quebrados y cárcavas producto de la erosión del talud superior, que han formado en su recorrido cursos de agua tipo badén, discurriendo sobre la plataforma y erosionando la misma. Durante los periodos de lluvia estas se activan arrastrando consigo material propio de la zona (botonería mediana de diámetro de 2" a 6", material de escombros y erosión de laderas), interrumpiendo el paso de vehículos. El caudal de descarga Q_d será calculado considerando lo siguiente:

- El análisis de la sección del badén se hace como el de un canal de sección circular.
- El badén trabajara a su capacidad mínima de 10% del tirante hidráulico.

Tabla N° 75 Tipos de Badenes

BADEN	CAPACIDAD DE DESCARGA (m ³ /seg)
TIPO I	2.00
TIPO I	1.70

Fuente: Propio

Tabla N° 76 Dimensiones geométricas

Badén	Longitud eje (m)	Ancho (m)
Tipo I	7.00	6.20
Tipo I	7.00	6.20

Fuente: Propio

Con estos datos obtenemos los distintos tipos de badenes para la carretera, en la mencionamos el tipo del badén a ser utilizado con su respectiva progresiva, el tipo de material y la capacidad de descarga de agua para un periodo de retorno de 25, y como se puede apreciar en la tabla vemos que la capacidad de descarga de estos badenes está por debajo de la capacidad máxima por lo cual cumple con el diseño.

Tabla N° 77 Ubicación de Badenes

PROG R.	BADE N	UBICACIÓ N	MATERIAL	Tr (años)	ARE A	CAUDA L	VERIFICACIO N
3+377	1	Quebrada	Concreto Simple	25	0.27	2.00	Qd<Qmax
5+548	1	Quebrada	Concreto Simple	25	0.23	1.70	Qd<Qmax

Fuente: Propio

3.5.4. Cálculo de socavación en puentes y pontones

3.5.4.1. Socavación

La socavación que se produce en un río no puede ser calculada con exactitud, solo estimada, muchos factores intervienen en la ocurrencia de este fenómeno, tales como:

- El caudal.
- Tamaño y conformación del material del cauce.
- Cantidad de transporte de sólidos.

Las ecuaciones que se presentan a continuación son una guía para estimar la geometría hidráulica del cauce de un río. Las mismas están en función del material del cauce.

3.5.4.2. Socavación general del cauce:

Es aquella que se produce a todo lo ancho del cauce cuando ocurre una crecida debido al efecto hidráulico de un estrechamiento de la sección; la degradación del fondo de cauce se detiene cuando se alcanzan nuevas condiciones de equilibrio por disminución de la velocidad, a causa del aumento de la sección transversal debido al proceso de erosión.

Para la determinación de la socavación general se empleara el criterio de Lischtván - Levediev:

Velocidad erosiva que es la velocidad media que se requiere para degradar el fondo está dado por las siguientes expresiones:

$$V_e = 0.60 \text{ gd}^{1.18} \text{ b Hsx} \quad ; \text{ m/seg} \quad \text{suelos cohesivos}$$

$$V_c = 0.68 \text{ b dm}^{0.28} \text{ Hsx} \quad ; \text{ m/seg} \quad \text{suelos no cohesivos}$$

En donde:

V_e = velocidad media suficiente para degradar el cauce en m/seg.

gd = peso volumétrico del material seco que se encuentra a una profundidad H_s , medida desde la superficie del agua (Ton/m³)

b = coeficiente que depende de la frecuencia con que se repite la avenida que se estudia..

x = es un exponente variable que está en función del peso volumétrico g_s del material seco (Ton/m³)

H_s = tirante considerado, a cuya profundidad se desea conocer que valor de V_e se requiere para arrastrar y levantar al material (m)

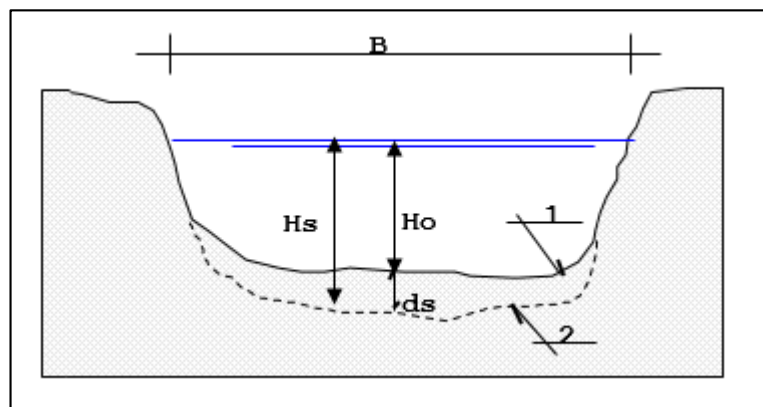
d_m = es el diámetro medio (en mm) de los granos del fondo obtenido según la expresión.

$$d_m = 0.01 S d_i p_i$$

En el cual:

d_i = diámetro medio, en mm, de una fracción en la curva granulométrica de la muestra total que se analiza.

p_i = peso de esa misma porción, comparada respecto al peso total de la muestra. Las fracciones escogidas no deben ser iguales entre si.



(1) - Perfil antes de la erosión.

(2) - Perfil después de la erosión

Cálculo de la profundidad de la socavación en suelos homogéneos:

Suelos cohesivos:

$$H_s = \left(\frac{a \times H_0^{5/3}}{0.60 \times b \times g_d^{1.18}} \right)^{1/(1+x)}$$

Suelos no cohesivos:

$$H_s = \left(\frac{a \times H_0^{5/3}}{0.60 \times b \times d_m^{0.28}} \right)^{1/(1+x)}$$

Donde:

$$a = Q_d / H_m^{5/3} \times B_e \times m$$

Q_d = caudal de diseño (m³/seg).

B_e = ancho efectivo de la superficie del líquido en la sección transversal.

m = coeficiente de contracción. Ver Cuadro N°33.

H_m = profundidad media de la sección = Área/ B_e

x = exponente variable que depende del diámetro del material y se encuentra en el Cuadro N°34.

d_m = diámetro medio (mm).

Tabla N° 78 Coeficiente de contracción “m”

Velocidad media en la sección, en m / seg	Longitud libre entre dos estribos												
	10	13	16	18	21	25	30	42	52	63	106	124	200
Menor de 1	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.00	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00	1.00
1.50	0.94	0.96	0.97	0.97	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00	1.00	1.00
2.00	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	0.99	1.00
2.50	0.90	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99	1.00
3.00	0.89	0.91	0.93	0.94	0.95	0.96	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
3.50	0.87	0.90	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.98	0.99	0.99	0.99
4.00 o mayor	0.85	0.89	0.91	0.92	0.93	0.94	0.95	0.96	0.97	0.98	0.99	0.99	0.99

Tabla N° 79 Valores de X para Suelos cohesivos y no cohesivos

P. ESPECIFICO gd (Tn/m ³)	x
0.80	0.52
0.83	0.51
0.86	0.50
0.88	0.49

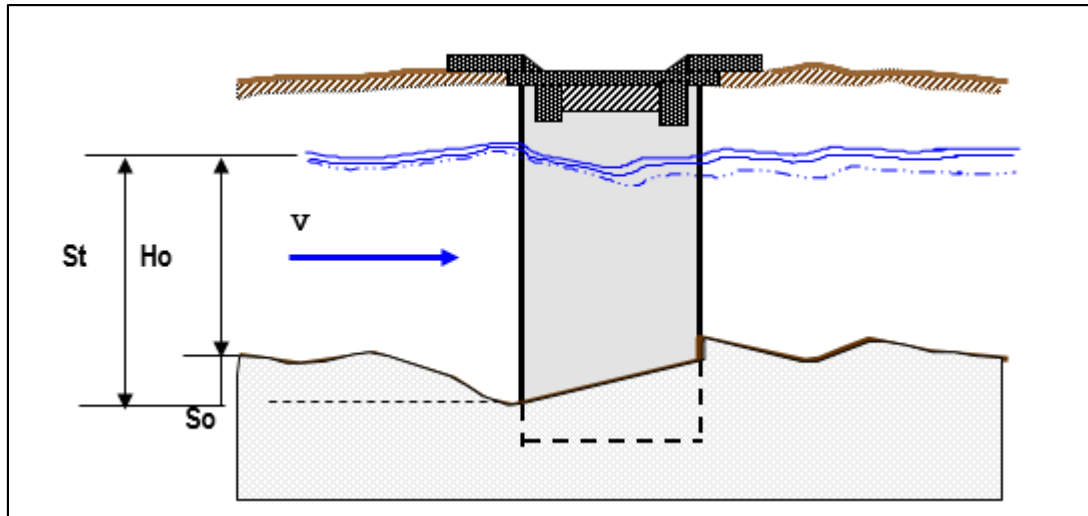
dm (mm)	x
0.05	0.43
0.15	0.42
0.50	0.41
1.00	0.40

0.90	0.48	1.50	0.39
0.93	0.47	2.50	0.38
0.96	0.46	4.00	0.37
0.98	0.45	6.00	0.36
1.00	0.44	8.00	0.35
1.04	0.43	10.00	0.34
1.08	0.42	15.00	0.33
1.12	0.41	20.00	0.32
1.16	0.40	25.00	0.31
1.20	0.39	40.00	0.30
1.24	0.38	60.00	0.29
1.28	0.37	90.00	0.28
1.34	0.36	140.00	0.27
1.40	0.35	190.00	0.26
1.46	0.34	250.00	0.25
1.52	0.33	310.00	0.24
1.58	0.32	370.00	0.23
1.64	0.31	450.00	0.22
1.71	0.30	570.00	0.21
1.80	0.29	750.00	0.20
1.89	0.28	1000.00	0.19
2.00	0.27		

Tabla N° 80 Valores del coeficiente b

Periodo de retorno del gasto de diseño (años)	Coeficiente b
2	0.82
5	0.86
10	0.90
20	0.94
50	0.97
100	1.00
500	1.05

Figura N°46 Socavación al pie de los estribos:



El método que será expuesto se debe a K. F. Artamonov y permite estimar no solo la profundidad de socavación al pie de estribos, sino además al pie de espigones. Esta erosión depende del gasto que teóricamente es interceptado por el espigón, relacionando con el gasto total que escurre por el río, del talud que tienen los lados del estribo y del ángulo que el eje longitudinal de la obra forma con la corriente. El tirante incrementado al pie de un estribo medido desde la superficie libre de la corriente, está dada por:

$$St = Pa Pq PR Ho$$

P_a = coeficiente que depende del ángulo α que forma el eje del puente con la corriente, como se indica en la figura.

P_q = coeficiente que depende de la relación Q_1/Q , en que Q_1 es el gasto que teóricamente pasaría por el lugar ocupado por el estribo si éste no existiera y Q , es el gasto total que escurre por el río. El valor de P_q .

P_R = coeficiente que depende del talud que tienen los lados del estribo.

H_o = tirante que se tiene en la zona cercana al estribo antes de la erosión.

Figura N°47 idealizacion del curso del rio con relacion a los efectos de los estribos

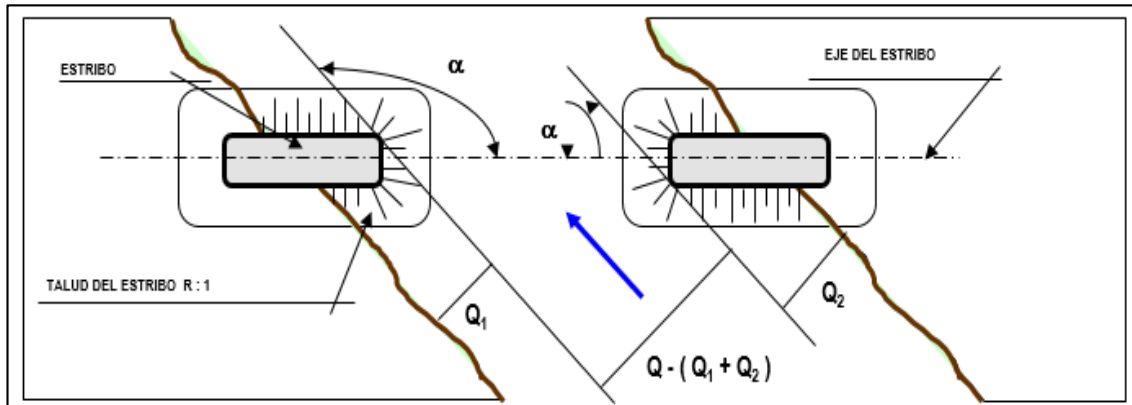


Tabla N° 81 Valores del coeficiente correctivo P_a en función de a

a	30°	60°	90°	120°	150°
P_a	0.84	0.94	1.00	1.07	1.19

Tabla N° 82 Valores del coeficiente correctivo P_q en función Q_1/Q

Q_1/Q	0.10	0.20	0.30	0.40	0.50	0.60	0.70
P_q	2.00	2.65	3.22	3.45	3.67	3.87	4.06

Tabla N° 38. Valores del coeficiente correctivo P_R

TALUD R	0	0.50	1.00	1.50	2.00
P_R	1.00	0.91	0.85	0.83	0.61

Puente prog. KM 0+040

Cálculo de las socavaciones

Calculo de socavación generalizada

metodo de lischvan levediev

$$y_s = \left(\frac{\alpha y_0^{5/3}}{0.68 \beta d_m^{0.28}} \right)^{\frac{1}{1+x}} \quad \alpha = \frac{Q_d}{y_m^{5/3} B_e U}$$

V (m/s) =	6.22
U =	0.91

Tr = 100 años	
β	1

d_m (mm) =	176
--------------	-----

x =	0.268
-----	-------

Tr (años)	ESTRIB.	Q_d	A	B_e	y_m	α	y_0	β	y_s	Socav.
z	Izquierdo	96.45	15.506	16.99	0.913	7.264	1.45	1.000	3.368	1.918

d_m (mm) =	162
--------------	-----

x =	0.271
-----	-------

Tr (años)	ESTRIB.	Q_d	A	B_e	y_m	α	y_0	β	y_s	Socav.
100	Derecho	96.45	15.506	16.99	0.913	7.264	1.45	1.000	3.423	1.973

Punto	COTA (Z)	Q_d	A	B_e	y_m	α	y_0	β	y_s	Socav.
1	1.45	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.000	1.000	0.000	0.000
2	1.12	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.330	1.000	0.447	0.117
3	0.54	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.910	1.000	1.695	0.785
4	0.34	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.110	1.000	2.201	1.091
5	0.15	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.300	1.000	2.709	1.409
6	0	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.450	1.000	3.127	1.677
7	0.1	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.350	1.000	2.847	1.497
8	0.12	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.330	1.000	2.791	1.461
9	0.28	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.170	1.000	2.359	1.189
10	0.32	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.130	1.000	2.253	1.123
11	0.4	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.050	1.000	2.046	0.996

12	0.32	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	1.130	1.000	2.253	1.123
13	0.55	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.900	1.000	1.671	0.771
14	0.74	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.710	1.000	1.223	0.513
15	1.05	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.400	1.000	0.576	0.176
16	1.45	96.45	15.506	16.99	0.913	6.611	0.000	1.000	0.000	0.000

ΔY
máximo **1.68**

calculo de la socavación por contracción (yc)

metodo de la laursen

$$y_c = \left[\frac{Q_{\text{diseño}}^2}{40 d_m^{2/3} W^2} \right]^{3/4} - y_1$$

Donde:

Q : Caudal a través de la contracción

dm : Diámetro medio del material (1.25xDm) en la sección contraída,
(m)

W : Ancho del canal en el fondo de la contracción, (m)

y1 : profundidad del agua existente en la sección antes de la
erosión (m)

Q	W	dm	y1	yc'	yc
(m ³ /s)	(m)	(mm)	(m)	(m)	(m)
96.45	17	220	0.45	0.954	0.954

socavación local en estribos

METODO DE FROEHLICH (HEC RAS)

$$y_s = 2.27 k_1 k_2 (L')^{0.43} y_a^{0.57} Fr^{0.61} + y_a$$

Donde:

y_s : Profundidad de erosión local en estribo.

y_a : Profundidad de flujo al pie del estribo en la llanura de inundación

en la sección de la aproximación.

K_1 : Factor de corrección para la forma del estribo (tablas)

K_2 : Factor de corrección para el ángulo de ataque (θ)

L' : Longitud del estribo de acceso proyectado normalmente al flujo (m)

Fr : Número de Froude aguas arriba del estribo

Tabla N°83 socavación en el estribo izquierdo

L'	K_1	$\theta =$	K_2	y_a	#F	y_s
(m)	(Tipo C)	(Grados)		(m)		(m)
0.08	0.82	90.00	1.00	0.40	3.14	1.15

Tabla N°84 socavacion en el estribo derecho

L'	K_1	$\theta =$	K_2	y_a	#F	y_s
(m)	(Tipo C)	(Grados)		(m)		(m)
0.13	0.82	90.00	1.00	0.45	2.96	1.40

Tabla N°85 socavacion total (m)

ESTRIBO	Yg	Yc	Ys	Ytotal(m)
IZQUIERDO	0.96	0.95	1.15	3.06
DERECHO	0.99	0.95	1.40	3.34

Consideramos altura de socavación total para el puente de la prog. Km 0+040 de **3.06 m.** para el **estribo del lado izquierdo** y de **3.34m** para el **estribo de lado derecho.**

La altura del puente se consideró en función a parámetros como:

La socavación total que se tendrá en este puente será de más de 3 metros en cada uno de sus estribos usando el dato más agresivo de los resultados obtenidos por socavación general, por contracción y local.

La rasante de la carretera tomara al puente en una cota cercana a los 859 m.n.s.m es decir a 6 metros por encima del talweg del rio catarata.

Las avenidas máximas del rio catarata no sobrepasaran el nivel actual del puente dado el área transversal inferior del puente amplio que permite evacuar caudales superiores a los 30m³/s que es el caudal máximo para un periodo de retorno de 150 años.

Finalmente teniendo en cuenta todos estos datos se diseñó un puente con un estribo de 10 metros de altura que pudiese soportar una socavación de más de 3 metros en sus estribos y que evacue por la sección inferior del puente un caudal superior al caudal máximo del rio que es de 30 m³/s y por último esta dimensión del puente tome a la carretera proyectada en un punto concordante con la geometría del proyecto.

Puente prog. KM 5+000

De acuerdo al estudio de suelos realizado por BAZATT GEOTEST SRL se menciona que en el suelo está compuesto por material de cobertura orgánica de color negro, conformado por Arcillas limosas, con presencia de raíces de pastos y arbustos, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compacidad semi compacto y a una profundidad superior de 0.10m en el estribo izquierdo y de 0.20m en el estribo derecho

considera la existencia de rocas del tipo areniscas conglomerádicas algo fracturadas e intemperizadas con una marcada orientación de cristales, presenta minerales esenciales de feldespato granates y cuarzo. Estas rocas por su naturaleza y composición son compactas y resistentes, constituyendo un buen terreno de cimentación y/o apoyo para el emplazamiento de los estribos y no se tendrá socavación considerable al pie de estribos.

La altura del puente se consideró en función a parámetros como:

La socavación total que se tiene en este será prácticamente nula en cada uno de sus estribos debido al material rocoso sobre el que se elevaran los estribos.

La rasante de la carretera tomara al puente en una cota cercana a los 1187 m.n.s.m es decir a 8 metros por encima del talweg del rio Angel.

Las avenidas máximas del rio catarata no sobrepasaran el nivel actual del puente dado el área transversal inferior del puente amplio que permite evacuar caudales superiores a los 3 m³/s que es el caudal máximo para un periodo de retorno de 150 años.

Finalmente teniendo en cuenta todos estos datos se diseñó un puente con un estribo de 10 metros de altura que no tendrá problemas de socavación en sus estribos y que evacue por la sección inferior del puente un caudal superior al caudal máximo del rio que es de 3 m³/s y por último esta dimensión del puente tome a la carretera proyectada en un punto concordante con la geometría del proyecto.

Pontón prog. KM 0+410

De acuerdo al estudio de suelos realizado por BAZATT GEOTEST SRL se menciona que en el suelo está compuesto por material de cobertura orgánica de color negro, conformado por Arcillas limosas, con presencia de raíces de pastos y arbustos, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compacidad semi compacto y a una profundidad superior de 0.15m en el estribo izquierdo y de 0.25m en el estribo derecho considera la existencia de rocas del tipo areniscas conglomerádicas algo fracturadas e intemperizadas con una marcada orientación de cristales, presenta minerales esenciales de feldespato y granates. Estas rocas por su naturaleza y composición son compactas y resistentes, constituyendo un buen

terreno de cimentación y/o apoyo para el emplazamiento de los estribos y no se tendrá socavación considerable al pie de estribos.

La altura del pontón se consideró en función a parámetros como:

La socavación total que se tiene en este pontón será prácticamente nula en cada uno de sus estribos debido al material rocoso sobre el que se elevaran los estribos.

La rasante de la carretera tomara al pontón a una altura de 3 metros sobre el talweg del riachuelo.

Las avenidas máximas del riachuelo que discurre debajo de ella no sobrepasa el nivel actual del pontón dado el área transversal inferior del pontón amplio que permite evacuar caudales superiores a los $2\text{m}^3/\text{s}$ que es el caudal máximo para un periodo de retorno de 150 años.

Finalmente teniendo en cuenta todos estos datos se diseñó un pontón con un estribo de 3.5 metros de altura que pudiese no tendrá problemas de socavación en sus estribos y que evacue por la sección inferior del puente un caudal superior al caudal máximo del rio que es de $3\text{m}^3/\text{s}$ y por último esta dimensión del pontón toma a la carretera proyectada en un punto concordante con la geometría del proyecto.

Pontón prog. KM 1+030

De acuerdo al estudio de suelos realizado por BAZATT GEOTEST SRL se menciona que el suelo está compuesto por material de cobertura orgánica de color negro, conformado por Arcillas limosas, con presencia de raíces de pastos y arbustos, la consistencia en el momento de auscultación se encuentra en estado de compacidad semi compacto y a una profundidad superior de 0.10m en ambos estribos considera la existencia de rocas del tipo areniscas conglomerádicas algo fracturadas e intemperizadas con una marcada orientación de cristales, presenta minerales esenciales de cuarzo. Estas rocas por su naturaleza y composición son compactas y resistentes, constituyendo un buen terreno de cimentación y/o apoyo para el emplazamiento de los estribos y no se tendrá socavación considerable al pie de estribos.

La altura del pontón se consideró en función a parámetros como:

La socavación total que se tiene en este pontón será prácticamente nula en cada uno de sus estribos debido al material rocoso sobre el que se elevaran los estribos.

La rasante de la carretera tomara al pontón a una altura de 3.5 metros sobre el talweg del riachuelo.

Las avenidas máximas del riachuelo que discurre debajo de ella no sobrepasa el nivel actual del pontón dado el área transversal inferior del puente amplio que permite evacuar caudales superiores a los 0.6 m³/s que es el caudal máximo para un periodo de retorno de 150 años.

Finalmente teniendo en cuenta todos estos datos se diseñó un pontón con un estribo de 4 metros de altura que no tendrá problemas de socavación en sus estribos y que evacue por la sección inferior del puente un caudal superior al caudal máximo del riachuelo que es de 0.6 m³/s y por último esta dimensión del pontón toma a la carretera proyectada en un punto concordante con la geometría del proyecto.

3.6. Estudio de geotecnia y mecánica de suelos

Objetivos del estudio

El presente informe técnico tiene como finalidad dar cuenta de todo lo realizado en el campo y en el Laboratorio a fin de determinar las propiedades del suelo, tanto físicas como mecánicas y definir los trabajos considerados en el Proyecto para el desarrollo del presente Estudio se ha tomado como requisitos técnicos mínimos, aquellos establecidos en la Norma E.050: Suelos y Cimentaciones; del Reglamento nacional de Construcciones del Perú y que ha sido aprobado por el Ministerio de Transportes, Comunicaciones, Vivienda y Construcción mediante

Resolución Ministerial N° 048-97-MT/15VC del 27 de Enero de 1,997.

3.6.1. Investigaciones efectuadas:

Exploraciones de campo

Previa a la labor específica del estudio se procedió hacer un reconocimiento del terreno, observando las características superficiales existentes a lo largo

del tramo, posteriormente se procedió al trabajo de campo efectuando prospecciones a cielo abierto, se ubicó 07 calicatas de 1.00 x 1.00 x 1.50 mts., con el principal fin de efectuar el estudio de suelos, para establecer, evaluar las características físico mecánicas de los diferentes horizontes que conforma el suelo y nos permita obtener una idea clara de los materiales predominantes, realizando los siguientes trabajos in situ:

a) Descripción del perfil estratigráfico

Destinado a conocer las características del suelo de cimentación y que se refieren básicamente a la determinación del color, consistencia, partículas, tamaño máximo de piedras, cobertura general, complementando con los resultados de los ensayos en laboratorio permita conocimiento real del suelo.

b) Muestreo Disturbado:

Consiste en el recojo de muestras de suelo alterado para cada uno de los estratos que conforman el perfil estratigráfico y que servirán para efectos de ejecutar diversos ensayos en el Laboratorio de Mecánica de Suelos

Ensayos de laboratorio

Los ensayos de laboratorio que se han efectuado en cada una de las muestras alteradas, obtenidos de los estratos de la calicata, y estos han sido desarrollados en el Laboratorio respectivamente de acuerdo a la siguiente relación:

Ensayos básicos:

Descripción visual - manual ASTM D-2488

Porcentaje de Humedad Natural ASTM D- 2216

Análisis granulométrico por tamizado ASTM D-422

Límite Líquido ASTM D-423

Límite Plástico ASTM D-424

Clasificación SUCS ASTM D-2435

Clasificación AASHTO ASTM D-3282

Trabajos de gabinete:

Luego de haber realizado la investigación en el campo, los Ensayos de Laboratorio, se procede a evaluar y efectuar un examen minucioso resultados e información obtenida para definir y seleccionar la cantera van a utilizar en la

ejecución del Proyecto: Propuesta para la creación del camino vecinal en la comunidad de Inkapata provincia La convención Región Cusco.

3.6.2. Especificaciones generales o particulares

3.6.2.1. Afirmado

En el diseño de las secciones típicas, se estipula la construcción de una capa de afirmado granular, que será colocado y compactado sobre la sub – rasante convenientemente preparada para recibirla, de manera que estén de acuerdo con las dimensiones físicas y propiedades determinadas por los diseños.

3.6.2.2. Material de afirmado

De manera general, el material para el afirmado deberá consistir en un suelo granular de baja plasticidad, el cual, en opinión del Supervisor deberá reunir todos los requisitos indispensables para su utilización.

Las piedras mayores de 5 cm o mayores que los $\frac{2}{3}$ del espesor estipulado para esta capa, deberán ser eliminadas en el lugar de procedencia del material, o manualmente si se encuentran acumuladas en la sub - rasante.

3.6.2.3. Ensayos de labora torio

Los ensayos de laboratorio se han efectuado de acuerdo al requerimiento estipulado en los Términos de Referencia, en cada una de las muestras alteradas, obtenidos de los estratos de los cortes o tajos abiertos de cada una de las canteras, y estos han sido desarrollados en el Laboratorio respectivamente de acuerdo a los procedimientos de la American Society For Testing and Materials (ASTM) y se indican

3.6.2.4. Control de afirmado

Previa a la colocación del material de afirmado deberá verificarse la capacidad portante de la subrasante y, por ende, lo previsto para el diseño de pavimento proyectado. Los valores obtenidos deberán ser iguales o mayores a los indicados por el Proyecto. De ser menores, el supervisor deberá ordenar la reconfiguración de la capa subrasante, de ser necesario, podrá autorizar el mejoramiento de los materiales.

3.6.2.5. Colocación y extendido

Una vez que el material ha sido extendido se procederá al riego y batido de todo el material utilizando camiones cisterna de dispositivos que garanticen un riego uniforme la más cercana a la óptima definida por el Ensayo de Compactación Proctor Modificado, obtenida en el Laboratorio para una muestra representativa del material de Afirmado.

Inmediatamente se procederá al extendido y explanación del material homogéneo hasta conformar una superficie que, una vez compactada, alcance el espesor y geometría de los perfiles del Proyecto.

3.6.2.6. Compactación

La compactación se efectuará con rodillos cuyas características de peso eficiencia serán comprobadas por la supervisión. De preferencia se usará rodillos liso - vibratorios. La compactación empezará de los bordes hacia el centro, pasadas en la dirección del eje de la vía y en número suficiente para que se asegure la densidad de campo de control. Para el caso de áreas de difícil acceso al rodillo, la compactación se realizará con una plancha vibratoria hasta alcanzar los niveles de densidad requeridos.

El grado de compactación exigido será del 100% de la máxima densidad seca del Ensayo Proctor Modificado (ASTM D-1557).

La frecuencia de estos ensayos será determinada por la supervisión y será obligatoria cuando se evidencie un cambio en el tipo de suelo del material de Afirmado.

Para verificar la Compactación se utilizará la norma de Densidad de Campo (ASTM

D-1556). El ensayo se realizará cada 250 m. De superficie compactado, en puntos dispuestos al y tresbolillo.

En la verificación de la geometría se permitirá hasta el 20% (en exceso) para la flecha de bombeo, no tolerándose diferencias por defecto. Las cotas del proyecto se aproximarán a 1 cm. Por defecto o por exceso.

3.6.2.7. Volúmenes aprovechables y evaluación de reservas:

Para la estimación del volumen de las canteras existentes en la zona del presente estudio se tomará en cuenta lo siguiente:

a) En las Canteras de formaciones aluviales (material de río), en épocas de avenidas arrastran gran cantidad de material aluvial, al bajar en terrazas con materiales bien lavados, seleccionados: boconerías y canto en un 25%, y como matriz la grava en un 75%. Las gravas son subredondeadas, la arena de grano grueso a fino, e ínfima cantidad de finos plásticos, por lo que el volumen aprovechable será de 75%.

b) En las Canteras de formaciones sedimentarias, conformado por una mezcla de materiales como gravas, gravillas, material fino, el volumen aprovechable será del 70%; el 30% se encuentra formado básicamente por material orgánico y piedras mayores que 2", estos serán eliminados en su totalidad.

El Estudio de Canteras, se realizó mediante los trabajos de campo, logrando verificar la estratigrafía, potencia, y ubicación de 03 canteras, cuyo objetivo es conocer sus propiedades físicas y mecánicas y determinar la calidad y cantidad del material de afirmado que será utilizado en el Proyecto: Propuesta para la creación del camino vecinal en la comunidad de Inkapata provincia de La Convención Región Cusco.

b) De la cantera localizada en el tramo del estudio se tiene un volumen aprovechable de 79,000 m³ y de acuerdo al volumen requerido de 5,025 m³; se deduce que existe reserva de material de afirmado suficiente para la ejecución del Proyecto.

c) En el presente estudio se ha localizado dos tipos de canteras, una que es de formaciones aluviales (Cantera de Río), que están conformados generalmente por materiales limpios, cuya matriz es la grava que engloba materiales como la arena, cantos rodados y bloques de piedras no plásticos, de formas subredondas que son muy resistentes; de otra parte tenemos una Cantera de formaciones sedimentarias (Canteras de ladera) conformados por una mezcla de materiales así como piedras, gravas, gravillas, limo, arcilla; están ubicados al pie o colindantes de los tramos estudiados.

3.4. Monto estimado de la Inversión

El Presupuesto estimado; ha sido elaborado, con precios referidos julio del 2022, que asciende a siete millones ochocientos treintidos mil quinientos cuarentiseis con 45/100 Nuevos Soles..

COSTO DIRECTO	5,249,498.96
GASTOS GENERALES (9.8252%CD)	515,775.40
UTILIDAD (8.00%CD)	419,959.92
-----	-----
SUB TOTAL	6,185,234.28
IGV (18.00%ST)	1,113,342.17
-----	-----
VALOR REFERENCIAL	7,298,576.45
GASTOS DE SUPERVISION (4.3977%VR)	320,970.00
GASTOS ELABORACION EXPEDIENTE TECNICO	188,000.00
GASTOS EVALUACION DE EXPEDIENTE TECNICO	25,000.00
-----	-----
PRESUPUETO TOTAL	7,832,546.45

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
01	COMPONENTE I : EXISTENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE CALZADA				3,333,688.29
01.01	CONSTRUCCION CAMPAMENTOS PROMSIONALES				26,878.08
01.01.01	01 AMBIENTE COCINA (15M2)	und	1.00	3,136.79	3,136.79
01.01.02	01 AMBIENTE COMEDOR (20M2)	und	1.00	3,471.99	3,471.99
01.01.03	01 AMBIENTE DORMITORIO PERSONAL TECNICO (25M2)	und	1.00	4,029.26	4,029.26
01.01.04	01 AMBIENTE DORMITORIO RESIDENTE (15M2)	und	1.00	3,089.73	3,089.73
01.01.05	01 AMBIENTE TOPICO VIGILANCIA SALUD (15M2)	und	1.00	2,754.34	2,754.34
01.01.06	03 AMBIENTE ALMACEN (20M2)	und	3.00	3,471.99	10,415.97
01.02	TRABAJOS PRELIMINARES				140,181.46
01.02.01	CARTEL DE IDENTIFICACION DE OBRA 3.60x2.40m	und	1.00	1,768.51	1,768.51
01.02.02	MOVILIZACION Y DESMOVILIZACION DE EQUIPO	gb	1.00	47,633.29	47,633.29
01.02.03	LIMPIEZA Y DEFORESTACION	ha	4.80	979.36	4,700.93
01.02.04	CONTROL TOPOGRAFICO DURANTE LA EJECUCION	km	6.00	2,959.58	17,961.48
01.02.05	ACCESO DE CANTERAS, DME, PLANTAS Y FUENTES DE AGUA.	km	0.30	6,796.23	2,038.87
01.02.06	TRANSPORTE DE MATERIALES Y HERRAMIENTAS a OBRA	gb	1.00	66,078.38	66,078.38
01.03	SEGURIDAD Y SALUD OCUPACIONAL				77,913.70
01.03.01	EQUIPOS DE PROTECCION INDIVIDUAL	gb	1.00	61,236.13	61,236.13
01.03.02	EQUIPOS DE PROTECCION COLECTIVA	gb	1.00	3,665.35	3,665.35
01.03.03	SEÑALIZACION TEMPORAL DE SEGURIDAD	gb	1.00	2,182.22	2,182.22
01.03.04	CAPACITACION EN SEGURIDAD Y SALUD	gb	1.00	10,830.00	10,830.00
01.04	MOVIMIENTO DE TIERRAS (M³×M) @ 6×M				1,985,298.06
01.04.01	CORTE EN MATERIAL SUELTO O MAQUINARIA	m ³	213,113.80	3.23	688,367.57
01.04.02	CORTE EN ROCA SUELTA PERFORACIÓN Y DISPARO	m ³	14,720.70	14.32	210,800.42
01.04.03	EXCAVACION DESQUINCHE PEINADO DE TALUDES ROCA SUELTA	m ³	14,720.70	4.60	67,715.22
01.04.04	CORTE EN ROCA FUA PERFORACION Y DISPARO	m ³	2,910.00	17.69	51,477.90
01.04.05	EXCAVACION DESQUINCHE PEINADO DE TALUDES ROCA FUA	m ³	2,910.00	6.03	17,547.30
01.04.06	CONFORMACION DE TERRAPLENES CON MATERIAL PROPIO SELECCIONADO	m ³	11,052.70	4.82	53,274.01
01.04.07	REGO CISTERNA CAP=2000 GLN	m ³	1,326.32	14.61	19,377.54
01.04.08	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA DME D<=1 KM	m ³ k	132,238.50	6.34	838,392.09
01.04.09	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA DME D>1 KM	m ³ k	13,426.67	2.85	38,266.01
01.05	CONFORMACIÓN DE PLATAFORMA DE RODADURA CON AFIRMADO @=0.15m				585,544.06
01.05.01	PERFLADO Y COMPACTACION SUB-RASANTES ZONAS CORTE	m ²	34,163.80	5.31	181,409.78
01.05.02	EXTRACCION Y APLAMENTO MATERIAL GRANULAR	m ³	4,304.70	23.79	102,468.81
01.05.03	EXTRACCION Y APLAMENTO MATERIAL LIGANTE	m ³	1,844.90	23.79	43,890.17
01.05.04	ZARANDADO MATERIAL GRANULAR	m ³	4,304.70	10.76	46,318.57
01.05.05	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D<= 1 KM	m ³ k	4,304.64	5.08	21,867.57
01.05.06	TRANSPORTE DE MATERIAL GRANULAR D> 1 KM	m ³ k	1,521.51	1.89	2,875.65
01.05.07	TRANSPORTE DE MATERIAL LIGANTE D<= 1 KM	m ³ k	1,844.85	4.93	9,095.11
01.05.08	TRANSPORTE DE MATERIAL LIGANTE D> 1 KM	m ³ k	209.31	1.76	368.39
01.05.09	REGO CISTERNA CAP=2000 GLN	m ³	1,025.00	14.61	14,975.25
01.05.10	ESPARCIDO Y COMPACTADO AFRMADO E=0.15m	m ²	34,163.80	2.41	82,334.76
01.06	OBRAS DE ARTE Y ESTRUCTURAS DE DRENAJE				490,118.95
01.06.01	CUNETAS DE DRENAJE LONGITUDINAL (0.50x1.00 m)				29,105.59
01.06.01.01	REFINE Y NIVELACION DE CUNETAS EN MATERIAL SUELTO	m	7,543.50	3.51	26,477.69
01.06.01.02	REFINE Y NIVELACION DE CUNETAS EN ROCA SUELTA	m	417.50	4.41	1,841.18
01.06.01.03	REFINE Y NIVELACION DE CUNETAS EN ROCA FUA	m	149.00	5.28	786.72
01.06.02	ALCANTARILLADO TIPO I @ 36" (Ø1000) TMC - 11 UND				153,419.89
01.06.02.01	TRAZO Y REPLANTEO	m ²	204.38	3.05	623.36

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio \$/.	Parcial \$/.
01.06.02.02	EXCAVACION MANUAL ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN SECO	m3	334.62	41.48	13,880.04
01.06.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30M	m3	238.29	25.27	6,021.59
01.06.02.04	ALCANTARILLA DE TUBERIA METALICA CORRUGADA DE 36" (900MM)	m	84.50	321.94	27,203.93
01.06.02.05	CONCRETO FC=100 KG/CM2, PARA SOLADO.	m2	57.33	49.32	2,827.92
01.06.02.06	CONCRETO FC=175KG/CM2	m3	66.95	409.24	27,398.62
01.06.02.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	548.99	62.34	34,224.04
01.06.02.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA F'c=175 KG/CM2 + 30% PM	m2	192.27	214.49	41,239.99
01.06.03	ALCANTARILLADO TIPO II @ 48" (1200MM) TMC - 12 UND				186,835.16
01.06.03.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	218.68	3.05	666.97
01.06.03.02	EXCAVACION MANUAL ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN SECO	m3	438.05	41.48	18,170.31
01.06.03.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30M	m3	282.06	25.27	7,127.66
01.06.03.04	ALCANTARILLA DE TUBERIA METALICA CORRUGADA DE 48" (1200MM)	m	78.00	435.20	33,945.60
01.06.03.05	CONCRETO FC=100 KG/CM2, PARA SOLADO	m2	63.24	49.32	3,119.00
01.06.03.06	CONCRETO FC=175KG/CM2	m3	105.00	409.24	42,970.20
01.06.03.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	686.04	62.34	42,767.73
01.06.03.08	EMBOQUILLADO DE PIEDRA F'c=175 KG/CM2 + 30 %PM	m2	177.48	214.49	38,067.89
01.06.04	BADEN C"º 7.00X5.25 m - 02 UND				38,759.11
01.06.04.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	86.80	3.05	264.74
01.06.04.02	EXCAVACION MANUAL ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN SECO	m3	67.94	41.48	2,818.15
01.06.04.03	RELLENO Y COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	15.40	52.99	816.05
01.06.04.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30M	m3	65.69	25.27	1,659.99
01.06.04.05	CONCRETO CICLOPEO F'c=210 KG/CM2 +30%PM	m3	30.79	373.77	11,508.38
01.06.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	98.36	62.34	6,131.76
01.06.04.07	EMBOQUILLADO DE PIEDRA F'c=175 KG/CM2 + 30% PM	m2	33.10	214.49	7,099.62
01.06.04.08	JUNTA ASFALTICA E=1"	m	26.40	17.44	460.42
01.07	OBRAS COMPLEMENTARIAS				187,228.33
01.07.01	MUROS DE CONTENCIÓN				187,228.33
01.07.01.01	TRAZO Y REPLANTEO	m2	137.00	3.05	417.85
01.07.01.02	EXCAVACION MANUAL ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN SECO	m3	247.50	41.48	10,266.30
01.07.01.03	RELLENO Y COMPACTADO PARA ESTRUCTURAS	m3	101.50	52.99	5,378.49
01.07.01.04	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE @ 30M	m3	175.20	25.27	4,427.30
01.07.01.05	CONCRETO CICLOPEO F'c=175KG/CM2 +30% PM	m3	154.80	326.74	50,579.35
01.07.01.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO	m2	427.20	62.34	26,631.65
01.07.01.07	DRENES DE PVC Ø=4", PARA MUROS	m	32.40	43.27	1,401.95
01.07.01.08	DRENES DE PVC Ø=4", PERFORADO PARA MUROS	m	95.00	50.01	4,750.95
01.07.01.09	DRENES DE PVC Ø=2" PARA MUROS	m	47.60	16.46	783.50
01.07.01.10	GEOTEXTIL 400 gr	m2	180.50	5.62	1,014.41
01.07.01.11	JUNTA ASFALTICA E=1"	m	90.40	17.44	1,576.58
01.08	SEÑALIZACION Y SEGURIDAD VIAL				81,861.10
01.08.01	SEÑALES PREVENTIVAS	und	90.00	557.06	50,135.40
01.08.02	SEÑALES REGLAMENTARIAS	und	31.00	584.52	18,120.12
01.08.03	SEÑALES INFORMATIVAS	und	6.00	2,037.74	12,226.44
01.08.04	POSTES DE KILOMETRAJE	und	7.00	197.02	1,379.14
01.09	PRUEBAS, ENSAYOS Y CONTROL DE CALIDAD				8,754.55
01.09.01	ENSAYOS DE COMPACTACION EN AFIRMADO C10.250KM	gb	1.00	1,872.95	1,872.95
01.09.02	PRUEBA DE CALIDAD DEL CONCRETO (PRUEBA A LA COMPRESION)	und	1.00	6,881.60	6,881.60
02	COMPONENTE II - EXISTENCIA DE INFRAESTRUCTURA DE CONEXION				1,612,495.34
02.01	PONTON L=10 M - KM 0+410				185,286.21

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.01.01	TRABAJOS PRELIMINARES				7,188.75
02.01.01.01	TRAZO Y REPLANTEO - PUENTES	m2	675.00	8.29	5,595.75
02.01.01.02	DESBRUCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO -ZONA SELVA	m2	675.00	2.36	1,593.00
02.01.02	MOMENTO DE TIERRAS				1,292.88
02.01.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	m3	59.84	5.73	342.88
02.01.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	27.45	23.13	634.92
02.01.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA DME	m3	40.49	7.76	314.20
02.01.03	CONCRETO SIMPLE (ESTRIBOS)				64,548.53
02.01.03.01	CONCRETO FC=100 KG/CM2, PARA SOLADO h=0.20m	m2	21.99	54.59	1,200.43
02.01.03.02	CONCRETO (F _c =175 KG/CM2 +30%PM)	m3	135.96	345.30	46,946.99
02.01.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	m2	279.61	58.65	16,399.13
02.01.04	CONCRETO ARMADO				45,882.68
02.01.04.01	CONCRETO (F _c =210 KG/CM2), PARA VIGAS, LOSAS Y ALEROS	m3	23.93	467.76	11,193.50
02.01.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS Y DIAFRAGMA, LOSA, VEREDAS	m2	112.55	83.92	9,445.20
02.01.04.03	ACERO DE REFUERZO F _y =4200KG/CM2, GRADO 60 EN VIGA Y DIAFRAGMA,	kg	4,165.66	6.06	25,243.90
02.01.05	VARIOS				66,376.31
02.01.05.01	FALSO PUENTE	m	11.26	3,612.67	40,678.66
02.01.05.02	SELLO ASFALTICO DE LOSA e=2"	m2	48.60	25.75	1,251.45
02.01.05.03	JUNTA DE DILATACION (LOSA-ESTRIBO)	m	7.00	368.68	2,580.76
02.01.05.04	APOYO MOVIL	und	2.00	3,424.78	6,849.56
02.01.05.05	APOYO FIJO	und	2.00	3,412.96	6,825.92
02.01.05.06	TUBERIA DE DRENAJE 2"	m	40.00	15.18	607.20
02.01.05.07	BARANDA DE TUBO PPG PARA PONTON INC, PINTADO	m	21.20	330.13	6,998.76
02.01.05.08	DESCOLMATAION DE CAUCE	m3	200.00	2.92	584.00
02.02	PONTON L=10 M - KM 1435				192,004.45
02.02.01	TRABAJOS PRELIMINARES				7,188.75
02.02.01.01	TRAZO Y REPLANTEO - PUENTES	m2	675.00	8.29	5,595.75
02.02.01.02	DESBRUCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO -ZONA SELVA	m2	675.00	2.36	1,593.00
02.02.02	MOMENTO DE TIERRAS				1,719.78
02.02.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN EN SECO	m3	83.78	5.73	480.06
02.02.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	31.80	23.13	735.59
02.02.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA DME	m3	64.97	7.76	504.17
02.02.03	CONCRETO SIMPLE (ESTRIBOS)				71,409.78
02.02.03.01	CONCRETO FC=100 KG/CM2, PARA SOLADO h=0.20m	m2	22.01	54.59	1,201.53
02.02.03.02	CONCRETO (F _c =175 KG/CM2 +30%PM)	m3	149.20	345.30	51,518.76
02.02.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	m2	318.66	58.65	18,689.41
02.02.04	CONCRETO ARMADO				45,309.93
02.02.04.01	CONCRETO (F _c =210 KG/CM2), PARA VIGAS, LOSAS Y ALEROS	m3	23.93	467.76	11,193.50
02.02.04.02	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO EN VIGAS Y DIAFRAGMA, LOSA, VEREDAS	m2	112.55	83.92	9,445.20
02.02.04.03	ACERO DE REFUERZO F _y =4200KG/CM2, GRADO 60 EN VIGA Y DIAFRAGMA,	kg	4,071.16	6.06	24,671.23
02.02.05	VARIOS				66,376.31
02.02.05.01	FALSO PUENTE	m	11.26	3,612.67	40,678.66
02.02.05.02	SELLO ASFALTICO DE LOSA e=2"	m2	48.60	25.75	1,251.45
02.02.05.03	JUNTA DE DILATACION (LOSA-ESTRIBO)	m	7.00	368.68	2,580.76
02.02.05.04	APOYO MOVIL	und	2.00	3,424.78	6,849.56
02.02.05.05	APOYO FIJO	und	2.00	3,412.96	6,825.92
02.02.05.06	TUBERIA DE DRENAJE 2"	m	40.00	15.18	607.20
02.02.05.07	BARANDA DE TUBO PPG PARA PONTON INC, PINTADO	m	21.20	330.13	6,998.76

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio Si.	Parcial Si.
02.02.05.08	DESCOLMATAción DE CAUCE	m3	200.00	2.92	584.00
02.03	PUNTE VIGA LOSA L=25 M (RIO CATARATA) KM 0+040				648,091.74
02.03.01	TRABAJOS PRELIMINARES				17,306.25
02.03.01.01	TRAZO Y REPLANTEO - PUENTES	m2	1,625.00	8.29	13,471.25
02.03.01.02	DESBRUCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO -ZONA SELVA	m2	1,625.00	2.36	3,835.00
02.03.02	MOMENTO DE TIERRAS				17,238.70
02.03.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN MATERIAL COMUN	m3	1,219.01	5.73	6,984.58
02.03.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	59.90	23.13	1,385.49
02.03.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA DME	m3	1,142.82	7.76	8,868.28
02.03.03	SUB ESTRUCTURA				318,636.58
02.03.03.01	CONCRETO FC=100 KG/CM2 PARA SOLADO h=0.20m	m2	151.84	54.59	8,278.08
02.03.03.02	CONCRETO (F _c =210KG/CM2), EN SECO	m3	354.84	466.41	165,146.08
02.03.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	m2	695.59	58.65	40,796.35
02.03.03.04	ACERO DE REFUERZO F _y =4200 KG/CM2	kg	17,230.38	6.06	104,416.10
02.03.04	SUPERESTRUCTURA				250,719.30
02.03.04.01	FALSO PUNTE	m	26.45	3,612.67	95,556.12
02.03.04.02	CONCRETO F _c =280KG/CM2 (VIGA PRINCIPAL)	m3	42.32	522.48	22,111.25
02.03.04.03	CONCRETO F _c =280KG/CM2 (VIGA DIAFRAGMA)	m3	12.28	522.48	6,416.05
02.03.04.04	CONCRETO F _c =280KG/CM2 (LOSA-VEREDA)	m3	28.04	522.48	14,650.34
02.03.04.05	CONCRETO F _c =210KG/CM2 (LOSA APROXIMACION)	m3	12.92	467.76	6,043.46
02.03.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (VIGA PRINCIPAL)	m2	198.61	92.42	18,355.54
02.03.04.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (VIGA DIAFRAGMA)	m2	64.53	102.44	6,610.45
02.03.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (LOSA-VEREDA)	m2	134.90	62.31	8,405.62
02.03.04.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (LOSA DE APROXIMACION)	m2	12.72	60.59	770.70
02.03.04.10	ACERO DE REFUERZO F _y =4200KG/CM2 (VIGA PRINCIPAL)	kg	7,504.01	6.06	45,474.30
02.03.04.11	ACERO DE REFUERZO F _y =4200KG/CM2 (VIGA DIAFRAGMA)	kg	706.92	6.06	4,283.94
02.03.04.12	ACERO DE REFUERZO F _y =4200KG/CM2 (LOSA VEREDA)	kg	3,777.68	6.06	22,892.80
02.03.04.13	ACERO DE REFUERZO F _y =4200KG/CM2 (LOSA APROXIMACION)	kg	775.20	6.06	4,687.71
02.03.04.14	SELLO ASFALTICO DE LOSA e=2"	m2	95.22	26.75	2,451.92
02.03.05	VARIOS				37,198.93
02.03.05.01	JUNTAS DE DILATAcion CON TECNIPOR e=2"	m2	38.60	14.91	575.53
02.03.05.02	JUNTA DE DILATAcion (LOSA-ESTRIBO)	m	10.00	368.68	3,686.80
02.03.05.03	APOYO MOVIL	und	2.00	3,424.78	6,849.56
02.03.05.04	APOYO FIJO	und	2.00	3,412.96	6,825.92
02.03.05.05	TUBERIAS DE DRENAJE	m	4.80	50.95	244.56
02.03.05.06	BARANDA DE TUBO PPG PARA PONTON INC. PINTADO	m	52.90	330.13	17,463.88
02.03.05.07	DESCOLMATAcion DE CAUCE	m3	529.00	2.92	1,544.68
02.04	PUNTE VIGA LOSA L=20 M (RIO ANGEL) KM 5+010				586,022.94
02.04.01	TRABAJOS PRELIMINARES				14,848.76
02.04.01.01	TRAZO Y REPLANTEO - PUENTES	m2	1,384.25	8.29	11,558.33
02.04.01.02	DESBRUCE Y LIMPIEZA DEL TERRENO -ZONA SELVA	m2	1,384.25	2.36	3,260.43
02.04.02	MOMENTO DE TIERRAS				18,855.29
02.04.02.01	EXCAVACION PARA ESTRUCTURAS EN ROCA	m3	805.44	8.74	7,039.55
02.04.02.02	RELLENO PARA ESTRUCTURAS CON MATERIAL DE PRESTAMO	m3	171.04	23.13	3,956.16
02.04.02.03	ELIMINACION DE MATERIAL EXCEDENTE HACIA DME	m3	755.10	7.76	5,859.58
02.04.03	SUB ESTRUCTURA				386,635.15
02.04.03.01	CONCRETO FC=100 KG/CM2 PARA SOLADO h=0.20m	m2	154.24	54.59	8,419.36
02.04.03.02	CONCRETO (F _c =210KG/CM2), EN SECO	m3	341.52	466.41	158,946.82

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio S/.	Parcial S/.
02.04.03.03	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO, EN SECO	m2	583.22	58.65	34,206.85
02.04.03.04	ACERO DE REFUERZO Fy=4200 KG/C2	kg	17,238.04	6.06	104,462.52
02.04.04	SUPERESTRUCTURA				214,623.58
02.04.04.01	FALSO PUENTE	m	2145	3,612.67	77,491.77
02.04.04.02	CONCRETO Fc=280KG/CM2 (VIGA PRINCIPAL)	m3	25.10	522.48	13,114.25
02.04.04.03	CONCRETO Fc=280KG/CM2 (VIGA DIAFRAGMA)	m3	6.34	522.48	3,312.52
02.04.04.04	CONCRETO Fc=280KG/CM2 (LOSA-VEREDA)	m3	26.60	522.48	13,897.97
02.04.04.05	CONCRETO Fc=210KG/CM2 (LOSA APROXIMACION)	m3	10.97	467.76	5,131.33
02.04.04.06	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (VIGA PRINCIPAL)	m2	133.19	92.42	12,309.42
02.04.04.07	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (VIGA DIAFRAGMA)	m2	36.84	102.44	3,773.89
02.04.04.08	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (LOSA-VEREDA)	m2	120.18	62.31	7,488.42
02.04.04.09	ENCOFRADO Y DESENCOFRADO (LOSA DE APROXIMACION)	m2	12.00	60.59	727.08
02.04.04.10	ACERO DE REFUERZO Fy=4200KG/CM2 (VIGA PRINCIPAL)	kg	6,970.12	6.06	42,238.93
02.04.04.11	ACERO DE REFUERZO Fy=4200KG/CM2 (VIGA DIAFRAGMA)	kg	425.28	6.06	2,577.20
02.04.04.12	ACERO DE REFUERZO Fy=4200KG/CM2 (LOSA VEREDA)	kg	4,335.10	6.06	26,270.71
02.04.04.13	ACERO DE REFUERZO Fy=4200KG/CM2 (LOSA APROXIMACION)	kg	742.85	6.06	4,501.67
02.04.04.14	SELLO ASFALTICO DE LOSA e=2"	m2	77.22	25.75	1,988.42
02.04.05	VARIOS				33,460.15
02.04.05.01	JUNTAS DE DILATACION CON TECNOPOR e=2"	m2	39.16	14.91	583.88
02.04.05.02	JUNTA DE DILATACION (LOSA-ESTRIBO)	m	10.00	368.68	3,686.80
02.04.05.03	APOYO MOVIL	und	2.00	3,424.78	6,849.56
02.04.05.04	APOYO FIJO	und	2.00	3,412.96	6,825.92
02.04.05.05	TUBERIAS DE DRENAJE	m	3.60	50.95	183.42
02.04.05.06	BARANDA DE TUBO P109 PARA PONTON INC. PINTADO	m	42.90	330.13	14,162.58
02.04.05.07	DESCOLMATAACION DE CAUCE	m3	400.00	2.92	1,168.00
03	COMPONENTE III : CONOCIMIENTO EN MANTENIMIENTO VIAL DE LAS AUTORIDADES Y BENEFICIARIOS POBLACION AFECTADA				13,762.96
03.01	SENSIBILIZACION SOCIAL DE LAS POBLACIONES AFECTADAS POR EL PROYECTO	mes	5.00	2,255.08	11,275.40
03.02	CONSTITUCION Y CAPACITACION DE LOS COMITES PARA CONSERVACION Y MANTENIMIENTO VIAL	gbt	1.00	2,487.56	2,487.56
04	COMPONENTE IV : ADECUADO DESARROLLO DE MITIGACION AMBIENTAL				122,935.15
04.01	PROGRAMA DE MEDIDAS PREVENTIVAS Y CORRECTIVAS				25,604.10
04.01.01	EDUCACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD VIAL A LA POBLACION	und	4.00	1,430.65	5,722.60
04.01.02	EDUCACION AMBIENTAL Y SEGURIDAD A TRABAJADORES	mes	10.00	1,988.15	19,881.50
04.02	SEÑALIZACION AMBIENTAL DE PROTECCION OCUPACIONAL Y DE SEGURIDAD				6,298.74
04.02.01	SEÑALIZACION AMBIENTAL DE PROTECCION Y DE SEGURIDAD	gbt	1.00	6,298.74	6,298.74
04.03	PROGRAMA DE MANEJO DE RESIDUOS SOLIDOS				28,748.37
04.03.01	SUMINISTRO DE TACHOS PARA RESIDUOS SOLIDOS ORGANICOS E INORGANICOS	und	10.00	246.68	2,466.80
04.03.02	PREPARACION DE CAPA SUPERFICIAL DE DEPOSITO DE RESIDUOS SOLIDOS	ha	0.50	3,619.64	1,809.82
04.03.03	ACONDICIONAMIENTO DE BOTADEROS	m3	87,389.10	0.28	24,471.75
04.04	SUMINISTRO DE BAÑO PORTATIL				8,021.65
04.04.01	BAÑO PORTATIL	und	5.00	1,250.65	6,253.25
04.04.02	CONSTRUCCION Y SELLADO DE LETRINAS	und	5.00	353.68	1,768.40
04.05	RECUPERACION DE LA COBERTURA BOSCOSEA				22,987.56
04.05.01	REFORESTACION EN AREAS INTERVENIDAS	ha	6.00	3,831.26	22,987.56
04.06	PLAN DE MONITOREO AMBIENTAL				31,274.73
04.06.01	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AGUA	und	6.00	1,271.79	7,630.74
04.06.02	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL AIRE	und	9.00	1,525.42	13,728.78

Item	Descripción	Und.	Metrado	Precio SI.	Parcial SI.
04.06.03	MONITOREO DE LA CALIDAD DEL RUIDO	und	9.00	1,101.89	9,915.21
05	COMPONENTE V : PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID 19 EN EL TRABAJO				166,707.22
05.01	ELABORACION DE DOCUMENTOS				3,000.00
05.01.01	ELABORACION DEL PLAN PARA LA VIGILANCIA, PREVENCIÓN Y CONTROL DEL COVID-19	gb	1.00	3,000.00	3,000.00
05.02	TRABAJOS PRELIMINARES				3,500.00
05.02.01	SENSIBILIZACION DE LA PREVENCIÓN DEL CONTAGIO COVID-19 EN OBRA	gb	1.00	3,500.00	3,500.00
05.03	IMPLEMENTACION DE PROTECCION				53,412.52
05.03.01	MEDIDAS DE PROTECCION PERSONAL DE LA OBRA COVID-19	mes	10.00	840.00	8,400.00
05.03.02	IMPLEMENTACION DE PROTECCION PARA EL PERSONAL TECNICO	mes	10.00	776.88	7,768.80
05.03.03	EQUIPAMIENTO TOPICO PARA LA VIGILANCIA DE LA SALUD	gb	1.00	2,243.72	2,243.72
05.03.04	RESPONSABILIDADES DEL CUMPLIMIENTO DEL PLAN	mes	10.00	3,500.00	35,000.00
05.04	ACTIVIDADES A SER IMPLEMENTADAS AL INICIO				77,349.20
05.04.01	EVALUACION DE DESCARTE	mes	10.00	5,664.40	56,644.00
05.04.02	IDENTIFICACION DE SINTOMATOLOGIA COVID-19	mes	10.00	225.50	2,255.00
05.04.03	PANELES INFORMATIVOS COVID-19	gb	1.00	3,389.80	3,389.80
05.04.04	SERVICIO DE ALIMENTACION AL PERSONAL OBRERO	mes	10.00	980.00	9,800.00
05.04.05	LIMPIEZA Y DESINFECCION DE AMBIENTES Y AREAS DE TRABAJO	mes	10.00	626.04	6,260.40
05.05	MEDIDAS PREVENTIVAS DURANTE EL TRABAJO				15,236.00
05.05.01	INSTALACION DE DISPENSADOR DE AGUA PARA EL LAVADO DE MANOS	gb	1.00	7,000.00	7,000.00
05.05.02	LAVADO Y DESINFECCION DE MANOS DE MANOS (OBLIGATORIO)	mes	10.00	823.60	8,236.00
05.06	MEDIDAS PARA LA OPERACION DE MAQUINARIAS PESADAS Y VEHICULOS LIGEROS				14,209.50
05.06.01	CONTROL DE LIMPIEZA Y DESINFECCION DE MAQUINARIAS PESADAS Y VEHICULOS	mes	10.00	1,420.95	14,209.50
	COSTO DIRECTO				5,249,498.96
	GASTOS GENERALES (9.8252% CD)				515,775.40
	UTILIDAD (8.00%)				419,959.92
	SUB TOTAL				6,185,234.28
	IGV (18%)				1,113,342.17
	VALOR REFERENCIAL				7,298,576.45
	GASTOS DE SUPERVISION DE OBRA (4.3977%)				320,970.00
	GASTOS ELABORACION EXPEDIENTE TECNICO				188,000.00
	GASTOS EVALUACION DE EXPEDIENTE TECNICO				25,000.00
	PRESUPUESTO TOTAL				7,832,546.45

SON: SIETE MILLONES OCHOCIENTOS TRENTIDOS MIL QUINIENTOS CUARENTISES Y 45100 NUEVOS SOLES

IV. DISCUSIÓN

a. Hipótesis general: Hi

c. Hipótesis general: Hi

Se realizara la propuesta para el mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal en la localidad de Mollebamba distrito de Oronccooy provincia de la Mar Región Ayacucho.

d. Hipótesis específicas: Ha

HE1: realizar el estudio de Topografía y diseño geométrico vial para la propuesta, Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

HE2: realizar el estudio de tráfico, para la propuesta Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

HE3: realizar el estudio hidrológico, para la propuesta Creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco...

HE4: realizar el estudio de Geotecnia y Mecánica de Suelos, para la propuesta Creación del .Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

HE4: realizar el presupuesto estimado para la propuesta Creación del Camino Vecinal de la comunidad de Inkapata provincia La Convención, Región Cusco.

V. CONCLUSIONES

OE1: Se ha realizado el estudio topográfico de la vía para lo cual se ha establecido la poligonal de apoyo, y los puntos de BM de control altimétrico. Asimismo, se ha completado el levantamiento de las áreas críticas y las áreas complementarias.

La longitud de la vía, con el diseño geométrico realizado presenta una longitud total de 6.000 Km comunidad de Inkapata.

En concordancia con el nivel de intervención, se ha realizado el diseño geométrico para la creación del camino vecinal que consta de un carril de calzada uniforme de 4.50 m; proyectándose aperturar y afirmar la vía en su longitud y acorde a la normativa vigente.

OE2: De acuerdo a la demanda: teniendo en cuenta que el IMD obtenido en el estudio de tráfico a 10 años es de 27 veh/día comprendido entre los 16 a 50 veh/día, por lo tanto la vía se clasifica como una carretera BVT TIPO T1.

Según su función: pertenecerá a carretera de la red vial vecinal o rural.

OE3: Del análisis de datos que se tuvo en este estudio hidrológico podemos ver, se calculó un caudal de diseño de 30.50 m³/seg. Para el puente ubicado en la progresiva 0+040 y un caudal de diseño de 3.50 m³/seg. Para el puente ubicado en la progresiva 5+000, estos datos se obtuvieron para un periodo de retorno de 500 años. A partir de estos datos de caudal se procederá con el análisis hidráulico para obtener niveles de socavación.

PROGRESIVA	DESCRIPCION	CAUDAL HIDROLÓGICO Q (M3/S)
0+040	Puente L=25.00m	30.50 m ³ /seg.
5+000	Puente L=20.00m	3.50 m ³ /seg.

Para el caso de los pontones tenemos los siguientes caudales de diseño los cuales fueron obtenidos para un periodo de retorno de 100 años.

PROGR.	DESCRIPCION	Q (m ³ /s)
0+410	Pontón L=10.00m	2.00

1+030	Pontón L=10.00m	0.60
-------	--------------------	------

OE4: El estudio de suelos se determinó mediante 07 prospecciones, logrando verificar la estratigrafía en el área comprendido entre las progresivas del Km 00+000 al Km 6+000.

Para verificar la Compactación se utilizará la norma de Densidad de Campo (ASTM D-1556). El ensayo se realizará cada 250 metros lineales de superficie compactado, en puntos dispuestos.

En la verificación de la geometría se permitirá hasta el 20% (en exceso) para la flecha de bombeo, no tolerándose diferencias por defecto. Las cotas del proyecto se aproximarán a 1 cm. Por defecto o por exceso.

OE4:, El monto estimado; ha sido elaborado, con precios referidos julio del 2022, que asciende a siete millones ochocientos treintidos mil quinientos cuarentiseis con 45/100 Nuevos Soles..

VI. RECOMENDACIONES

Se recomienda definir el eje de la vía para su apertura y afirmado, evitando reducir el movimiento de tierras, para tal fin se tomará como referencia la normativa vigente Manual de Carreteras: Diseño Geométrico (DG-2018) y el manual de diseño de carreteras no pavimentadas de bajo volumen de tránsito (CBVT). Realizar el levantamiento de la carretera considerando el ancho adecuado para el diseño vial no menor a 25 a cada lado del eje de la vía, debiendo considerarse para tal fin los detalles de estructuras de drenaje de la vía.

Se ha desarrollado el estudio siguiendo los alcances definidos, así como las recomendaciones del manual para el diseño de caminos no Pavimentadas de bajo Volumen de Tránsito,

La altura de socavación en el puente ubicado en prog. 0+040 es: para el estribo izquierdo de 3.06m. y del estribo derecho de 3.34m. de socavación. Por lo que la cimentación debe ser considerada superior a estas alturas de socavación.

El puente ubicado en la progresiva km 5+000, los pontones ubicados en las progresivas km 0+410 y km 1+030 a profundidades superior a los 0.20m se tiene rocas del tipo areniscas conglomerádicas algo fracturadas e intemperizadas con una marcada orientación de cristales, presenta minerales esenciales de feldespato granates y cuarzo, constituyendo un buen terreno de cimentación y/o apoyo para el emplazamiento de los estribos y no se tendrá socavación considerable al pie de estribos.

Se recomienda que los puentes y pontones tengan un gálibo superior a 4m. en vista que el río transporta en sus caudales máximos materiales flotantes como son troncos de árboles.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

Chalampunte Asqui, J. A., & Izquierdo Cajas, L. A. (2016). Tesis. Rehabilitación y mejoramiento del camino vecinal La Batea - San Simón, situado en el Cantón Guaranda, Provincia de Bolívar. Ecuador.

Palma Hernández, J. E. (2013). Proyecto de Investigación. Estudio y diseño de la ampliación y mejoramiento del tramo carretero, que une la aldea Las Victorias y Finca Conchas, del Municipio de Villa Canales. Guatemala

Mestanza Flores, L., & Sánchez Tarrillo, E. (2018). Tesis. Estudio definitivo para el mejoramiento del camino vecinal Pinshapampa – José Paraíso, Distrito de Alonso de Alvarado, Provincia de Lamas – Región San Martín. Perú.

Gutierrez Ipenza, J. C., & Pumayali Camacho, K. A. (2018). Tesis. Mejoramiento y rehabilitación del camino vecinal tramo: Nogalpampa-Cotarma-Piscaya, Distrito Pichirhua, Provincia Abancay, Región Apurímac. Perú.

MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y PAVIMENTOS”. RD N° 10-2014-MTC/14 (06.04.2014)

MANUAL DE DISEÑO DE CARRETERAS NO PAVIMENTADAS DE BAJO VOLUMEN DE TRANSITO – 2008. RM N°303-2008-MTC/02 (04.04.08)

MANUAL DE CARRETERAS, “SUELOS, GEOLOGÍA, GEOTÉCNICA Y PAVIMENTOS”. RD N° 10-2014-MTC/14 (06.04.2014)

MANUAL DE DISEÑO GEOMÉTRICO DE CARRETERAS (DG - 2018). RD N° 037-2008-MTC/18 (Modificación 2018)

Competitiveness Report (2018) del *World Economic Forum* (WEF),

VIII. ANEXOS

