

CAPÍTULO I

INTRODUCCIÓN

1.1. ANTECEDENTES.

Basados en el Marco de las Normas Básicas del Sistema Nacional de Inversión Pública, y de proyectos de preinversión, a continuación presentamos los antecedentes del proyecto:

1.1.1. Estudio Legal.-

El estudio legal se basa en la responsabilidad de la institución a cargo en este caso del Gobierno Municipal El Puente de invertir en proyectos que vayan a mejorar las condiciones productivas y de seguridad de su población en el Marco de las Normas Básicas del Sistema Nacional de Inversión Pública. En este marco, se verificará la verdadera necesidad de la falta de un camino que permita integrar a la comunidad de Tres Cruces beneficiando así a las familias del área de influencia del proyecto, mejorando su nivel de vida. En tal sentido, al existir plena voluntad para la ejecución del proyecto, por parte del Gobierno Municipal de El Puente y de instituciones comunales, no se presenta problema legal alguno para la ejecución del presente proyecto.

1.1.2. Diagnóstico de la Situación Actual.-

Actualmente la comunidad de Tres Cruces no cuenta con un camino carretero que permita vincularse con el resto del departamento. Generalmente la comunicación que se tiene es a pie o en animal carguero. El camino que se pretende construir y es motivo de este estudio es vincular a la comunidad de Tres Cruces con el resto del departamento.

1.1.3. Área de Influencia del Proyecto.-

El área de influencia define el marco de referencia geográfico en el cual se efectuará el análisis y evaluación del proyecto Diseño Final de Ingeniería Tramo “Cruce F001 – Tres Cruces”, por lo tanto se ha definido sobre la base de la zona en la cual se registran tanto los impactos directos producidos por la implantación de todas las obras necesarias para el proyecto, como los impactos indirectos inducidos sobre las actividades económicas y sociales. Por lo tanto el área de influencia de este proyecto es el tramo vial “Cruce F001 – Tres Cruces”, tramo que tiene una longitud aproximada de 3.5 Km., longitud que será corroborado con exactitud con el presente diseño.

1.1.4. Información Socioeconómica de la Zona.-

1.1.4.1. Aspectos Demográficos.-

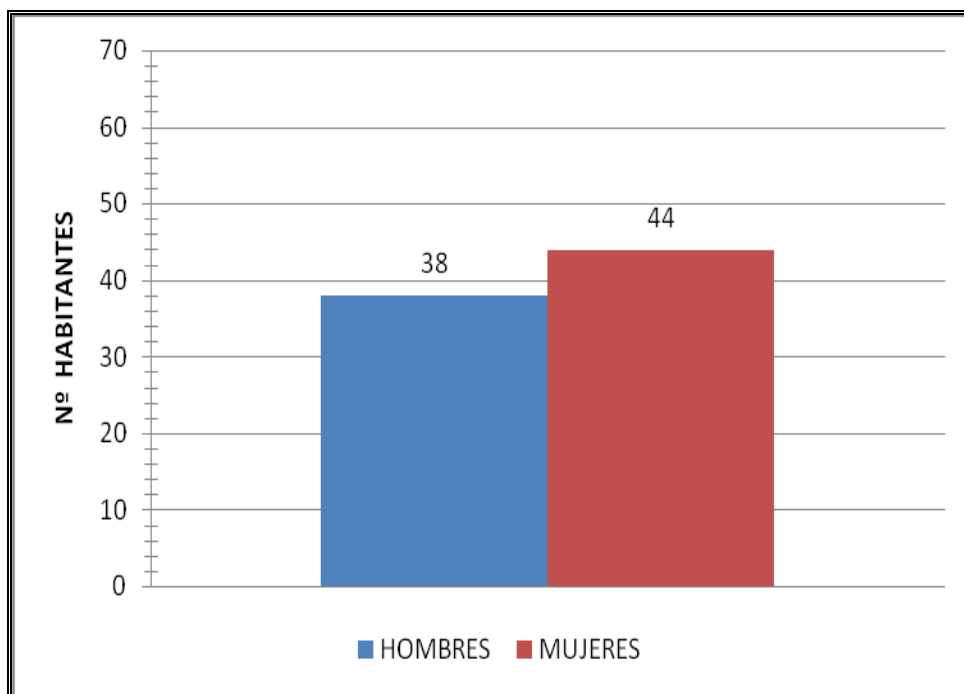
a).- Población.- La población diferenciada por sexo en la comunidad de “Tres Cruces”, según el CENSO 2010 proporcionado por el docente encargado de la Unidad Educativa “Tres Cruces”, asciende a 82 habitantes, de los cuales el 46% son de sexo masculino y el 54% corresponde al sexo femenino, con un índice de masculinidad de 0.46 hombres por cada mujer y a su vez estos habitantes se constituyen en 19 familias, tal como se puede apreciar en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 1.1
POBLACIÓN DEL ÁREA DE INFLUENCIA
DIFERENCIADA POR SEXO

COMUNIDAD	SEXO		TOTAL
	HOMBRES	MUJERES	
Tres Cruces	38	44	82
PORCENTAJE	46.34%	53.66%	100.00%

FUENTE: Unidad Educativa “Tres Cruces”, CENSO 2010 - Elaboración propia.

GRÁFICO N° 1.1
POBLACIÓN SEGÚN SEXO



FUENTE: Unidad Educativa “Tres Cruces”, CENSO 2010 - Elaboración propia.

CUADRO N° 1.2
POBLACIÓN POR EDAD, SEXO, ALFABETOS,
ANALFABETOS Y N° FAMILIAS

N° FAM.	0 - 3		4 - 5		6 - 10		11 - 13		14 - 17		ALFABETOS		ANALFABETOS		TOTALES		
	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	V	M	T
19	2	3	2	1	6	7	2	4	4	5	13	15	9	9	38	44	82

FUENTE: Unidad Educativa “Tres Cruces”, CENSO 2010 - Elaboración propia.

De acuerdo a los cuadros anteriores podemos observar que en la comunidad de “Tres Cruces” el número de habitantes por familia alcanza un valor de 4.32 hab./familia.

b).- Estabilidad Poblacional.- La migración junto con las tasas de natalidad y mortalidad son las variables que determinan el crecimiento y la estructura de la población. Los datos del censo de población y vivienda, indican que el

municipio de El Puente al que pertenece nuestra comunidad tiene una tasa de crecimiento inter censal de 1.26 %.

- c).- Emigración.- La zona del proyecto es una región con elevaciones pequeñas de montañas, suelos áridos, pocas especies de flora y fauna, además esta zona es de clima frío y presenta problemas de sequía lo que imposibilita la crianza de ganado y la práctica de la agricultura a gran escala, motivo por el cual las familias tienen que emigrar a la República Argentina, ciudad de Tarija, Bermejo en busca de fuentes de trabajo para conseguir recursos económicos y poder subsistir.

Según los datos obtenidos del municipio se tiene que la tasa de migración del Municipio del Puente es de 17% anual.

- d).- Inmigración.- En el área de influencia no se han registrado flujo de inmigrantes hacia la comunidad beneficiaria, por lo que la inmigración es inexistente.
- e).- Composición étnica de la población.- En cuanto al área de influencia del proyecto, se puede decir que la mayoría de la población es de origen mestizo/criollo (100%), no existiendo otros orígenes étnicos.
- f).- Lenguajes que habla la población.- La población beneficiaria, en cuanto a los idiomas que habla, se consta que la mayoría por no decir en su totalidad hablan el idioma o lengua española.

1.1.4.2. Descripción de la infraestructura de servicios.-

➤ **Descripción de las Unidades educativas.-**

CUADRO N° 1.3

UNIDADES EDUCATIVAS DEL ÁREA DE INFLUENCIA (NÚCLEO: EL MOLINO)

N°	COMUNID	UNIDAD EDUCATIVA	N° DE GRADOS	N° PROF.	N° ALUMNOS MATRICULADOS			SERVICIOS		
					H	M	TOTAL	AGUA	LUZ	LETRINAS
1	Tres Cruces	Tres Cruces	6	2	17	18	35	Red Pública	Red pública	Pozo séptico

FUENTE: Plan Vial Municipio El Puente 2010 - Elaboración propia.

➤ Infraestructura de salud.-

La comunidad de Tres Cruces no cuenta con infraestructura de salud, por lo que cuando sus habitantes requieren la atención de salud, deben trasladarse hasta el Centro de Salud de la comunidad de Iscayachi ubicado aproximadamente a unos 19.25 Km., de distancia.

➤ Servicios Básicos.-

En el área de influencia del proyecto cuenta con los siguientes servicios:

CUADRO N° 1.4

SERVICIOS BÁSICOS DEL ÁREA DE INFLUENCIA

SERVICIO	CUENTA		ESTADO DEL SERVICIO		
	SI	NO	BUENO	REGULAR	MALO
Agua Potable	x		x		
Alcantarillado	Pozo séptico		x		
Electricidad	x		x		
Recolec. Residuos sólidos		x			
Telecomunicaciones	x			x*	

FUENTE: Plan Vial Municipio El Puente 2010 - Elaboración propia.

(*A 1 Km., de la comunidad se capta señal telefónica móvil.)

1.1.4.3. Vivienda.-

En su totalidad las viviendas están construidas con material propios de la zona, con muros de adobe y piedra; así mismo, las viviendas son de carácter regular, y en estos últimos años han sido mejoradas con el proyecto de mejoramiento de viviendas. En general estas viviendas tienen características propias de la zona.

1.1.4.4. Transporte.-

Específicamente no se cuenta con ningún medio de transporte para el tramo, salvo el que se realiza a pie o en animal carguero, es decir, cuando los comunarios desean transportarse o transportar alguno de sus productos, deben realizarlo a pie, y después de recorrer el tramo que no es más de 3.5 Km., se llega al cruce con la carretera F001 (perteneciente a la red fundamental)



donde se puede esperar a algún medio de transporte que este pasando por dicha intersección. En la imagen se muestra el medio de transporte más común que utilizan los comunarios de la comunidad de “Tres Cruces”.

1.1.5. Relación Entre Objetivos del Proyecto y Objetivos de planes de Desarrollo.-

El tramo está inscrito dentro el Plan Vial del Municipio El Puente, de acuerdo con el proceso de Planificación participativa, el proyecto responde a las prioridades comunales, cantonales y provincial, donde en forma consensuada se definió como prioridad número uno, el programa de infraestructura vial que contempla inicialmente

el diseño y su posterior construcción y puesta en marcha su operación y mantenimiento.

1.1.6. Estudio Institucional Organizacional.-

La institución legalmente constituida y responsable de todos los caminos pertenecientes a la Red Municipal dentro de la cual se encuentra nuestro tramo, es el Gobierno Municipal de El Puente, su labor es promover el fortalecimiento de todas las comunidades inscritas e insertas dentro de su jurisdicción, por lo cual tiene la responsabilidad absoluta de manejar, captar, recaudar recursos financieros para la implementación de proyectos de toda índole dentro de su jurisdicción. El Gobierno Municipal de El Puente deberá comprometer el financiamiento necesario para la ejecución de este proyecto, en todas sus etapas, y si es el caso solicitar la concurrencia con otras instituciones Nacionales, Departamentales, además, deberá supervisar y fiscalizar la buena ejecución del proyecto de manera eficiente. Así mismo la comunidad a través de sus autoridades deberá coordinar con el municipio para la buena ejecución del proyecto especialmente en lo que corresponde al cumplimiento de la ley 1330 (ley del medio ambiente) y así también coordinar para planificar el mantenimiento del camino.

1.1.7. Estudio de Demanda y Oferta de Transporte.-

En la actualidad la demanda es total ya que no se cuenta con camino carretero, y por la inexistencia de infraestructura caminera para esta comunidad la oferta es nula. Por lo tanto existe una población que necesita cubrir sus demandas de transporte y por ende ofertar servicio de transporte a todos y cada uno de sus habitantes.

1.2. JUSTIFICACIÓN.

En la actualidad la comunidad de Tres Cruces no cuenta con un camino carretero que permita la normal circulación y vinculación de los pobladores de la región con el

resto del departamento. Solamente existe una pequeña brecha hecha a mano al ingreso del cruce y la mayor parte del tramo es senda muy precaria, por lo que el tramo en general no reúne las condiciones necesarias de transitabilidad bajo ninguna situación, y mucho peor en época de lluvias.

Por este motivo se busca realizar el Diseño Final de Ingeniería Tramo “Cruce F001 – Tres Cruces”, tramo que comprende desde el cruce de la Ruta F001 perteneciente a la red fundamental hasta la comunidad de Tres Cruces con una longitud aproximada de 3 Kilómetros dentro del Municipio “El Puente” que pertenece a la 2º Sección de la Provincia Méndez del Departamento de Tarija.

Por lo tanto la justificación más importante es que ante la necesidad de contar con un camino que vincule a la comunidad mencionada, se hace indispensable contar con un proyecto a diseño final de ingeniería, por lo que este estudio pretende coadyuvar esa necesidad de contar con un estudio que permita conocer la mejor alternativa de trazo y que éste cumpla con la condición técnica y económica más favorable.

La ejecución del proyecto permitirá garantizar la implementación de la transitabilidad vehicular hacia la comunidad de Tres Cruces, llegando con esto a mejorar la calidad de vida de los habitantes de esta comunidad, a través del aumento en los ingresos económicos mediante la comercialización e intercambio de sus productos agrícolas, ganaderos, y otros, de manera que éstos puedan llegar a los mercados de manera competitiva con menores precios, en condiciones óptimas y en menor tiempo debido al ahorro en el transporte.

Los habitantes del área de influencia del proyecto, no cuentan con un puesto de salud pero sí con una escuelita, para ambos casos surge la necesidad de contar con una vía que garantice la transitabilidad vehicular, en el primer caso para ser atendidos en casos de emergencia y trasladarse al centro hospitalario más cercano o en su caso a la ciudad de Tarija, y en el segundo caso para que los profesores puedan acceder de

manera más rápida a su centro de trabajo, lo cual se podrá lograr con la construcción del tramo caminero citado.

Y por último indicar que todo pueblo que se registra y constituye con sus habitantes y las actividades que desarrollan éstos, justifican ser tomados en cuenta y ser atendidos por todas las autoridades de turno, de acuerdo con sus necesidades y brindarles de esta manera un futuro mejor para los hijos de sus hijos que vendrán y que indudablemente serán el futuro del país.

1.3. OBJETIVOS.

1.3.1. Objetivo General

Realizar el Diseño Final de Ingeniería Tramo “Cruce F001 – Tres Cruces” que permita establecer la mejor alternativa de trazo para su construcción desde el punto de vista técnico y económico, de esta manera lograr la integración de esta comunidad con el resto del departamento, incrementando la actividad productiva de la región, beneficiará a corto plazo a la comercialización de los productos de las familias beneficiadas, asimismo a futuro cuando pueda concretarse el camino se podrá reducir el costo de los productos en los mercados y finalmente posibilitar el ahorro de recursos a través de la reducción de los costos de transporte y mantenimiento, y de esta manera indudablemente mejorar el nivel de vida de los habitantes de esta zona del departamento.

1.3.2. Objetivos Específicos

Entre los objetivos específicos tenemos:

- Establecer las condiciones técnicas iniciales para el diseño de caminos de la red municipal y departamental.
- Analizar cada uno de los parámetros de diseño que se utilizará en el diseño del camino planteado.

- Realizar el reconocimiento visual del camino a diseñar e identificar las características topográficas, geológicas, hidrológicas, etc.
- Realizar el levantamiento topográfico en la franja de diseño adecuada de manera que permita diseñar el trazo más óptimo.
- Realizar el estudio a diseño final de ingeniería del tramo teniendo en cuenta parámetros técnicos conforme la norma vigente en nuestro país.
- Se analizará alternativas para el trazo del camino, seleccionando la mejor alternativa constructiva.
- Determinar las características técnicas y económicas de ingeniería resultantes de cada alternativa propuesta, para poder establecer ventajas y desventajas que permitan seleccionar la mejor.
- Explicar los criterios de selección de la alternativa factible, desde el punto de vista técnico.
- Realizar el diseño geométrico con la utilización de programas computacionales acordes al diseño de carreteras (Land Cad) de acuerdo a las normas técnicas que se establecen en la Norma Boliviana.
- Realizar el dimensionamiento de las obras de drenaje necesarios para el buen funcionamiento del camino, tomando en cuenta el estudio hidrológico e hidráulico.
- Establecer conclusiones y recomendaciones inherentes al trabajo desarrollado.

1.4. ALCANCE.

El proyecto por tratarse de un estudio a Diseño Final de Ingeniería presenta los siguientes alcances:

a. Recopilación y Evaluación de Datos e Información Existentes

La recopilación de datos e información existente se iniciará con la visita de reconocimiento de campo que permitirá conocer la comunidad beneficiaria y obtener datos iniciales importantes acerca de ella, esta visita también nos

permitirá el reconocimiento de la topografía del terreno e ir hilvanando posibles alternativas de trazo.

La información anterior se podrá complementar y afinar con datos e información que se obtendrá de diferentes instituciones afines, tales como la Alcaldía Municipal de El Puente, Servicio Nacional y Departamental de Caminos (ABC-SEDECA), Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Geográfico Militar (IGM), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI), y otras más.

b. Levantamiento Topográfico

Después del recorrido de reconocimiento de campo y de la evaluación de la información inicial se procederá al levantamiento topográfico del terreno con el empleo de un equipo topográfico adecuado (Estación Total), y este trabajo consistirá en lo siguiente:

Se iniciará con el levantamiento de la poligonal base, para esto necesitamos realizar el levantamiento de una línea base de partida georeferenciada en dos puntos con la ayuda de un GPS (sistema de referencia en coordenadas UTM), luego en base a esta línea realizar la poligonal base dejando como referencias los Bench Marks (BM) correspondientes a cada 1000 metros aproximadamente. Luego se realizará el levantamiento de la franja de diseño misma que tendrá su base en la poligonal base anteriormente indicada y siguiendo la línea de trazo hilvanada en el recorrido inicial, este trabajo se realizará levantando puntos en franjas transversales separadas longitudinalmente a cada 20 metros cuando el terreno sea llano y no presente grandes ondulaciones y pendientes fuertes y caso contrario a cada 10 metros, donde la franja levantada tendrá una faja aproximada de 60 metros considerando 30 metros a cada lado del eje de línea de trazo hilvanado considerando que el diseño de las alternativas no tendrán problemas en grandes variaciones y de lo contrario en otras circunstancias donde se observe que el trazo hilvanado no es claro y presente grandes y visibles posibilidades de

cambio y juego de trazo, la faja incrementará lo suficientemente necesario en su amplitud para así de esta manera obtener un panorama más amplio de la topografía y jugar con el trazo hasta obtener las mejores alternativas de trazo para su evaluación y posterior elección de la más favorable.

Es indispensable tomar en cuenta el levantamiento de puntos obligados que pudieran existir. Con el estudio topográfico se localizarán también los yacimientos de préstamo o fuentes de material para ser empleados en la construcción de los terraplenes, capa de rodadura y obras de arte. Para el caso de los cursos de agua como son las quebradas y ríos se realizarán levantamientos a detalle para que se pueda realizar el diseño de las obras de arte correspondientes.

En fin el estudio topográfico del terreno nos permitirá realizar todos los diseños inherentes al proyecto, y éstos finalmente se los presentará en planos a escalas adecuadamente seleccionados y los datos se presentarán en planillas adecuadamente elaborados.

c. Diseño Geométrico del Tramo

El diseño geométrico del tramo, se realizará tomando en cuenta las recomendaciones de los parámetros del Manual de Normas del Servicio Nacional de Caminos SNC (1990), porque se acomoda más y presenta bastante consideración al diseño de caminos del área rural y que además se ha constituido en la base del actual “Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras” de la Administradora Boliviana de Caminos ABC, y las normas AASTHO.

Este trabajo se iniciará con el desarrollo del trazo preliminar y luego el trazo definitivo para diferentes alternativas, luego ésta se enlazará con curvas horizontales, el trazado altimétrico, y enlace con curvas verticales. En sentido vertical, se procederá a regular la rasante tratando de obtener un trazo dentro de

condiciones más suaves y económicas posibles. En sentido longitudinal, se tratará de obtener un trazado lo más balanceado posible entre cortes y rellenos, recurriendo a terraplenes, donde las condiciones topográficas lo permitan. Se adoptarán taludes teniendo en cuenta tanto las condiciones de los terrenos, como la seguridad.

d. Movimiento de Tierras

Concluido el diseño geométrico y con las secciones transversales y longitudinales se procederá a cuantificar el volumen resultante del movimiento de tierras y posteriormente obtener el diagrama masa.

e. Dimensionamiento del Drenaje

Para el dimensionamiento del drenaje, se iniciará con el estudio hidrológico que se realizará en base a los registros pluviométricos existentes en el área de influencia del proyecto obtenido de datos extraídos de las estaciones pluviométricas más cercanas. Los caudales de aporte de las cuencas están en función de los registros históricos de descargas y/o precipitaciones. Las cuencas que cruzan el diseño de la carretera serán delimitadas y clasificadas a partir de la cartografía existente. Así también se tomarán directamente todos los parámetros físicos geomorfológicos necesarios para definir el coeficiente de escurrimiento y el tiempo de concentración. Parámetros estos últimos indispensables, de modo particular en las cuencas menores, para calcular el caudal máximo en una determinada sección usando el método racional. Con los caudales calculados para cada una de las cuencas de escurrimiento, tendremos los elementos necesarios para el diseño de las diferentes obras hidráulicas, más conocidas en carreteras como obras de arte menor y si existe la necesidad incluiremos el diseño de las obras de arte mayor.

f. Diseño Estructural de la Carretera

Este trabajo se iniciará con el análisis y la evaluación de un levantamiento geotécnico y el levantamiento de muestras en sectores representativos (cada 500 metros y a una profundidad adecuada) para su análisis en laboratorio. La totalidad de las muestras indicadas anteriormente serán procesadas en el laboratorio de mecánica de suelos, con el propósito de clasificar los suelos y tener los parámetros geotécnicos

Luego se pasará a la obtención y evaluación de parámetros de diseño importantes tales como el tráfico y la Subrasante y posterior a ello realizar el dimensionamiento de la estructura final.

g. Cómputos Métricos

Luego de la obtención de los volúmenes resultantes del movimiento de tierras (volúmenes de corte y relleno), y después de obtener el diseño de las diferentes obras de drenaje, para ambos se procederá a la tabulación y cálculo de volúmenes más conocidos como los cómputos métricos del proyecto, en el que aparecerán los volúmenes y cantidades de todos y cada uno de los ítemes resultantes y constitutivos del proyecto pero de manera totalmente explícito.

h. Presupuesto

Después de obtener la lista de todos los ítemes tabulado con sus respectivas cantidades, para éstos se procederá a la evaluación y obtención de los precios unitarios de acuerdo a las normas vigentes para la elaboración de precios unitarios en nuestro país. Finalmente el presupuesto del proyecto será el resultado de la intervención de los cómputos métricos versus precios unitarios de cada ítem respectivamente.

i. Especificaciones Técnicas

Finalmente para cada ítem se procederá a la elaboración de las especificaciones técnicas que serán utilizadas obligatoriamente en el momento de su construcción.

1.5. METODOLOGÍA.

La metodología de nuestro proyecto como tal, es la descripción detallada de los pasos o métodos a emplear para su desarrollo, y de cómo se pretende llegar a cumplir con los objetivos y alcances descritos para el presente proyecto de diseño.

Entonces enmarcados dentro de lo que indican los objetivos y los alcances del proyecto, la metodología consistirá en el desarrollo de las siguientes actividades específicas:

- 1.5.1. Recopilación y Evaluación de Datos e Información Existentes
- 1.5.2. Levantamiento Topográfico
- 1.5.3. Diseño Geométrico Del Tramo
- 1.5.4. Movimiento De Tierras
- 1.5.5. Dimensionamiento Del Drenaje
- 1.5.6. Diseño Estructural De La Carretera
- 1.5.7. Cómputos Métricos
- 1.5.8. Presupuesto
- 1.5.9. Especificaciones Técnicas

1.5.1. Recopilación y Evaluación de Datos e Información Existentes.-

La recopilación de datos e información existente será de la siguiente manera:

- Visita de reconocimiento del tramo. Con el conocimiento del tramo in situ, se puede ir hilvanando posibles alternativas de trazo.

- Recabar información relevante de instituciones afines como pueden ser: la Alcaldía Municipal de El Puente, SEDECA, INE, IGM, SENAMHI.

Toda la información recopilada y evaluada en este tópico se irá presentando y profundizando de acuerdo a la necesidad de cada actividad que se presenta en la presente metodología.

1.5.2. Levantamiento Topográfico.-

La metodología para llevar adelante el trabajo de Levantamiento Topográfico, consistirá en tres pasos que enunciamos a continuación:

- Reconocimiento
 - Levantamiento de Poligonal Base.
 - Levantamiento de Franja de diseño
-
- **Reconocimiento**, este trabajo se lo realizará simultáneamente con el trabajo de visita de reconocimiento del tramo, consistirá en conocer in situ los accidentes topográficos del tramo donde se va realizar el levantamiento topográfico para el diseño.
 - **Levantamiento de Poligonal Base**, inicialmente se debe levantar una línea base de partida georeferenciada en dos puntos con la ayuda de un GPS, y en base a ésta iniciar el trabajo dejando Bench Marks (BM) correspondientes a aproximadamente cada 1000 metros, de tal manera que mantengan la visibilidad respecto al BM atrás y al BM adelante.
 - **Levantamiento de Franja de diseño**, constituido de un trabajo de campo y un trabajo de gabinete:

El trabajo de campo, debe desarrollarse en base a la poligonal base, con un equipo topográfico adecuado, con los procedimientos adecuados.

El trabajo de gabinete, se debe procesar la información en el programa LAN CAD.

Finalmente como parte del trabajo de gabinete se debe realizar la presentación de la información topográfica (datos topográficos) en planillas adecuadamente elaborados como respaldo.

Otra información complementaria que se debe levantarse en el momento de desarrollo del levantamiento topográfico es el levantamiento de: Puntos Obligados.- Localización de los yacimientos de préstamo o fuentes de material.- Levantamientos a detalle de los cursos de agua que atraviesan el trazo.

1.5.3. Diseño Geométrico Del Tramo.-

La metodología a seguir, para realizar el diseño geométrico de nuestro tramo de carretera, comprende la evaluación y ponderación de las siguientes actividades:

- A. Normativa de diseño.-
- B. Parámetros de diseño.-
- C. Trazo Preliminar.-
- D. Trazo Definitivo.-
- E. Enlace con Curvas Horizontales.-
- F. Trazado Altimétrico.-
- G. Enlace con Curvas Verticales.-

A. Normativa de diseño.-

Con preferencia para el diseño de nuestro camino vecinal, se realizará tomando en cuenta las recomendaciones de los parámetros del Manual de Normas del Servicio Nacional de Caminos SNC (1990), porque se acomoda más y presenta bastante consideración al diseño de caminos del área rural y que además se ha

constituido en la base del actual “Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras” de la Administradora Boliviana de Caminos ABC, obviamente sin dejar de consultar las otras normas mencionadas.

B. Parámetros de diseño.-

Los parámetros de diseño geométrico en general y de acuerdo a la bibliografía se clasifican en tres grupos, que son:

- a). *Parámetros del alineamiento horizontal*
- b). *Parámetros del alineamiento vertical*
- c). *Parámetros de la “sección transversal”*

C. Trazo Preliminar.-

Para llegar al **trazo preliminar** se establece un paso previo que es el *trazado de alternativas*.

El trabajo de Trazado de Alternativas comprende el siguiente procedimiento:

- *Trazado de la “línea a pelo de tierra”*
- *Trazado de tangentes sobre la “línea a pelo de tierra”*
- *Determinación de factores de comparación de las tangentes*
- *Análisis de Alternativas Técnicas*
- *Elección de la mejor alternativa de trazo*

D. Trazo Definitivo.-

Ésta es la etapa del diseño en que se define de manera completa a la mejor alternativa resultante del trazo preliminar que ahora es el **trazo definitivo**, pues este es el trazo que merecerá la inversión del proyecto. Es decir este trazo seleccionado en el anterior punto, se deben definir de la mejor manera cada parte constituyente, mejorando y dotando de las mejores características que permita el trazo la factibilidad del mismo.

E. Enlace con Curvas Horizontales.-

Ésta es la etapa en que el alineamiento horizontal del trazo definitivo debe enlazarse con las curvas horizontales más favorables. Las curvas horizontales son aquellas cuyo objetivo es enlazar las tangentes o rectas que conforman la mejor alternativa resultante del trazo preliminar en los puntos de intersección, las curvas horizontales para que el vehículo tenga una trayectoria que no sea brusca debe tener un mayor grado al de las rectas o tangentes, en la práctica se ha determinado que la curva que mejor se acomoda al enlace es un sector de circunferencia.

Existen varios tipos de curvas horizontales, las más utilizadas son las siguientes:

- Curvas circulares simples.-
- Curvas circulares compuestas.-
- Curvas circulares inversas.-
- Curvas con transición.-

F. Trazado Altimétrico.-

El trazado altimétrico de carreteras es el trazado definitivo de la rasante o subrasante con sus elementos de enlace para lograr un eje definitivo altimétrico de la carretera. Para realizar el diseño altimétrico se debe tener una secuencia lógica de diferentes pasos hasta obtener el eje definitivo altimétrico. El proceso o pasos que se debe seguir para el diseño altimétrico es el siguiente:

- Determinación del estacado y cálculo de cotas de nivel del eje definitivo.
- Determinación del perfil longitudinal del terreno
- Determinación de la rasante o subrasante de diseño

G. Enlace con Curvas Verticales.-

Las subrasante o rasantes producen un vértice altimétrico que no puede ser construido debido a que no permitiría una circulación adecuada de los vehículos por ello se debe enlazar con una curva de mayor grado es decir mediante curvas verticales. El enlace altimétrico del trazo definitivo debe ser mediante curvas verticales que más se acomoden a las características del tramo de terreno. Las curvas verticales producen un cambio gradual de la inflexión entre dos rasantes rectilíneas contiguas de distinta pendiente.

Generalmente, el tipo de curva utilizada es una parábola de segundo grado, muy poco diferente de la curva circular dentro de los rangos de los parámetros y pendientes normales en el proyecto de carreteras.

1.5.4. Movimiento De Tierras.-

Para determinar el volumen de **movimiento de tierras** se deben seguir los siguientes pasos:

1.5.4.1. Cálculo de volúmenes.- Básicamente consiste en los siguientes pasos:

- Tomar secciones transversales a lo largo de la rasante.
- Determinar las áreas de corte y relleno de las secciones transversales
- Cálculo de volúmenes

1.5.4.2. Diagrama Masa.- Es una representación gráfica de los volúmenes acumulados en el movimiento de tierras para la conformación de una carretera; este diagrama tiene mucha importancia a nivel de diseño donde se puede visualizar la buena o mala compensación que se ha realizado en el trazado. En ejecución, este diagrama sirve para controlar y planificar los trabajos de movimiento de tierras.

1.5.5. Dimensionamiento Del Drenaje.-

El dimensionamiento del drenaje es una de las partes fundamentales del diseño de ingeniería de carreteras debido a que de ella depende la durabilidad estabilidad y la transitabilidad de la misma. Una carretera puede presentar dos tipos de drenaje durante su concepción:

a).- Drenaje Superficial

- Drenaje longitudinal (cunetas, zanjas de coronamiento)
- Drenaje transversal (Bombeo, alcantarillas de cruce y alivio, puentes)

b).- Drenaje Subterráneo (Drenes ciegos, y drenes de tubo perforado)

El dimensionamiento del drenaje es sinónimo de captar todo tipo de agua y desagotarla fuera de la estructura de la carretera. Dentro de los alcances del proyecto no se considerara el drenaje subterráneo (por su inexistencia), en función a ello el dimensionamiento del drenaje del proyecto lo desarrollaremos de la siguiente manera:

1.5.5.1. Análisis hidrológico

- Recolección de datos de la estación más cercana
- Ordenamiento de datos de acuerdo al calendario hidrológico
- Procesamiento de datos (Ley de Gumbel).

1.5.5.2. Elementos de drenaje superficial

1.5.5.2.1. Cálculo hidráulico

- Caudal de diseño

1.5.5.3. Dimensionamiento de obras de drenaje

- Cálculo de la sección hidráulica (constructiva)

1.5.6. Diseño Estructural de la Carretera.-

Para el desarrollo del diseño estructural de nuestro tramo caminero se deben seguir una serie de pasos que se enuncian a continuación:

- Consideraciones generales: Levantamiento de muestras, análisis en laboratorio (clasificación de suelos y obtención de parámetros geotécnicos-geología del lugar).
- Evaluación de parámetros de diseño: Tráfico y subrasante.
- Dimensionamiento de la estructura.

Según la bibliografía consultada es importante considerar que, mientras el TPDA no supere los 150 a 250 vehículos/día, difícilmente se justificaran los pavimentos, por económicos que éstos sean (manual de normas - ABC).

Por lo anterior y según los aspectos técnico - económicos del proyecto se dispondrá una carpeta de ripio en toda la longitud del tramo.

1.5.7. Cómputos Métricos.-

La obtención de los cómputos métricos para el proyecto consistirá en el siguiente trabajo:

- Tabulación de todos y cada uno de los ítems resultantes del proyecto, empezando desde las actividades preliminares, actividades netas del proyecto y actividades finales y de culminación del proyecto.
- Cuantificar de los planos en general y de detalle las cantidades de obra ítem por ítem desglosado a detalle, de tal manera que al final se pueda obtener la sumatoria de volúmenes y/o cantidades de obra totales de cada ítem.

Generalmente el orden del listado de ítems es secuencial y coincide con el orden constructivo que se debe seguir en la etapa de ejecución del proyecto.

1.5.8. Presupuesto.-

La obtención del presupuesto del proyecto consistirá en los siguientes pasos:

- Obtener la lista de todos los ítems del proyecto resultantes de la evaluación de los cálculos métricos con sus respectivas cantidades de obra.
- Para cada ítem obtenido en el punto anterior se debe evaluar su precio unitario de acuerdo a la normativa vigente en nuestro país de acuerdo al siguiente modelo:
- La lista obtenida en el paso inicial mas los precios unitarios obtenidos se la debe introducir en una tabla de presupuestos, de acuerdo al siguiente modelo de tabla de presupuestos:
- Finalmente de la tabla de presupuestos se puede extraer el presupuesto total del proyecto.

1.5.9. Especificaciones Técnicas.-

Finalmente para cada ítem se procederá a la elaboración de las especificaciones técnicas que serán utilizadas obligatoriamente en el momento de su construcción y que deben contener mínimamente los siguientes detalles por cada ítem o actividad resultante del proyecto.

- Definición del ítem
- Materiales, herramientas y equipo.
- Forma de ejecución
- Medición
- Forma de pago

CAPÍTULO II

INGENIERÍA DEL PROYECTO

2.1. GENERALIDADES – INTRODUCCIÓN.

Las carreteras constituyen el pilar fundamental para el desarrollo de una comunidad o región determinada, donde sus habitantes desarrollan actividades con características propias del lugar que les ha llevado precisamente a constituirse en un núcleo, desde donde se tiene un sin número de necesidades conforme van creciendo sus aspiraciones principalmente la necesidad de transportarse. Desde tiempos inmemorables el hombre ha tenido la necesidad de transportarse de un lugar a otro, es en ese afán que poco a poco y de la mano con el aumento de la ciencia se ha ido implementando las diferentes vías de comunicación, tales como las vías terrestres, vías ferroviarias, vías marítimas y finalmente las vías aéreas, de las cuales en nuestro caso tratamos del estudio y diseño de una vía terrestre (carretera o camino).

El Diseño de Ingeniería de una carretera se conforma de diferentes actividades principales que son: El Levantamiento Topográfico, el DISEÑO GEOMÉTRICO, Movimiento de Tierras, el Diseño de Obras de Arte o Dimensionamiento del Drenaje, el DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA, Cálculos Métricos, El Presupuesto y finalmente las Especificaciones Técnicas. Cada una de las anteriores actividades tiene como base diferentes parámetros de diseño que están enmarcados dentro de normas establecidas para el diseño de carreteras de nuestro país, mismas que también están enmarcadas o tiene como referencia normas internacionales de diseño de carreteras.

2.1.1. Criterios para definir las Características de una carretera o camino.-

Los criterios que nos han ayudado a definir las características particulares de nuestro camino son:

- a).- *Función de la Carretera o Camino.*
- b).- *Demanda y Características del Tránsito.*
- c).- *Conceptos relativos a Velocidad en el Diseño Vial.*
- d).- *Control de Acceso.*
- e).- *Características de los Vehículos*
- f).- *Facilidades para peatones.*
- g).- *Valores estéticos y ecológicos.*
- h).- *Capacidad y niveles de servicio.*

2.1.2. Clasificación para diseño de las Carreteras.-

En la bibliografía revisada hemos encontrado que, en Bolivia existe una clasificación definida en el Decreto Supremo 25134 de 1998 que define el Sistema Nacional de Carreteras. Donde esta clasificación no está orientada al diseño, sino a la administración de las redes viales del país, definiendo tres niveles dentro del sistema: Red Fundamental, Redes Departamentales y Redes Municipales. En la actualidad la Red Fundamental esta bajo la responsabilidad de la Administradora Boliviana de Carreteras.

Por otro lado se menciona que las categorías de diseño recomendadas para el nuevo trazado de carreteras rurales, es decir que es aplicable para nuestro camino, se encuentran resumidas en el cuadro siguiente y presentan las siguientes características:

CUADRO N° 2.1
CATEGORÍAS DE DISEÑO PARA NUEVO TRAZADO
DE CARRETERAS EN ÁREAS RURALES

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	CARACTERÍSTICAS <u>1/</u>	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN <u>2/</u>	VELOCIDADES DIRECTRICES (km/h) <u>3/</u>
0	Doble calzada 2 o más carriles por dirección Control total de acceso	TMDA mayor a 15000 VHD corresponde a nivel C Función de total prioridad: movilidad	120 – 80
I.A	Doble calzada 2 o más carriles por dirección Control parcial de acceso	TMDA mayor a 5000 VHD corresponde a nivel C o superior Función mas importante movilidad	120 – 70
I.B	Calzada simple 2 carriles Control parcial de acceso	TMDA mayor a 1500 VHD corresponde a nivel de servicio igual o superior al C o D	120 – 70
II	Calzada simple 2 carriles	TMDA mayor a 700	100 – 50
III	Calzada simple 2 carriles	TMDA mayor a 300	80 – 40
IV	Calzada simple 2 carriles	TMDA menor a 200 <u>4/</u>	80 - 30
<p>1/ Donde no se indica el tipo de control de acceso este puede ser parcial o no existir según cada caso particular</p> <p>2/ Los valores del TMDA – expresados en veh./día – y los niveles de servicio al que corresponde el VHD son a los 10 años de habilitado la obra. Donde no se indica la función, esta dependerá de cada caso particular. Cuando no se indica el VHD, este debe corresponder a las condiciones cualitativas de operación del Nivel de Servicio C o D, según las condiciones prevalecientes del tránsito y la calzada, aunque según el Manual de Capacidad de Caminos esos niveles no están definidos para velocidades directrices inferiores a 72 y 64 km/h respectivamente.</p> <p>3/ La elección de la velocidad directriz dependerá de la dificultad que ofrezca el terreno. El rango es sólo indicativo.</p> <p>4/ En el caso particular de la categoría IV el TMDA corresponde al año de habilitación.</p>			

FUENTE: Manual de Normas del SNC (1990) - Elaboración propia.

A continuación clasificaremos nuestro tramo (según la tabla anterior) y además se analizará y presentará las “características generales” que hemos obtenido para el mismo y que éstas nos servirán para analizar y obtener todos los parámetros de diseño que se presentan más adelante:

2.2. CARACTERÍSTICAS GENERALES DEL TRAMO “Cruce F001 – Tres Cruces”

El Diseño Final De Ingeniería Tramo “Cruce F001 – Tres Cruces” basado íntegramente en el análisis del manual de normas para el diseño de vías vigentes en nuestro país, presenta las características siguientes:

Nuestro tramo caminero tiene como función primordial brindar acceso a la comunidad de “Tres Cruces”, siendo un tramo de longitud relativamente corta, con previsión de volúmenes de tránsito bajo (actualmente nulo), y además se empalma directamente con otra vía de categoría muy superior (F001 - carretera de la red fundamental “Tarija-Potosí”).

La idea global de la demanda, tanto para el año de habilitación del proyecto como para los años futuros; se ha obtenido de la información obtenida del Municipio El Puente más concretamente de su “Plan vial”. Haciendo una comparación de la situación actual de demanda y características de tránsito en los tramos existentes en el municipio (caminos de la red municipal), nos podemos dar cuenta que la demanda es bastante baja llegando en los casos mas óptimos a una demanda de **dos a cuatro vehículos por semana** y casi ninguno por día, este tránsito corresponde a vehículos livianos (automóviles, camionetas), de locomoción colectiva (buses rurales), y camiones (unidad simple para transporte de carga y algunos pasajeros), y por las características de estos caminos municipales no se cuenta con tránsito de camiones con semirremolque o remolque.

Además por las condiciones topográficas, de las condiciones climatológicas de la región, de la capa de rodadura con que están construidos sus caminos, etc., los tramos existentes en general, no permiten que los vehículos puedan transitar a velocidades altas.

En nuestro caso el control de acceso, se presenta, mediante el diseño adecuado de la intersección que se da, entre el tramo de camino a implementarse con la carretera primaria F001, y de acuerdo con las condiciones del proyecto se ha visto por conveniente darle un adecuado tratamiento a la mencionada intersección por que se trata de un punto de alto riesgo para los peatones al estar expuestos ante un tránsito de vehículos que imprimen grandes velocidades.

Para el trazado se ha buscado la armonía con el medio, buscando acomodarse a las características del terreno, para lograr la mejor apreciación de la zona que en este caso presenta características particulares muy relevantes y turísticas.

La clasificación de nuestro tramo, se lo ha realizado desde dos puntos de vista, que son los más comunes en nuestro país, éstos son:

* *Clasificación Administrativa:* En Bolivia de acuerdo al decreto supremo 25134, el Tramo en estudio (Cruce F001 – Tres Cruces) pertenece a las “**Redes Municipales**”, es decir, será administrado (diseño-construcción y operación) por el Gobierno Municipal correspondiente, en este caso será administrado por el Gobierno Municipal El Puente.

* *Clasificación Técnica (Funcional):* Esta clasificación ha resultado del análisis del manual de normas del SNC (1990), de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 2.2
CLASIFICACIÓN TECNICA SNC (FUNCIONAL),
DEL TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

CATEGORÍA DE LA CARRETERA	CARACTERÍSTICAS <u>1/</u>	CRITERIO DE CLASIFICACIÓN <u>2/</u>	VELOCIDADES DIRECTRICES (km/h) <u>3/</u>
IV	Calzada simple 2 carriles	TMDA menor a 200 <u>4/</u>	80 - 30

FUENTE: Manual de Normas del SNC (1990) - Elaboración propia.

Según la clasificación técnica podemos resumir que nuestro tramo será: de Categoría IV, Calzada Simple, Dos carriles de mínima dimensión, y tendrá una Vp (velocidad de proyecto) de 30 Km/h. por las características de la topografía de la zona (ondulado fuerte y montañoso) y con una velocidad de proyecto que puede alcanzar hasta un valor de 40-50 Km/h. en condiciones favorables.

Luego de haber señalado detalladamente las características generales del tramo, a continuación se presenta una tabla de resumen de detalle de ellas:

CUADRO N° 2.3
RESUMEN DE LAS CARACTERÍSTICAS GENERALES
DEL TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

CARACTERÍSTICA GENERAL	VALOR A CONSIDERAR
CLASIF. ADMINISTRATIVA	RED MUNICIPAL
CLASIF. FUNCIONAL, CATEGORÍA:	IV
FUNCIÓN	BRINDAR ACCESIBILIDAD
CALZADA:	SIMPLE
N° CARRILES:	DOS (BIDIRECCIONALES)
VELOCIDAD DE PROYECTO (VP):	30 Km/h

FUENTE: Vías de Comunicación (Crespo Villalaz), Manual de Normas del SNC (1990). - Elaboración propia.

2.2.1. Tamaño y Localización del Proyecto.-

2.2.1.1 Tamaño.-

Por las características particulares del tramo de diseño, el proyecto pretende la construcción de un CAMINO VECINAL de calzada simple constituido de dos carriles de circulación, con tránsito bidireccional, más sobreebanco de sobre paso a cada 500 metros (por el bajo tránsito previsto), y según la información cartográfica obtenida en la etapa inicial (Plano del Plan Vial) tendrá una longitud cercana a los 3.5

Km.; además para que los beneficiarios cuenten con un camino en óptimas condiciones, se prevé que tendrá una capa de ripio, y esto permitirá que el tránsito de autos livianos y pesados pueda desarrollarse prácticamente durante los 365 días del año.

2.2.1.2 Localización.-

La comunidad de Tres Cruces fundada el 10 de Marzo de 1968, está situada al costado derecho y aproximadamente a 3.50 Km. de distancia del camino panamericano que va de Tarija a Potosí (carretera F001), entre 40 a 50 minutos de camino a pie.

La comunidad de Tres Cruces pertenece al cantón Tomayapo. Jurisdicción de la Segunda Sección de la Provincia Méndez del Departamento de Tarija.

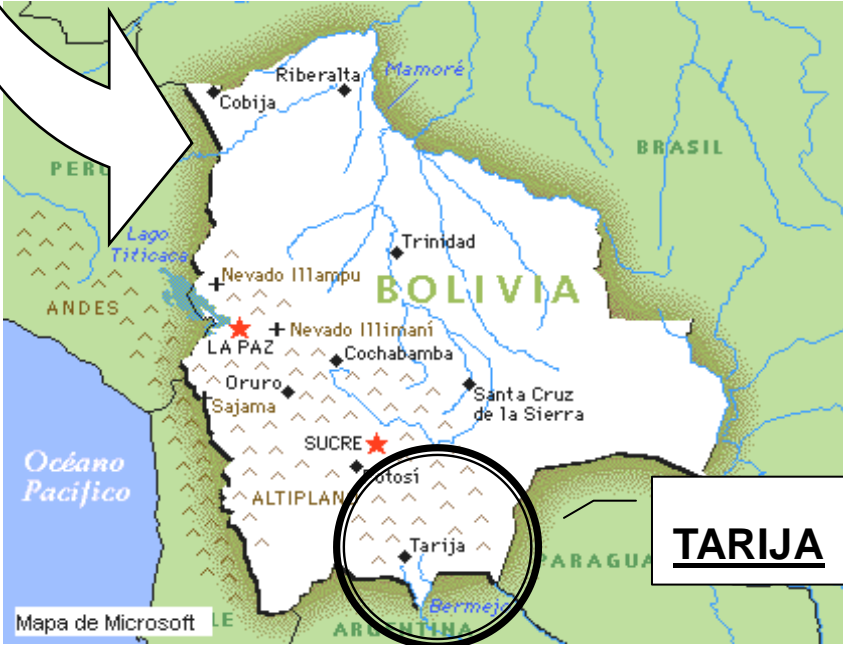
Es una región con elevaciones pequeñas de montañas, suelos áridos, pocas especies de flora y fauna. Esta zona es de clima frío y presenta problemas de sequía lo que imposibilita la crianza de ganado y la práctica de la agricultura a gran escala.

De acuerdo a la evaluación de la información cartográfica obtenida del Plan Vial del Municipio, el proyecto se encuentra localizado al Sureste de la Segunda Sección de la Provincia Méndez del Departamento de Tarija.

Los límites de la comunidad de Tres Cruces son: al **Norte** con las comunidades de La Parroquia y Paicho Sud, a **Este** siguiendo por un camino de herradura con la comunidad de Corral Grande, al **Oeste** de siguiendo la carretera Tarija-Potosí se encuentra con la comunidad de Cieneguillas y la Estancia Agua y Toro, y al **Sur** también siguiendo por la carretera Tarija-Potosí nos encontramos con las comunidades de San Lorencito, San Antonio, San Roque y la comunidad de Iscayachi.

A continuación presentamos el sector cartográfico donde se localiza el tramo correspondiente al proyecto:

UBICACIÓN DEL PROYECTO NIVEL NACIONAL

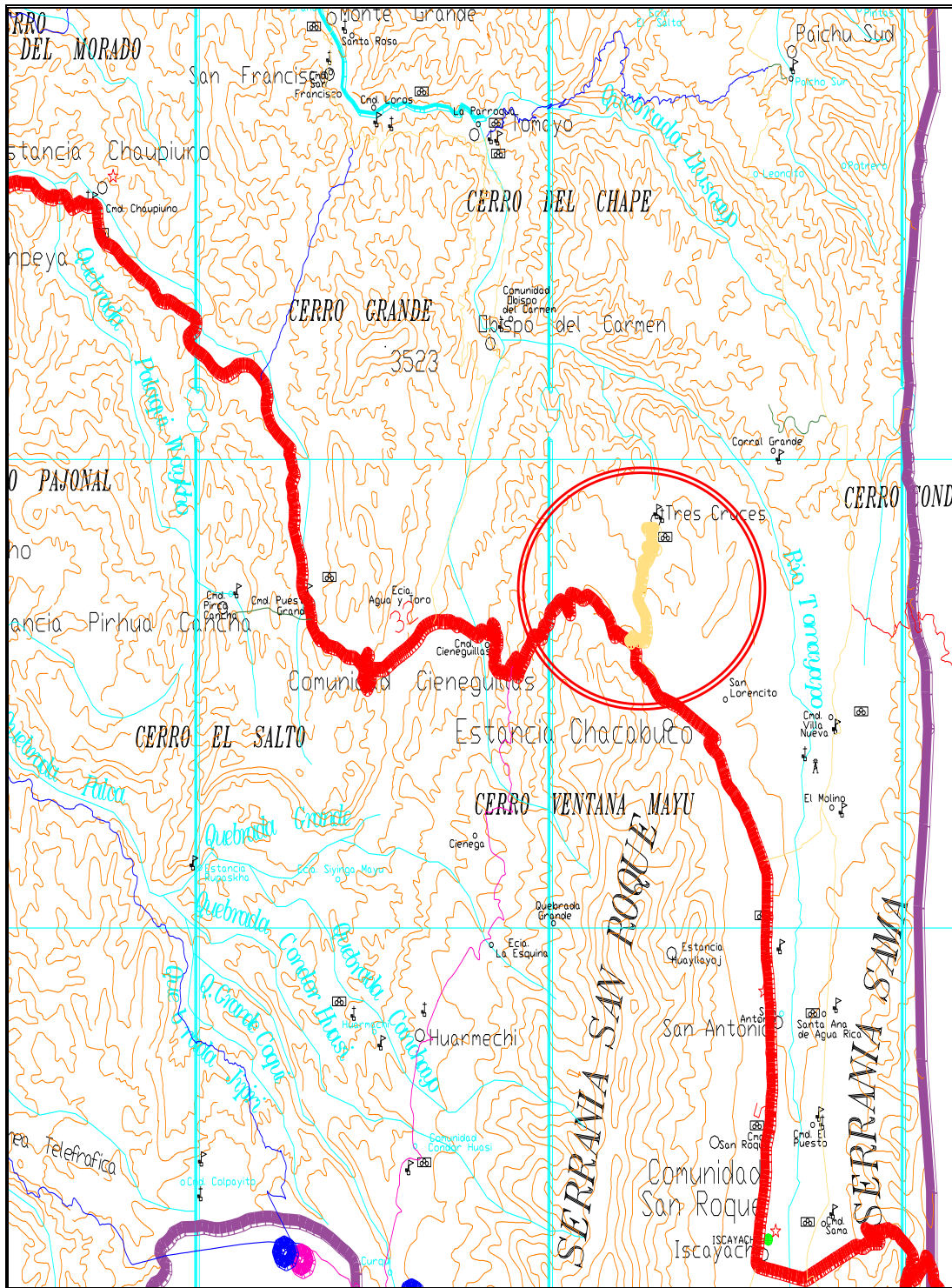


UBICACIÓN DEL PROYECTO A NIVEL DEPARTAMENTAL

S u c r e



GRÁFICO N° 2.1
LOCALIZACIÓN DEL ÁREA DE
INFLUENCIA DEL PROYECTO



FUENTE: Plan Vial Municipio El Puente 2010 - Elaboración Propia.

2.3. LEVANTAMIENTO TOPOGRÁFICO.

El Levantamiento Topográfico para el proyecto se lo ha desarrollado de manera ordenada y en tres pasos que enunciamos a continuación:

- Reconocimiento
- Levantamiento de Poligonal Base
- Levantamiento de Franja de diseño (Presentación de la información en Planillas)

2.3.1. Reconocimiento

El reconocimiento del lugar donde se va a desarrollar el trabajo se ha iniciado con la recopilación de datos e información existente.

Primeramente hemos iniciado con la visita de reconocimiento de campo, es decir hemos recorrido in situ el tramo donde se ha desarrollado el diseño, y esto nos ha permitido conocer la comunidad beneficiaria y obtener datos iniciales importantes

acerca de ella, donde en la oportunidad nos hemos encontrado con los comunarios y autoridades mas docentes de la escuelita y gracias a su buena colaboración



hemos podido obtener información acerca de sus actividades de su comunidad, y principalmente de sus necesidades de una vinculación con el resto del departamento

mediante la ejecución de un camino, muy anhelado por ellos. La información detallada de la comunidad se ha presentado en un punto anterior (ver tópico 1.1.).

La imagen (arriba) muestra un panorama del tramo donde se ha desarrollado el diseño, en la que se puede observar que el tramo se encuentra en una zona altiplánica y la mancha oscura casi al fondo son los árboles de la comunidad de Tres Cruces ya iniciando lo que es una cabecera de valle.

La visita de reconocimiento también nos ha permitido conocer la topografía del terreno e ir hilvanando posibles alternativas de trazo. Lo anterior nos ha permitido tener una idea clara de la mejor manera de encarar el trabajo para cuando se realice el levantamiento topográfico, sin olvidarse de que se debe levantar muestras del material existente

en todo el tramo, de acuerdo a sus características y considerando en longitudes estipuladas de acuerdo a norma y prácticas mas comunes, mismas que se detallan mas



adelante cuando se describa el tópico referido a suelos.

La imagen (arriba) muestra un panorama del sendero de llegada a la comunidad de Tres Cruces donde se observa las primeras viviendas y un comunario que transporta sus productos mediante animales de carga, esto por una senda de herradura.

Es importante señalar que antes de realizar la visita de reconocimiento y para poder ubicarse de buena manera en el mapa departamental, se ha recurrido a instituciones

afines principalmente a la Alcaldía Municipal de El Puente, de quienes se ha obtenido su Plan Vial, donde hemos obtenido información cartográfica y de ubicación del tramo, misma que se ha corroborado y/o verificado datos importantes y preponderantes para el desarrollo del proyecto.

Más información se ha podido complementar y afinar con datos e información que se han obtenido de diferentes instituciones, tales como el Servicio Departamental de Caminos (SEDECA), Instituto Nacional de Estadística (INE), Instituto Geográfico Militar (IGM), el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología (SENAMHI); estos últimos no sólo nos han servido para afinar la información para el trabajo de Levantamiento Topográfico, sino para otras tareas de diseño que se irán presentando paso a paso más adelante.

2.3.2. Levantamiento de Poligonal Base

Después del recorrido de visita inicial y de la evaluación de la información obtenida, se ha procedido a realizar el **levantamiento de la poligonal base** del tramo, esto con el empleo de un equipo topográfico adecuado (Estación Total), y este trabajo ha consistido en lo siguiente:

Primeramente para realizar el levantamiento de la poligonal base del tramo, la hemos referenciado a una línea base de partida georeferenciada en dos puntos, este trabajo se lo ha realizado con la ayuda de un GPS (sistema de referencia en coordenadas UTM), luego en base a esta línea se ha empezado con el levantamiento de la poligonal base (poligonal abierta), dejando como referencias los Bench Marks (BM) correspondientes a aproximadamente cada 1000 metros, y como en todo el tramo nos hemos encontrado con un material rocoso, nos ha facilitado para dejar bien pintado cada uno de los (BM), es decir no ha sido necesario construir las referencias sino basta con introducir unos clavos de buen tamaño dentro la roca ha sido suficiente.

El trabajo de dejar los Bench Marks (BM) nos ha facilitado de gran manera lo que ha sido el trabajo posterior del levantamiento de la franja de diseño.

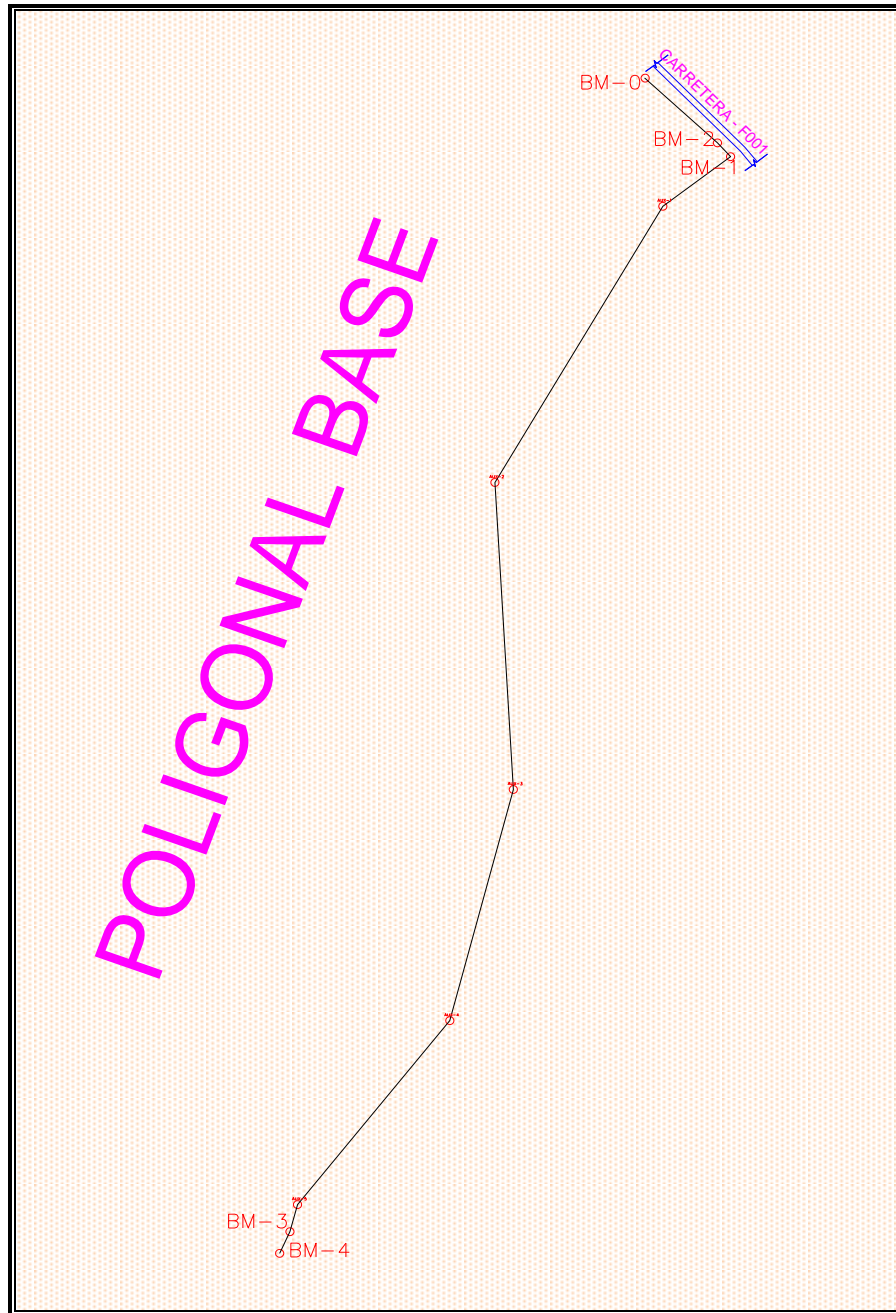
Equipo topográfico utilizado (Estación Total):



Como anteriormente se ha enunciado que el recorrido inicial nos ha servido para ir hilvanando posibles alternativas de trazo, pues también nos ha servido de guía para efectivizar el trazo de la Poligonal Base, de tal manera que quede bien ubicado y de manera favorable para cuando se ha desarrollado el levantamiento de la franja de diseño.

La gráfica (abajo) nos muestra la poligonal base levantada, misma que ha sido creado con el uso del Land Cad (trabajo de gabinete), en base a datos topográficos, si nos damos cuenta es una poligonal abierta que inicia con una línea base prácticamente paralela a la carretera F001 (línea azul) y los quiebres de la misma son los “BM”. Los datos topográficos antes mencionados se los presentará mas adelante junto con los datos topográficos correspondientes a la franja de diseño, en el tópico referido a las planillas (tópico, 2.3.3.1).

GRÁFICO N° 2.2
POLIGONAL BASE



FUENTE: Elaboración propia.

2.3.3. Levantamiento de Franja de diseño

Siguiendo la metodología planteada, el Levantamiento de la Franja de Diseño se ha realizado en dos trabajos: el trabajo de campo y trabajo de gabinete:

El trabajo de campo, para realizar el Levantamiento de la Franja de Diseño se lo ha realizado en base a la poligonal base levantada, misma que nos ha sido de gran ayuda. Este trabajo se ha llevado adelante con la brigada topográfica (topógrafo, alarifes, pintor de estacas), y el uso de un equipo topográfico adecuado (Estación Total SOKKIA).

La imagen (derecha) nos muestra el equipo y el personal con el cual nos hemos desplazado para

realizar el trabajo de levantamiento topográfico de la franja de diseño. La franja de diseño es un trabajo que consiste en recabar información topográfica (puntos topográficos –



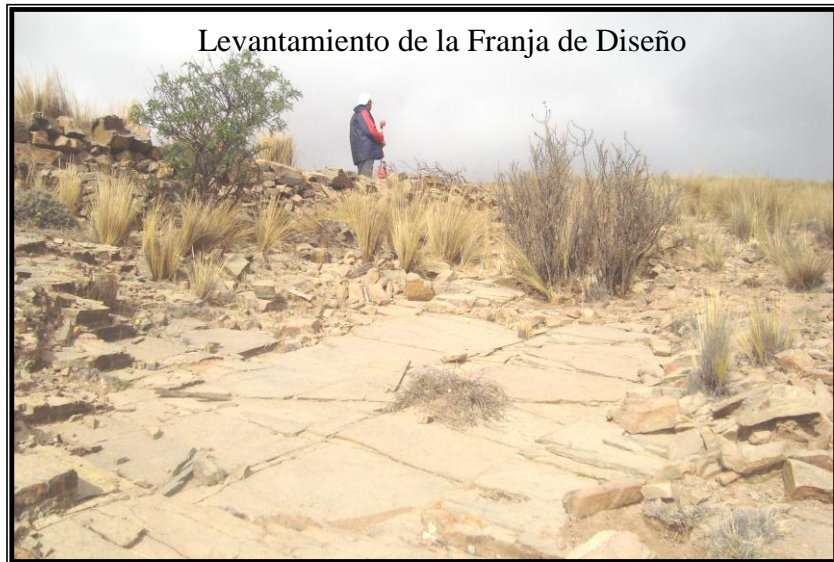
georeferenciados) de tal manera que nos permita tener todo el detalle de los accidentes topográficos y con la amplitud necesaria para poder trabajar adecuadamente con las alternativas de diseño del tramo vial correspondiente y de esta manera obtener el trazo más óptimo para el proyecto.

El trabajo de levantamiento de puntos topográficos se lo ha realizado en franjas transversales al eje del posible trazo hilvanado, separadas longitudinalmente a cada 20 metros, cuando el terreno presentaba características de un terreno llano, y no presentaba grandes ondulaciones y pendientes fuertes; en situaciones contrarias del terreno, cuando presentaba grandes accidentes y pendientes fuertes, característicos de un terreno ondulado fuerte a montañoso, las franjas transversales se han desarrollado a cada 10 metros con los detalles correspondientes.

Las dimensiones del ancho o amplitud de la franja levantada ha tenido una faja mínima aproximada de 60 metros considerando 30 metros a cada lado del eje de la línea del posible trazo hilvanado, principalmente para el caso en que el diseño de las alternativas no ha presentado situaciones que creen problemas en grandes variaciones de trazo, ósea donde el trazo hilvanado ha sido bastante bien ubicado; en circunstancias contrarias al anterior, es decir donde se ha observado que el posible trazo no era claro y ha presentado grandes y visibles posibilidades de cambio y juego de trazo hilvanado, el levantamiento de fajas transversales de la franja se ha incrementado lo suficientemente necesario en su ancho o amplitud, para así de esta manera obtener un panorama mas amplio de la topografía y poder jugar con el trazo hasta lograr obtener las mejores alternativas de trazo para su evaluación y posterior elección de la más favorable.

Para el caso de los cursos de agua como son las quebradas y ríos, se ha realizado el levantamiento a detalle aguas arriba y aguas abajo del punto donde se ha observado pasará el eje del trazado, esto para que se pueda realizar adecuadamente el diseño de las obras de arte correspondientes

El levantamiento antes mencionado se lo ha realizado con el objetivo de proporcionar la topografía a detalle de la totalidad del tramo, la



ubicación y características de todas las obras de arte, protección, áreas de cultivo a indemnizar, líneas de servicio y otras instalaciones públicas y privadas que pudieran encontrarse dentro del área levantada, para la confección del plano en planta, perfil

longitudinal y perfiles transversales para trazar el eje definitivo del camino, calcular el movimiento de tierras más rentable de acuerdo al tipo de suelo, etc.

La imagen (arriba) muestra el trabajo de Levantamiento de la Franja de Diseño, donde también podemos observar características de la topografía y de constitución del terreno (rocoso).

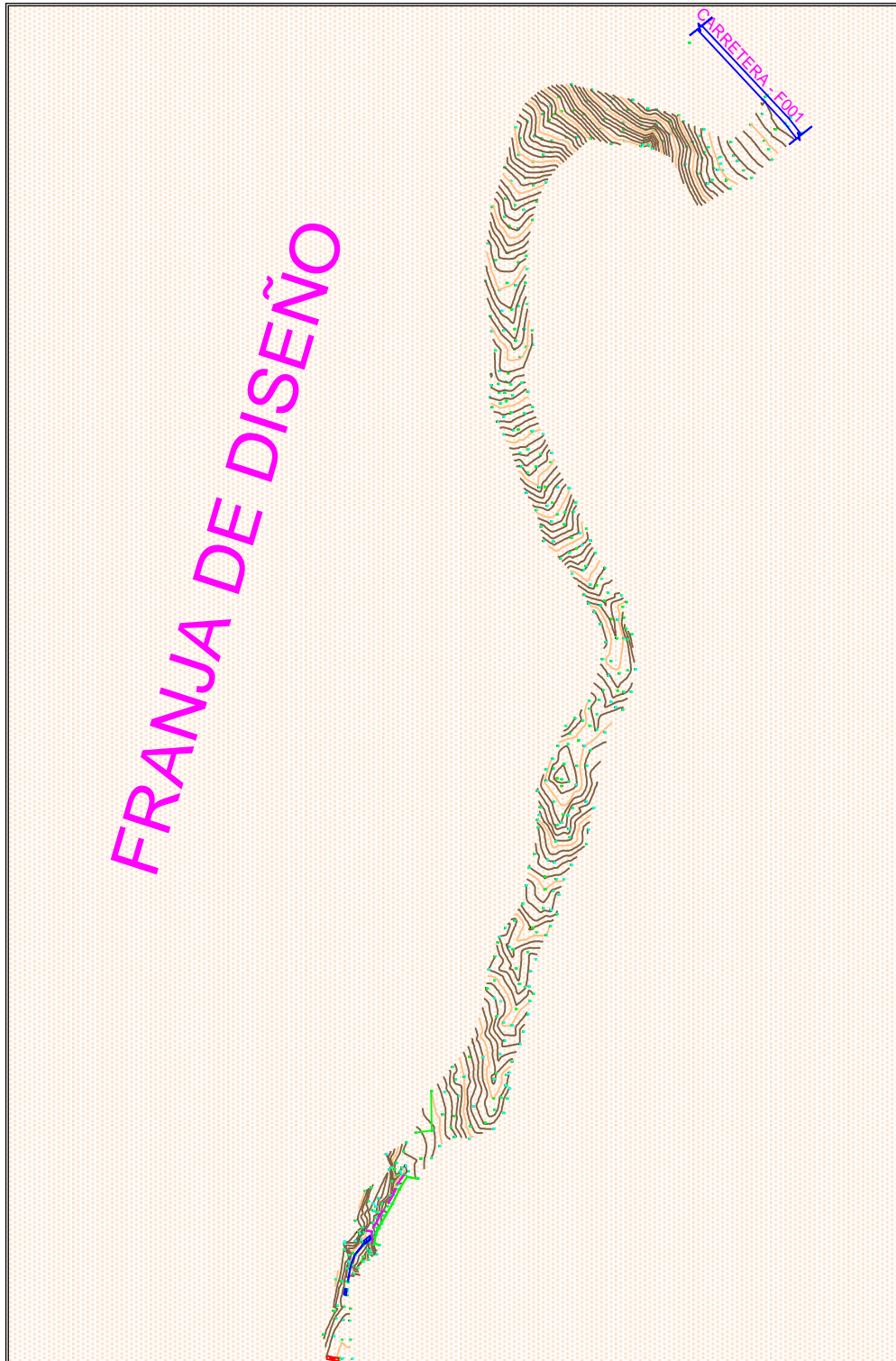
El trabajo de gabinete, una vez que se ha obtenido los datos de la Estación Total (datos obtenidos en campo en coordenadas UTM), inicialmente con la ayuda de los apuntes de la libreta del levantamiento topográfico se ha convertido y completado el formato e información de los datos levantados en programa Excel, luego se ha procesado la información en el programa Land Cad, que es una herramienta avanzada y muy útil para el diseño de una obra vial, cálculo de volúmenes, planillas de replanteo, y otros, simplificando el tiempo de trabajo.

Los resultados del trabajo de gabinete será la obtención del plano de curvas de nivel, y más adelante después de una evaluación y análisis de los parámetros diseño se obtendrán los planos de planta en general, planos del perfil longitudinal, planos de las secciones transversales, plano de la curva masa, y plano de detalles. Los datos topográficos obtenidos mediante el Levantamiento de la Franja de Diseño se los presentará mas adelante, en el tópico referido a las planillas de datos topográficos (tópico, 2.3.3.1).

A continuación presentamos (Gráfico N° 2.3) en detalle la mancha de los puntos topográficos de los que está conformado la franja de diseño levantado, más las curvas de nivel:

GRÁFICO N° 2.3

MANCHA DE PUNTOS TOPOGRÁFICOS, MÁS CURVAS DE NIVEL RESULTANTE



FUENTE: Elaboración Propia

Puntos Obligados.- Con el estudio topográfico también se ha localizado los puntos obligados que según la metodología son de dos clases: los topográficos y los políticos o sociales, de los cuales en el proyecto se han tenido los siguientes:

CUADRO N° 2.4

PUNTOS OBLIGADOS TOPOGRÁFICOS

N° PUNTO	PROG. APROXIMADA	DESCRIPCIÓN
1	0 + 000	CRUCE CON LA CARRETERA F001
2	2 + 420	Inicio tramo lado de área de cultivos
3	2 + 560	CRUCE DE RÍO (QUEBRADA)
4	3 + 000	NIVEL DE PRIMERAS VIVIENDAS DE LA COMUNIDAD

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 2.5

PUNTOS OBLIGADOS POLÍTICOS O SOCIALES

N° PUNTO	PROG. APROXIMADA	DESCRIPCIÓN
1	0 + 000	CRUCE CON LA CARRETERA F001
2	2 + 420	Inicio tramo lado de área de cultivos
3	3 + 000	NIVEL DE PRIMERAS VIVIENDAS DE LA COMUNIDAD

FUENTE: Elaboración Propia

2.3.3.1. Planillas

A continuación se presenta el detalle de los datos topográficos obtenidos, en la campaña de levantamiento topográfico, tanto para la poligonal base como para el levantamiento de la franja de diseño correspondiente:

CUADRO N° 2.6**DATOS TOPOGRÁFICOS****LEVANTAMIENTO DE POLIGONAL BASE**

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPC.
1	7636357,121	292587,813	3491,749	BM-1
2	7636382,250	292564,875	3491,500	BM-2
3	7636500,316	292437,330	3488,602	BM-0
4	7636266,914	292469,379	3482,622	A-1
5	7635764,570	292175,434	3414,785	A-2
6	7635205,929	292207,653	3388,734	A-3
7	7634785,435	292096,392	3366,339	A-4
8	7634450,833	291829,906	3348,402	A-5
9	7634362,140	291798,523	3348,576	BM-4
10	7634401,574	291816,576	3348,865	BM-3

FUENTE: Elaboración Propia

CUADRO N° 2.7**DATOS TOPOGRÁFICOS, LEVANTAMIENTO DE FRANJA DE DISEÑO****(LA PLANILLA COMPLETA - VER EN ANEXO N° 05)**

N°	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPC.
600	7636357,121	292587,813	3491,749	BM-1
1	7636382,250	292564,875	3491,500	BM-2
2	7636357,141	292587,795	3491,749	
3	7636500,316	292437,330	3488,602	BM-0
4	7636414,021	292573,898	3492,263	
5	7636411,242	292570,257	3492,319	
6	7636406,469	292566,173	3492,294	
7	7636376,607	292614,348	3492,931	
8	7636367,348	292604,902	3492,661	
9	7636362,098	292609,130	3492,679	
10	7636350,598	292635,549	3492,976	
18	7636357,138	292587,798	3491,756	
19	7636338,059	292568,832	3489,786	
20	7636323,999	292576,277	3489,646	
21	...	...	...	...

Nº	NORTE	ESTE	COTA	DESCRIPC.
22	...	...	...	...
...
504	...	...	...	...
505	7634389,577	291821,089	3346,714	
506	7634385,469	291845,049	3345,743	
507	7634353,994	291831,721	3345,091	
508	7634359,076	291816,976	3345,739	
509	7634354,090	291846,177	3345,303	
510	7634322,774	291831,064	3344,523	
511	7634326,484	291805,932	3345,906	CASA
512	7634323,324	291826,339	3344,820	CASA
513	7634321,536	291849,257	3344,567	
514	7634318,214	291825,960	3344,613	CASA
515	7634362,140	291798,523	3348,576	BM-4
516	7634401,574	291816,576	3348,865	BM-3

FUENTE: Elaboración Propia

La planilla completa de datos topográficos del Levantamiento de Franja de Diseño (por su extensa magnitud) se la presenta más adelante inserta en el ANEXO N° 05 (PLANILLA DE DATOS TOPOGRÁFICOS), en esta oportunidad sólo se ha expuesto una parte del principio y parte del final de los mismos; debido a la gran cantidad de ellos, y la planilla inserta en este sector sería muy largo, para tener una buena apreciación.

2.4. DISEÑO GEOMÉTRICO DEL TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

Nosotros estamos de acuerdo y la bibliografía textualmente menciona que el diseño geométrico de carreteras es la parte más importante del proyecto de una carretera, estableciendo, en base a las condicionantes y factores existentes, la configuración geométrica definitiva del conjunto que supone, para satisfacer al máximo los objetivos de funcionalidad, seguridad, comodidad, integración en su entorno, armonía o estética,

economía y elasticidad, de la vía. El Diseño Geométrico de una Carretera, como una parte del diseño de una infraestructura de transporte carretero, responde al concepto de suministrar a la demanda de una vía adecuada para satisfacer sus requerimientos, minimizando de manera compatible el costo total de transporte y los perjuicios que se puedan provocar al entorno sobre el cual se localiza el proyecto.

Para encarar adecuadamente el diseño geométrico de una carretera, se debe utilizar un sin número de **parámetros de diseño geométrico** que están establecidos en el manual de normas de nuestro país. Anteriormente este manual lo manejaba el SNC, en la actualidad se cuenta con el manual de normas de la ABC.

A continuación presentaremos la normativa de diseño que hemos utilizado para el diseño del tramo vial “Cruce F001 – Tres Cruces”.

2.4.1. Normativa de diseño

Sabemos que en Bolivia no tenemos establecido una norma para el diseño geométrico de carreteras, sino un manual de diseño geométrico, fruto del análisis y la evaluación comparativa de otras normas vigentes en los países vecinos.

La normativa que vamos a utilizar para el diseño geométrico de nuestro tramo será el Manual de Normas del Servicio Nacional de Caminos SNC (1990), porque se acomoda más y presenta bastante consideración al diseño de caminos del área rural y que además se ha constituido en la base del actual “Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras” de la Administradora Boliviana de Caminos ABC.

2.4.2. Parámetros de diseño

Del análisis y evaluación de la normativa adoptada para el proyecto y tomando en cuenta las características generales que hemos obtenido del mismo en un tópico anterior, hemos adoptado y definido todos y cada uno de los parámetros de diseño

para el proyecto, que serán de carácter particular para el tramo. Por lo tanto de acuerdo al alcance y metodología del proyecto, ahora nos toca desarrollar de manera explícita todos y cada uno de los parámetros de diseño que vamos a emplear en el diseño de nuestro tramo caminero:

2.4.2.1. Parámetros del Alineamiento Horizontal:

- a. **Radios Máximos y Deflexiones mínimas.**- adentrándonos un poco más al diseño, la normativa aconseja a no utilizar radios de curvas circulares superiores a los 5000 metros, y también aconseja la no utilización de ángulos de deflexión, entre las tangentes, iguales o menores a 5°.

El valor adoptado del radio máximo es:

$$\text{Radio máximo (R max)} = 5.000,00 \text{ m.}$$

El valor adoptado para la deflexión mínima es:

$$\text{Deflexión mínima (D min)} \geq 5^\circ.$$

- b. **Radios mínimos en curvas circulares horizontales.**- Los radios mínimos de curvas horizontales son los menores que pueden ser recorridos a la velocidad directriz, con el máximo peralte permitido, en condiciones aceptable de seguridad y confort.

La expresión que responde el **radio mínimo en curvas circulares horizontales** según la normativa, calculado con el criterio de seguridad al deslizamiento, es:

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

Donde: R_{min} = radio de la curva, en metros.
 V_p = velocidad directriz (de proyecto), en km/h.
 e_{max} = peralte, en m/m.
 f = coeficiente de fricción transversal admisible entre neumático y pavimento, adimensional.

Se observa que la definición de los radios mínimos en curvas circulares horizontales, viene asociada a una previa adopción de otros parámetros de diseño como son la velocidad de diseño (V), el peralte (e_{max}) y el coeficiente de fricción transversal admisible entre neumático y pavimento (f). Como ya conocemos la velocidad de diseño (V), a continuación se presenta la definición de los dos parámetros faltantes, para luego, poder definir el **radio mínimo en curvas circulares horizontales (R_{min})**:

b.1. Peralte máximo admisible.- el valor máximo recomendado para el peralte se indica en el cuadro siguiente:

CUADRO N° 2.8

CRITERIO DE APLICACIÓN	e_{max} DESEABLE	e_{max} ABSOLUTO
Zonas rurales , con probabilidad de formación de hielo o acumulación de nieve sobre la calzada	6%	6 %

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico SNC

El valor adoptado del peralte es:

$e_{max} = 6 \%$ (peralte máximo).

Relacionado con nuestro proyecto cabe mencionar, que, valores elevados del peralte permiten la adopción de menores radios de curvatura, aumentando la vialidad de trazados condicionados por severas restricciones operativas o topográficas.

b.2. Coefficiente de fricción transversal máximo admisible.- el manual de normas calcula el valor del coeficiente de fricción transversal máximo admisible (f) en función de la velocidad de diseño resultante de la evaluación de las características generales del tramo, este coeficiente lo calcula con la siguiente expresión:

$$f = 0.196 - 0.0007 * V$$

Donde: f = coeficiente de fricción transversal máximo admisible (adm)
V = velocidad de diseño, (30km/h).

Calculando: **f = 0,18 (adm.)**

Con los valores máximos del peralte y el valor máximo de la fricción lateral, ya podemos calcular el radio mínimo:

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

Donde: V = 30,00 km/h (velocidad de diseño).
e = 0,06 m/m (peralte máximo, 6 %).
f = 0,18 adimensional (coeficiente de fricción lateral).

Finalmente calculando se obtiene el valor del radio mínimo:

$$R_{min} = 29,53 \text{ m.}$$

$$\mathbf{R_{min} = 30,00 \text{ m.}}$$

b.3. Radio superior al mínimo, en curvas circulares.- La selección de radios mayores a los mínimos, para concordar inflexiones entre

tangentes sucesivas, implica la necesidad de adoptar un criterio que establezca la proporción de fuerza centrífuga que es compensada por el peralte y por la fricción lateral.

La solución de lo anterior pasa por aplicar un criterio para la selección del peralte que corresponde a un radio superior al mínimo, y en base a éste obtener el coeficiente de fricción transversal admisible entre neumático y pavimento que obviamente será para el radio superior al mínimo determinado:

$$e = e_{max} \left(\frac{2 * R_{min}}{R} - \frac{R_{min}^2}{R^2} \right); \quad f = \frac{V^2}{127 R} - e$$

Donde: R min= radio mínimo, en metros.

R = radio superior al mínimo, en metros.

e máx = peralte máximo adoptado, en m/m.

e = peralte con radio superior al mínimo, en m/m (resulta menor al máximo)

Además:

f = coeficiente de fricción transversal admisible entre neumático y pavimento, cuando el peralte es calculado con radio superior al mínimo, adimensional (resulta menor al máximo).

El valor adoptado del radio superior al mínimo y por ende el valor del peralte es:

R = VARIABLE [m]. (Diferente radio para cada curva horizontal)

e = VARIABLE [m/m]. (Diferente peralte para cada curva horizontal)

(VER DETALLE EN TÓPICO 2.4.5. – CUADRO N° 2.21)

b.4. Radios a partir de los cuales no es necesario el peralte.-

Según la teoría de los manuales y un razonamiento válido sería de que cuando el peralte alcanza el valor de la pendiente transversal adoptado, y por ende para un cierto radio, precisamente ese sería el valor del radio a partir del cual no es necesario el peralte.

La normativa presenta un valor de radio a partir del cual no es necesario el peralte, incluyendo como parámetro de elección la velocidad de diseño del tramo:

CUADRO N° 2.9

VELOCIDAD DE DISEÑO (Km/h)	POSIBLES VALORES DE RADIOS (m)	
	DESDE	O DESDE
30	1000	1000
40	1350	1400
50	1750	1800

FUENTE: Manual de Normas del SNC (1990)

El valor adoptado del radio a partir del cual no es necesario el peralte, es:

$$R = 1.000,00 \text{ m.}$$

c. Sobre ancho de la calzada en las curvas horizontales (S).-

c.1. Cálculo del sobre ancho:

El cálculo del sobre ancho depende, de las características y dimensiones del vehículo de proyecto adoptado, de la velocidad de diseño y del radio de la curva horizontal.

Existen dos posibilidades de cálculo del sobre ancho, para calzadas de dos carriles:

CUADRO N° 2.10

OPC.	TIPO DE VEHÍCULO	CÁLCULO DE SOBREENCHO
1°	Para vehículos tipo semirremolque	$S = 2 * \left[R - \sqrt{R^2 - (L_2^2 + L_3^2)} \right] + \left[\sqrt{R^2 + L_1(L_1 + 2L_2)} - R \right] + \frac{V}{10 * \sqrt{R}}$
2°	Para vehículos tipo ómnibus o camión rígido	$S = 2 * \left[R - \sqrt{R^2 - E^2} \right] + \left[\sqrt{R^2 + L_1(L_1 + 2E)} - R \right] + \frac{V}{10 * \sqrt{R}}$

FUENTE: Manual de Normas del SNC (1990).

- Donde:
- S = Sobreecho, en metros.
 - R= Radio de la curva circular, en metros
 - V= Velocidad directriz, en km/h.
 - L1= Distancia entre el eje y paragolpe delanteros, en metros
 - L2= Distancia entre el eje delantero del tractor y pivote de apoyo del semirremolque, en metros.
 - L3= Distancia entre el pivote de apoyo del semirremolque y el eje trasero o punto medio de los ejes traseros, en metros.
 - E= Distancia entre el eje delantero y el trasero o punto medio de los ejes traseros, en metros.

Para nuestro caso como el tránsito corresponde a vehículos livianos (automóviles, camionetas), de locomoción colectiva (buses rurales), y camiones (unidad simple para transporte de carga y algunos pasajeros), y por las características de estos caminos municipales no se cuenta con tránsito de camiones con semirremolque o remolque, utilizaremos la 2° opción. Para los casos en que no se pueda determinar con cierta precisión las características del vehículo tipo, recomiendan la utilización de la siguiente expresión para calzada de dos carriles:

$$S = \frac{100}{R}$$

La normativa recomienda, que los valores sean redondeados a múltiplos de 0.10 m., y que valores de sobre ancho menores de 0.40 m., sean despreciados. En general los

sobre anchos son recomendados en radios menores de 300 metros; dependiendo de las características del vehículo tipo y de la velocidad de diseño.

El valor adoptado del sobre ancho es:

$$S = \text{VARIABLE [m]}. \text{ (Diferente para cada curva horizontal)}$$

(VER DETALLE EN TÓPICO 2.4.5. – CUADRO N° 2.23)

c.2. Implementación y desarrollo del sobre ancho:

Nuestra normativa recomienda que el eje de la carretera deba disponerse compartiéndolo a ambos carriles, y en lo posible que el sobreecho se desarrolle en su totalidad en un tramo lo más antes posible al llegar a la curva circular.

Según la literatura existente (Caminos Vecinales – Autor Mexicano) que nosotros adoptaremos, se ha obtenido que el desarrollo del sobre ancho en una curva circular deba desarrollarse de la siguiente manera:

El valor adoptado de la longitud de la transición de implementación y desarrollo del sobreecho es:

$$L = 20,00 \text{ [m]}.$$

(Sobre la tangente antes del PC, y después de FC de cada curva circular)

(VER DETALLE EN TÓPICO 2.4.5. – CUADRO N° 2.23)

d. Sobre ancho de sobrepaso en caminos rurales (Ssp).-

d.1. Cálculo del sobre ancho de sobrepaso:

La implementación del sobre ancho de sobrepaso, nace de paliar la necesidad de berma en un camino vecinal, es decir, el disponer de berma en caminos de este tipo resulta antieconómico, por eso se propone implementar un sobre ancho de sobrepaso que permita parar momentáneamente ante una emergencia o por la exigencia de otros vehículos que desean realizar la maniobra de sobrepaso. De la literatura existente (Caminos Vecinales – Autor Mexicano) se ha obtenido que el sobre ancho de sobrepaso en caminos vecinales, debe tener mínimamente las siguientes características:

El valor adoptado del sobre ancho de sobrepaso es:

Ancho = 2,80 [m].

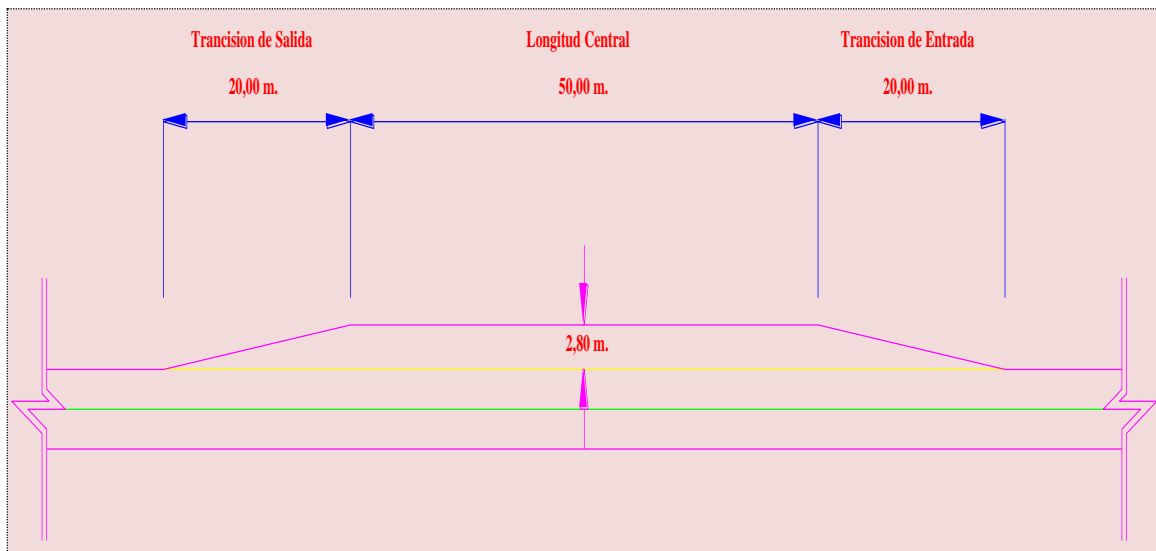
Longitud transición (entrada-salida) = 20,00 [m].

Longitud central = 50,00 [m].

Longitud total = 90,00 [m].

De acuerdo al siguiente gráfico:

GRÁFICO N° 2.4
SOBRE ANCHO DE SOBREPASO



FUENTE: Elaboración propia.

d.2. Implementación y desarrollo del sobre ancho de sobrepaso:

Según la literatura existente (Caminos Vecinales – Autor Mexicano), se ha obtenido que la implementación del Sobre Ancho de Sobrepaso debe desarrollarse de la siguiente manera:

La longitud de la implementación del sobrecancho de sobre paso es de:

Distancia de separación longitudinal = 500,00 [m].

(VER DETALLE EN LITERAL d.1, GRÁFICO 2.4)

(Se debe disponer de sobre ancho de sobrepaso a una distancia mínima y aproximada de 500 metros y donde la topografía resulte más favorable, en el mejor de los casos intercalando entre el carril derecho y el carril izquierdo).

2.4.2.2. Parámetros del Alineamiento Vertical:

a. Distancia de visibilidad para frenar “Df” (para parar).-

Normalmente los valores mínimos, son aplicados para proporcionar visibilidad en intersecciones, bifurcaciones, curvas horizontales y curvas verticales. El Proyectista, en lo posible y atendiendo a conceptos técnicos-económicos, debe proporcionar como condición deseable, distancias de visibilidad superiores a las distancias mínimas de frenado.

Los valores mínimos de la distancia de visibilidad de frenado, son normalmente aplicados para proporcionar visibilidad en:

- Intersecciones
- Bifurcaciones

- Curvas horizontales
- Curvas verticales

Según la normativa adoptada, el cálculo de la distancia mínima de visibilidad de frenado, responde a la siguiente expresión:

$$D_f = \frac{V * t}{3,6} + \frac{V^2}{254 * (f_1 + i)}$$

Donde: Df = Distancia mínima de frenado, en metros.
 V = Velocidad de diseño, en km/h. **(30 km/h)**
 t = tiempo de percepción y reacción, (recomendado: **2,5 segundos**).
 f1 = Coeficiente de fricción longitudinal entre neumático y pavimento mojado (adimensional). **(0,4)**.
 i = Pendiente de entrada en la curva vertical en el sentido del diseño, m/m (+i en subida, -i en bajada).

Conociendo la pendiente de entrada en cada curva vertical en particular ya podemos calcular la distancia mínima de frenado.

El valor adoptado de la distancia de visibilidad para frenar es:

Df = VARIABLE [m]. (Diferente para cada curva vertical)

(VER DETALLE EN TÓPICO 2.4.7. – CUADRO N° 2.24)

b. Distancia de visibilidad para sobrepaso “Ds”.-

La normativa adoptada plantea distancias de visibilidad para sobrepaso, para condiciones de absoluta seguridad y otra para razonablemente favorable, pero sin

influencia de pendientes, situación que es muy ambiguo y no cubre los alcances para nuestro diseño:

- $D_s = 180$ m., en condiciones de absoluta seguridad.
- $D_s = 120$ m., en condiciones razonablemente favorables.

El valor adoptado de la distancia de visibilidad para sobrepaso es:

$$D_s = 120 \text{ [m].}$$

(VER DETALLE EN TOPICO 2.4.7. – CUADRO N° 2.26, 2.27)

Los tramos en los que se restringe y se acepta la condición de sobrepaso, tanto en vía recta como en vía curva se presenta en el TÓPICO 2.4.6.

c. Pendiente Longitudinal.-

c.1. Pendientes Longitudinal Máximas:

La normativa específica adoptada presenta un rango, para elegir la pendiente máxima según la categoría de diseño (para nuestra categoría: 7% - 10%), y recomienda que, en función a la topografía y geología se debe elegir el valor mas favorable.

Pero no hace hincapié para situaciones extremas como la altura sobre el nivel del mar, por esta razón es que acudimos a las recomendaciones de la ABC.

Según la ABC, en caminos de alta montaña, cuando se superan los 2500 m., sobre el nivel del mar, la pendiente máxima se ha limitado según la siguiente tabla:

CUADRO N° 2.11

CAMINO DE ALTA MONTAÑA PENDIENTES MÁXIMAS % SEGÚN ALTURA S.N.M.

ALTURA S.N.M.	VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/h)					
	30	40	50	60	70	80(1)
2500 – 3000 m	9	8	8	7	7	7/5(1)
3100 – 3500 m	8	7	7	6.5	6.5	6/5
Sobre 3500 m	7	7	7	6	6	5/4.5

FUENTE: Manual de Diseño Geométrico ABC

(1) Valor max caminos/Valor max Carreteras

El valor adoptado de la pendiente longitudinal máxima es:

Pendiente longitudinal máxima: **8 [%]**

Es importante conocer la pendiente gobernadora (pendiente máxima) que se tendrá que adoptar para el diseño del tramo caminero, ya que en función a este dato y el conocimiento de la equidistancia de las curvas de nivel (que ya conocemos), podremos iniciar con la realización de los trazos preliminares (trazado de la línea a pelo de tierra).

c.2. Longitud Máxima en Pendientes Máximas:

Después de la obtención de la pendiente gobernadora del tramo, es inevitable dejar de analizar otro parámetro del diseño que se refiere a la longitud máxima que se debe recorrer precisamente en un tramo de pendiente máxima. En caminos de alta montaña se debe también considerar la longitud de un tramo con pendiente máxima.

La ABC presenta un ábaco que nos ha permitido estimar la longitud máxima en un tramo de pendiente máxima ($i_{max} = 8 \%$):

- $L_{max} = 150$ m., para una Reducción de Velocidad Aceptable de 16 Km/h.
- $L_{max} = 220$ m., para una Reducción de Velocidad Aceptable de 24 Km/h.

FUENTE: ABACO, Manual de Diseño Geométrico ABC

El valor adoptado de la longitud en pendiente longitudinal máxima es:

$$L_{max} = 220 \text{ [m].}$$

Es decir en este caso hemos restringido las longitudes de rampa con pendiente longitudinal máxima a 220 metros.

c.3. Pendientes Mínimas:

La fijación de la pendiente longitudinal mínima tiene por objeto asegurar un eficiente escurrimiento de las aguas superficiales sobre la calzada. De todas las bibliografías consultadas se ha podido obtener la pendiente longitudinal mínima:

El valor adoptado de la pendiente longitudinal mínima es:

Pendiente longitudinal mínima: **0.4 %**

d. Curvas Verticales.

Generalmente, el tipo de curva utilizada es una parábola de segundo grado, muy poco diferente de la curva circular dentro de los rangos de los parámetros y pendientes normales en el proyecto de carreteras. Esto proporciona ventajas prácticas, además de una variación constante de la pendiente a lo largo del desarrollo de la curva. Las parábolas utilizadas se definen por su parámetro “K”,

radio de curvatura en el vértice, la proyección sobre un plano horizontal del desarrollo de la parábola, con una aproximación aceptable, se calcula mediante:

$$L = K * J$$

Donde: L = Long. de curva vertical/proyección horizontal de esa long, en m.
K = Parámetro de la parábola, en m.
J = $|i_1 - i_2|$ = Valor absoluto de dif. algebraica de las pdts., en m/m
K = Es la distancia horizontal, **en metros**, requerida para que se produzca un cambio de pendiente de un uno por cuanto a lo largo de la curva.

El valor adoptado de la longitud de curva vertical, calculado en función del parámetro (K y J), es:

Longitud de curva vertical = VARIABLE [m]. (Diferente p/cada curva vertical)

Parámetro de la parábola = VARIABLE [m]. (Diferente p/cada curva vertical)

J = VARIABLE [m/m]. (Diferente p/cada curva vertical)

(VER DETALLE EN TOPICO 2.4.7. – CUADRO N° 2.25)

d.1. Drenaje superficial.

El enlace de rasantes con pendientes de distinto signo, mediante curvas verticales con elevados valores del parámetro “K”, suele ocasionar problemas en el escurrimiento superficial de las aguas en las adyacencias del punto más bajo y más alto de la curva, al generarse pendientes longitudinales muy reducidas. Este problema se agudiza si la calzada esta provista de cordones. Se trata de analizar las pendientes mínimas de escurrimiento para valores de hasta 0.35%, con tramos de 30 metros con esa pendiente mínima, resulta “K” del orden de 4000m. Este valor podría ser inferior al

mínimo requerido. En este caso debe primar el criterio de seguridad. Igualmente aunque no existan cordones, debe asegurarse siempre un adecuado escurrimiento transversal de la calzada cuando el parámetro supere los 4300 m.

d.2. Necesidad de la curva vertical.-

En general, un quiebre de la rasante con una diferencia de pendientes del orden de 0.5%, no es percibido por los usuarios de la carretera. Por lo tanto, el proyectista puede prescindir del diseño de una curva vertical cuando la diferencia algebraica de las pendientes “J” fuera igual o inferior al 0.5%.

El valor adoptado de la diferencia algebraica de pendientes “J” mínimo es:

$$J > 0,5 \text{ [%]}$$

(VER DETALLE EN TÓPICO 2.4.7. – CUADRO N° 2.25)

e. Gálidos Verticales.-

Es la distancia vertical límite que permita pasar sin restricciones bajo una estructura o túnel, este valor se debe adoptar entre los límites internacionales, al mayor entre (es recomendable incrementar en 0.5 a 1 metro del valor seleccionado):

- El que surja de la definición del Acuerdo 2.18, para el tipo de vehículo con el adicional mencionado
- El que fijan las respectivas normas adicionales.

El valor adoptado del galibo vertical (si se requiere) recomendado por la ABC es:

Gálido vertical = 5,00 m., o mayor.

2.4.2.3. Parámetros de la “Sección Transversal”:

Los elementos de la sección transversal de una carretera influyen sobre sus características operativas, estéticas y de seguridad. Los principales elementos de la sección transversal son: Ancho y número de carriles de circulación, Ancho y características de las bermas, Pendientes transversales de las calzadas y bermas, Ancho y características de los canchales centrales, Taludes de cortes y terraplenes, Sobre ancho de la calzada en las curvas horizontales (descrito anteriormente), Gálibos horizontales y la visibilidad en las curvas horizontales, Defensas necesarias para impedir o reducir los efectos de los accidentes causados por vehículos descontrolados y los Dispositivos para el drenaje superficial:

a. Ancho y número de carriles de circulación (a).-

Las normativas consultadas presentan sus anchos de carriles en función a la categoría del camino (para nuestro caso definido anteriormente), de acuerdo al siguiente detalle:

Categoría IV:	de 3.00 – 3.35 m.
Categoría DESARROLLO:	de 2.00 – 3.00 m.

Para los alcances del proyecto y con el fin de equilibrar los costos de construcción, se ha seleccionado como:

Ancho de Carril (a): 2,50 m. (ABC)

b. Ancho y características de las bermas.-

Las normativas consultadas presentan sus anchos de bermas en función a la categoría del camino y el tránsito y dificultades de emplazamiento (para nuestro caso definido anteriormente), de acuerdo al siguiente detalle:

Categoría IV:	de 0.50 – 3.00 m.(externas)
	de 0.60 – 1.20 m.(internas)
Categoría DESARROLLO:	de 0.00 – 0.50 m.(externas)
	de 0.00 – 0.00 m.(internas)

Para los alcances del proyecto y con el fin de equilibrar los costos de construcción se ha seleccionado como:

Ancho de Berma (m): 0,00 m. (ABC)

Pero, como el ancho seleccionado es nulo, según el SNC se debe proporcionar el ancho necesario que pueda contener al vehículo tipo de forma discontinua y con frecuencia razonable, aprovechando los lugares donde la topografía no genere aumentos sensibles en el costo de construcción, para el proyecto se ha considerado de la siguiente manera:

Sobre Anchos de Sobrepasso (m): 2,80 [m.] (c/500 m.)

(VER PÁRRAFO 2.4.2.1., LITERAL d: d1-d2)

c. Pendientes transversales de las calzadas y bermas.-

c.1. Pendiente transversal de la calzada:

Existen dos posibilidades de diseño de la pendiente transversal de la calzada:

- Una sección compuesta por dos sentidos de la pendiente con el punto más alto situado en el centro de la calzada.
- Una sección con pendiente única en un solo sentido

Por la gran ventaja que ofrece el primero, respecto a un drenaje rápido, y de la eliminación o reducción del desnivel entre los bordes de la calzada, escogemos la primera opción. El SNC en función del tipo de pavimento, de las condiciones climáticas y el número de carriles de la calzada nos presenta una tabla, que para el caso particular del proyecto resulta de la siguiente manera:

CUADRO N° 2.12

PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA ALZADA

TIPO DE PAVIMENTO O DE CALZADA	PENDIENTE TRANSVERSAL	
	ZONA HÚMEDA	ZONA SECA
Calzadas no pavimentadas	4,00 – 3,00	3,50 – 3,00

FUENTE: Manual de Normas del SNC (1990). - Elaboración propia.

Para los alcances del proyecto se ha seleccionado el siguiente valor.

$$\text{Pendiente transversal/calzada} = 3,00 \%$$

c.2. Pendiente transversal de la berma:

La normativa recomienda con carácter de orientación y en función del tipo de superficie, donde la elección dentro del rango depende de las condiciones climáticas de la zona, que para el caso particular del proyecto resulta de la siguiente manera:

CUADRO N° 2.13

PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA BERMA

TIPO DE SUPERFICIE DE LA BERMA	PENDIENTE
Grava o piedra partida	4,00 – 6,00

Para los alcances del proyecto y en nuestro caso no tenemos bermas, por lo que se debe disponer esta pendiente en los tramos o puntos donde se va a disponer el sobreancho que permitan sobrepaso, se ha seleccionado el siguiente valor:

El valor adoptado, en este caso para el sobreancho de sobrepaso es:

Pdt. Transv. “sobre ancho de sobrepaso” = 4,00 %

d. Ancho y características de los canteros centrales.-

Ya conocemos que solo las carreteras de categoría superior son las que disponen en su plataforma un cantero central. Para los alcances del proyecto **no** se contempla con cantero central, porque nuestro tramo es de categoría muy inferior y de calzada simple (bidireccional).

e. Taludes de cortes y terraplenes.-

La bibliografía consultada nos recomienda la adopción de los taludes de corte y terraplén, principalmente en función al tipo de terreno de cada sector del que se constituye nuestro tramo caminero y en función a la optimización de movimiento de tierras y que significa un ahorro preponderante en el costo del proyecto:

A continuación presentamos las recomendaciones de valores de talud que hemos adoptado en función del tipo de terreno y considerando la optimización de movimiento de tierras.

Para nuestro caso adoptamos los siguientes valores de talud:

CUADRO N° 2.14

TALUDES DE CORTE Y TERRAPLEN

TIPO DE TALUD	TIPO DE TERRENO	
	TERRENO ROCOSO (H/V)	TERRENO ARCILLOSO(H/V)
TALUD EN CORTE	1:10	1:2
TALUD E TERRAPLEN	1:1	1:1.5

FUENTE: Manual de Normas del SNC (1990). - Elaboración propia.

2.4.3. Trazo Preliminar, tramo “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

Para llegar al **trazo preliminar** se establece un paso previo que es el *trazado de alternativas técnicas*:

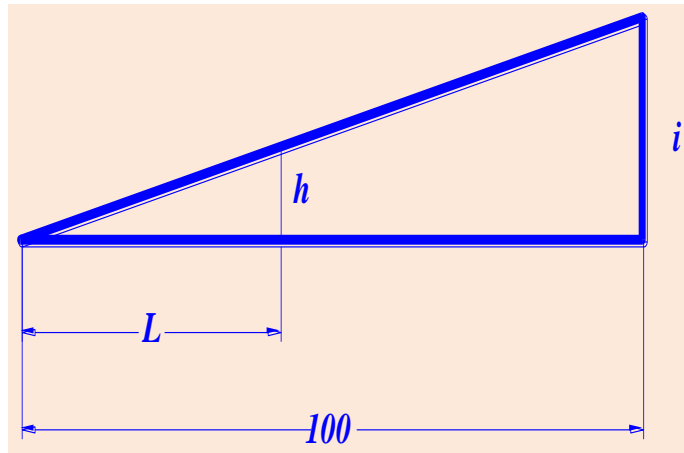
Análisis y Trazado de Alternativas Técnicas.- Según nuestra metodología propuesta para el análisis y trazado de alternativas técnicas se sigue el siguiente procedimiento:

- *Trazado de la “línea a pelo de tierra”*
 - *Trazado de tangentes sobre la “línea a pelo de tierra”*
 - *Determinación de factores de comparación de las tangentes*
 - *Análisis de Alternativas Técnicas*
 - *Elección de la mejor alternativa de trazo*
-
- ***Trazado de la “línea a pelo de tierra”.-***

A continuación presentamos detalles de la abertura de compás que han sido calculados y empleados para realizar el trazado de la línea a pelo de tierra, para obtener el trazado preliminar de las diferentes alternativas:

Relación:

$$\frac{L}{100} = \frac{h}{i} \quad ; \quad L = \frac{100 \cdot h}{i}$$



Donde:

L = Long. Deseada entre curvas (m)

h = Altura entre curvas (m)

i = Pendiente variable (%)

Tabla de aberturas de compas para diferentes pendiente:

Datos: $L = ..?$... (Incógnita)

$h = 1,00\text{m.}$, (altura entre curvas)

$i = 8 \%$, pendiente máxima (categoría IV-ABC)

CUADRO N° 2.15

TABLA DE ABERTURA DE COMPÁS, “LÍNEA A PELO DE TIERRA”

i pendiente variable (%)	h Altura entre curvas (m)	L Long. Deseada entre Curvas (m)
8,0	1,0	12,5
7,5	1,0	13,3
7,0	1,0	14,3
6,5	1,0	15,4
6,0	1,0	16,7
5,5	1,0	18,2
5,0	1,0	20,0
4,0	1,0	25,0

FUENTE: Elaboración Propia

- **Trazado de tangentes sobre la “línea a pelo de tierra”.-**

Para cada alternativa de trazo, se ha ido buscando el mejor trazo posible, de tal manera que las tangentes de trazo de cada alternativa se apegue lo más que se pueda a la “línea a pelo de tierra”, como se mencionó, a causa del relieve de la topografía se adoptaron diferentes pendientes tratando de cumplir los límites de pendiente máximo que se tiene adoptado según norma.

- **Determinación de factores de comparación de las tangentes.-**

Los datos de cada alternativa propuesta se han extraído de la aplicación del programa computacional propuesto (LAN CAD). Entre los factores de comparación más comunes se tienen:

- a). Longitud (longitud virtual).- La longitud virtual para cada alternativa, se la calcula aplicando la siguiente relación:

Relación:
$$L_v = \sum_1^n L_i + \frac{1}{c} * \sum_1^n L_i * i_i$$

- Donde:**
- Lv = Longitud virtual (m)
 - Li = Longitud de un tramo cualquiera (m)
 - i = Pendiente de un tramo cualquiera (m/m)
 - c = Coeficiente de fricción de un tramo cualquiera (adm)

- b). Pendiente.- Como ya se indicó líneas arriba con la ayuda del programa computacional LA CAD se pudo trazar las rasantes de cada alternativa y de esta las pendientes de cada tramo de cada alternativa.
- c). Nº de obras de arte.- Del trabajo de campo realizado durante el levantamiento topográfico a detalle y el análisis del plano de curvas de nivel, se ha podido determinar con exactitud el número y tipo de obra de arte a considerar para cada alternativa.

- d). Tipo de suelo.- El tipo de suelo del tramo en general se lo ha obtenido de la extracción de las muestras de material realizado a cada 500 metros.

A continuación presentamos la determinación de factores de comparación de las tangentes:

CUADRO N° 2.16

N°	ALTERNATIVA N° 1			
	PROG. I.	PROG. F.	LONGITUD	PENDT.
1	0+000,00	0+236,34	236,34	5,87
2	0+236,34	0+311,75	75,41	9,76
3	0+311,75	0+360,51	48,76	0,28
4	0+360,51	0+449,67	89,16	4,98
5	0+449,67	0+518,22	68,55	13,67
6	0+518,22	0+600,53	82,31	5,77
7	0+600,53	0+651,53	51,00	12,85
8	0+651,53	0+817,58	166,06	6,39
9	0+817,58	1+000,28	182,70	3,84
10	1+000,28	1+439,42	439,14	7,82
11	1+439,42	1+839,41	400,00	2,13
12	1+839,41	2+041,88	202,47	6,55
13	2+041,88	2+180,08	138,20	2,35
14	2+180,08	2+358,88	178,80	8,66
15	2+358,88	2+537,79	178,92	2,38
16	2+537,79	2+602,39	64,59	8,58
17	2+602,39	2+644,81	42,42	0,32
18	2+644,81	2+675,60	30,79	5,90
19	2+675,60	2+725,01	49,41	0,99
20	2+725,01	2+814,25	89,24	2,22
21	2+814,25	3+079,69	265,45	1,09
	LONG. IDEAL		3.079,69	
	LONG. VIRTUAL		3.946,68	
	PDT. PROMEDIO		5,35	
	PDT. MAXIMA		13,67	

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO N° 2.17

N°	ALTERNATIVA N° 2			
	PROG. I.	PROG. F.	LONGITUD	PENDT.
1	0+000,00	0+230,00	230,00	6,50
2	0+230,00	0+440,00	210,00	8,00
3	0+440,00	0+600,00	160,00	6,50
4	0+600,00	0+780,00	180,00	8,00
5	0+780,00	1+080,00	300,00	5,00
6	1+080,00	1+290,00	210,00	8,00
7	1+290,00	1+440,00	150,00	5,50
8	1+440,00	1+880,00	440,00	3,50
9	1+880,00	2+360,00	480,00	5,50
10	2+360,00	2+500,00	140,00	3,00
11	2+500,00	2+590,00	90,00	6,50
12	2+590,00	2+640,00	50,00	0,40
13	2+640,00	2+680,00	40,00	5,30
14	2+680,00	2+810,00	130,00	1,60
15	2+810,00	3+066,96	256,96	1,14
	LONG. IDEAL		3.066,96	
	LONG. VIRTUAL		3.932,35	
	PDT. PROMEDIO		4,96	
	PDT. MAXIMA		8,00	

FUENTE: Elaboración propia.

CUADRO N° 2.18

N°	ALTERNATIVA N° 3			
	PROG. I.	PROG. F.	LONGITUD	PENDT.
1	0+000,00	0+158,19	158,19	5,70
2	0+158,19	0+247,66	89,47	11,08
3	0+247,66	0+302,38	54,72	2,78
4	0+302,38	0+438,55	136,17	8,48
5	0+438,55	0+560,98	122,42	10,44
6	0+560,98	0+710,71	149,73	7,48
7	0+710,71	0+873,10	162,39	3,41

N°	PROG. I.	PROG. F.	LONGITUD	PENDT.
8	0+873,10	1+179,85	306,75	7,38
9	1+179,85	1+297,99	118,14	8,80
10	1+297,99	1+561,80	263,81	3,09
11	1+561,80	1+650,78	88,98	1,91
12	1+650,78	1+968,75	317,98	6,29
13	1+968,75	2+249,60	280,85	3,12
14	2+249,60	2+341,45	91,84	10,42
15	2+341,45	2+479,75	138,30	2,54
16	2+479,75	2+545,56	65,82	8,07
17	2+545,56	2+587,82	42,26	0,95
18	2+587,82	2+635,52	47,70	5,11
19	2+635,52	2+699,18	63,65	1,34
20	2+699,18	3+022,61	323,43	1,28
	LONG. IDEAL		3.022,61	
	LONG. VIRTUAL		3.908,16	
	PDT. PROMEDIO		5,48	
	PDT. MAXIMA		11,08	

FUENTE: Elaboración propia.

- **Análisis de Alternativas Técnicas.-**

El análisis de alternativas de trazo básicamente se ha realizado en función a la topografía del lugar, donde visiblemente se tenía definido la ruta a seguir, por las condiciones técnicas relevantes y el entorno, tratando de buscar una armonía con el terreno y el paisaje de la zona.

A continuación presentamos la tabla resultante del análisis de alternativas técnicas de las alternativas propuestas:

CUADRO N° 2.19

CUADRO DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS:

ALTERNATIVA N°	Lv	TIPO DE SUELO			OBRAS DE ARTE			PENDIENTE	
		% SUELO	% ROCA		N° ALCANT.	PUENTES		MAXIMA	PROMEDIO
			DURA	BLANDA		N°	LUZ		
I	3.946,68	10	40	50	15	0	0	13,67	5,35
II	3.932,35	10	40	50	15	0	0	8,00	4,96
III	3.908,16	10	40	50	15	0	0	11,08	5,48

NOTA: La alternativa que cumple con la mayor cantidad de condiciones favorables de trazo es la N° II.

FUENTE: Elaboración propia.

- ***Elección de la mejor alternativa de trazo.-***

Luego de la evaluación y análisis de las diferentes alternativas de trazo por fin llegamos a determinar la mejor alternativa de trazo preliminar, que como ya se dijo es la que merecerá el trazo definitivo del proyecto es:

La mejor alternativa de trazo elegido para nuestro tramo es:

Mejor alternativa de trazo = Alternativa N° II

2.4.4. Trazo Definitivo, tramo “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

Ésta es la etapa del diseño en que se define de manera completa a la mejor alternativa resultante del trazo preliminar que ahora es el **trazo definitivo**, pues éste es el trazo que merecerá la inversión del proyecto. Es decir es ahora la etapa en que se debe aplicar de la mejor manera posible todos y cada uno de los parámetros de diseño geométrico de carreteras obtenidos.

A continuación presentamos el resumen de los parámetros de diseño obtenidos en el tópico 2.4.2., y que emplearemos para efectivizar el trazo definitivo:

CUADRO N° 2.20
RESUMEN DE PARAMETROS DE DISEÑO
DEL TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

PARAMETRO DE DISEÑO		VALOR [UNIDAD]	REFERENCIA
DESCRIPCIÓN	NOTACIÓN		
PARÁMETROS DEL ALINEAMIENTO HORIZONATAL:			
RADIOS MÁXIMOS	R max	5000 [m.]	(SNC)
DEFLEXIONES MÍNIMAS	D min	≥ 5 [°]	(SNC)
PERALTE MÁXIMO	e max	6 [%]	(SNC)
COEFICIENTE DE FRICCIÓN TRANSVERSAL MÁXIMO ADMISIBLE	f	0.18 [adm.]	Vp, e max-(SNC)
RADIO MÍNIMO	R min	30 [m]	e max, f-(SNC)
RADIOS SUPERIORES AL MÍNIMO, EN CURVAS CIRCULARES	R - e	[m], VARIABLE	(SNC)
RADIOS A PARTIR DE LOS CUALES NO ES NECESARIO EL PERALTE	R	1000 [m]	Vp-(SNC)
SOBRE ANCHIO, EN CURVAS Hs.	S	[m], VARIABLE	(SNC)
PARÁMETROS DEL ALINEAMIENTO VERTICAL:			
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA FRENAR (PARA PARAR)	Df	[m], VARIABLE	Vp, (SNC)
DISTANCIA DE VISIBILIDAD PARA SOBREPASO	Ds	120 [m]	(SNC)
PENDIENTE LONGITUDINAL MÁXIMA	i max	8 [%]	(3.100-3.500 msnm-ABC)p2/65
LONGITUD MÁX. CON PENDIENTE MÁX.	L max	220 [m]	$\Delta V=16-24$ (ábaco-ABC)p ² /66
PENDIENTE LONGITUDINAL MÍNIMA	i min	0.4 [%]	(SNC - ABC)
CURVAS VERTICALES	Lcv	[m], VARIABLE	K, j, (SNC)
NECESIDAD DE LA CURVA VERTICAL	J	J > 0.5 [%] valor absoluto	K, j, (SNC)
GALIBO VERTICAL	Gv	5,00 [m]	(ABC, otras normas)

PARÁMETROS DE LA SECCION TRANSVERSAL:			
ANCHO Y NÚMERO DE CARRILES DE CIRCULACIÓN	a	2,50 [m]	(ABC)
ANCHO Y CARACTERÍSTICAS DE LAS BERMAS	b	0,00 [m]	(ABC)
SOBRE ANCHOS DE SOBREPASO	Bsp	2,80 [m] – c/500 m	(SNC)
PENDIENTE TRANSVERSAL DE LA CALZADA	i-t	3,00 [%]	(SNC - ABC)
PDT. TRANSV. DE “SOBREANCHO DE SOBREPASO”	i-ss	4,00 [%]	(SNC)
TALUD DE CORTE (ROCA)	H:V	1:10 [m]	(SNC, ABC, otros)
TALUD DE TERRAPLÉN (ROCA)	H:V	1:1 [m]	(SNC, ABC, otros)

FUENTE: Vías de Comunicación (Crespo Villalaz), Manual de Normas del SNC (1990), Manual de Diseño Geométrico ABC

FUENTE: Elaboración propia.

2.4.5. Enlace con Curvas Horizontales, tramo “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

Una vez que se tiene adelante el trazado de las tangentes de la mejor alternativa elegida (trazo definitivo), el siguiente paso es el enlace de estas mediante los diferentes tipos de curvas horizontales que mejor se acomoden a todo lo inherente para obtener un trazado horizontal del eje del camino.

CUADRO N° 2.21

CURVAS HORIZONTALES,

TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

PI N°	ELEMENTOS DE LAS CURVAS HZs.			
	Rc [m]	T [m]	Δ [°]	Dc [m]
1	40,00	50,34	103,06	71,95
2	60,00	19,16	35,42	37,09
3	60,00	64,56	94,20	98,64
4	60,00	14,89	27,88	29,19
5	40,00	9,45	26,58	18,56
6	40,00	15,91	43,37	30,28
7	120,00	72,48	62,26	130,40
8	80,00	16,14	22,81	31,85
9	80,00	16,43	23,21	32,41

FUENTE: Elaboración propia.

El siguiente paso después de enlazar las tangentes mediante curvas horizontales es calcular el peralte para radios superiores al radio mínimo y la longitud de transición del peralte:

CUADRO N° 2.22

CÁLCULO DEL PERALTE Y LONGITUD DE TRANSICIÓN

PARA RADIOS SUPERIORES AL MINIMO, TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

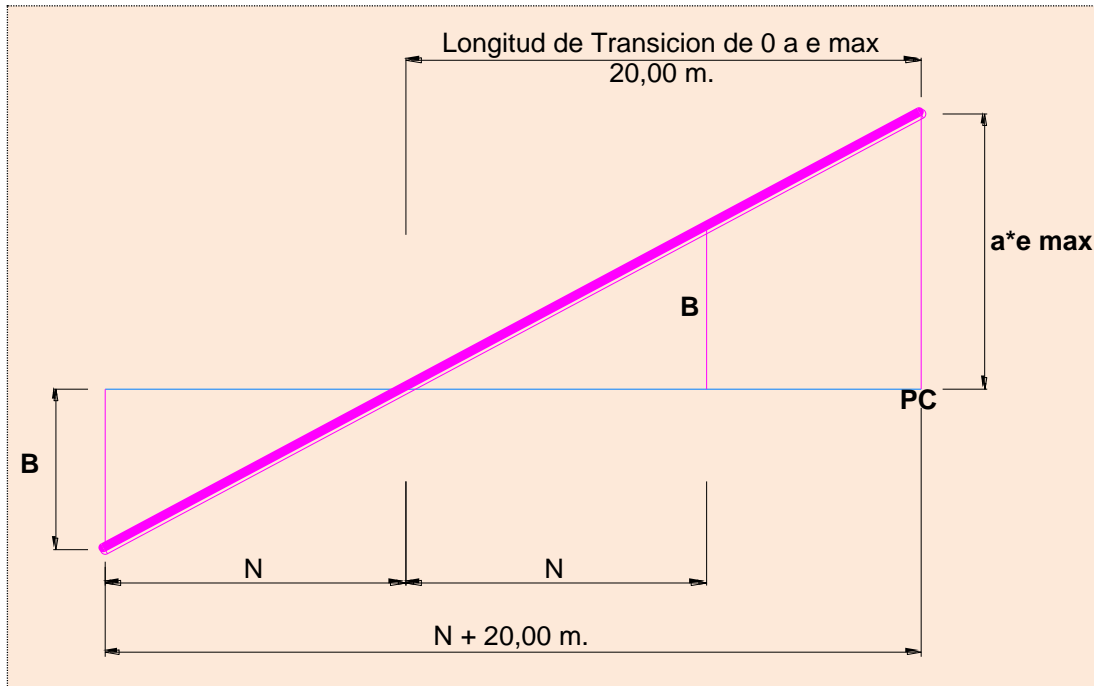
PI N°	R [m]	PERALTE [m/m]	BOMBEO [m]	LONGITUD DE TRANSICION (N+20)		
				de -b a 0 [m]	de 0 a e max [m]	Total [m]
1	40,00	0,06	0,09	11,67	20,00	31,67
2	60,00	0,05	0,09	11,67	20,00	31,67
3	60,00	0,05	0,09	11,67	20,00	31,67
4	60,00	0,05	0,09	11,67	20,00	31,67
5	40,00	0,06	0,09	11,67	20,00	31,67
6	40,00	0,06	0,09	11,67	20,00	31,67
7	120,00	0,03	0,09	11,67	20,00	31,67
8	80,00	0,04	0,09	11,67	20,00	31,67
9	80,00	0,04	0,09	11,67	20,00	31,67

FUENTE: Elaboración propia.

Del cuadro anterior podemos advertir que cuanto más se acerca el valor el radio de curvatura al radio mínimo, el valor del peralte también tiende a alcanzar al valor del peralte máximo.

El gráfico siguiente señala de manera más clara de cómo se desarrolla la implementación del peralte:

GRÁFICO N° 2.5
DESARROLLO DEL PERALTE Y LONGITUD DE TRANSICIÓN
, TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”



FUENTE: Elaboración propia.

En esta etapa también es posible realizar el cálculo del sobre ancho en curvas horizontales, de acuerdo a las características de cada curva horizontal del tramo.

CUADRO N° 2.23
SOBRE ANCHO EN CURVAS HORIZONTALES Y
LONGITUD DE TRANSICIÓN,
TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

DATOS CURVAS HORIZONTALES					SOBRE ANCHO (S) (S > 0,4 m.)			
N°	Vp [Km/h]	RADIO [m]	L1 [m]	E [m]	1° CRITERIO	2° CRITERIO	S [m]	TRANSICION [m]
1	30,00	40,00	2,10	7,60	2,38	2,50	2,40	20,00
2	30,00	60,00	2,10	7,60	1,66	1,67	1,70	20,00
3	30,00	60,00	2,10	7,60	1,66	1,67	1,70	20,00
4	30,00	60,00	2,10	7,60	1,66	1,67	1,70	20,00
5	30,00	40,00	2,10	7,60	2,38	2,50	2,40	20,00

Nº	Vp [Km/h]	RADIO [m]	L1 [m]	E [m]	1º CRITERIO	2º CRITERIO	S [m]	TRANSICION [m]
6	30,00	40,00	2,10	7,60	2,38	2,50	2,40	20,00
7	30,00	120,00	2,10	7,60	0,91	0,83	0,90	20,00
8	30,00	80,00	2,10	7,60	1,29	1,25	1,30	20,00
9	30,00	80,00	2,10	7,60	1,29	1,25	1,30	20,00

FUENTE: Elaboración propia.

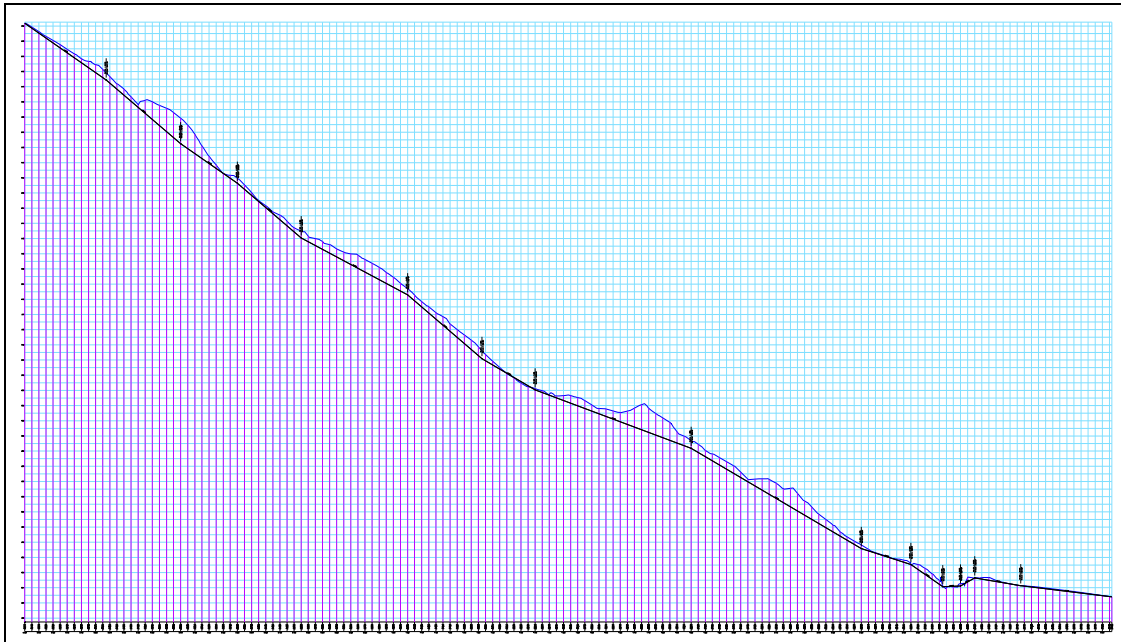
2.4.6. Trazado Altimétrico, tramo “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

El trazado altimétrico de carreteras es el trazado definitivo de la rasante o subrasante con sus elementos de enlace para lograr un eje definitivo altimétrico de la carretera. Para realizar el diseño altimétrico se debe tener una secuencia lógica de diferentes pasos hasta obtener el eje definitivo altimétrico:

- *Determinación del estacado y cálculo de cotas de nivel del eje definitivo.*- Una vez que se tiene definido el eje horizontal y éste enlazado con las curvas horizontales, se procede a la determinación del estacado definitivo y posteriormente en función a las curvas de nivel se pueden obtener las cotas de nivel del eje definitivo.
- *Determinación del perfil longitudinal del terreno.*- La mejor manera de representar el anterior punto es mediante la determinación del perfil longitudinal del terreno, que no es más que la representación resultante de unir mediante líneas suavizadas puntos en un plano cartesiano cuyas ordenadas son las progresivas del estacado y las abscisas las cotas de nivel extraídas de las curvas de nivel del terreno de cada estaca.
- *Determinación de la rasante o subrasante de diseño.*- En función a la pendiente longitudinal gobernadora, es el trazado de las líneas que más se acomoden al perfil longitudinal, tratando de que las mismas mantengan en lo posible un balance entre cortes y rellenos.

Los trabajos anteriormente señalados se lo realizan rápidamente haciendo el uso del programa computacional LAN CAD, y se puede obtener un trazado altimétrico como se muestra en la gráfica siguiente:

GRÁFICO N° 2.6
TRAZADO ALTIMETRICO
(PERFIL LONGITUDINAL Y TANGENTES VERTICALES),
TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”



FUENTE: Elaboración propia.

2.4.7. Enlace con Curvas Verticales, tramo “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

El enlace altimétrico del trazo definitivo debe ser mediante curvas verticales que más se acomoden a las características del tramo de terreno, a continuación se presenta los parámetros calculados para poder realizar de manera adecuada el trabajo de enlace con curvas verticales.

De acuerdo a la metodología de trabajo presentado, el procedimiento a seguir para realizar el enlace del eje de la rasante con curvas verticales, en base a los parámetros de diseño definidos, es el siguiente:

- a).- Cálculo de la distancia de visibilidad para frenado
- b).- Cálculo de longitud de la curva vertical

a) *Cálculo de la distancia de visibilidad para frenado.*- En primera instancia es preciso el cálculo de la distancia de visibilidad de frenado, que se basa en la pendiente de entrada de las curvas verticales:

CUADRO N° 2.24

DISTANCIA/VISIBILIDAD PARA FRENADO (Df), TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

N°	MEJOR ALTERNATIVA				PIv	Df		
	PROG. I.	PROG. F.	LONGIT.	PENDT.		ENT.	SAL.	OK.
1	0+000,00	0+229,11	229,11	-5,87				
2	0+229,11	0+440,00	210,89	-8,00	1	31,22	28,22	31,22
3	0+440,00	0+540,00	100,00	-6,54	2	31,91	28,45	31,91
4	0+540,00	0+740,00	200,00	-8,00	3	31,42	28,22	31,42
5	0+740,00	0+960,56	220,56	-4,47	4	31,91	28,80	31,91
6	0+960,56	1+114,40	153,85	-6,50	5	30,81	28,45	30,81
7	1+114,40	1+331,88	217,48	-8,00	6	31,41	28,22	31,41
8	1+331,88	1+420,00	88,12	-6,00	7	31,91	28,54	31,91
9	1+420,00	1+820,00	400,00	-2,99	8	31,25	29,08	31,25
10	1+820,00	2+127,01	307,01	-5,00	9	30,41	28,71	30,41
11	2+127,01	2+364,01	237,00	-6,50	10	30,96	28,45	30,96
12	2+364,01	2+504,18	140,17	-3,15	11	31,41	29,04	31,41
13	2+504,18	2+595,97	91,79	-6,40	12	30,45	28,47	30,45
14	2+595,97	2+640,00	44,03	0,82	13	31,38	29,88	31,38
15	2+640,00	2+679,96	39,96	4,84	14	29,51	30,91	30,91
16	2+679,96	2+720,00	40,04	-0,66	15	28,74	29,55	29,55
17	2+720,00	2795,126	75,13	-2,099	16	29,84	29,25	29,84
18	2+795,13	3066,956	271,83	-1,162	17	30,18	29,44	30,18

FUENTE: Elaboración propia.

b) *Cálculo de longitud de la curva vertical.*- Un parámetro importante que debe ser calculado previamente al cálculo de la longitud de curva vertical es el cálculo de la distancia de visibilidad de frenado, resuelto en la anterior tabla, ahora ya podemos presentar el cálculo de longitud de curvas verticales:

CUADRO N° 2.25

LONGITUD DE CURVA VERTICAL (CRITERIO DE SEGURIDAD),

TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

PIv	TIPO	J		CUR.VER. CONVEXA					CUR.VER. CÓNCAVA				
	CURVA	%	m/m	L>Df	L<Df	L>Df	L<Df	OK.	L>Df	L<Df	L>Df	L<Df	OK.
1	CONVEXA	2,13	0,02	5,03	-131,31	7,68	-64,39	20,00					
2	CON-KVA	1,46	0,01						6,40	-95,30	-14,25	135,24	30,00
3	CONVEXA	1,46	0,01	3,49	-220,45	5,33	-122,59	20,00					
4	CON-KVA	3,53	0,04						15,50	-1,87	-34,52	93,30	30,00
5	CONVEXA	2,03	0,02	4,66	-141,88	7,13	-71,59	20,00					
6	CONVEXA	1,50	0,02	3,59	-212,17	5,48	-117,18	20,00					
7	CON-KVA	2,00	0,02						8,79	-52,02	-19,58	115,81	30,00
8	CON-KVA	3,01	0,03						12,81	-13,73	-28,26	97,07	30,00
9	CONVEXA	2,01	0,02	4,50	-144,50	6,88	-73,58	20,00					
10	CONVEXA	1,50	0,02	3,49	-213,07	5,32	-118,09	20,00					
11	CON-KVA	3,35	0,03						14,37	-5,82	-31,78	93,87	30,00
12	CONVEXA	3,25	0,03	7,31	-66,02	11,16	-22,18	20,00					
13	CON-KVA	7,22	0,07						30,92	30,91	-68,33	77,17	30,00
14	CON-KVA	4,02	0,04						16,85	5,10	-36,96	87,67	31,00
15	CONVEXA	5,50	0,05	11,63	-15,97	17,77	9,96	20,00					
16	CONVEXA	1,44	0,01	3,12	-225,97	4,76	-127,30	20,00					
17	CON-KVA	0,94	0,01						3,78	-180,44	-8,21	171,36	30,00

FUENTE: Elaboración propia.

Entonces después de haber obtenido tanto la distancia de visibilidad de frenado y la longitud de curvas verticales en los PIV correspondientes, podemos proceder al enlace del eje de la rasante mediante las curvas verticales.

Los trabajos de enlace de la rasante con curvas verticales anteriormente señalados se lo realizan rápidamente haciendo el uso del programa computacional LAN CAD, y se puede obtener un trazado altimétrico adecuado tal como se muestra en el perfil longitudinal inserto en la sección referida a los PLANOS EN PLANTA, BIMODALES Y DE DETALLE. En esta etapa, una vez que tenemos el valor de la longitud de visibilidad de adelantamiento definido, podemos analizar los tramos con restricción de maniobra de adelantamiento:

CUADRO N° 2.26

RESTRICCIÓN DE MANIOBRA DE ADELANTAMIENTO EN VÍA RECTA,

TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

N°	PROG. I.	PROG. F.	TRAMO	LONGITUD	Ds [m]	COND. SOBREPASO
1	0+000,00	0+128,16	RECTA	128,16	120,00	SI
2	0+128,16	0+200,10	CURVA	71,95	120,00	
3	0+200,10	0+263,33	RECTA	63,23	120,00	NO
4	0+263,33	0+300,43	CURVA	37,09	120,00	
5	0+300,43	0+464,44	RECTA	164,01	120,00	SI
6	0+464,44	0+563,08	CURVA	98,64	120,00	
7	0+563,08	0+742,09	RECTA	179,01	120,00	SI
8	0+742,09	0+771,29	CURVA	29,19	120,00	
9	0+771,29	0+902,82	RECTA	131,54	120,00	SI
10	0+902,82	0+921,38	CURVA	18,56	120,00	
11	0+921,38	1+023,27	RECTA	101,89	120,00	NO
12	1+023,27	1+053,55	CURVA	30,28	120,00	
13	1+053,55	1+459,27	RECTA	405,72	120,00	SI
14	1+459,27	1+589,67	CURVA	130,40	120,00	
15	1+589,67	1+746,60	RECTA	156,93	120,00	SI
16	1+746,60	1+778,45	CURVA	31,85	120,00	
17	1+778,45	2+108,80	RECTA	330,35	120,00	SI
18	2+108,80	2+141,21	CURVA	32,41	120,00	
19	2+141,21	3+066,96	RECTA	925,75	120,00	SI
LONGITUD TOTAL DEL TRAMO =				3.066,96		

FUENTE: Elaboración propia.

Finalmente podemos evaluar la distancia de visibilidad horizontal en curva, donde una de las condiciones de este parámetro, es restringir el sobrepaso en las curvas horizontales.

CUADRO N° 2.27

**RESTRICCIÓN DE MANIOBRA DE SOBREPASO DE ACUERDO A LA VISIBILIDAD
HORIZONTAL EN VIA CURVA ($D_c > D_h$), TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”**

PI N°	RADIO[m]	$D_v=D_f$ [m]	D_h [m]	D_c [m]	COND. SOBREPASO
1	40,00	32,00	64,00	71,95	SI
2	60,00	32,00	114,56	37,09	NO
3	60,00	32,00	114,56	98,64	NO
4	60,00	32,00	114,56	29,19	NO
5	40,00	32,00	64,00	18,56	NO
6	40,00	32,00	64,00	30,28	NO
7	120,00	32,00	94,45	130,40	SI
8	80,00	32,00	44,23	31,85	NO
9	80,00	32,00	44,23	32,41	NO

FUENTE: Elaboración propia.

2.5. MOVIMIENTOS DE TIERRAS, TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

2.5.1. Cálculo de Volúmenes

Siguiendo la metodología propuesta y en base a los parámetros definidos de la sección transversal, podemos calcular los volúmenes del movimiento de tierras tanto en corte como en relleno, de acuerdo a los siguientes pasos:

- Tomar secciones transversales a lo largo de la rasante.
- Determinar las áreas de corte y relleno de las secciones transversales
- Cálculo de volúmenes.

El cálculo de volúmenes según los pasos señalados, lo hacemos directamente mediante el uso del programa computacional LAN CAD, que es una herramienta avanzada que nos permite ahorrar tiempo en la obtención de los volúmenes de proyecto requeridos.

La información obtenida se adjunta en el ANEXO N° 06 (PLANILLA DE VOLÚMENES DE MOV. DE TIERRA), donde se detallan las áreas resultantes de las secciones transversales y la planilla de cálculo de volúmenes obtenidos.

2.5.2. Diagrama Masa

Como ya se indicó el diagrama masa, es una representación gráfica de los volúmenes acumulados en el movimiento de tierras para la conformación de una carretera; este diagrama tiene mucha importancia a nivel de diseño donde se puede visualizar la buena o mala compensación que se ha realizado en el trazado. El diagrama masa señalada lo hacemos directamente mediante el uso del programa computacional LAN CAD, que es una herramienta avanzada que nos permite ahorrar tiempo en la obtención del diagrama masa para el proyecto.

El diagrama masa obtenida se adjunta en la sección referida a los PLANOS EN PLANTA, BIMODALES Y DE DETALLE.

Es importante indicar que, como nuestro tramo caminero la mayor parte se encuentra en una topografía que presenta pendientes transversales fuertes (diseño en ladera), donde es muy difícil considerar secciones transversales mixtas con relleno o peor aun tramos en terraplén por que atentarían contra la estabilidad de la plataforma, por lo que en nuestro diagrama predominan los volúmenes de corte y el diagrama masa resultante es una curva ascendente. VER DETALLES ANEXO N° 6 (PLANILLA DE VOLÚMENES DE MOV. DE TIERRA).

2.6. DIMENSIONAMIENTO DEL DRENAJE, TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

El dimensionamiento del drenaje es sinónimo de captar todo tipo de agua y desagotarla fuera de la estructura de la carretera, en función a ello y siguiendo la metodología propuesta el dimensionamiento del drenaje del proyecto lo desarrollaremos de la siguiente manera:

2.6.1. Análisis Hidrológico

El análisis hidrológico que es un paso previo y fundamental para el dimensionamiento del drenaje, consiste en los siguientes pasos.

- Recolección de datos de la estación más cercana
- Ordenamiento de datos de acuerdo al calendario hidrológico
- Procesamiento de datos (Ley de Gumbel)

La información hidrológica obtenida y todo el análisis e información obtenida, procesada y evaluada se presenta en el AÑEXO N° 7 (DATOS Y ANÁLISIS HIDROLÓGICO).

En esta oportunidad sólo se presenta los caudales de diseño obtenidos tanto en los tramos de cunetas los mismos también son los caudales que sirven para el diseño hidráulico de las alcantarillas y finalmente se presentan el caudal obtenido para las cuencas de aporte en alcantarillas de cruce y badenes:

CUADRO N° 2.28

CAUDALES DE DISEÑO EN CUNETAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLAS

ALC N°	PROG	TIPO		C	Ancho (m)	Long (m)	Tc (min)	ht (mm)	I (mm/h)	QP (l/s)	QD (l/s)
ALC N°1	0+120	Circular	Camino	0,7	5	120	12,75	24,882	117,090	13,660	73,503
			Talud	0,535	30		13,5	25,168	111,856	59,843	
ALC N°2	120+220	Circular	Camino	0,7	5	100	12,4	24,743	119,726	11,640	63,679
			Talud	0,535	30		12,8	24,901	116,723	52,039	
ALC N°3	220+320	Circular	Camino	0,7	5	100	12,1	24,622	122,095	11,870	64,906
			Talud	0,535	30		12,5	24,783	118,959	53,036	
ALC N°4	320+420	Circular	Camino	0,7	5	100	11,3	24,288	128,962	12,538	64,254
			Talud	0,535	30		12,9	24,940	115,999	51,716	
ALC N°5	540+640	Circular	Camino	0,7	5	100	11,4	24,331	128,057	12,450	62,918
			Talud	0,535	30		13,3	25,093	113,200	50,468	
ALC N°6	640+740	Circular	Camino	0,7	5	100	11,4	24,331	128,057	12,450	62,918
			Talud	0,535	30		13,3	25,093	113,200	50,468	
ALC N°7	2080+2200	Circular	Camino	0,7	5	120	12,9	24,940	115,999	13,533	73,024
			Talud	0,535	30		13,6	25,205	111,198	59,491	
ALC N°8	2200+2360	Circular	Camino	0,7	5	160	14,4	25,495	106,227	16,524	90,061
			Talud	0,535	30		14,95	25,686	103,089	73,537	
ALC N°9	2360+2460	Circular	Camino	0,7	5	100	13,7	25,242	110,548	10,748	59,748
			Talud	0,535	30		13,8	25,278	109,906	49,000	

FUENTE: Elaboración propia.

Donde: C = Coeficiente de escorrentía

Tc = Tiempo de concentración, en minutos

ht = altura de precipitación, en milímetros

I = intensidad de precipitación, en milímetros/hora

QP = Caudal Parcial, en litros/segundo

QD = Caudal de Diseño, en litros/segundo

CUADRO N° 2.29

CAUDALES DE DISEÑO EN CUENCAS PARA EL DISEÑO DE ALCANTARILLAS Y BADÉN

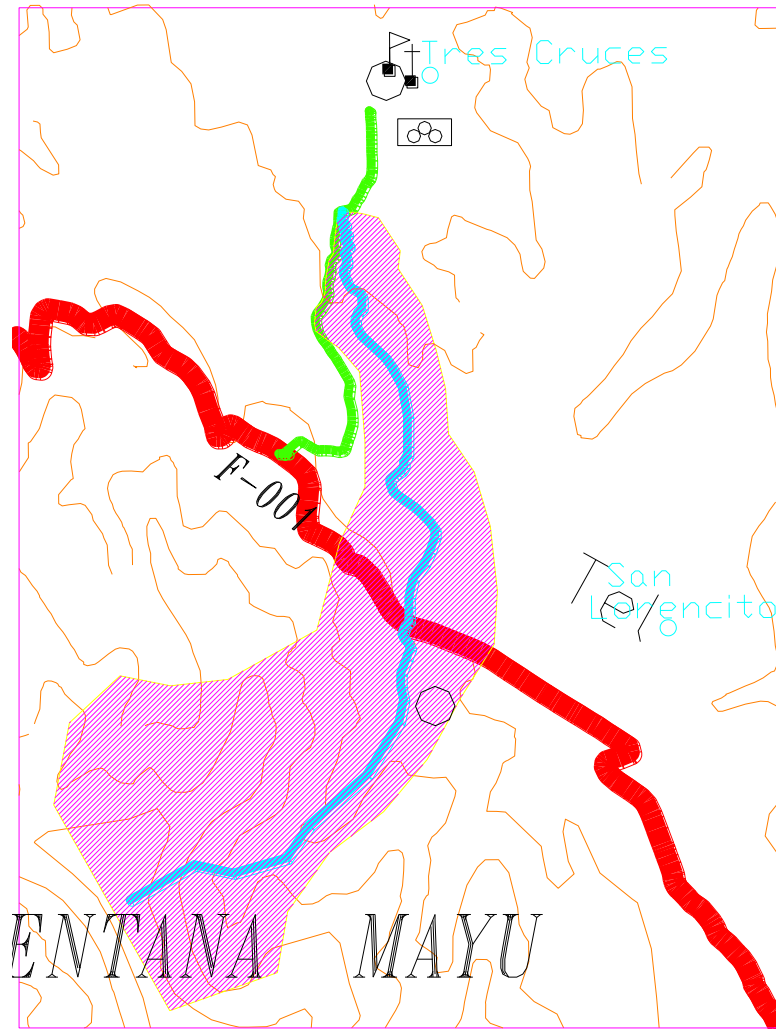
N° ALC	Tc (h)			A (km)	al s	al i	L (km)	J (m/m)	H (m)	C	htc (mm)	Imax (mm/h)	Q (m ³ /s)
ALC.CRU CE 0+320	Giandotti	2,709	0,049	2,92	0,0150	3492,660	3481,790	0,170	10,870	0,535	18,535	380,231	0,848
	Californiana	0,049											
	Chereke	0,049											
	Ventura-Heras	0,024											
vaden 2+600	Giandotti	8,686	1,845	110,68	5,5000	3443,000	3344,000	8,250	99,000	0,535	38,334	20,781	16,986
	Californiana	1,840											
	Chereke	1,850											
	Ventura-Heras	1,070											
***	Giandotti	***	***	***	**	**	**	**	**	**	**	**	**
	Californiana	***											
	Chereke	***											
	Ventura-Heras	***											

FUENTE: Elaboración propia.

Donde: A = área de la cuenca de aporte
al s = cota superior de la cuenca, en metros
al i = cota inferior de la cuenca, en metros
L = longitud de la cuenca, en metros
J = pendiente de la cuenca, en decimal
H = diferencia de la cota superior e inferior de la cuenca, en metros
Q = Caudal de Diseño, en metros cubicos/segundo

A continuación se inserta un gráfico de la obtención de la superficie y longitud principal de la cuenca de aporte del badén:

GRÁFICO N° 2.7
AREA DE LA CUENCA DE APOORTE Y LONGITUD PRINCIPAL DE LA CUENCA



FUENTE: Elaboración propia.

Del análisis y evaluación de la cuenca de aporte para el diseño del badén, se ha obtenido los siguientes resultados:

ÁREA DE LA CUENCA = 5,50 Km²

LONGITUD DEL CAUCE = 8,25 Km.

2.6.2. Elementos de drenaje superficial

Los elementos del drenaje superficial los clasificamos de la siguiente manera.

- *Elementos de drenaje superficial longitudinal.* - El drenaje longitudinal abarca a todas las obras que se ubican en ambos lados de la carretera y que cumplen la función de evacuar las aguas de una carretera de manera óptima, captando toda el agua que escurre por la calzada como también la de las áreas laterales; entre estas obras consideradas para nuestro proyecto tenemos:
 - Cunetas
 - Zanjas de coronamiento

- *Elementos de drenaje superficial transversal.* - El drenaje transversal es aquel que con sus obras permite el paso de las corrientes hídricas por medio de puentes y de alcantarillas, transversales o sesgadas al eje de la carretera; entre estas obras consideradas para nuestro proyecto tenemos:
 - Bombeo.
 - Alcantarillas de cruce.
 - Alcantarillas de alivio.
 - Badén.

2.6.2.1. Cálculo hidráulico

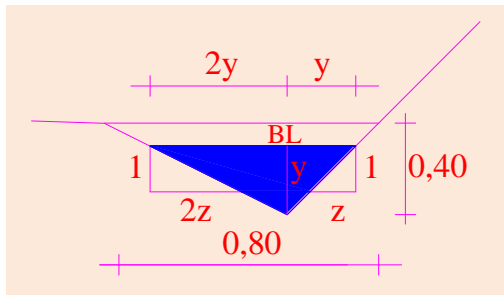
En este punto nos avocaremos al cálculo del caudal de diseño para cada una de las obras de arte del proyecto.

a).- CÁLCULO HIDRÁULICO DE CUNETAS

a.1).- Diseño hidráulico:

Las cunetas de sección triangular se la diseñara de tal forma que actué a una altura no mayor a 75% dado que esta será construida IN-SITU.

SECCIÓN TIPO USADO EN EL PROYECTO:



DONDE:

y = tirante normal

Z = talud de la cuneta

ÁREA MOJADA Y PERÍMETRO MOJADO

$$A_m = Z * y^2$$

$$P_m = 2 * y \sqrt{1 + Z^2}$$

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

DONDE: Am = Área mojada, m².

Pm = Perímetro mojado, m.

R = Radio hidráulico, m.

VELOCIDAD POR LA ECUACIÓN DE MANNING

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

DONDE: A_m = Área mojada, m².
 P_m = Perímetro mojado, m.
 R = Radio hidráulico, m.

TIRANTE DE AGUA

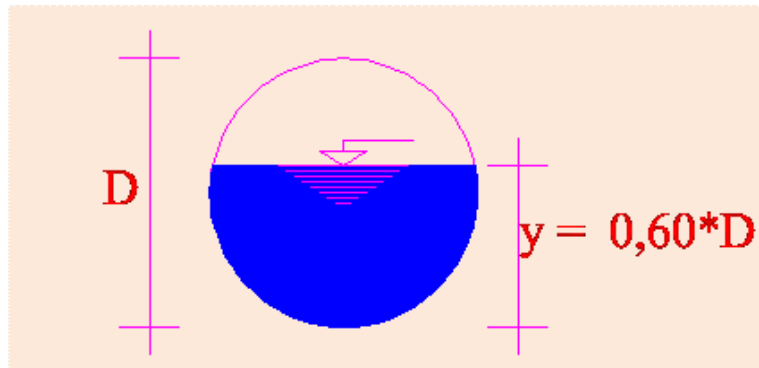
$$\left(\frac{Q * n}{S^{1/2}}\right) = \frac{[Z * y^2]^5}{[2y\sqrt{1 + Z^2}]^2}$$

DONDE: Q = Caudal de diseño, lt/seg.
 y = tirante de agua, m.
 R = Radio hidráulico, m.

b).- CÁLCULO HIDRÁULICO DE ALCANTARILLAS

b.1).- Diseño hidráulico:

SECCIÓN TIPO USADO EN EL PROYECTO:



DONDE: D = Diámetro de la tubería, m.
 Y = Tirante normal, m.

ÁREA MOJADA Y PERÍMETRO MOJADO

$$\theta = 2 * ar \cos\left(\frac{D - 2.y}{D}\right)$$

$$A_m = \frac{D^2}{8} \cdot (\theta_{rad} - \text{sen}\theta)$$

$$P_m = \frac{D \cdot \theta_{rad}}{2}$$

$$R = \frac{A_m}{P_m}$$

VELOCIDAD POR LA ECUACIÓN DE MANNING

$$V = \frac{1}{n} \cdot R^{\frac{2}{3}} \cdot S^{\frac{1}{2}}$$

DONDE: A_m = Área mojada, m².

P_m = Perímetro mojado, m.

R = Radio hidráulico, m.

n = coefeciente de rugosidad, adm.

TIRANTE DE AGUA

$$y_n = \frac{1,31576}{D^{0,3558}} \left(\frac{n \cdot Q}{S^{1/2}} \right)^{0,504827}$$

DONDE: Q = Caudal de diseño, lt/seg.

y = tirante de agua, m.

D = Diám. de alcantarilla, m.

2.6.3. Dimensionamiento de obras de drenaje

- Cálculo de la sección hidráulica (constructiva)

a).- DIMENSIONAMIENTO DE CUNETAS

En el cuadro siguiente se muestra el tirante de agua que lleva cada cuneta con las características descritas transportando un caudal calculado por el área de derecho de vía y en algunos casos más el aporte de la cuneta vecina donde no exista alcantarilla

de alivio y también se verá conveniente dónde ubicar las alcantarillas de alivio, para la descarga de las cunetas.

CUADRO N° 2.30

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DE LAS CUNETAS

PROGRESIVA		L [m]	S [%]	S [m/m]	Q parciales		Q Diseño Final	n	H [m]	B [m]	Z [m]	FUNC. REAL			
INICIO	FIN				Qcun	Qcuen						Yn (m)	Yn/H	Rh.	Vel [m/seg]
0+000,00	0+120,00	120	5,87%	0,0587	73,50	0,00	73,50	0,033	0,40	0,80	1,00	0,21155	52,89%	0,07	1,30
0+120,00	0+220,00	100	5,87%	0,0587	63,68	0,00	63,68	0,033	0,40	0,80	1,00	0,20045	50,11%	0,07	1,26
0+220,00	0+320,00	100	6,89%	0,0689	63,68	0,00	63,68	0,033	0,40	0,80	1,00	0,19456	48,64%	0,07	1,34
0+320,00	0+420,00	100	8,00%	0,0800	64,25	0,00	64,25	0,033	0,40	0,80	1,00	0,18978	47,45%	0,07	1,42
0+540,00	0+640,00	100	8,00%	0,0800	62,92	0,00	62,92	0,033	0,40	0,80	1,00	0,18835	47,09%	0,07	1,41
0+640,00	0+740,00	100	8,00%	0,0800	62,92	0,00	62,92	0,033	0,40	0,80	1,00	0,18835	47,09%	0,07	1,41
2+080,00	2+200,00	120	5,75%	0,0575	73,02	0,00	73,02	0,033	0,40	0,80	1,00	0,21187	52,97%	0,07	1,29
2+200,00	2+360,00	160	6,50%	0,0650	90,06	0,00	90,06	0,033	0,40	0,80	1,00	0,22399	56,00%	0,08	1,42
2+360,00	2+460,00	100	3,15%	0,0315	59,75	0,00	59,75	0,033	0,40	0,80	1,00	0,21999	55,00%	0,08	0,98

Fuente: Elaboración propia.

DONDE:

H= Altura total de la cuneta , en m.

Z= Talud o inclinación de las paredes de la cuneta

B= Ancho total de la cuneta, en m.

Rh= Radio hidráulico, en m.

Como se puede observar en el cuadro anterior, el tirante más crítico corresponde al de los tramos con pendientes muy bajas o tramos muy largos; estos detalles fueron vistos al momento de ubicar las alcantarillas de alivio y de cruce donde existen arroyos o quebradas pequeñas. Hay que tomar en cuenta en especial la longitud ya que no hay que olvidarse que las alcantarillas de alivio se tienen que ubicar cada 100 metros y donde la topografía lo permita, pero más que un parámetro establecido de longitud, la topografía y los puntos bajos son los que en realidad obligan a ubicar las alcantarillas.

Se adoptó esta sección típica de las cunetas en base a la experiencia en este tipo de caminos. Se mantendrá las dimensiones de la sección tipo para todas las cunetas por motivos constructivos.

b).- DIMENSIONAMIENTO DE ALCANTARILLAS (H°)

Como se puede ver, los lugares con más caudales son las alcantarillas de cruce. Pero la norma de la ABC recomienda que los diámetros mínimos sean **mayores o iguales a 1.00 m.** por motivos de mantenimiento. En todas las alcantarillas se adopto una pendiente de 2% para que tenga una velocidad auto limpiante, no erosivo.

CUADRO N° 2.31

CÁLCULO Y VERIFICACIÓN DE LA SECCIÓN DE LAS ALCANTARILLAS (H°)

UBICACIÓN	PROG	TIPO	L	S [m/m]	Q parciales [l/seg]		Q Diseño Final	n	Diám [Plg.]	Diám [m]	FUNC. REAL		
					Qcun	Qcuen					Yn (m)	Yn/D	Vel [m/seg]
ALC N°1	17+174,09	TCA	5,00	2,0%	73,50	0,00	73,50	0,0130	40	1,00	0,11	0,11	1,79
ALC N°2	17+074,76	TCA	5,00	2,0%	63,68	0,00	63,68	0,0130	40	1,00	0,10	0,10	1,71
ALC N°3	16+999,20	TCA	5,00	2,0%	63,68	847,60	911,28	0,0130	40	1,00	0,38	0,38	3,78
ALC N°4	16+906,83	TCA	5,00	2,0%	64,25	0,00	64,25	0,0130	40	1,00	0,10	0,10	1,72
ALC N°5	16+718,99	TCA	5,00	2,0%	62,92	0,00	62,92	0,0130	40	1,00	0,10	0,10	1,71
ALC N°6	16+583,85	TCA	5,00	2,0%	62,92	0,00	62,92	0,0130	40	1,00	0,10	0,10	1,71
ALC N°7	14+996,34	TCA	5,00	2,0%	73,02	0,00	73,02	0,0130	40	1,00	0,11	0,11	1,79
ALC N°8	14+893,59	TCA	5,00	2,0%	90,06	0,00	90,06	0,0130	40	1,00	0,12	0,12	1,91
ALC N°9	14+668,47	TCA	5,00	2,0%	59,75	0,00	59,75	0,0130	40	1,00	0,10	0,10	1,68

Fuente: Elaboración Propia

DONDE:

S= Es la pendiente del cauce, en m/m

Qcun = Es el caudal de diseño proveniente de las cunetas, en lt/seg

Qcuen = Es el caudal de diseño proveniente de alguna cuenca, en lt/seg

n = Es el coeficiente de rugosidad, en adm.

Yn = Es el tirante de agua, en m.

D = Es el diámetro del conducto, en m.

Vd = Es la velocidad del agua, en m/seg.

Las alturas de terraplén de las alcantarillas estarán en función de la topografía del lugar donde se ubique las alcantarillas, sacando esta altura de las secciones transversales, para posteriormente sacar la longitud total de la alcantarilla considerando el talud del terraplén.

2.7. DISEÑO ESTRUCTURAL DE LA CARRETERA, TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

2.7.1. Consideraciones Generales

El diseño estructural de la carretera cabalmente se refiere al dimensionamiento del conjunto de capas que están colocados encima del terreno de fundación después del movimiento de tierras (encima de la capa subrasante), estas capas son las que están designadas a soportar las cargas de tráfico a las que estará sometida la carretera.

De acuerdo a los alcances del proyecto “Tópico 1.5.6” textualmente hemos indicado:

“Según la bibliografía consultada es importante considerar que, mientras el TPDA no supere los 150 a 250 vehículos/día, difícilmente se justificarán los pavimentos, por económicos que éstos sean (manual de normas - ABC). Por lo anterior y según los aspectos técnico - económicos del proyecto se dispondrá una carpeta de ripio en toda la longitud del tramo”.

2.7.2. Capas de la estructura

Para que los costos iniciales de construcción no compliquen económicamente e inviabilicen la ejecución de nuestro tramo, las capas de la estructura de nuestro camino vecinal será de la siguiente manera:

- Capas de la Estructura del Camino Vecinal: Tramo “Cruce F001 – Tres Cruces”:
 - Subrasante o terreno de fundación (nivel de corte).
 - Subrasante mejorada (fallas geológicas).
 - Carpeta de ripio (como capa de rodadura).

Subrasante o terreno de fundación (nivel de corte).- Específicamente con esta capa nos referimos al nivel de corte y corrección de irregularidades producto de los movimientos de tierra.

Subrasante mejorada (fallas geológicas).- Específicamente nos referimos a sectores donde superficialmente se ha observado que por los buzamientos y rumbos de los estratos se produzcan fallas geológicas, como producto del movimiento de tierras y deslizamientos en terreno rocoso.

Carpeta de ripio (como capa de rodadura).- Específicamente con esta capa nos referimos al nivel de la capa de rodadura que tendrá nuestro tramo, más específicamente nos referimos a la capa o carpeta de ripio. Ver detalles de este material en ANEXO N° 04 (ESPECIFICACIONES TÉCNICAS)

2.7.3. Parámetros de diseño

Para llevar adelante una adecuada disposición de las capas de la estructura de nuestro camino vecinal, es necesario definir algunos parámetros muy importantes como el tráfico futuro y las características de la subrasante:

2.7.3.1. Tráfico

Desde el punto de vista de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), el resto de los vehículos que puedan circular con un peso inferior (motocicletas, automóviles y camionetas) provocan un efecto mínimo sobre la capa de rodadura.

De acuerdo a los datos obtenidos del Plan Vial del municipio de El Puente, se puede observar que se tiene un TPDA < 10, de acuerdo al siguiente cuadro:

CUADRO N° 2.32

PROYECCIÓN DEL TRÁFICO, TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”

N°	RUTA DE TRANSPORTE	TRAMO DE SERVICIO DE TRANSPORTE	FRECUENCIA DE SERVICIO	CAPA DE RODADURA	OBSERVACIONES
1	MUNICIPAL O VECINAL	SAMA, EL PUESTO, S.A. DE AGUA RICA, EL MOLINO	1 veh/día	Ripiado	Gralmente minibang, taxis.
2	MUNICIPAL O VECINAL	ingreso EL MOLINO, HUERTA HUAICO (PAICHO NORTE)	2 veh/sem	Ripiado con deficiencias	Sindicato de micros
3	MUNICIPAL O VECINAL INTER-PROVINCIAL	HUAYCO SECO, MATANZAS	1 veh/c/15 días	Ripiado con muchas deficiencias	Camión de estacas entra a sacar productos
4	MUNICIPAL O VECINAL	AGUA Y TORO, LA PARROQUIA, CHINCHILLA	3 veh/sem	Ripiado con deficiencias	Sindicato de micros
5	MUNICIPAL O VECINAL	ingreso serca de CHAUIPIUNO, sale ha LOROS, recorre todo el canton TOMAYAPO	3 veh/sem	Ripiado con deficiencias	Sindicato de micros (de uso alternativo del anterior, en época de lluvias)
6	MUNICIPAL O VECINAL	IRCALAYA, EL PUENTE	1 veh/c/15 días	Ripiado	Camión de estacas entra a sacar productos, por su cercanía a la capital del municipio, taxis circulan a cualquier hora
7	MUNICIPAL O VECINAL	EL PUENTE, LA VERDIGUERA (QUE PASA EL LIMITE PROV. Hasta EL PARRAL)	1 veh/día	Ripiado con deficiencias	Sindicato de micros
8	MUNICIPAL O VECINAL	CURQUI, CONDOR HUASI, HUARMACHI, CIENEGUILLAS	4 veh/sem	Ripiado con deficiencias	Sindicato de micros
9	MUNICIPAL O VECINAL	CAMPANARIO, CURQUI	NULO	Ripiado con deficiencias	Desde hace dos años se ha preferido recorrerlo por el anterior tramo
10	MUNICIPAL O VECINAL	CHILCAYO, PAPA CHACRA, QUEBRADA GRANDE, PUEBLO NUEVO	1 veh/día	Ripiado con deficiencias	Gralmente minibang, taxis.

Fuente: Plan Vial Municipio El Puente, 2010

2.7.3.2. Subrasante

La subrasante o terreno de fundación de nuestro tramo, presenta características físico mecánicas buenas porque en casi todo el tramo se presenta un terreno rocoso, su capacidad de soporte en condiciones de servicio, junto con el tránsito y las características de los materiales de construcción de la superficie de rodadura, constituyen las variables básicas para el diseño del afirmado que se colocará encima.

2.7.4. Dimensionamiento de la estructura

Para nuestro proyecto se ha proyectado una capa de rodadura que va de la mano de las características del terreno a nivel de subrasante correspondiente, mismo que debe soportar el tráfico proyectado.

El espesor de ripio obtenido para nuestro proyecto es el siguiente:

Espesor capa de rodadura (ripio):15 [cm.]

Aspectos Técnicos.-

Carpeta de Ripio – Ventajas/Técnicas:

- Es una superficie que tiene un mayor confort por su aspecto liso.
- Es una superficie que si se tienen problemas por el control de ejecución, las reparaciones son más fáciles.
- Es una rodadura que puede mantenerse en buenas condiciones haciendo una reposición del ripio en forma periódica.
- Es una carpeta que si se tienen problemas por el control de ejecución, las reparaciones son más fáciles.
- Es una carpeta cuyo material es reutilizadas al ser retiradas de un lugar a otro.

- Es una carpeta que tiene cierto periodo de durabilidad sin necesidad de mantenimiento.
- Es una rodadura que no requiere de equipo muy especializado.

Carpeta de Ripio – Desventajas/Técnicas:

- Es una rodadura menos durable.
- Es una rodadura de peor comportamiento ante agentes climáticos severos.
- Es una rodadura que no da el confort esperado por el usuario.
- Dependiendo del uso puede presentarse deformaciones longitudinales y transversales con mucha frecuencia.

Aspectos Económicos.-

Carpeta de Ripio – Ventajas/Económicas:

- Es una rodadura que tiene el costo mas bajo.
- Es una rodadura que si se tienen problemas por el control de ejecución, las reparaciones son más fáciles pero tienen un menor costo adicional.
- Es una carpeta que utiliza mano de obra local.
- Es una rodadura que no utiliza insumos importados.

Carpeta de Ripio – Desventajas/Económicas:

- Es una rodadura menos durable y a lo largo de la vida útil se encarece

El análisis de los aspectos señalados y sabiendo las condiciones actuales se elige la alternativa de CARPETA DE RIPIO como la única y mas viable para nuestro proyecto, aún sabiendo que tiene menor durabilidad y menos confort, consideramos que por el mantenimiento a lo largo de la vida útil, el costo de este tipo de rodadura,

la utilización de mano de obra local, a la utilización de insumos nacionales y la experiencia que se ha tenido con este tipo de rodadura para el tipo de tráfico de caminos de esta categoría.

2.7.5. Bancos de Material.

Con el estudio topográfico también se ha localizado los yacimientos de préstamo o fuentes de material para ser empleados en la construcción de los terraplenes, capa de rodadura y obras de arte. En general se ha obtenido tres tipos de bancos de préstamo:

- Longitudinales: son producto de los cortes
- Laterales: distancia al eje del camino de hasta 20 metros.
- Banco de préstamo: distancia al eje del camino de hasta 100 m., más de 10 Km., no es aconsejable.

El Material para la construcción de los terraplenes y capa de rodadura, se ha previsto será el que se encuentra sobre la misma ruta, como producto de los cortes o prestamos laterales, previa eliminación de la corteza que contenga material orgánico, ya que en todo el tramo se tiene material rocoso (lutitas y pizarras fragmentarias).

Cuando el material sea de tamaños grandes se lo empleará preferiblemente para la conformación de pedraplenes adecuadamente compactados, cuando las características del material extraído de los cortes sean del tipo gravoso y arenoso se lo tendrá que seleccionar en un banco de reserva para luego disponerlo como capa de rodadura (previo ensayo granulométrico).

También se puede utilizar el material ripioso que se encuentra a lo largo y ancho de una quebrada sobre la progresiva 2+500 aproximadamente, este último material a primera vista se ha descartado para la utilización en la construcción de obras de arte,

porque son residuos de la fragmentación y meteorización de lutitas y pizarras que se tiene en la zona y que han sido arrastrados por las aguas de lluvia.

El material para la construcción de obras de arte (Muros de contención, badenes, aleros de alcantarillas y otros), es decir para la fabricación de hormigones, se ha previsto que será del río Iscayachi – que pasa cerca de la comunidad de Tres Cruces (5 Km., aproximadamente), que es la fuente más cercana a la zona de trabajo, para ello se a realizado en el laboratorio de SOBOCE los ensayos de:

- Granulometría y dosificación de hormigones H18 – H21, este material según los resultados muestra que si es apto y además según encuestas realizadas han corroborado y afirmado que ese material frecuentemente es utilizado en proyectos similares y de toda índole dentro de la zona.

Los resultados de los ensayos de los agregados que serán utilizados en la construcción de obras de arte, se la presenta en los anexos, ANEXO N° 09 (ENSAYOS DE LABORATORIO).

2.7.6. Buzón de Material.

Con el estudio topográfico también se ha localizado los posibles buzones de almacenamiento de materiales provenientes del movimiento de tierras que se tiene en exceso, específicamente se ha detectado dos buzones:

- Buzón N°1 ubicado al margen izquierdo de la progresiva 0+500
- Buzón N°2 ubicado al margen derecho de la progresiva 1+600

Tal como se puede apreciar en el gráfico siguiente:

2.8. CÓMPUTOS MÉTRICOS, TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

Siguiendo la metodología propuesta, hemos desarrollado el trabajo de cómputos métricos, los mismos se detallan ítem por ítem y de manera muy explícita, en el ANEXO N° 02 (CÓMPUTOS MÉTRICOS).

A continuación presentamos la tabulación y volúmenes de cada ítem resultante de los cómputos métricos:

Cálculo de áreas y volúmenes.-

El cálculo de áreas de las secciones transversales se realizó utilizando el programa computarizado del **LANDCAD** calculándose las áreas de corte y relleno. Estas áreas están registradas en los planillas correspondientes así como los volúmenes, los volúmenes acumulados para el diagrama masa y el balance del movimiento de tierra correspondiente

El Tramo caminero “Cruce F001 – Tres Cruces”, de acuerdo al diseño efectuado tendrá para su ejecución una serie de Ítems cuyo cómputo correspondiente para una mejor apreciación de la magnitud de cada Ítem se ha dividido en rubros que son:

- a) ACTIVIDADES GENERALES**
- b) MOVIMIENTO DE TIERRAS**
- c) OBRAS DE ARTE MENOR**

a) ACTIVIDADES GENERALES:

Para el cómputo de este rubro se tomaron en cuenta los ítemes de:

CUADRO N° 2.33

No	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	UNID	CANTIDAD
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	GLB	1,00
2	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO	KM	3,07
3	PROV. Y COLOC. LETRERO DE OBRAS	PZA	1,00

Fuente: Elaboración Propia

b) MOVIMIENTO DE TIERRAS:

Para el cómputo de este rubro se tomaron en cuenta los ítemes de:

CUADRO N° 2.34

No	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	UNID	CANTIDAD
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	M3	3.304,53
5	EXCAVACIÓN EN ROCA C/EXPLOSIVOS	M3	11.716,05
6	SOBREACARREO	M3	6.008,23
7	MEJORAMIENTO SUBRASANTE	M3	150,21
8	CONFORMADO TERRAPLEN C/MATERIAL DE PREST	M3	1.816,46
9	CAPA DE RODADURA (RIPIADO E=15CM)	M3	2.300,22

Fuente: Elaboración Propia

c) OBRAS DE ARTE MENOR:

Para el cómputo de este rubro se tomaron en cuenta los ítemes de:

CUADRO N° 2.35

No	DESCRIPCIÓN ITEMS	UNID	CANTIDAD
10	REPLANTEO/CONTROL OBRAS DE ARTE MENOR	PZA	15,00
11	EXCAVACIÓN EN ROCA C/EXPLOSIVOS P/OBRAS DE ARTE	M3	624,67
12	EXCAVACIÓN MANUAL - TERRENO COMUN P/OBRAS DE ARTE	M3	216,19
13	HORMIGÓN CICLOPEO 1:2:3 50% P.D.	M3	127,48

No	DESCRIPCIÓN ITEMS	UNID	CANTIDAD
14	H°C° P/ MUROS DE CONTENIÓN 50% PD DOSIF 1:2:4	M3	71,40
15	COLOC. CAPA BASE ARENA SELECCIONADA	M3	92,73
16	PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=1.00M	ML	55,00
17	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL (INCLUYE MAT)	M3	49,00
18	PROV. Y ARMADO DE GAVIONES (2X1X1)	M3	234,00
19	PROV/ARMADO GAVIO.COLCHONETAS (4X2X0.23)	M3	35,88

Fuente: Elaboración Propia

2.9. PRESUPUESTO, TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

De igual manera que el anterior punto, el presupuesto del proyecto se ha obtenido siguiendo la metodología propuesta, el mismo se detalla a continuación y también se lo presenta en el ANEXO N° 01 (PRESUPUESTO DEL PROYECTO):

CUADRO N° 2.36**PRESUPUESTO GENERAL, TRAMO: “Cruce F001 – Tres Cruces”**

No	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (Bs)
I.	ACTIVIDADES GENERALES			20.475,02	
1	INSTALACIÓN DE FAENAS	GLB	1,00	12.608,82	12.608,82
2	REPLANTEO Y CONTROL TOPOGRÁFICO	KM	3,07	1.837,65	5.641,59
3	PROV. Y COLOC. LETRERO DE OBRAS	PZA	1,00	2.224,61	2.224,61
II.	MOVIMIENTO DE TIERRAS			1.111.592,24	
4	EXCAVACIÓN NO CLASIFICADA	M3	3.304,53	17,97	59.382,40
5	EXCAVACIÓN EN ROCA C/EXPLOSIVOS	M3	11.716,05	70,92	830.902,27
6	SOBREACARREO	M3	6.008,23	3,23	19.406,58
7	MEJORAMIENTO SUBRASANTE	M3	150,21	35,81	5.379,02
8	CONFORMADO TERRAPLÉN C/MATERIAL DE PREST	M3	1.816,46	40,72	73.966,25
9	CAPA DE RODADURA (RIPIADO E=15CM)	M3	2.300,22	53,28	122.555,72
III.	OBRAS DE ARTE MENOR			435.352,01	
10	REPLANTEO/CONTROL OBRAS DE ARTE MENOR	PZA	15,00	401,35	6.020,25
11	EXCAVACIÓN EN ROCA C/EXPLOSIVOS P/OBRAS DE ARTE	M3	624,67	70,92	44.301,60
12	EXCAVACIÓN MANUAL - TERRENO COMÚN P/OBRAS DE ARTE	M3	216,19	47,52	10.273,35

No	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	UNID	CANTIDAD	PRECIO UNITARIO	TOTAL (Bs)
13	HORMIGÓN CICLOPEO 1:2:3 50% P.D.	M3	127,48	801,16	102.131,88
14	H°C° P/ MUROS DE CONTENCIÓN 50% PD DOSIF 1:2:4	M3	71,40	780,58	55.733,41
15	COLOC. CAPA BASE ARENA SELECCIONADA	M3	92,73	91,50	8.484,80
16	PROV. Y COLOC. TUBO DE H° D=1.00M	ML	55,00	1.559,34	85.763,70
17	RELLENO Y COMPACTADO MANUAL (INCLUYE MAT)	M3	49,00	58,07	2.845,43
18	PROV. Y ARMADO DE GAVIONES (2X1X1)	M3	234,00	413,33	96.719,22
19	PROV/ARMADO GAVIO.COLCHONETAS (4X2X0.23)	M3	35,88	643,21	23.078,37
MONTO TOTAL (NUMERAL):					1.567.419,22
MONTO TOTAL (LITERAL):			UN MILLÓN QUINIENTOS SESENTA Y SIETE MIL CUATROCIENTOS DIECINUEVE CON 22/100		

Fuente: Elaboración Propia.

2.9.1. Precios Unitarios

El análisis de los precios unitarios se desarrolló considerando todas las normas concernientes al insumo de materiales, rendimientos de mano de obra, maquinaria y equipo, incidencias de gastos generales, impuestos. Para considerar la ejecución de los trabajos de construcción del tramo caminero “Cruce F001 – Tres Cruces”, se ha realizado el análisis para cada ítem por separado, diferenciando todos sus componentes determinando los rendimientos equipo, mano de obra gastos generales y declarando la utilidad prevista.

A continuación presentamos los COMPONENTES que hemos evaluado en el análisis de precios unitarios para cada ítem:

Materiales.-

Los materiales componentes de cada ítem están determinados por los pliegos de especificaciones técnicas, los mismos que definen cantidad, calidad, forma y cualquier otra característica que sea necesario para su identificación precisa. Se cotiza el precio del material puesto en obra incluyendo los costos de carguío, transporte, manipuleo, seguros, etc.

Mano de Obra.-

Para el cálculo de los costos de mano de obra, se ha considerado el rendimiento promedio del mercado en la zona del proyecto, los rendimientos han sido considerados con la holgura necesaria por las características particulares que tiene la obra.

Cargas Sociales.-

Para la determinación del porcentaje de las cargas sociales, se determinó un factor en función de las leyes bolivianas que rigen actualmente la seguridad social, y de las características particulares de la obra de acuerdo con el cálculo efectuado.

Se tuvieron en cuenta los niveles salariales que pagan actualmente las empresas constructoras en el medio. Para los gastos de alimentación se adopta un costo de Bs 35,00 por día.

Incidencia en el Costo de la Mano de Obra

Influencia del I.V.A.

- Costo de Mano de Obra Directa e Indirecta = A
- Impuesto al Valor Agregado = B
- Costo Total de Mano de Obra = C

Donde:

$$C = A + B$$
$$B = 0.13 * C$$
$$C = A + 0.13C$$
$$A = C - 0.13C$$
$$A = 0.87C$$
$$C = A/0.87 \quad \text{si, } A = 100\%$$
$$C = 100/0.87 = 114.94$$

Entonces:

El Impuesto IVA será:

$$B = 0.13 * 114.94$$
$$\mathbf{B = 14.94 \%}$$

Como ya se mencionó anteriormente, para cada ítem se ha obtenido su precio unitario de acuerdo a la normativa vigente en nuestro país, los mismos se detallan en el ANEXO N° 03 (ANÁLISIS DE PRECIOS UNITARIOS), estos precios unitarios nos han servido para obtener el presupuesto total del proyecto mediante la interacción con las cantidades de obra obtenidas de los cómputos métricos.

2.10. ESPECIFICACIONES TÉCNICAS, TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”.

Siguiendo la metodología propuesta, para cada ítem se ha elaborado su respectiva especificación técnica, para que en la etapa de ejecución del proyecto, se pueda garantizar la calidad de los trabajos y por ende la calidad del proyecto, los detalles se presentan en el ANEXO N° 04 (ESPECIFICACIONES TÉCNICAS).

A continuación presentamos los COMPONENTES que hemos insertado para la elaboración de las especificaciones técnicas para cada ítem:

Definición del ítem.-

Como su nombre lo indica en este subtítulo hemos agregado la definición clara y concisa de cada ítem de referencia.

Materiales herramientas y equipo.-

Aquí se ha declarado la calidad necesaria de los materiales para la ejecución de cada ítem de referencia, y se ha indicado que la misma debe merecer para su puesta en obra la aprobación del SUPERVISOR de obra.

Forma de ejecución.-

En base a metodologías estándar y ya establecidas en diferentes normas, aquí se ha declarado los procedimientos que se deben seguir para la ejecución de cada ítem de referencia.

Medición.-

En base a estándares ya establecidas y a la unidad designada, aquí se ha declarado los procedimientos que se deben seguir para la forma de medición de cada ítem de referencia.

Forma de pago.-

Aquí se ha declarado de manera clara y concisa la forma de pago de cada ítem de referencia, para evitar que en casos extremos se pueda presentar desentendidos en el cobro de actividades ejecutadas en la obra.

Maquinaria y Equipo requerido en la Ejecución.:

De acuerdo a las actividades de obra la maquinaria y equipo requerido es el siguiente:

Estación Total
Tractor D-7
Pala Cargadora
Volquetas de 12 m³
Motocompresor
Martillo Hidráulico
Cisterna
Compactador
Motoniveladora
Mezcladora

Vibrador
Compactador Manual
Camión de estacas

Personal Necesario:

De acuerdo a las actividades de obra el personal necesario es el siguiente:

Ing. Director de Obra
Ing. Residente de Obra
Topógrafo
Capataz
Operadores
Ayudantes de operador
Choferes
Maestro albañil
Ayudantes
Alarifes

CAPÍTULO III

CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

3.1. CONCLUSIONES.-

- El proyecto DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES”; a nivel de diseño final de ingeniería, es viable desde el punto de vista técnico, económico, ya que se cuenta con todos los aspectos necesarios (técnicos, humanos y materiales) para la implementación y posterior funcionamiento del mismo.
- Con el proyecto DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES” se abren las puertas para pasar a la siguiente fase que vendría ser su ejecución; de lograrse esto indudablemente se llegará a subir el nivel de vida de los habitantes de este rincón de la patria.
- Con la ejecución del proyecto DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES” se logrará el ingreso de diversas instituciones que tienen que ver con el mejoramiento y la prestación de servicios especialmente de salud.
- Se tendrá un incremento sustancial en los rendimientos de los productos, además la presentación de los mismos en mejores condiciones y mejor calidad permitiendo mejorar los precios de venta.
- Se tendrá la eliminación de la desocupación con la creación de empleos, y así evitar la migración temporal en busca de trabajo.

- Con la ejecución del proyecto DISEÑO FINAL DE INGENIERÍA TRAMO “CRUCE F001 – TRES CRUCES” la población podrá contar con un acceso durante todo el año de manera fluida y sostenible.

- Las características técnicas y particulares resultantes del tramo de diseño son:
 - El proyecto pretende la construcción de un CAMINO VECINAL de calzada simple constituido de dos carriles de circulación, con transito bidireccional, mas sobre ancho de sobre paso a cada 500 metros (por el bajo transito previsto).

 - Según la información del levantamiento topográfico obtenido el tramo caminero tiene longitud 3.066,956 metros (3,07 Km.) de diseño; además para que los beneficiarios cuenten con un camino en optimas condiciones, tendrá una capa de ripio de espesor 15 cm., esto permitirá que el transito pueda desarrollarse prácticamente durante los 365 días del año

- Las características económicas y particulares resultantes del tramo de diseño son:
 - Según la interacción de las cantidades de obra resultantes con los precios unitarios evaluados para los mismos, se ha obtenido un monto total de inversión de Un millón quinientos sesenta y siete mil cuatrocientos diecinueve con 22/100 Bolivianos (1.567.419,22 Bs.), que deberán ser invertidos para el beneficio directo de 82 habitantes, resultando de esta manera una inversión de 19.114,87 Bs./habitante.

3.2. RECOMENDACIONES.-

- El proyecto responde a los criterios económicos y técnicos, por lo que se recomienda su ejecución.
- Una vez ejecutado el proyecto se deberá tener un plan de sostenibilidad del camino, es decir, preparados para cualquier contingencia.
- Se recomienda a la entidad correspondiente, tomar muy en cuenta las especificaciones de proyecto, para garantizar la calidad del mismo.
- Se deberá apoyar e incentivar a la comunidad beneficiada en la agricultura, esto con el fin de subir sus niveles de ingreso, que les permita absorber gasto de mantenimiento en el futuro y así mantener este tramo en buenas condiciones de transitabilidad permanente, para no esperar que la y/o las instituciones que de una u otra manera tienen que ver con el mantenimiento del camino.
- Lo más recomendable es que la entidad a cargo del mantenimiento sea la Honorable Alcaldía Municipal de El Puente, por estar dentro de su jurisdicción el mantenimiento de los caminos vecinales y/o municipales.