

# **CAPÍTULO I**

## **INTRODUCCIÓN**

### **1.1 ANTECEDENTES**

La vialidad rural es un elemento de vital importancia para las economías de los Gobiernos Locales toda vez que es un elemento de integración que contribuye al intercambio económico y por lo tanto a la mejora económica de la población, al ordenamiento territorial y en general al desarrollo económico. Por ello, garantizar una adecuada transitabilidad de la red vial vecinal en las jurisdicciones de los Gobiernos Locales es un objetivo a alcanzar a fin de permitir la mejora de las economías. Ello implica la ejecución de las inversiones estrictamente necesarias, que solucionen verdaderos problemas de las vías, con las tecnologías y costos adecuados.

Los caminos vecinales constituyen uno de los más valiosos factores de desarrollo económico y social e integración de todo el país. Con la existencia de caminos vecinales en buenas condiciones, el transporte desempeña un papel principal en lo que se refiere a la producción de tierras, comercialización de productos agrícolas y posibilidades de acceso a la riqueza agraria, forestal, ganadera e industrial. Es un factor significativo en el desarrollo de la industria, expansión de comercio, conducción de programas sanitarios, educativos, etc. y los tiempos de viaje juegan un rol importante en la productividad, en los costos de operación vehicular y en la calidad de carga entregada.

La topografía de la zona es irregular teniendo partes muy accidentales con ondulaciones, presentando una vegetación poco densa que son característicos de la provincia Sud Cinti del Departamento de Chuquisaca.

El camino que se pretende mejorar se encuentra ubicado en las comunidades de Tierras del Señor - Santa Rosa. Comunidades que forman parte de los distritos 1 y 3 del municipio de Las Carreras, Provincia Sud Cinti del Departamento de Chuquisaca, Bolivia.

La zona de estudio donde se emplazará el camino se ubica entre terrenos comunales los cuales son dedicados a los cultivos, pastoreo de ganado caprino, etc. El lugar se ha ido constituyendo en una zona productiva agrícola de gran potencial, debido a que cuenta con sistema de riego a gravedad en todas las áreas donde alcanza el riego. Dentro de la producción agrícola se produce gran variedad de productos agrícolas entre los que podemos mencionar hortalizas, frutales, etc.

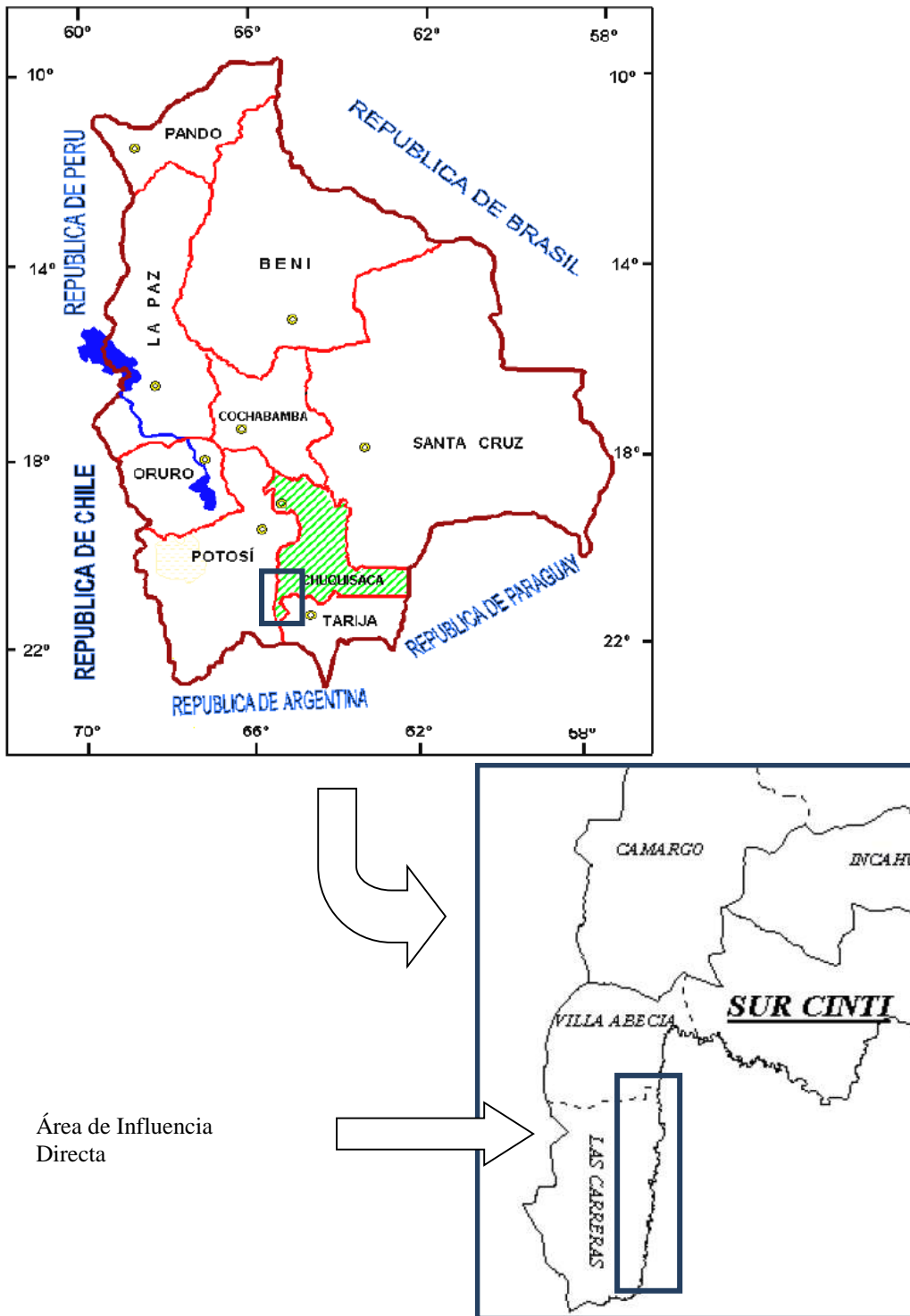
### **1.1.1 Localización**

El camino que se pretende mejorar se encuentra ubicado en las comunidades de Tierras del Señor - Santa Rosa. Comunidades que forman parte de los distritos 1 y 3 del municipio de Las Carreras, Provincia Sud Cinti del Departamento de Chuquisaca, Bolivia.

Están limitadas por las siguientes comunidades: al norte con la comunidad de Las Carreras, al este con el Río San Juan Del Oro, al sur con la comunidad de Sojpora y al oeste con comunidad de Impora.

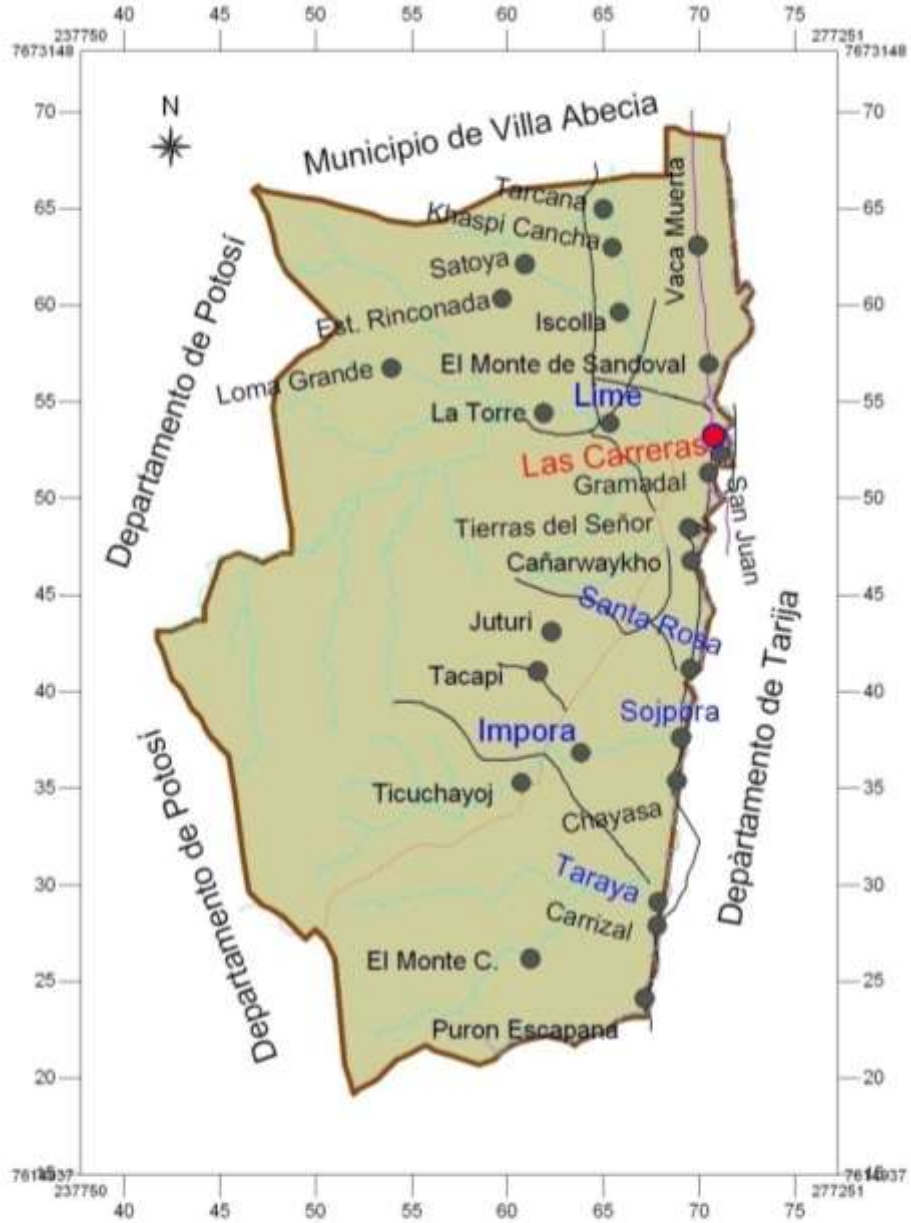
Geográficamente, el camino en estudio se encuentra ubicado entre las coordenadas  $21^{\circ} 14' 24''$  a  $21^{\circ} 19' 1''$  de latitud sur y los meridianos  $65^{\circ} 12' 45''$  a  $65^{\circ} 14' 34''$  de longitud Oeste, a una altura de 2310 m.s.n.m.

Imagen 1.1 Localización de la Zona de Estudio



Fuente: Elaboración Propia.

## MAPA POLÍTICO DEL MUNICIPIO LAS CARRERAS DEL DEPARTAMENTO DE CHUQUISACA



**Leyenda**

- Las Carreras
- Camino Fundamental ripiado
- Camino Complementario de tierra
- Camino Vecinal de tierra



### **1.1.2 Clasificación Sectorial**

Sector: Transportes

Subsector: Camino Vecinal

Tipo de Proyecto: Construcción Camino Local L(2)-40

### **1.1.3 Componentes del Proyecto**

- Trabajos previos
- Movimiento de tierras
- Obras de Arte
- Perfilado y Nivelado de Plataforma
- Señalización

### **1.1.4 Fase a la que postula**

Inversión

### **1.1.5 Duración**

780 Días Calendarios

## **1.2 JUSTIFICACIÓN**

Los caminos vecinales, para muchas comunidades son de vital importancia, ya que viene a constituirse en el medio más importante para el desarrollo e integración de las mismas. Con la existencia de caminos vecinales en buenas condiciones los productores podrán comercializar su producción excedentaria a los diferentes mercados de abasto y de esta manera, incrementar sus ingresos económicos por la venta de sus productos.

Sin embargo, esta posibilidad se ve muy restringida ya que actualmente la Comunidades de Tierras del Señor y Santa Rosa están conectadas entre sí, con un camino bastante precario que para llegar a un mercado de comercialización, deben

transitar por un camino que no cuenta con los requerimientos técnicos establecidos, y que en periodo de lluvias se hace intransitable. Esta situación ocasiona a que las familias incurran en elevadas pérdidas poscosecha, y en algunos casos no puedan trasladar sus productos a los mercados de consumo, incurriendo en pérdidas a un mayores.

El camino que se pretende construir y es motivo de este Estudio es el que une las comunidades de Tierras del Señor, San Agustín y Santa Rosa, llegando a formar un círculo de comunicación entre las tres importantes zonas de producción agrícola.

En el camino precario existente entre Tierras del Señor y Santa Rosa, las curvas horizontales son demasiadas cerradas, también se debe añadir las dificultades que se presentan en época de lluvias por la falta de un sistema de drenaje, existiendo en muchos sectores material arcilloso expansivo que ocasiona en épocas de lluvias que se presente grandes baches y ahuellamientos que dificulta la transitabilidad en el camino ocasionando perjuicios en el desenvolvimiento de las actividades en la región debido a que no cuenta con un mantenimiento adecuado cuando es requerido .

También se debe agregar el gran incremento de la producción agrícola de la zona, se ve la necesidad de tener un camino en óptimas condiciones en todo el año para no tener perjuicios y pérdidas sobre todo en épocas de lluvia que justamente es la época de mayor producción.

### **1.3 OBJETIVOS**

### **1.3.1 Objetivo General**

El objetivo principal del proyecto es el mejoramiento y apertura de un camino vecinal, para la integración de las comunidades de “Tierras del Señor - Santa Rosa”, además que servirá para incrementar la actividad productiva de la región, beneficiará a corto plazo a la comercialización de los productos de las familias beneficiadas, asimismo reducirá 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.

### **1.3.2 Objetivos Específicos**

- Determinar la mejor alternativa de construcción teniendo en cuenta parámetros técnicos que respalden la toma de dediciones de manera objetiva con relación al proyecto y permita asignar eficientemente los recursos de Inversión Pública.
- Mejorar los niveles de ingreso del productor campesino proveyéndole de una infraestructura vial permanente en épocas de cosecha y resto del año para la comercialización de sus productos.
- Contribuir a la formación de un mercado interno complementario y promover el incremento de la producción, explotación, comercialización y transformación de los recursos existentes, elevando los niveles de ocupación y empleo diversificado y calificado.
- Reducir los indicadores de pobreza en la zona del proyecto.
- Realizar el diseño geométrico del camino, de acuerdo a las normas técnicas que se establecen en la Norma Boliviana.
- Dimensionamiento de todas las obras de drenajes necesarios para el buen funcionamiento del camino, tomando en cuenta al estudio hidrológico e hidráulico.

### **1.3.3. Metas/resultados**

- Mejoramiento y apertura de camino de 12.00 Kilómetros de Camino con capa de rodadura de ripio de 21 cm, mejoramiento desde la comunidad de Tierras del Señor hasta Santa Rosa.
- El 100% de la producción destinada a la venta es comercializada en los mercados de abasto.
- Se reducen pérdidas de producción en la comercialización en un 95%.
- Garantía de seguridad vial durante todo el año, para la población automotora que realizan servicios a las zonas de proyecto.
- Incorporación de 2 comunidades a la red vial del municipio de las Carreras beneficiadas directamente con el camino.
- Reducir los riesgos de mortalidad a través de la accesibilidad permanente a los centros de salud más cercanos.



### 1.3.4. Marco Lógico

OBJETIVOS:	INDICADORES VERIFICABLES		MEDIOS Y/O FUENTES DE VERIFICACIÓN	SUPUESTOS IMPORTANTES
	SIN PROYECTO	CON PROYECTO		
<p><b>OBJETIVO GENERAL:</b> Mejorar e incrementar la comercialización de productos agrícolas y pecuarios de las comunidades beneficiarias hacia los centros de abasto y de consumo masivo, a través de la construcción del camino Tierras del Señor – Santa Rosa</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El traslado de los productos al mercado de consumo, actualmente es complicado.</li> <li>⊙ Los comunarios agricultores tienen una producción excedentaria, que necesita ser comercializada en los mercados de abasto y de consumo masivo.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se aumenta el volumen de comercialización de productos agrícolas y por ende el nivel de ingreso en las comunidades.</li> <li>⊙ Se mejora y se hace más fácil la salida de la producción en la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes mensuales de la entidad ejecutora.</li> <li>⊙ Encuestas del flujo de vehículos en la zona.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El transporte de carga y pasajeros es permanente y se reduce los riesgos de pérdidas de producción.</li> <li>⊙ Se cumplen los objetivos del proyecto.</li> </ul>
<p><b>OBJETIVOS ESPECÍFICOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Determinar la mejor alternativa de construcción teniendo en cuenta parámetros técnicos que respalde la toma de dediciones de manera objetiva con relación al proyecto y permita asignar eficientemente los recursos de Inversión Pública.</li> <li>⊙ Mejorar los niveles de ingreso del productor campesino proveyéndole de una infraestructura vial permanente en épocas de cosecha y resto del año para la comercialización de sus productos.</li> <li>⊙ Contribuir a la formación de un mercado interno complementario y promover el incremento de la producción, explotación, comercialización y transformación de los recursos existentes, elevando los niveles de ocupación y empleo diversificado y calificado.</li> <li>⊙ Reducir los indicadores de pobreza en la zona del proyecto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El ancho promedio actual de plataforma existente del camino es de 4,0 metros aproximadamente.</li> <li>⊙ No existe la construcción de obras de arte, alcantarillas, badenes, cunetas, etc.</li> <li>⊙ Existe pérdidas de post-cosecha en la comercialización por efectos del mal estado de los caminos vecinales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El ancho de plataforma es de 7,00 metros, doble vía con carril de 3,0 y bermas de 0,50 m en ambos lados de la vía.</li> <li>⊙ La existencia de obras de arte, alcantarillas, badenes, cunetas, etc. permite la transitabilidad en toda época.</li> <li>⊙ No existen pérdidas de post-cosecha en la comercialización por efectos del mal estado de los caminos vecinales.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes de evaluación periódica.</li> <li>⊙ Estadísticas y diagnósticos agropecuarios sobre la producción.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se incrementa la producción y el volumen de comercialización.</li> <li>⊙ El camino es transitable y estable todas las épocas del año.</li> </ul>
<p><b>METAS/RESULTADOS ESPERADOS:</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ 12.00 Kilómetros de Camino con capa de rodadura de ripio de 21 cm., Mejoramiento y apertura desde la comunidad de Tierras del Señor hasta Santa Rosa.</li> </ul>		<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se tiene un camino principal con una plataforma muy buena con un material en excelentes condiciones en toda la extensión.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes de seguimiento,</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Se cumplen los plazos para la entrega de las obras.</li> </ul>

<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El 100% de la producción destinada a la venta es comercializada en los mercados de abasto.</li> <li>⊙ Se reducen pérdidas de producción en la comercialización en un 95%.</li> <li>⊙ Garantía de seguridad vial durante todo el año, para la población automotora que realizan servicios a las zonas de proyecto.</li> <li>⊙ Incorporación de 2 comunidades a la red vial del municipio de las Carreras beneficiadas directamente con el camino.</li> <li>⊙ Reducir los riesgos de mortalidad a través de la accesibilidad permanente a los centros de salud más cercanos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Camino que no cumple con las normas técnicas mínimas.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Todo el trayecto cuenta con obras de drenaje.</li> <li>⊙ Se realizan movimientos de tierra.</li> </ul>	<p>supervisión y de visitas de campo.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Entrega oficial de la obra.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ El camino cumple con los objetivos previstos.</li> <li>⊙ Las obras de arte funcionan de acuerdo al diseño.</li> <li>⊙ Los beneficiarios realizan el mantenimiento de las obras.</li> </ul>																																																												
<p><b>ACTIVIDADES DEL PROYECTO:</b></p> <table border="1" data-bbox="373 760 856 1208"> <thead> <tr> <th>ITEM Nº</th> <th>DESCRIPCIÓN ÍTEMES</th> <th>Precio Total</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td><b>[1].-</b></td> <td><b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b></td> <td><b>6,176,985.11</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS</td> <td>91,151.88</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS</td> <td>3,808,124.81</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[3]:CAPA DE RODADURA</td> <td>2,270,268.00</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[4]:SEÑALIZACIÓN</td> <td>7,440.42</td> </tr> <tr> <td><b>[2].-</b></td> <td><b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b></td> <td><b>5,381,587.84</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALVIO SIMPLES Ø=1.0</td> <td>188,585.92</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALVIO Ø=0.8m</td> <td>910,182.04</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALVIO DOBLES Ø=1.0</td> <td>1,582,394.14</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[4]:BADEN</td> <td>2,287,410.90</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[5]:CUNETAS</td> <td>413,014.84</td> </tr> <tr> <td><b>[3].-</b></td> <td><b>REPOSICIÓN DE CANALES</b></td> <td><b>122,604.75</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS-ZANJAS</td> <td>122,604.75</td> </tr> <tr> <td><b>[4].-</b></td> <td><b>INDEMINIZACIÓN</b></td> <td><b>769,887.83</b></td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS</td> <td>6,227.65</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[2]:MURO DE ADOVE</td> <td>40,916.67</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°</td> <td>691,979.53</td> </tr> <tr> <td></td> <td>MODULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA</td> <td>30,763.98</td> </tr> <tr> <td></td> <td><b>TOTAL</b></td> <td><b>12,451,065.53</b></td> </tr> </tbody> </table>		ITEM Nº	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	Precio Total	<b>[1].-</b>	<b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b>	<b>6,176,985.11</b>		MODULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS	91,151.88		MODULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,808,124.81		MODULO #[3]:CAPA DE RODADURA	2,270,268.00		MODULO #[4]:SEÑALIZACIÓN	7,440.42	<b>[2].-</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b>	<b>5,381,587.84</b>		MODULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALVIO SIMPLES Ø=1.0	188,585.92		MODULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALVIO Ø=0.8m	910,182.04		MODULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALVIO DOBLES Ø=1.0	1,582,394.14		MODULO #[4]:BADEN	2,287,410.90		MODULO #[5]:CUNETAS	413,014.84	<b>[3].-</b>	<b>REPOSICIÓN DE CANALES</b>	<b>122,604.75</b>		MODULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS-ZANJAS	122,604.75	<b>[4].-</b>	<b>INDEMINIZACIÓN</b>	<b>769,887.83</b>		MODULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS	6,227.65		MODULO #[2]:MURO DE ADOVE	40,916.67		MODULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°	691,979.53		MODULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA	30,763.98		<b>TOTAL</b>	<b>12,451,065.53</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ De acuerdo al presupuesto del proyecto.</li> </ul>	<p>de</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ Informes supervisión.</li> <li>⊙ Visitas campo.</li> </ul> <p>de</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>⊙ La empresa que realiza la construcción cumple con el cronograma propuesto en el proyecto.</li> </ul>
ITEM Nº	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	Precio Total																																																														
<b>[1].-</b>	<b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b>	<b>6,176,985.11</b>																																																														
	MODULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS	91,151.88																																																														
	MODULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,808,124.81																																																														
	MODULO #[3]:CAPA DE RODADURA	2,270,268.00																																																														
	MODULO #[4]:SEÑALIZACIÓN	7,440.42																																																														
<b>[2].-</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b>	<b>5,381,587.84</b>																																																														
	MODULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALVIO SIMPLES Ø=1.0	188,585.92																																																														
	MODULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALVIO Ø=0.8m	910,182.04																																																														
	MODULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALVIO DOBLES Ø=1.0	1,582,394.14																																																														
	MODULO #[4]:BADEN	2,287,410.90																																																														
	MODULO #[5]:CUNETAS	413,014.84																																																														
<b>[3].-</b>	<b>REPOSICIÓN DE CANALES</b>	<b>122,604.75</b>																																																														
	MODULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS-ZANJAS	122,604.75																																																														
<b>[4].-</b>	<b>INDEMINIZACIÓN</b>	<b>769,887.83</b>																																																														
	MODULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS	6,227.65																																																														
	MODULO #[2]:MURO DE ADOVE	40,916.67																																																														
	MODULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°	691,979.53																																																														
	MODULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA	30,763.98																																																														
	<b>TOTAL</b>	<b>12,451,065.53</b>																																																														

## 1.4 COSTO TOTAL DE INVERSIÓN Y FUENTES DE FINANCIAMIENTO

Cuadro 1.1 Costos de Inversión

DESCRIPCIÓN	MONTO Bs.	MONTO \$us	% DE APORTE
<b>I. INFRAESTRUCTURA</b>	<b>12,451,065.53</b>	<b>1,778,723.65</b>	<b>100,00%</b>
Gobierno Autónomo de Chuquisaca	12,451,065.53	1,778,723.65	100,00%
Comunidad Beneficiaria	0,00	0,00	0,00%
<b>II. SUPERVISIÓN</b>	<b>622,553.28</b>	<b>88,936.18</b>	<b>100,00%</b>
Gobierno Autónomo de Chuquisaca	536,010.10	75,814.72	100,00%
Comunidad Beneficiaria	0,00	0,00	0,00%
<b>TOTAL INVERSIÓN(I + II )</b>	<b>13,073,618.80</b>	<b>1,867,659.83</b>	<b>100,00%</b>

Fuente: Detalle de la Inversión

Tipo de Cambio: 7,0 Bs. por 1 \$us

## 1.5 RESULTADO DEL ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS

### 1.5.1 Alternativa I

Comprende el mejoramiento y apertura de **12.00 Km** de longitud y un ancho de vía de 30 m. tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO. Este trazo se lo realizó tomando en cuenta los aspectos técnicos económicos y sociales, que derivaron en el trazo más coherente, donde se obtuvo trazos más rectos y por ende una menor longitud del camino con pendientes, radios de curvatura, ancho de plataforma de acuerdo a norma, conservando y consensuando la propiedad privada sin causar ningún impacto negativo a los comunarios de la zona.

### 1.5.2 Alternativa II

La Alternativa II. Comprende la apertura y mejoramiento de **13.800 km** tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO.

La dificultad mayor que se pudo encontrar en este trazo es el tema social, ya que los propietarios de los terrenos por donde se iba a emplazar el alineamiento del camino se opusieron a ceder o ser indemnizados por los terrenos, aludiendo que son terrenos de

cultivos, pastoreo , lo cual fue gravitante a la hora de realizar la elección, además aumenta la distancia del camino , se aumentaban algunas obras de arte , se encontraron pendientes longitudinales muy altas , las cuales estaban fuera de la norma.

## **1.6 ALCANCE**

Una vez que hemos definido el concepto del Estudio Técnico a desarrollar, se tiene el conocimiento de la problemática que se pretende resolver y el enfoque que pretende darle al trabajo para su desarrollo; en este acápite presentamos su alcance del trabajo a realizar.

Finalmente deseamos indicar los diferentes acápites, que proponemos desarrollar durante la ejecución del estudio que les mostramos a continuación.

### **a) Recopilación y evaluación de datos e información existentes**

La búsqueda y recolección de datos e información disponible sobre el área de influencia del proyecto se ejecutará conforme lo explicado, en las instituciones que trabajan en dicha área como los Gobiernos Municipales, en las oficinas de los Servicios Nacional y Departamental de Caminos, Instituto Nacional de Estadística, en el Instituto Geográfico Militar (búsqueda y compra de planos en diferentes escalas). Se consultará el Servicio Geográfico de Bolivia, el Servicio Nacional de Meteorología e Hidrología.

Levantamiento de las obras de drenaje u obras de protección tanto en el camino como en los cursos de ríos y quebradas que llegan al camino.

Las obras de drenaje y obras de protección que existirían a lo largo del sector de camino o a lo largo de las cuencas de aporte al drenaje del camino, serán recolectadas; la información de las instituciones detalladas anteriormente, complementadas con levantamientos de campo. Esta información es importante para la ejecución de los diseños posteriores, pues se podrá dar solución a los problemas observados en las obras existentes con los diseños a realizar

El levantamiento fotográfico permitirá la realización de un dossier fotográfico, con la indicación de los diferentes detalles que resultan importantes para cada uno de los estudios a realizar, como ser alcantarillas, cunetas, badenes, etc.

El análisis de toda la información disponible y la correspondiente visita al campo permitirá trazar preliminarmente las alternativas del camino y las correspondientes obras de drenaje del camino, diseñando las mismas para un caudal con un periodo de retorno adecuado.

## **b) Levantamiento topográfico, estudio hidrológico e hidráulico, estudio geotécnico.**

### **b.1) Topografía.-**

Aprobado el estudio preliminar de la ruta y su drenaje y con todos los parámetros definidos de trazado del camino, se efectuará el levantamiento topográfico. Este levantamiento topográfico tendrá por objetivo lograr la topografía a detalle de la totalidad del camino y los sectores de las obras de drenaje y protección.

Los estudios topográficos de campo comprenderán el estacado del eje central de la carretera existente cada 20 metros en las tangentes y cada 10 metros en curvas. Cada punto de estación será posicionado y nivelado, tomándose secciones transversales de una faja de terreno de 40 m o más de acuerdo al sector del camino.

El sistema de referencia que se usará serán las coordenadas UTM, tomando como punto inicial, el correspondiente a coordenadas medidas con sistemas de navegación GPS.

Los puntos de intersección PI serán referenciados mediante monumentos de hormigón u otro punto fijo, para garantizar su permanencia y permitir la reposición del eje con la agilidad y precisión requerida en cualquier momento.

La nivelación del terreno en coincidencia con el eje proyectado estará controlada en base a Bench Marks (BM) cementados de dimensiones estandarizadas y pintados de color rojo; se pondrán en el camino cada 1000 m, y en la izquierda y derecha del camino y en las partes finales del camino.

Todos ellos serán ubicados fuera del área futura de construcción y debidamente referenciados y protegidos, con objeto de garantizar su permanencia cuando se ejecuten las obras.

Las secciones transversales se levantarán en el ancho especificado ampliándose en el ancho del curso de agua sobre los cursos de ríos.

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 los trabajos de topografía, se utilizará equipo adecuado para obtener datos precisos y exactos. Se utilizará Estación Total electrónica SOKIA SET 10K.

Se presentarán planos donde se mostrará el alineamiento horizontal y perfil longitudinal, sistema de coordenadas y datos de referencia de los vértices de la poligonal de diseño.

La escala para los planos a ejecutar será de 1:50.000 para la geometría general y ubicación del proyecto. Y para los planos de las secciones longitudinales será Escala Horizontal 1:1.000, escala vertical 1:100 para planos tipo de Planta y Perfil.

Para Obras Complementarias como ser, (Obras de Drenaje, Obras de Protección, etc.) y de detalle, se utilizarán escalas según nivel de detalle requerido.

También se mostrará la ubicación, tamaño y tipo de las obras de drenaje, estructuras de contención, obras de protección, etc., ubicación y características de todas las obras existentes dentro del camino, líneas de servicio y otras instalaciones públicas y privadas que pudieran encontrarse dentro del área levantada.

En las secciones transversales típicas adoptadas, se mostrará con claridad la inclinación de los diferentes taludes según su ubicación y tipo de terreno. Además de las dimensiones de las cunetas, zanjas de coronación, banquetas, bermas y espesor de la superficie de rodadura.

### **c) Estudio Hidrológico e Hidráulico.-**

El estudio hidrológico se realizará en base a los registros pluviométricos existentes en el área de influencia del proyecto. 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 y 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, además de poder analizar el comportamiento de las obras ya construidas, su comportamiento hidráulico y verificar los coeficientes utilizados en el cálculo hidrológico e hidráulico.

### **d) Estudio geotécnico.-**

Se realizará un relevamiento geotécnico y el levantamiento de muestras en sectores críticos que indique el especialista para su análisis de laboratorio

Sobre los bancos de préstamo para materiales a ser usados en la construcción de las obras, primeramente se realizará un reconocimiento de los diferentes sectores que pueden ser utilizados, y sobre los que determine se realizarán excavaciones en distancias de 500 metros de un punto a otro, o como se vea más conveniente en campo y con profundidades máximas de 4 metros. De estas excavaciones se extraerán muestras que serán enviadas al laboratorio para su evaluación.

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.

#### **e) Diseño Geométrico del Camino.-**

El diseño del camino vecinal, se realizará tomando en cuenta las recomendaciones del "Manual de Normas para el Diseño Geométrico de Carreteras" de la Administradora Boliviana de Caminos ABC, y las normas AASHTO.

En sentido vertical, se procederá a regular la rasante actual en los sectores donde se han introducido variantes para adecuar el trazo al terreno 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.

#### **f) Cálculo de los Volúmenes, Análisis de Precios Unitarios; Presupuestos y Calendario de Inversiones.-**

##### **f.1) Cálculo de los Volúmenes**

Para el cálculo de los volúmenes de obra del camino y de sus obras de arte, se utilizará el programa Land Desktop 2009.

Estos volúmenes corresponden al movimiento de tierras, volúmenes de corte y relleno, materiales granulares para rodadura, volúmenes de las estructuras de las obras de arte, etc.

##### **f.2) Análisis de Precios Unitarios**

De acuerdo con los planos del diseño, se procederá con la determinación de los ítem's de obra y para cada ítem se procederá a la definición de los precios unitarios, en los que se tendrá en cuenta los precios de los materiales, mano de obra y equipo, para los sitios de cada operación de construcción. Para ello se utilizará el programa PRESCOM 2015, que cuenta con los precios de mercado para cada uno de los ítem's actualizado.



### **f.3) Calendario de Inversiones.-**

Habiendo definido los presupuestos, se formulará el calendario de inversiones, que estará sujeto al cronograma de actividades.

## **CAPÍTULO II**

### **PREPARACIÓN DEL PROYECTO**

#### **2.1. ESTUDIO LEGAL**

El estudio legal se basa en la responsabilidad del Estado 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 las comunidades de Tierras del Señor y Santa Rosa beneficiando así a las familias del área de influencia del proyecto, mejorando sus ingresos. La Gobernación del Departamento de Chuquisaca tiene la potestad de invertir en proyectos que vayan a subsanar estos problemas.

En tal sentido, al existir plena voluntad para la ejecución del proyecto, por parte del Gobierno Autónomo del Departamento de Chuquisaca – Secretaría Dptal. de Obras Públicas y de instituciones comunales, no se presenta problema legal alguno para la ejecución del presente proyecto.

#### **2.2. DIAGNÓSTICO DE LA SITUACIÓN ACTUAL**

Actualmente no existe una real comunicación vial en las comunidades afectadas con el proyecto sobre todo la comunidad de Santa Rosa, ya que el medio de comunicación más utilizado es el de taxis particulares, que ingresan hasta parte de la comunidad de Tierras del Señor para prestar el servicio; el acceso a la comunidad de Santa Rosa es más complicado debido a que la plataforma del camino existente se encuentra en condiciones precarias lo que imposibilita el tráfico normal de distintos vehículos y esto se dificulta más en épocas de lluvias ya que el ingreso es casi imposible, y por ende la pérdida de su producción es grande.

El camino que se pretende construir y es motivo de este estudio es el que une las tres comunidades de Tierras del Señor - San Agustín – Santa Rosa llegando a formar un círculo de comunicación entre las tres importantes zonas de producción y así poder solucionar el problema de comunicación vial que tienen estas comunidades.

#### **2.3. ÁREA DE INFLUENCIA DEL PROYECTO**

El área de influencia define el marco de referencia geográfico en el cual se efectuará el análisis y evaluación socioeconómica, privada, técnica y ambiental del proyecto Construcción mejoramiento y apertura del camino Tierras del Señor – Santa Rosa.

El área de influencia se ha definido sobre la base de las zonas en la cuales se registran tanto los impactos directos producidos por la implantación de las obras necesarias para el proyecto, como los impactos indirectos inducidos sobre las actividades económicas y sociales.

Por lo tanto el área de influencia es el tramo vial entre las comunidades de Tierras del Señor y Santa Rosa, tramo que tiene una longitud de 12.00 km. para lo cual se determinó el área de influencia de acuerdo a criterios ambientales y socioeconómicos.

## 2.4. ESTUDIO SOCIOECONÓMICO

### 2.4.1. Aspectos demográficos

#### 2.4.1.1. Población del área de influencia diferenciada por sexo

El proyecto Mejoramiento y Apertura Camino Tierras del Señor – Santa Rosa, comprende un tramo que une a las Comunidades de Tierras del Señor, San Agustín y Santa Rosa, que serán las principales beneficiadas, por lo que es importante el análisis de todas las características demográficas, socio-culturales y productivas de cada una de estas comunidades.

La población diferenciada por sexo en estas comunidades asciende aproximadamente a 515 habitantes, de los cuales el 54% son hombres y el 46% mujeres, con un índice de masculinidad de 0,54 hombres por cada mujer, tal como se puede apreciar en el cuadro 2.1

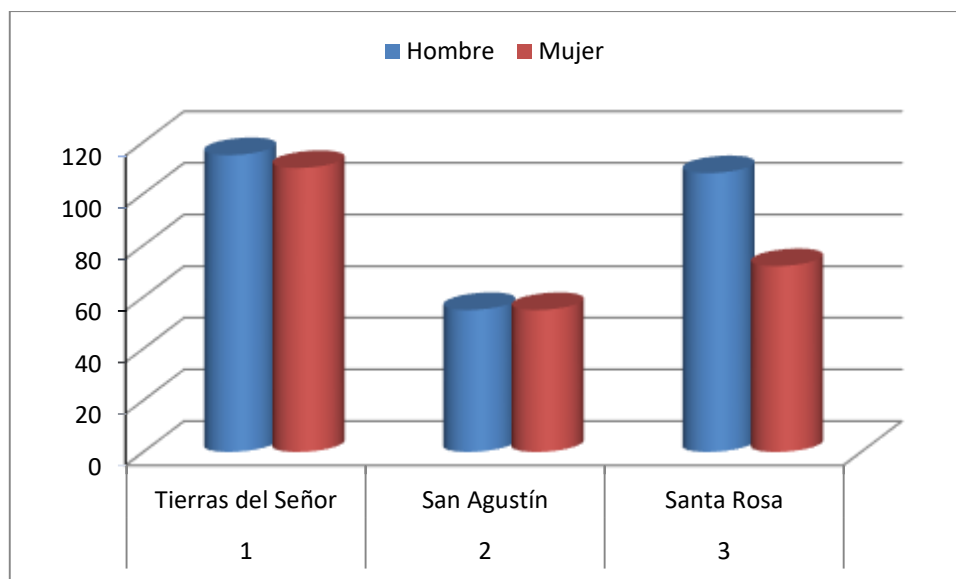
**Cuadro 2.1 Población Según Sexo (comunidades beneficiadas con el proyecto)**

#	COMUNIDADES	Hombres	Mujeres	Total	Familias
1	Tierras del Señor	115	110	225	45
2	San Agustín	55	55	110	22
3	Santa Rosa	108	72	180	36
	<b>Totales</b>	<b>278</b>	<b>237</b>	<b>515</b>	<b>103</b>
	<b>Porcentaje</b>	<b>54%</b>	<b>46%</b>	<b>100%</b>	

Fuente: Encuestas Comunales

Elaboración: Propia

**Figura 2.1 Población Según Sexo**



Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia

En este sentido, con base a la información presentada en el cuadro y figura anterior, se puede indicar que la Comunidad de Tierras del Señor es la que tiene un mayor número de habitantes, con 225 habitantes, mientras que la comunidad con menor participación es San Agustín, con 110 habitantes.

#### **2.4.2. 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 Las Carreras (lugar donde se encuentran ubicadas las comunidades beneficiarias) tiene una tasa de crecimiento ínter censal de 1,6%.

A continuación se realizará un análisis del tipo de migración que se da en el área de influencia del proyecto:

### 2.4.2.1. Emigración

#### a) Emigración Temporal

La emigración temporal, se da mayormente en los hombres y mujeres menores de los 20 años de edad, tal como se observa en el cuadro 2.2. y en la figura N° 2.2.

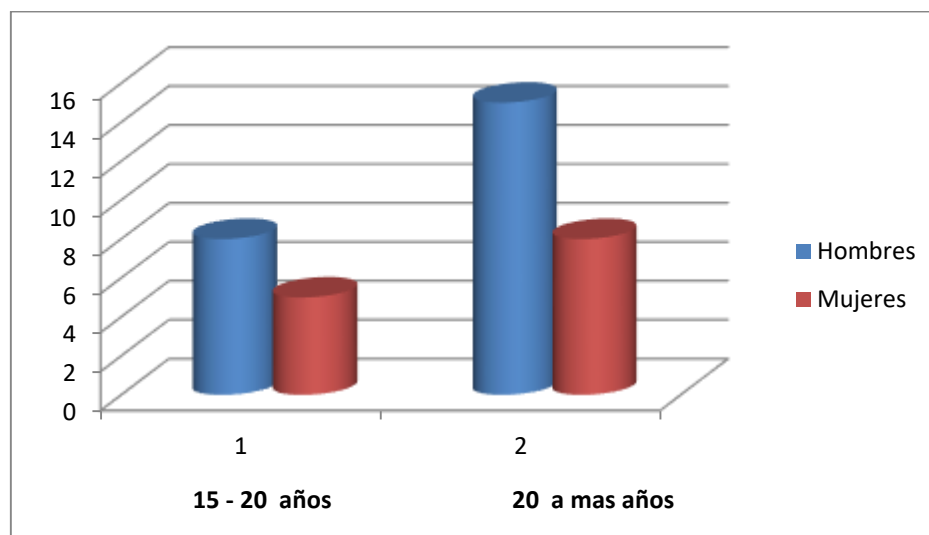
**Cuadro 2.2 Emigración Temporal, según edad, sexo, época y ocupación**

#	COMUNIDAD	N° FAM.	HOMBRES		MUJERES		LUGAR	MOTIVO	OCUP.	MES/ÉPOCA
			15 – 20	20 A MÁS	15 – 20	20 A MÁS				
1	Tierras del Señor	45	3	5	2	3	Argentina, Tarija	Desempleo Educación	empleado (a)	Diciembre Febrero
2	San Agustín	22	2	5	1	2	Argentina, Tarija	Desempleo Educación	empleado	Diciembre
3	Santa Rosa	36	3	5	2	3	Argentina, Tarija	Desempleo Educación	empleado	Diciembre
<b>TOTAL</b>		<b>103</b>	<b>8</b>	<b>15</b>	<b>5</b>	<b>8</b>				
<b>Total Población Emigrante Temporal</b>			<b>23</b>		<b>13</b>					

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

**Figura 2.2 Emigración Temporal, Según Edad y Sexo**



Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

La proporción de emigrantes temporales para el periodo 2011, fue 7% del total de la población que habita en estas comunidades. Las causas centrales para la emigración son: La inexistencia de empleo y los bajos ingresos en al comunidad, y en menor proporción por estudios.

Los lugares más preferidos por los emigrantes temporales son: la República de la Argentina y la ciudad de Tarija. El periodo de tiempo que emigran oscila entre 4 a 8 meses del periodo de estiaje.

La ocupación que tienen los temporeros consiste en su mayoría labores culturales agrícolas, construcción de infraestructura de viviendas, labores de hogar y estudios.

#### **b) Emigración definitiva**

Los riesgos climáticos en la producción agropecuaria, la falta de acceso a los centros de consumo para comercializar sus productos, los ingresos monetarios bajos, la inexistencia de los servicios básicos (salud, educación, vivienda) entre otros, motivan que los habitantes sientan la atracción por los bienes y servicios que ofrecen los centros urbanos, otros lugares geográficos con mejores recursos naturales que en definitiva ocasionan que las familias abandonen sus comunidades y los pequeños centros poblados; aumentando de esta forma la migración campo – ciudad. En los últimos 5 años, de las comunidades beneficiarias han emigrado de manera definitiva 5 personas.

### **Cuadro 2.3 Emigración Definitiva, según edad, sexo, época y ocupación**

#	COMUNIDAD	N° FAM.	HOMBRES		MUJERES		LUGAR	MOTIVO	OCUP.	MES/ ÉPOCA
			15 – 20	20 A MÁS	15 – 20	20 A MÁS				
1	Tierras del Señor	45	1	3	0	2	Argentina, Tarija	Trabajo	empleado (a)	Diciembre Febrero
2	San Agustín	22	2	2	1	1	Argentina, Tarija	Trabajo	empleado	Diciembre
3	Santa Rosa	36	2	1	2	1	Argentina, Tarija	Trabajo	empleado	Diciembre
<b>TOTAL</b>		<b>103</b>	<b>5</b>	<b>6</b>	<b>3</b>	<b>4</b>				
<b>Total Población Emigrante Definitiva</b>			<b>11</b>		<b>7</b>					

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

En base a información presentada en el cuadro anterior, se puede decir que la emigración definitiva para las comunidades beneficiarias con el proyecto representa un 3,5% del total habitantes existentes.

Las familias que salen definitivamente de estas comunidades rurales se establecieron en la ciudad de Tarija y la República Argentina.

La ocupación de las familias que emigran definitivamente, consiste en su generalidad en actividades de agricultura, construcción, comercio y transporte, en algunos casos.

#### 2.4.2.2. Inmigración

En el área de influencia del proyecto no se han registrado un flujo de inmigrantes hacia las comunidades beneficiarias, por lo que la inmigración es inexistente.

#### 2.4.3. 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 (80%), en las comunidades de Tierras del Señor,

San Agustín y Santa Rosa, se puede decir que la existencia de población de origen quechua o aymará existen en un 20 % en estas Comunidades (ver cuadro siguiente).

**Cuadro 2.4 Población Según Etnias**

COMUNIDAD	NÚMERO DE FAMILIAS	POBLACIÓN SEGÚN ETNIAS (%)		
		MESTIZO CRIOLLO	GUARANI	QUECHUA/AYMARA
TIERRAS DEL SEÑOR	45	80%	-	20%
SAN AGUSTIN	22	80%	-	20%
SANTA ROSA	36	80%		20%
<b>TOTAL</b>	<b>43</b>	<b>80%</b>	<b>-</b>	<b>20%</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

#### 2.4.4. Lenguajes que habla la población

En cuanto a los idiomas que habla la población beneficiaria, se constata que la mayoría es de habla española, y en menor proporción el Guaraní; resultados que se muestran en el Cuadro siguiente.

**Cuadro 2.5 Idioma que hablan las Comunidades Beneficiarias con el Proyecto**

COMUNIDAD	IDIOMAS QUE HABLAN			
	ESPAÑOL	QUECHUA	AYMARÁ	GUARANÍ
TIERRAS DEL SEÑOR	1	3	3	0
SAN AGUSTIN	1	3	3	0
SANTA ROSA	1	3	3	0

Ref.: 1= La mayoría de la población, 2= La mitad de la población y 3= La Minoría de la

Población.

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad



Elaboración: Propia.

El censo de población y vivienda, resalta una mínima presencia que pobladores de habla aymará en el municipio. Comparando con el relato de los ancianos y los resultados del censo, se concluye que la mayoría habla español y existe un 20% de pobladores que a la vez saben hablar, quechua y aymará.

#### **2.4.5. Número Aproximado y Tamaño Promedio de las Familias**

El número aproximado de familias directamente beneficiarias son 103, siendo la Comunidad Tierras del Señor la de mayor participación, con 45 familias; por otra parte la Comunidad de Santa Rosa, con 36 familias; por otra parte la de menor participación es la Comunidad de San Agustín, con 22 familias.

**Cuadro 2.6 Número Aproximado y Tamaño Promedio de las Familias**

<b>COMUNIDAD</b>	<b>NÚMERO DE FAMILIAS</b>	<b>TAMAÑO PROMEDIO</b>	<b>POBLACIÓN TOTAL</b>
TIERRAS DEL SEÑOR	45	5	225
SAN AGUSTIN	22	5	110
SANTA ROSA	36	5	180
<b>TOTAL/PROMEDIO</b>	<b>103</b>	<b>5</b>	<b>515</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

En relación al tamaño promedio de las familias, se puede indicar que este es de 4,7 miembros por familia en todas las comunidades beneficiarias.

#### **2.4.6. Aspectos Económicos**

##### **2.4.6.1. Tenencia de la Tierra**

La tenencia del suelo en el área rural del Municipio de Las Carreras, depende fundamentalmente del tipo de actividad que se desarrolle; un 85% está en manos de pequeños productores, encontrándose el 15% en manos de los medianos y grandes productores.

Los tipos de propiedad guardan relación con el acceso a la tierra, condiciones del suelo, la forma de organización productiva y otros aspectos socio -culturales.

Se distinguen dos tipos característicos:

Unidades familiares individuales de propiedad privada, que tienen demarcadas y delimitadas tanto sus parcelas de cultivo como sus áreas de pastoreo.

Unidades familiares individuales que tienen demarcadas y delimitadas sus parcelas de cultivo, pero comparten áreas de pastoreo en común con otros pobladores de la comunidad, encontrándose también unidades familiares que no cuentan con ningún tipo de propiedad.

En el área de influencia del Proyecto, el origen y tenencia de la tierra de manera general, es por la Reforma Agraria en un 40%, el 50% lo obtuvo por herencia, y finalmente el 10% compro sus tierras.

#### **2.4.6.2. Principales Actividades Económicas**

Las principales actividades que se desarrollan y de las cuales dependen las familias de las Comunidades de Tierras del Señor y Santa Rosa, son en su mayoría la agricultura, la ganadería en pequeña proporción, realizándose ambas actividades simultáneamente

Entre los principales productos que se cultivan en la zona, se pueden indicar los siguientes: cebolla, zanahoria, uva, alfalfa, tomate y otros de menor importancia. Por otra parte, entre los principales tipos de ganado que se crían en el área de influencia del proyecto, se tiene, porcino, caprino, ovino y aves.

#### **2.4.7. Aspectos Sociales**

##### **2.4.7.1. Descripción de las Características Sociales**

###### **a) Costumbres**

En cada región y en cada lugar se tienen sus propias costumbres y tradiciones que identifican culturalmente a la población y por ende a la persona. Las costumbres más sobresalientes de las comunidades beneficiadas con el proyecto se detallan en el siguiente cuadro:

#### **Cuadro 2.7 Costumbres y Calendario Festivo**

COMUNIDAD	CALENDARIO FESTIVO	TIPO DE FIESTA
Tierras del Señor	01 de Enero, Febrero/Marzo, 02 de Noviembre, 25 de Diciembre	Año nuevo Carnaval, Todo Santos, Navidad
Santa Rosa		

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

#### 2.4.7.2. Rol de los Varones y Mujeres dentro de la Comunidad

El rol de los hombres y mujeres dentro las comunidades rurales son compartidas, puesto que la mujer asume un papel importante en la cooperación de llevar adelante las actividades tanto agrícolas como ganaderas ayudando mutuamente al hombre.

El rol de los varones, como en todas las comunidades rurales, es de atender y cultivar las tierras, realizar las labores culturales de las tierras desde el inicio en que se siembra hasta la cosecha del último producto, cuidado de animales, etc. Los roles de las mujeres, son más que todo domésticas, pero no debemos dejar de lado que en todo momento está ayudando al hombre en todo el proceso de producción, sin descuidar sus actividades en la casa.

**Cuadro 2.8 Porcentaje de Participación del Hombre y la Mujer en las Actividades**

ACTIVIDADES	% DE PARTICIPACIÓN	
	Hombre	Mujer
Siembras	81	19
Contratación	60	40
Cosecha	64	36
Toma de decisión del destino de la producción agrícola	65	35
Toma de decisión del destino del ganado	65	35
Pastoreo	55	45
Sanidad Animal	87	13

Relación con instituciones u organizaciones de base	58	42
Ser Autoridad/Dirigente	60	40
Cuidado y mandado de los hijos a la escuela	25	75
Asistencia y llevado de los hijos al centro de salud o médico	30	70

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

Así mismo, en este apartado se analiza la organización en las cuales el hombre y la mujer participan. Tanto el hombre como la mujer son protagonistas del desarrollo e impulso de sus comunidades.

**Cuadro 2.9 Principales Organizaciones en la Comunidad y Porcentaje de Participación según Sexo**

COMUNIDAD	ORGANIZACIONES	% DE PARTICIPACION	
		HOMBRE	MUJER
Tierras del Señor	Centro de Madres	0%	100%
	Clubes Deportivos	70%	30%
	OTBs	60%	40%
	Junta Escolar	60%	40%
	Corregimiento	80%	20%
	Otros	60%	40%
Santa Rosa	Centro de Madres	0%	100%
	Clubes Deportivos	70%	30%
	OTBs	60%	40%
	Junta Escolar	70%	30%
	Corregimiento o Sindicato	60%	40%

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

#### 2.4.7.3. Horarios y Actividades

Los horarios para realizar las actividades no están definidos puesto que para desarrollar la ganadería y la agricultura se requiere una gran cantidad de tiempo de dedicación y esto lleva a que el hombre tiene que estar en cualquier horario y cualquier día sea feriado o no en las labores diarias de atención en todo el proceso de producción.

En este sentido, en las comunidades beneficiarias con el proyecto, las labores de la casa comienzan a las 5:00 de la mañana, para iniciar el trabajo agrícola a las 6:00 de la mañana y terminar entre las 18:00 y 19:00 horas. La actividad ganadera requiere un poco menos de dedicación, ya que sólo se da de comer entre 2 a 4 veces al día, en el caso del ganado menor y cuidado del ganado mayor entre 2 a 3 veces por semana.

#### **2.4.8. Servicios Básicos Existentes**

Contar con los servicios básicos en cualquier comunidad, es de vital importancia. Los servicios con que debe contar la población son, el agua potable, energía eléctrica, salud, educación y otros. Sin embargo, no todas las comunidades son atendidas por el gobierno central o municipal, debido a muchos factores tales como ser la falta de recursos financieros, descuido de las autoridades centrales, entre otros factores. En este apartado se analiza si las comunidades del área de influencia del proyecto cuentan con los servicios anteriormente citados.

##### **2.4.8.1. Servicios agua potable**

En el área de influencia del Proyecto, las comunidades no cuentan con el servicio de agua potable, ver cuadro 2.10.

Todas las familias que no cuentan con el servicio de agua potable se ven obligadas a consumir agua de pozos comunitarios, familiares, vertientes y acequias, que tienen agua que no está debidamente tratada para el consumo humano lo que provoca el deterioro de la salud de los miembros de la familia.

**Cuadro 2.10 Cantidad de Familias con y sin agua potable por cañería**

COMUNIDAD	NÚMERO DE FAMILIAS	N° DE FAMILIAS	
		CON AGUA POTABLE	SIN AGUA POTABLE
TIERRAS DEL SEÑOR	45	40	5
SAN AGUSTÍN	22	19	3
SANTA ROSA	36	31	5
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>90</b>	<b>13</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

##### **2.4.8.2. Servicio de alcantarillado**

En ninguna de las comunidades existe el servicio de alcantarillado por red de drenaje; sin embargo, en el cuadro N° 2.11 se observa que, de las 103 familias la totalidad que habitan las comunidades beneficiarias con el proyecto no cuenta con ningún sistema de eliminación de excretas.

Toda esta población, al no contar con un sistema de eliminación de excretas, se ven obligadas a hacer sus necesidades en el campo abierto, lo que se convierte en foco de contaminación y por tanto a una mayor exposición de enfermedades y parásitos poniendo en riesgo la sanidad de las mismas familias, de los animales domésticos y el medio ambiente (agua de los ríos y aire).

**Cuadro 2.11 Cobertura y Medios para la eliminación de excretas**

COMUNIDAD	NÚMERO DE FAMILIAS	N° DE FAMILIAS			
		ALCANTARILLADO	POZO CIEGO	CON LETRINA	NINGUNA
TIERRAS DEL SEÑOR	45	0	12	10	23
SAN AGUSTÍN	22	0	7	4	11
SANTA ROSA	36	0	10	11	15
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>0</b>	<b>29</b>	<b>25</b>	<b>49</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

#### **2.4.8.3. Servicios de electricidad**

Las comunidades beneficiadas con el proyecto no cuentan con el servicio de energía eléctrica y tampoco con alumbrado público.

**Cuadro 2.12 Servicios de Electricidad**

COMUNIDAD	NÚMERO DE FAMILIAS	TIPO DE ELECTRICIDAD			
		CON ACOMETIDA	ALUMBRADO PÚBLICO	PANEL SOLAR	NINGUNO
TIERRAS DEL SEÑOR	45	30	0	0	15
SAN AGUSTÍN	22	5	0	0	17
SANTA ROSA	36	10	0	0	16
<b>TOTAL</b>	<b>103</b>	<b>45</b>	<b>0</b>	<b>0</b>	<b>48</b>

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

Generalmente, todas estas familias que no cuentan con el servicio de energía eléctrica, para tener alumbrado en su casa y hacer funcionar algunos artefactos utilizan los siguientes insumos: Kerosén, velas, pilas, gas, baterías y otros insumos que resultan antieconómicos.

#### 2.4.8.4. Servicios de educación

A nivel de las comunidades beneficiarias con el Proyecto, se puede indicar que las comunidades sólo tienen establecimientos de educación primaria.

Aquellos que decidieran proseguir con estudios secundarios tienen que trasladarse a la comunidad de El Puente o Las Carreras.

Las comunidades beneficiarias con el proyecto Tierras del Señor – Santa Rosa, son parte del Distrito 1 y 3, constan cada una de sus centros de educación Primaria, encontrándose en buenas condiciones, las de Santa Rosa, Tierras del Señor lo cuenta con centro de educación ya que la mayoría de los estudiantes van a centros escolares de la comunidad de El Puente el cual tiene hasta nivel de secundaria.

#### 2.4.8.5. Servicios de salud

La actual estructura sanitaria del municipio de Las Carreras y el Puente, tiene serias dificultades para atender a la población dispersa y con escasa y/o ninguna conexión de vías de transporte, en medio de un paulatino crecimiento poblacional; los servicios de salud son insuficientes especialmente en recursos humanos y equipo e insumos médicos.

Las comunidades de Tierras del Señor, no cuenta con un centro de salud por lo que los pobladores deben trasladarse a los centros de salud de Las Carreras y El Puente ubicado a 5 Km. de Tierras del Señor y a 12 Km. de Santa Rosa; en esta última comunidad cuenta con un centro de salud cuenta con un reducido número de personal, una enfermera, lo que hace ineficiente la atención para la comunidad de Santa Rosa.

**Cuadro 2.13 Servicios de Salud**

COMUNIDAD	SERVICIOS DE SALUD				
	TIPO DE ESTRUCTURA	PERSONAL QUE ATIENDE			ESTADO DEL ESTTRUCTURA
		Doctores	Enfermeras	Enfermeras Auxiliares	
Tierras del Señor	Ninguno	--	--	--	--
Santa Rosa	Posta	--	1	--	Regular
<b>TOTAL</b>	--	--	--	--	--

Fuente: Encuesta Realizada en la Comunidad

Elaboración: Propia.

Por otra parte, entre las enfermedades más frecuentes presentadas en el área de influencia del proyecto, se tiene resfrío, paludismo, chagas, etc.

#### **2.4.8.6. Modalidades de recolección y disposición de residuos sólidos**

Los sistemas de recolección y tratamiento de basuras y residuos sólidos, no existen en ninguna de las comunidades de área rural, por lo que en la mayoría de los casos la basura es quemada, enterrada en los terrenos, sirve de alimentación a los animales o la tiran al aire libre.

#### **2.4.8.7. Vivienda**

En su mayoría las viviendas están construidas con materiales propios de la zona, con muros de ladrillo adobe y madera; así mismo, las viviendas son de carácter regular y otras en malas condiciones revocadas con barro, los techos son de teja tipo colonial.



Las viviendas son de tipo unifamiliar, la distribución es de una cocina, un dormitorio y un galpón, los pisos son de tierra, las ventanas se hallan mal ubicadas y presentan escasa ventilación .Su rústica construcción favorece a la proliferación de insectos transmisores de enfermedades propia de la zona.

### **Imagen 2.1 Vivienda Tipo de la Zona de Influencia**



Fuente: Elaboración Propia.

#### **2.4.8.8. Transporte**

El medio de comunicación más utilizado es el de taxis particulares y vehículos pequeños, que ingresan hasta parte a la comunidad de Tierras del Señor para prestar el servicio; el acceso a la comunidad de Santa Rosa es más dificultoso debido al mal estado del camino actual. La comunicación que se tiene entre Tierras del Señor y Santa Rosa es relativamente mala ya que no existe un medio de transporte permanente a esta comunidad.

El camino pretende unir a las comunidades de Tierras del Señor San Agustín y Santa Rosa llegando a formar un círculo de comunicación entre las tres importantes zonas de producción.

## **2.5 RELACIÓN ENTRE OBJETIVOS DEL PROYECTO Y OBJETIVOS DE PLANES DE DESARROLLO**

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 el Mejoramiento y Apertura de Caminos, Puentes Vehiculares, Puentes Peatonales, Badenes y otros proyectos de infraestructura vial que permitan el acceso de las zonas productoras a los mercados de consumo.

El proyecto generará importantes beneficios socioeconómicos que conlleva a reducir los niveles de pobreza, promover la equidad social, recuperar y reproducir sus valores socioculturales y fortalecer a sus instituciones. De esta forma se logra que la orientación del proyecto asimile los beneficios directos e indirectos, los beneficios intangibles, las externalidades positivas y negativas e impacto ambiental.

El impacto social con la ejecución del proyecto es, entre los aspectos mencionados, uno de los más importantes que se puedan generar con la culminación de este proyecto, pues la misma vía generará ahorros tanto en costos de operación de la vía como en costos de transporte, tanto para los habitantes de la zona como para toda aquella población visitante.

## **2.6. ESTUDIO INSTITUCIONAL ORGANIZACIONAL**

Las instituciones que participan directamente en este proyecto son: La Gobernación del Departamento de Chuquisaca– Municipio de las Carreras. Que son instituciones legalmente reconocidas y creadas bajo Decreto por el gobierno central; su labor es promover el fortalecimiento del municipio de Las Carreras, como también a todas las comunidades pertenecientes a la misma; por el cual tienen la responsabilidad absoluta de manejar, recaudar recursos financieros para la implementación de proyectos de toda índole dentro de su jurisdicción.

El Gobierno Autónomo del Departamento de Chuquisaca deberá comprometer el financiamiento necesario para la ejecución de este proyecto, que es la institución financiadora de la construcción del camino; además, deberá supervisar y fiscalizar la buena ejecución del proyecto de manera eficiente. Así mismo, las comunidades beneficiarias deberán coordinar con el Municipio de las Carreras que será la entidad

Operadora, para la buena ejecución del proyecto y así también coordinar para planificar el mantenimiento del camino en caso de que se realice este.

En el tema organizacional, se debe considerar la participación activa de instituciones comunales como Corregimiento y OTB que son los que se movilizan para que el proyecto se lleve a cabo.

## **2.7. ESTUDIO DE DEMANDA Y OFERTA**

### **2.7.1. Estudio de Demanda**

La demanda por una vía, en este caso un camino, está determinada por el flujo de vehículos que circulan por ella. Este flujo vehicular es comúnmente cuantificado como el Tráfico Promedio Diario Anual (TPDA) que simplemente representa la cantidad de vehículos al día que circulan en promedio en ambas direcciones durante el año de referencia. Según la ABC, tanto para caminos colectores y puentes vehiculares, se recomienda que la medición del TPDA esté desagregada en las siguientes categorías:

Livianos

Medianos

Pesados

Adicionalmente, si se tratara del mejoramiento de parte de un camino vecinal existente, se deberá indicar si los vehículos transitan de manera regular durante el año o existen temporadas de mayor demanda. Se deben hacer correlaciones con el estado del camino.

Aunque en la mayoría de los casos no se espera que un camino vecinal esté congestionado por altos volúmenes de tráfico vehicular, la información aquí registrada permitirá evaluar el potencial productivo y comercial del área de influencia del proyecto.

Se deberá realizar una estimación de la evolución futura de la demanda vehicular y su composición durante la vida útil del proyecto. Para esto será necesario estimar el desarrollo que tendrán las actividades productivas y a partir de eso derivar el tráfico asociado.

Los datos recogidos en el campo de investigación de emplazamiento del proyecto el TPDA, se muestra en el siguiente cuadro:

**Cuadro 2.14 Demanda Actual Trafico Promedio Diario anual**

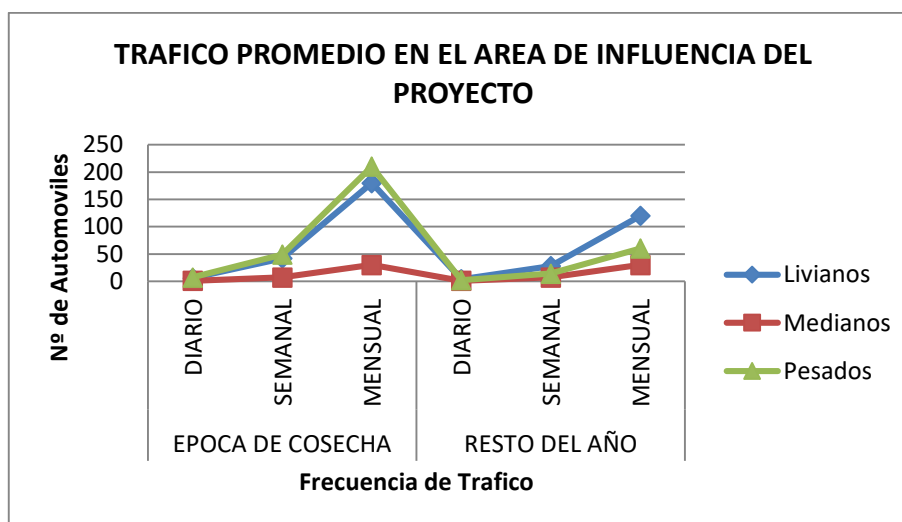
	<b>ÉPOCA DE COSECHA</b>	<b>RESTO DEL AÑO</b>
--	-------------------------	----------------------

TIPO DE VEHÍCULO	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Livianos	6	42	180	4	28	120
Medianos	1	7	30	1	7	30
Pesados	7	49	210	2	14	60
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>98</b>	<b>420</b>	<b>7</b>	<b>49</b>	<b>210</b>

Fuente: Datos recogidos de campo

Elaboración: Propia

**Figura 2.3 Demanda Actual: Tráfico Promedio**



Fuente: Datos recogidos de campo

Elaboración: Propia

Según el cuadro anterior en épocas de cosecha existe una mayor circulación de moviidades tanto livianas como pesadas. Cabe aclarar que la información anterior está basada en el tráfico que circula desde la Comunidad de Tierras del Señor hasta Santa Rosa y viceversa.

Por otra parte, las familias de la Tierras del Señor tienen mejores condiciones por la cercanía para acceder a la red la red vial troncal.

De forma más detallada, en el siguiente cuadro se presenta la información de la demanda desagregada por tipo de moviidades:

**Cuadro 2.15 Demanda Actual de Transporte por Tipo de Vehículo**

TIPO DE VEHÍCULO	ÉPOCA DE COSECHA			RESTO DEL AÑO		
	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL	DIARIO	SEMANAL	MENSUAL
Ferrocarril	0	0	0	0	0	0
Camión Grande	4	28	120	1	7	30
Camión Pequeño	3	21	90	1	7	30
Buses	0	0	0	0	0	0
Micros	1	7	30	1	7	30
Camionetas	2	14	60	1	7	30
Minibuses	1	7	30	0	0	0
Jeeps - Vagonetas	1	7	30	1	7	30
Autos - Taxis	1	7	30	1	7	30
Motocicletas	1	7	30	1	7	30
<b>TOTAL</b>	<b>14</b>	<b>98</b>	<b>420</b>	<b>7</b>	<b>49</b>	<b>210</b>

Fuente: Datos recogidos de campo

Elaboración: Propia

Así mismo, la demanda por un servicio de camino transitable (con obras de arte mayor y menor) está determinada por las actividades del flujo comercial de los principales productos agrícolas y ganadero que se producen en la zona.

### 2.7.2. Estudio de Oferta

Revisando todos los antecedentes y la información existente, se puede establecer que en la actualidad no se cuenta con ningún proyecto de Construcción en el tramo en estudio (Tierras del Señor – Santa Rosa), sean estos de mejoramiento del camino actual que es solo transitable en época secano u otros relacionados.

Por otra parte, como se explicó el trazo actual del camino (transitable solo en época secano), por lo cual se plantean Obras de Arte para evitar depresiones que cortan el camino.

Con la ejecución del proyecto la oferta del proyecto consistirá en un diseño con obras de drenaje como alcantarillas circulares tipo arco, de cruce y de alivio, badenes de Hormigón Armado. Con una longitud de camino de 12.000 km. Camino transitable todo el año, adecuado para el tráfico vehicular estimado.

## **2.8. ANÁLISIS DE ALTERNATIVAS TÉCNICAS DEL PROYECTO Y ALTERNATIVA ELEGIDA**

### **2.8.1. Análisis de Alternativas Técnicas**

Para el diseño del proyecto se utilizó una pendiente máxima de 7.67 % que está dentro de los parámetros según normativa de la ABC, la pendiente máxima debería de ser del 9%. Para el diseño en planta se trazaron dos alternativas para lograr el mejor trazo del camino, específicamente en las zonas donde la topografía era muy escarpada, ya que en esos lugares se emplazaron radios de curvaturas mínimos según norma. También se tuvo en cuenta para el alineamiento del camino a las familias propietarias de las tierras que están entre los límites del camino, las cuales no permitían que el emplazamiento del camino afecte de gran manera a sus sembradíos o parcelas, lo cual fue el factor determinante para el emplazar el alineamiento final.

Se definió las alternativas de trazo con una poligonal abierta, ubicando los puntos de inflexión o PI's, en función de los radios de curvatura mínimos para aquellos casos que el ángulo de deflexión sea bastante grande.

Fueron consideradas dos alternativas, todas definidas en el campo con criterios técnicos, económicos y sociales.

#### **1. Alternativa I**

Comprende la apertura y mejoramiento de **12.00 Km** de longitud y un ancho de vía de 30 m. tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO. Este trazo se lo realizó tomando en cuenta los aspectos técnicos económicos y sociales, que derivaron en el trazo más coherente, donde se obtuvo trazos más rectos y por ende una menor longitud del camino con pendientes, radios de curvatura, ancho de plataforma de acuerdo a norma, conservando y consensuando la propiedad privada sin causar ningún impacto negativo a los comunarios de la zona.

El camino cuenta con 69 curvas horizontales simples

El camino cuenta con 62 curvas verticales simples

33 alcantarillas, de las cuales son:

- 4 Alcantarilla de Alivio Simples  $\phi=1.00$  m.
- 11 Alcantarillas de Alivio doble  $2\phi=0.80$  m.
- 18 Alcantarillas de Cruce doble  $\phi=1.00$  m.

7 badenes, de los cuales son:

- 3 badenes de  $L=35.0$  m.
- 4 badenes de  $L=45.0$  m.

10 Pzas. de Señales Informativas, Preventivas, Reglamentarias.

✚ 5 Muros de contención de Hormigón Ciclópeo.

### **Cuadro 2.16 Alternativa I (Presupuesto de Inversión)**

ITEM N°	DESCRIPCIÓN ÍTEMES	Precio Total
<b>[1].-</b>	<b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b>	<b>6,176,985.11</b>
	MÓDULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS	91,151.88
	MÓDULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,808,124.81
	MÓDULO #[3]:CAPA DE RODADURA	2,270,268.00
	MÓDULO #[4]:SEÑALIZACIÓN	7,440.42
<b>[2].-</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b>	<b>5,381,587.84</b>
	MÓDULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO SIMPLES Ø=1.0	188,585.92
	MÓDULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALIVIO Ø=0.8m	910,182.04
	MÓDULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO DOBLES Ø=1.0	1,582,394.14
	MÓDULO #[4]:BADÉN	2,287,410.90
	MÓDULO #[5]:CUNETAS	413,014.84
<b>[3].-</b>	<b>REPOSICIÓN DE CANALES</b>	<b>122,604.75</b>
	MÓDULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS-ZANJAS	122,604.75
<b>[4].-</b>	<b>INDEMINIZACIÓN</b>	<b>769,887.83</b>
	MÓDULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS	6,227.65
	MÓDULO #[2]:MURO DE ADOVE	40,916.67
	MÓDULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°	691,979.53
	MÓDULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA	30,763.98
<b>I. TOTAL INFRESTRUCTURA</b>		<b>12,451,065.53</b>
<b>II. SUPERVISIÓN</b>		<b>622,553.28</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN (I + II)</b>		<b>13,073,618.80</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 2. Alternativa II

La Alternativa II Comprende la apertura y mejoramiento de **13.80 km.** tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO.

La dificultad mayor que se pudo encontrar en este trazo es el tema social, ya que los propietarios de los terrenos por donde se iba a emplazar el alineamiento del camino se opusieron a ceder o ser indemnizados por los terrenos, aludiendo que son terrenos de



cultivos y pastoreo , lo cual fue gravitante a la hora de realizar la elección. La distancia del camino se incrementa en 1.80 Km se aumentaban algunas obras de arte, se encontraron pendientes longitudinales muy altas, las cuales estaban fuera de la norma; el detalle se muestra a continuación.

El camino cuenta con 76 curvas horizontales simples

El camino cuenta con 68 curvas verticales simples

Pendientes Mayores al 12%

39 alcantarillas, de las cuales son:

- 5 Alcantarilla de Alivio Simples  $\phi=1.00$  m.
- 13 Alcantarillas de Alivio doble  $2\phi=0.80$  m.
- 21 Alcantarillas de Cruce doble  $\phi=1.00$  m.

7 badenes, de los cuales son:

- 3 badenes de  $L=35.0$  m.
- 4 badenes de  $L=45.0$  m.

10 Pzas. de Señales Informativas, Preventivas, Reglamentarias.

✚ 5 Muros de contención de Hormigón Ciclópeo.

**Cuadro 2.17 Alternativa II (Presupuesto de Inversión)**

ITEM N°	DESCRIPCIÓN ÍTEM'S	PRECIO TOTAL
[1].-	<b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b>	<b>7.213.553,42</b>
	MÓDULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS	102.447,87

	MÓDULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.379.343,53
	MÓDULO #[3]:CAPA DE RODADURA	2.724.321,60
	MÓDULO #[4]:SEÑALIZACIÓN	7.440,42
<b>[2].-</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b>	<b>6.188.826,01</b>
	MÓDULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO SIMPLES Ø=1.0	216.873,81
	MÓDULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALIVIO Ø=0.8m	1.046.709,34
	MÓDULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO DOBLES Ø=1.0	1.819.753,26
	MÓDULO #[4]:BADÉN	2.630.522,53
	MÓDULO #[5]:CUNETAS	474.967,07
<b>[3].-</b>	<b>REPOSICIÓN DE CANALES</b>	<b>140.995,46</b>
	MÓDULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS- ZANJAS	140.995,46
<b>[4].-</b>	<b>INDEMINIZACIÓN</b>	<b>873.684,76</b>
	MÓDULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS	6.227,65
	MÓDULO #[2]:MURO DE ADOVE	40.916,67
	MÓDULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°	795.776,46
	MÓDULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA	30.763,98
<b>I. TOTAL INFRESTRUCTURA</b>		<b>14.417.059,65</b>
<b>II. SUPERVISIÓN</b>		<b>720.852,98</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN (I + II)</b>		<b>15.137.912,64</b>

Fuente: Elaboración Propia

### 2.8.2 Aspectos Técnicos de la Alternativa Elegida

Para la elaboración de un proyecto de carretera se siguen varias etapas, que establecen en forma clara los objetivos; dentro de esas etapas en la Ingeniería de Proyecto se tienen sub etapas, entre las cuales se encuentra el reconocimiento y la elección de la ruta.

Sin duda, es importante antes de realizar el reconocimiento y la elección de alternativas conocer los antecedentes que guardan relación con el tramo en estudio; entre estos antecedentes necesariamente estarán los de tipo social, económico, político y técnico.

Como el estudio contempla el mejoramiento y apertura del tramo, se ha planteado dos alternativas para el trazo, considerando todas las normas de la ABC, AASTHO,

tomando en cuenta las pendientes admisibles, los movimientos de tierra, alineamientos, radios de curvatura y la adecuada ubicación de las obras de arte como las alcantarillas de alivio, alcantarillas de cruce, badenes, tratando de proyectar el camino, equilibrando las características técnicas, económicas, sociales y ambientales,

Se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Trazado recto, Menor movimiento de tierras, Menor costo.

Una vez analizadas las dos alternativas, se eligió la Alternativa I por ser la mas adecuada a los parámetros técnicos, sociales, económicos y políticos mencionados; la alternativa I, se adapta de mejor manera al terreno y brinda mayor seguridad al conductor, presenta un menor costo.

En tal sentido, se establece que el camino sea una ruta segura y que beneficie a la mayor cantidad de comunarios para que puedan llevar sus productos a comercializar a las localidades más cercanas; es muy importante su implementación para que el flujo vehicular no tenga problemas en todo el año especialmente en época de lluvias.



## CAPÍTULO III

### INGENIERÍA DEL PROYECTO

#### 3.1 TOPOGRAFÍA.

La topografía es un factor principal de la localización física de la vía, pues afecta su alineamiento horizontal, sus pendientes, sus distancias de visibilidad y sus secciones transversales. Desde el punto de vista de la topografía se puede clasificar los terrenos en cuatro categorías, que son:

**a) Terreno Llano.-** De ordinario tiene pendientes trasversales a la vía menores del 5%. Exige mínimo movimiento de tierras en la construcción de carreteras y no presenta dificultad en el trazado ni en su explanación, por lo que las pendientes longitudinales de las vías son normalmente menores del  $\pm 3\%$ .

**b) Terreno ondulado.-** Se caracteriza por tener pendientes trasversales a la vía del 6% al 12%. Requiere moderado movimiento de tierras, lo que permite alineaciones más o menos rectos, sin mayores dificultades en el trazado y en la explanación, así como pendientes longitudinales típicamente del 3% al 6%.

**c) Terreno montañoso.-** Está constituido por cordones montañosos o "cuestas"; la planta está controlada por el relieve del terreno (Puntillas, Laderas de fuerte inclinación transversal, Quebradas profundas, etc.) Las pendientes trasversales de la vía suelen ser del 13% al 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación. Pendientes longitudinales de las vías de del 4% al 9% son comunes.

**d) Terreno escarpado.-** Aquí las pendientes del terreno trasversales de la vía pasan con frecuencia del 40%. Para construir carreteras se necesita máximo movimiento de tierras y existen muchas dificultades para el trazado y la explanación, pues los alineamientos están prácticamente definidos por divisorias de aguas, en el recorrido de la vía. Por lo tanto, abundan las pendientes longitudinales mayores del 8%.

La topografía del camino de estudio se considera como un terreno montañoso por tener la mayoría de las pendientes trasversales y longitudinales en ese rango, aunque en una parte del tramo presenta una pendiente mayor al 8% como un terreno escarpado, pero en la mayoría de los tramos permite un alineamiento recto, lo que limita que el alineamiento no sea en su totalidad recto con las pendientes fuertes, y el terreno accidentado.

##### 3.1.1 Trabajo de campo.

Para el presente proyecto se realizó el levantamiento topográfico con estación total Sokkia Set 10K.

En el campo se realizó el levantamiento sobre el eje del camino, que se fue definiendo en campo de acuerdo a parámetros técnicos como pendiente, radio de curvatura, tipo de suelo, etc. Se sacaron transversales cada veinte metros longitudinalmente y treinta metros hacia los costados del eje, según se veía necesario por los cambios de pendientes para el diseño geométrico.

Este levantamiento tuvo el objetivo de proporcionar la topografía a detalle de la totalidad del camino, 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.

Para referencia de las coordenadas absolutas se usarán coordenadas UTM, tomando como punto inicial las coordenadas medidas con el sistema de navegación GPS que partirá del inicio del camino; en base de estas coordenadas se fueron calculando los Bench Marks (BMs), cementados de dimensiones estandarizadas y pintados de color rojo, los cuales están ubicados a cada 1000 m, y en la izquierda y derecha del camino, y en las partes finales del camino.

Todos ellos serán ubicados fuera del área futura de construcción y debidamente referenciados y protegidos, con objeto de garantizar su permanencia cuando se ejecuten el replanteo de todas las obras a construir.

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 en general.

### **3.1.2 Trabajo de Gabinete.**

Una vez recogido los datos que la estación nos proporcionó en coordenadas UTM, se procedió a procesar la información en el programa de nombre Autodesk Land Desktop 2009 que es una herramienta avanzada que nos ayuda mucho en el diseño geométrico, cálculo de volúmenes, planillas de replanteo, armado de planos planta-perfil, simplificando el tiempo de trabajo.

Partiendo de la categoría de camino y la normativa correspondiente se tomaron parámetros de diseño para el trazado geométrico y algunas tablas que se ve más adelante.

Dentro del trabajo de gabinete se realizaron los siguientes planos:

Plano de planta general

Plano planta - perfil

Plano de transversales

Plano de curva masa

Plano de detalles

## **3.2 ANÁLISIS DE SUELOS**

### **3.2.1 Introducción**

El término suelo es todo material suelto, desintegrado, que se encuentra en la corteza terrestre, como: guijarros, piedras, granzones, arenas limos, arcillas, materiales turbosos y mezclas de estos materiales. La capa superficial de la tierra; rica en materia orgánica, se desintegra, con el nombre de “capa vegetal”.

Por lo general, los suelos son derivados en forma mecánica, biológica o química de la roca, que es el material sólido constitutivo del estrato externo de la corteza terrestre. Las rocas están compuestas de uno o más minerales, por lo que los suelos también están compuestos de una combinación de minerales de origen diverso.

El suelo es por lo tanto, un sistema de partículas sólidas de muy variados tamaños que actúan entre sí y que además contiene agua y aire.

El agua contenida desempeña un papel tan fundamental en el comportamiento mecánico del suelo que debe considerarse como parte fundamental del mismo.

Para el proyecto se realizó el estudio de suelos para la subrasante del terreno natural; para tal efecto, se extrajo muestras del suelo natural del tramo cada 500 m. a una profundidad de 80 cm., cada muestra extraída pesaba aproximadamente 5000 gr. que es necesarias para realizar los ensayos de clasificación como se indica en la teoría de la práctica. Se pudo observar que en todo el trayecto del camino en estudio se encontraba suelos finos; de esta manera, las muestras fueron transportadas a un laboratorio de suelos para su posterior análisis.

### **3.2.2 Clasificación**

Dada la complejidad, y prácticamente la infinita variedad con que los suelos se presentan en la naturaleza, cualquier intento de sistematización científica debe ir precedido por otro de clasificación completa.

Obviamente la Mecánica de Suelos desarrolló estos sistemas de clasificación desde un principio. Primeramente, dado el escaso conocimiento que sobre los suelos se tenía,

fundándose en criterios puramente descriptivos, nacieron así varios sistemas y los basados en las características granulométricas, ganaron popularidad rápidamente.

Es evidente que un sistema de clasificación que pretenda cubrir hoy las necesidades correspondientes debe estar basado en las propiedades mecánicas de los suelos, por ser éstas lo fundamental para las aplicaciones ingenieriles. A la vez, esta base debe ser preponderantemente cualitativa, puesto que un sistema que incluyese relaciones cuantitativas y de detalle respecto a las propiedades mecánicas, resultaría sin duda, excesivamente complicado y de engorrosa aplicación práctica; además un sistema útil de clasificación debe servir para normar el criterio del técnico respecto al suelo del que se trate, previamente a un conocimiento más profundo y extenso de las propiedades del mismo; de hecho, una de las más importantes funciones de un sistema sería proporcionar la máxima información normativa, a partir de la cual el técnico sepa en qué dirección profundizar su investigación.

El sistema de clasificación usado actualmente y el más común todavía para diseño y construcción de caminos, es el propuesto por la Norma AASTHO y es con la cual se trabajó en este proyecto y el sistema unificado para definir o clasificar los tipos de suelos encontrados provenientes de la sub rasante.

Para llegar a una clasificación de suelos es imprescindible realizar los ensayos de Granulometría y Límites de Atterberg que se verán a continuación.

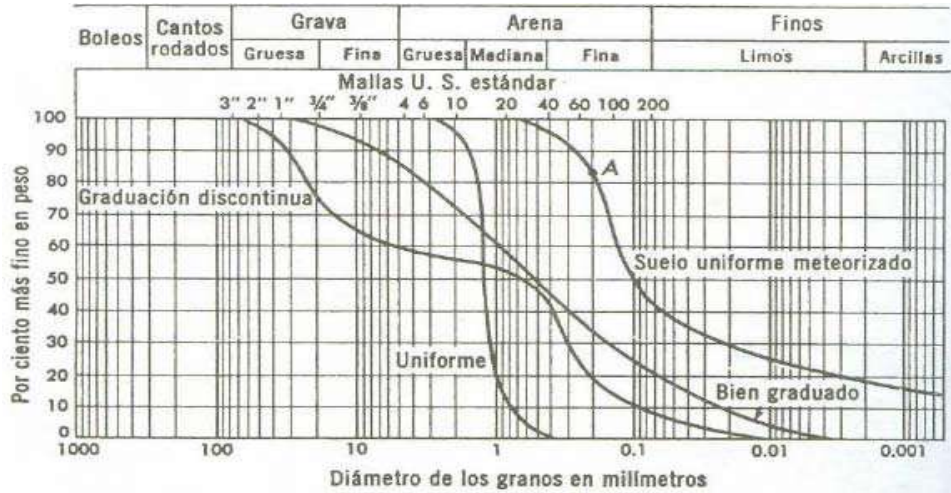
### **3.2.2.1 Análisis Granulométrico**

Es la distribución porcentual de los tamaños de partículas que conforma un suelo, realizado con ayuda de un juego de mallas que tienen un tamaño graduado establecido por las normas ASTM y AASHTO; su objetivo es determinar cuantitativamente el tamaño de las partículas de los agregados gruesos y finos como son las gravas, arenas, limos y arcillas.

Si bien se realiza una distribución de tamaños, esto no incide en la forma que puedan tener los granos de suelo, ya que al retener material en una malla se observa diferentes tamaños y el porcentaje que se calcula está basado estrictamente en los pesos que se retiene en la malla, referido al peso total que se utiliza en el ensayo.



**Figura 3.1 Gráfico para la representación de las curvas granulométricas**



Fuente: Normas ASTM.

### 3.2.2.2 Límites de ATTERBERG

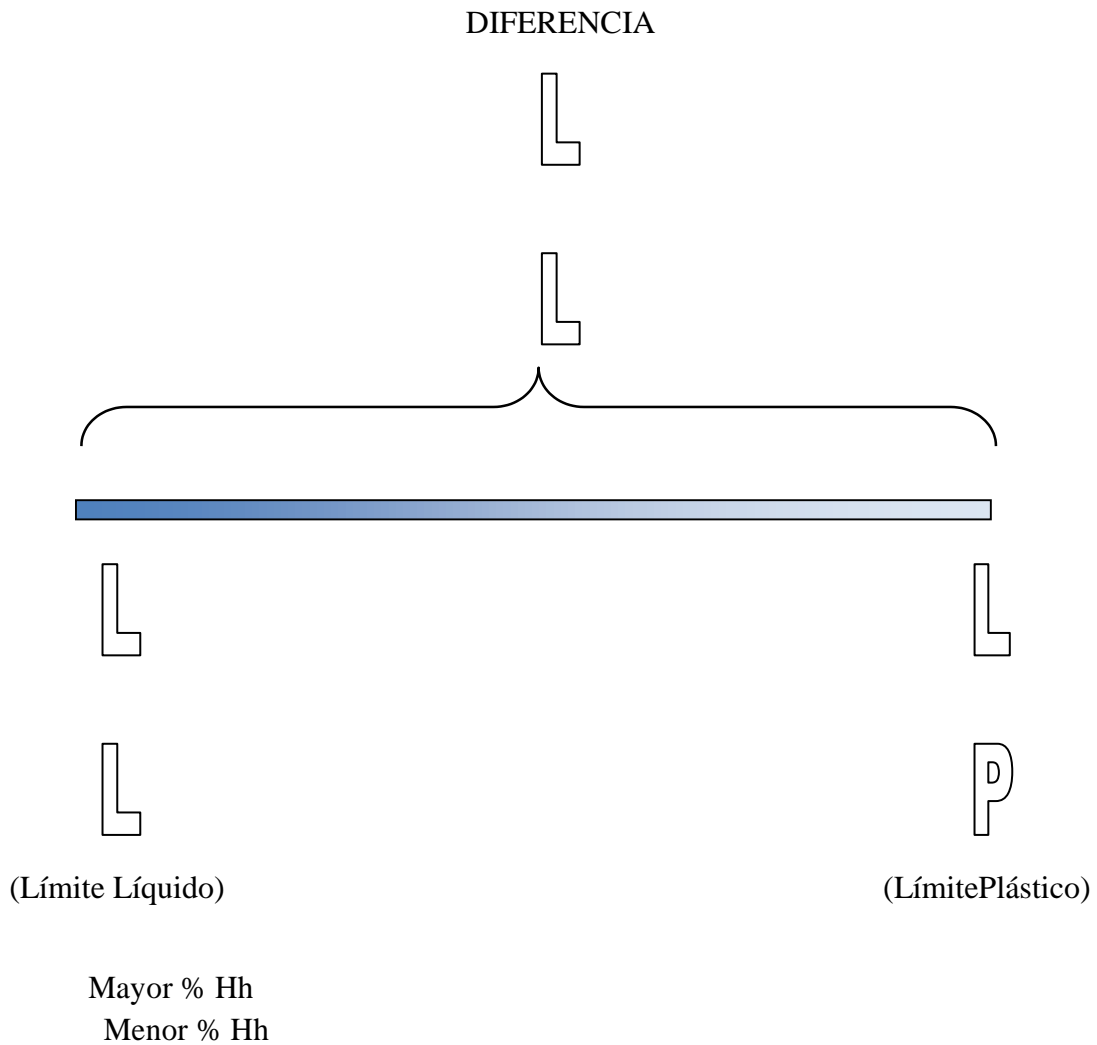
Los suelos que poseen algo de cohesión, según su naturaleza y cantidad de agua, pueden presentar propiedades que lo incluyan en el estado sólido, semi-sólido, plástico y líquido. El contenido de agua o humedad límite al que se produce el cambio de estado varía de un suelo a otro.

El método usado para medir estos límites se conoce como Método de Atterberg y los contenidos de agua o humedad con los cuales se producen los cambios de estados se denominan límites de Atterberg. Ellos marcan una separación arbitraria, pero suficiente en la práctica, entre los cuatro estados mencionados anteriormente.

De estos límites los más conocidos y usados en la práctica de ingeniería son los límite líquido y límite plástico cuyos valores definen el índice de plasticidad (IP) como la diferencia entre el límite líquido y el límite plástico ( $IP = LL - LP$ ).

Sin la determinación de estos límites denominados límites de Atterberg es imposible realizar una clasificación del suelo, a menos de que éste no presente plasticidad alguna, como es el caso de los suelos gravosos.

**Figura 3.2 (Índice de Plasticidad)**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.2.2.1 Límite Líquido

El límite líquido está definido como el contenido de humedad con el cual una masa de suelo colocada en un recipiente en forma de cuchara (aparato de Casagrande), se separa con una herramienta patrón (ranurador), se deja caer desde una altura de 1 cm. y sufre el cierre de esa ranura en 1 cm después de 25 golpes de la cuchara contra una base de caucho dura o similar.

El límite líquido de un suelo da una idea de su resistencia al corte cuando tiene un determinado contenido de humedad. Un suelo cuyo contenido de humedad sea

aproximadamente igual o mayor a su límite líquido, tendrá una resistencia al corte prácticamente nulo.

La muestra de ensayo debe ser igual o mayor que 100 grs. y pasar completamente por el tamiz de 0,5 mm. (Malla N°40 ASTM).

**Imagen 3.1 Aparato de Casagrande**



Fuente: Elaboración Propia

#### **3.2.2.2 Límite Plástico**

El límite plástico se ha definido arbitrariamente como el contenido de humedad del suelo al cual un cilindro de éste, se rompe o resquebraja al amasado presentando un diámetro de aproximadamente 3 mm.

Esta prueba es bastante subjetiva, es decir, depende del operador, el cual debe ayudarse con un alambre u otro material de 3 mm de diámetro para hacer la comparación y establecer el momento en que el suelo se resquebraja y presenta el diámetro especificado.

La muestra necesaria para realizar este ensayo deberá tener un peso aproximado de 20 grs. y pasar completamente por el tamiz de 0,5 mm. (Malla N° 40 ASTM).

### **Imagen 3.2 Elaboración de los rollitos para determinar el límite plástico**



Fuente: Elaboración Propia.

### **3.2.3 Resultados.**

Para el proyecto se realizaron todos los ensayos de granulometría y límites de Atterberg siguiendo el sistema de clasificación AASTHO, y el UNIFICADO obteniéndose tres tipos de suelos diferentes todos siendo suelos finos que se detallan en el siguiente cuadro N°1 y en la figura 3.

Después de realizada la clasificación, se realizó un análisis ubicando los suelos de acuerdo al lugar de donde se extrajo la muestra analizada; esto cada 800 metros.

Se puede observar una uniformidad de suelos finos, empezando en la parte del inicio con un tipo de suelo A – 6 también en la parte intermedia y parte baja junto a los terrenos de cultivos que en algunos tramos contiene materia orgánica; luego cambia a un tipo de suelo A – 4 siendo el suelo de mayor porcentaje que existe en la zona sobre todo al final del tramo, también se encontró suelo A – 7 que a su vez son suelos A – 7 – 5 y A – 7 – 6 que se encontraron en las partes medias del tramo siendo en una parte arcilla orgánica se lo reconoce por el color oscuro que presenta.

Estas arcillas y limos que se encuentran sobre todo en algunos tramos son muy cohesivas; esto se ve en época de lluvia por la dificultad que presenta al transitar y por los ahuellamientos que presenta; también se pudo ver la muy poca o casi nula de presencia de piedras en todo el trayecto.

Los respectivos ensayos y cálculos elaborados se encuentran en el Anexo I.

**Cuadro 3.1 Resultado de los tipos de suelos obtenidos en los ensayos de laboratorio**

TIPO DE SUELO	OBSERVACIONES
A - 4	En las partes medias y al finalizar el tramo
A - 6	Al comenzar el tramo y al final del trayecto.
A -7	En las partes más altas, son arcillas cohesivas

Fuente: Elaboración propia.

**Figura 3.3 Ubicación de los tipos de suelos encontrados en la zona.**



Fuente: Elaboración propia.

Descripción.-

- Suelo A – 4
- Suelo A – 6
- Suelo A - 7

Dentro de la clasificación del todo el trayecto de las 11 muestras obtenidas se puede ver el (%) de la cantidad de suelo predominante.

**Cuadro 3.2 Resultado de los Tipos de Suelos en (%)**

<b>PREDOMINIO DE MUESTRA DE SUELO EN EL CAMINO TIERRAS DEL SEÑOR – SANTA ROSA A NIVEL SUBRASANTE</b>		
<b>SUELO A - 4</b>	<b>SUELO A - 6</b>	<b>SUELO A-7</b>
5.00 Calicatas	4.00 Calicatas	2.00 Calicatas
45.45 %	36.36 %	18.18 %

Fuente: Elaboración propia.

### 3.2.4 Compactación

La importancia de la compactación de los suelos consiste en el aumento de resistencia y disminución de capacidad de deformación que se obtiene al sujetar el suelo a

técnicas convenientes que aumenten su peso específico seco, disminuyendo sus vacíos y determinando la humedad óptima a la que el suelo pudo llegar a su densidad máxima en seco.

De los tres tipos de suelos que se obtuvieron de los análisis, serían los suelos donde estaría diseñada la capa de rodadura, siendo suelos muy finos que presentan cambio de volúmenes con el contacto del agua, siendo el suelo A – 7 – 5 y A – 7 – 6 que presenta cambios de volúmenes, se tomara muy en cuenta este tramo por ser un suelo más desfavorable.

Los otros tramos cuentan con un suelo A – 4 y un A – 6; en estos casos, también se tomará en cuenta estos tramos para el diseño de la capa de rodadura.

Para los ensayos de compactación se realizó con el T – 180 y un ensayo de T – 99, los cálculos se encuentran en el Anexo I obteniéndose los siguientes datos de compactación.

**Cuadro 3.3 Resumen de Datos de Compactación**

<b>RESUMEN DE DATOS DE COMPACT. CAMINO TIERRAS DEL SEÑOR - SANTA ROSA</b>					
<b>SUELO A - 4</b>		<b>SUELO A - 6</b>		<b>SUELO A-7-6</b>	
<b>Densidad max.</b>	<b>Humedad. Optima</b>	<b>Densidad max.</b>	<b>Humedad. Optima</b>	<b>Densidad max.</b>	<b>Humedad Optima</b>
2.01 (gr/cm3)	10.48 %	1.98 (gr/cm3)	11.42 %	1.78 (gr/cm3)	16.25 %

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.5 C.B.R.**

El método C.B.R., fue propuesto en 1929 por los ingenieros T. Stanton y D.J. Porter, del departamento de carreteras del estado de California. Desde esa fecha tanto en Europa como en América, el método CBR (California Bearing Ratio = Relación de

Soporte California) se ha generalizado y es hoy en día uno de los más empleados en el cálculo de capas de rodadura.

Este método tiene por objetivo establecer una relación entre la resistencia a la penetración de un suelo y su capacidad de soporte, tomando como material de comparación la piedra que es 100% (CBR = 100%) un CBR de 2% o 3%, indicará que el material tiene una capacidad de soporte muy baja; en ecuación esto se expresa:

$$C. B. R. = \frac{\text{Carga Unitaria de Ensayo}}{\text{Carga Unitaria Patron}} * 100$$

Los valores correspondientes a los ensayos realizados en el proyecto se encuentran con detalle en el Anexo I. Resumiendo se tiene los siguientes resultados de C.B.R. para los tres tipos de suelo:

**Cuadro 3.4 Resumen de Datos de CBR**

<b>RESUMEN DE LOS CBR EN EL CAMINO TIERRAS DEL SEÑOR - SANTA ROSA</b>					
<b>SUELO A - 4</b>		<b>SUELO A - 6</b>		<b>SUELO A-7-6</b>	
CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%
14.39	10.45	6.51	4.77	4.42	3.62

Fuente: Elaboración propia.

### **3.2.6 Bancos de Material**

Generalmente el material que se emplea en un terraplén es el que se encuentra sobre la misma ruta producto de cortes o préstamos laterales eliminando la corteza que contenga materia orgánica. Los bancos deberán contener la suficiente cantidad de material para que sea explotable. Los bancos para subrasante deberán ser homogéneos y de esta manera se evita que los espesores de la capa de rodadura varíen con demasiada



frecuencia; se pueden encontrar en formaciones de roca muy alterada o en bancos arenosos estratificados.

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 100m más de 10Km no es aconsejable.

Para el caso del diseño de la capa de rodadura del tramo en estudio el material necesario para los rellenos será compensado con los cortes longitudinales ya que en todas las secciones de rellenos son desde pequeñas a medianas alturas.

Para la capa de rodadura y mejoramiento de la subrasante, será explotado de bancos a orillas del Rio San Juan del Oro que se encuentra cerca del camino.

### **3.3 DISEÑO GEOMÉTRICO**

#### **3.3.1 Análisis de Alternativas Técnicas**

Para el diseño del proyecto se utilizó una pendiente máxima de 9.00 % que está dentro de los parámetros que utiliza la norma de la ABC. Para el diseño en planta se trazaron dos alternativas para lograr el mejor trazo del camino, específicamente en las zonas donde la topografía era muy escarpada, ya que en esos lugares se emplazaron radios de curvaturas mínimos según norma. También se tuvo en cuenta para el alineamiento del camino a las familias propietarias de las tierras que están entre los límites del camino, las cuales no permitían que el emplazamiento del camino afecte de gran manera a sus sembradíos o parcelas, lo cual fue el factor determinante para el emplazar el alineamiento final.

Se definió las alternativas de trazo con una poligonal abierta, ubicando los puntos de inflexión o PI's, en función de los radios de curvatura mínimos para aquellos casos que el ángulo de deflexión sea bastante grande.

Fueron consideradas dos alternativas, todas definidas en el campo con criterios técnicos, económicos y sociales.

#### **1. Alternativa I**

Comprende el mejoramiento y apertura de **12.00 Km** de longitud y un ancho de vía de 30 m. tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO. Este trazo se

lo realizó tomando en cuenta los aspectos técnicos económicos y sociales, que derivaron en el trazo más coherente, donde se obtuvo trazos más rectos y por ende una menor longitud del camino con pendientes, radios de curvatura, ancho de plataforma de acuerdo a norma, conservando y consensuando la propiedad privada sin causar ningún impacto negativo a los comunarios de la zona.

El camino cuenta con 69 curvas horizontales simples

El camino cuenta con 62 curvas verticales simples

33 alcantarillas, de las cuales son:

- 4 Alcantarilla de Alivio Simples  $\varnothing=1.00$  m.
- 11 Alcantarillas de Alivio doble  $2\varnothing=0.80$  m.
- 18 Alcantarillas de Cruce doble  $\varnothing=1.00$  m.

7 badenes, de los cuales son:

- 3 badenes de  $L=35.0$  m.
- 4 badenes de  $L=45.0$  m.

10 Pzas. de Señales Informativas, Preventivas, Reglamentarias.

5 Muros de contención de Hormigón Ciclópeo.

### Cuadro 3.5 Alternativa I (Presupuesto de Inversión)

ITEM N°	DESCRIPCIÓN ÍTEM'S	Precio Total
<b>[1].-</b>	<b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b>	<b>6,176,985.11</b>
	MÓDULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS	91,151.88
	MÓDULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS	3,808,124.81
	MÓDULO #[3]:CAPA DE RODADURA	2,270,268.00
	MÓDULO #[4]:SEÑALIZACIÓN	7,440.42
<b>[2].-</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b>	<b>5,381,587.84</b>
	MÓDULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO SIMPLES $\varnothing=1.0$	188,585.92
	MÓDULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALIVIO $\varnothing=0.8m$	910,182.04
	MÓDULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO DOBLES $\varnothing=1.0$	1,582,394.14
	MÓDULO #[4]:BADÉN	2,287,410.90
	MÓDULO #[5]:CUNETAS	413,014.84

<b>[3].-</b>	<b>REPOSICIÓN DE CANALES</b>	<b>122,604.75</b>
	MODULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS-ZANJAS	122,604.75
<b>[4].-</b>	<b>INDEMINIZACIÓN</b>	<b>769,887.83</b>
	MÓDULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS	6,227.65
	MÓDULO #[2]:MURO DE ADOVE	40,916.67
	MÓDULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°	691,979.53
	MÓDULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA	30,763.98
<b>I. TOTAL INFRESTRUCTURA</b>		<b>12,451,065.53</b>
<b>II. SUPERVISIÓN</b>		<b>622,553.28</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN (I + II)</b>		<b>13,073,618.80</b>

Fuente: Elaboración Propia

## 2. Alternativa II

La Alternativa II Comprende el mejoramiento y apertura de **13.80 km** tomando en cuenta las normas estipuladas de la ABC, AASTHO.

La dificultad mayor que se pudo encontrar en este trazo es el tema social, ya que los propietarios de los terrenos por donde se iba a emplazar el alineamiento del camino se opusieron a ceder o ser indemnizados por los terrenos, aludiendo que son terrenos de cultivos y pastoreo, lo cual fue gravitante a la hora de realizar la elección. La distancia del camino se incrementa en 1.80 Km. se aumentaban algunas obras de arte, se encontraron pendientes longitudinales muy altas, las cuales estaban fuera de la norma; el detalle se muestra a continuación.

El camino cuenta con 76 curvas horizontales simples

El camino cuenta con 68 curvas verticales simples

Pendientes Mayores al 12%

39 alcantarillas, de las cuales son:

- 5 Alcantarilla de Alivio Simples  $\phi=1.00$  m.
- 13 Alcantarillas de Alivio doble  $2\phi=0.80$  m.
- 21 Alcantarillas de Cruce doble  $\phi=1.00$  m.

7 badenes, de los cuales son:

- 3 badenes de L=35.0 m.
- 4 badenes de L=45.0 m.

10 Pzas. de Señales Informativas, Preventivas, Reglamentarias.

5 Muros de contención de Hormigón Ciclópeo.

**Cuadro 3.6 Alternativa II (Presupuesto de Inversión)**

<b>ITEM N°</b>	<b>DESCRIPCIÓN ÍTEM'S</b>	<b>Precio Total</b>
<b>[1].-</b>	<b>INFRAESTRUCTURA CAMINERA</b>	<b>7.213.553,42</b>
	MÓDULO #[1]:TRABAJOS PREVIOS	102.447,87
	MÓDULO #[2]:MOVIMIENTO DE TIERRAS	4.379.343,53
	MÓDULO #[3]:CAPA DE RODADURA	2.724.321,60
	MÓDULO #[4]:SEÑALIZACIÓN	7.440,42
<b>[2].-</b>	<b>OBRAS DE DRENAJE DE CONTROL</b>	<b>6.188.826,01</b>
	MÓDULO #[1]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO SIMPLES Ø=1.0	216.873,81
	MÓDULO #[2]:ALCANTARILLAS DOBLES DE ALIVIO Ø=0.8m	1.046.709,34
	MÓDULO #[3]:ALCANTARILLAS DE ALIVIO DOBLES Ø=1.0	1.819.753,26
	MÓDULO #[4]:BADÉN	2.630.522,53
	MÓDULO #[5]:CUNETAS	474.967,07
<b>[3].-</b>	<b>REPOSICIÓN DE CANALES</b>	<b>140.995,46</b>
	MÓDULO #[1]:REPOSICIÓN CANALES ASEQUIAS-ZANJAS	140.995,46
<b>[4].-</b>	<b>INDEMINIZACIÓN</b>	<b>873.684,76</b>
	MÓDULO #[1]:CERCO ALAMBRADO DE PUAS	6.227,65
	MÓDULO #[2]:MURO DE ADOVE	40.916,67
	MÓDULO #[3]:MUROS DE CONTENCIÓN DE H°C°	795.776,46
	MÓDULO #[4]:LIMPIEZA DE ASEQUIA C/MAQUINARIA	30.763,98
<b>I. TOTAL INFRESTRUCTURA</b>		<b>14.417.059,65</b>
<b>II. SUPERVISIÓN</b>		<b>720.852,98</b>
<b>TOTAL INVERSIÓN (I + II)</b>		<b>15.137.912,64</b>

Fuente: Elaboración Propia

### **3.3.2 Aspectos Técnicos de la Alternativa Elegida**

Para la elaboración de un proyecto de carretera se siguen varias etapas, que establecen en forma clara los objetivos; dentro de esas etapas en la Ingeniería de Proyecto se tienen sub etapas, entre las cuales se encuentra el reconocimiento y la elección de la ruta.

Sin duda, es importante antes de realizar el reconocimiento y la elección de alternativas conocer los antecedentes que guardan relación con el tramo en estudio; entre estos antecedentes necesariamente estarán los de tipo social, económico, político y técnico.

Como el estudio contempla la apertura y el mejoramiento del tramo, se ha planteado dos alternativas para el trazo, considerando todas las normas de la ABC, AASTHO, tomando en cuenta las pendientes admisibles, los movimientos de tierra, alineamientos, radios de curvatura y la adecuada ubicación de las obras de arte como las alcantarillas de alivio, alcantarillas de cruce, badenes, tratando de proyectar el camino, equilibrando las características técnicas, económicas, sociales y ambientales,

Se tomó en cuenta los siguientes aspectos:

Trazado recto, Menor movimiento de tierras, Menor costo.

Una vez analizadas las dos alternativas, se eligió la Alternativa I por ser la más adecuada a los parámetros técnicos, sociales, económicos y políticos mencionados; la alternativa I, se adapta de mejor manera al terreno y brinda mayor seguridad al conductor, presenta un menor costo.

En tal sentido, se establece que el camino sera una ruta segura y que beneficie a la mayor cantidad de comunarios para que puedan llevar sus productos a comercializar a las localidades más cercanas; es muy importante su implementación para que el flujo vehicular no tenga problemas en todo el año especialmente en época de lluvias.

#### **3.3.2.1 Parámetros de Diseño**

Los parámetros adoptados están de acuerdo a la normativa del Administradora Boliviana de Carreteras ABC. Los parámetros adoptados se presentan en el cuadro 3.12.

### **Cuadro 3.7 Parámetros a usar en el Diseño Geométrico**

Categoría del camino según norma ABC	Local L(2) - 40
Volumen de tráfico día	> 200 según ABC
Carga AASTHO	HS - 20
Topografía	Montañosa
Velocidad de proyecto Vp.	40 Km/h
Peralte máximo	7 %
Radio mínimo	50 m
Coeficiente de fricción transversal máximo	0.198
Pendientes máximas (Hasta altura de 2500 ms.n.m.)	9% en long. < 200 m.
Distancia mínima de frenado (i = 0%) Df	38 m
Distancia mínima de Adelantamiento Da	240 m.
Longitud máxima en recta Lr (m) = 20V	800 m.
Longitud mínima en rectas entre curvas de distinto sentido <small>Condición C (Lrmin = 1.4*Vp)</small>	Lrmin = 56 m
Valor K para curvas verticales en visibilidad de frenado	Convexas: 3 m ; Cóncavas: 4 m
Berma a cada lado	0,50 m
Ancho de carril	3.00 m
Sobre Ancho o Ensanche (Em) Min. – Max.	0.35 m. - 3.20 m.
Derecho de vía	30 m

Fuente: Normas de la ABC

### 2.3.2.2 Capacidad de Diseño

En el estudio para el análisis del cálculo de la cantidad de vehículos / día, se consideró el valor adoptado por la Norma de la ABC mayor a 200 vehículos / día.

El valor adoptado también responde directamente a un cálculo realizado, sobre el tráfico de vehículos circulante del camino que conduce a la comunidad de Tierras del Señor a Santa Rosa, que también vincula con las comunidades de Sojpora , Taraya y Puro de Escapana siendo el límite con el Departamento de Potosí.

El valor del TPD se calculó siguiendo un aforo, y a encuesta a las familias que viven cerca del camino actual, brindando información que estima un tráfico mayor a los 200 Vehículos / Día, debido a que el camino es de gran importancia para el desarrollo de las poblaciones mencionadas, los tipos de vehículos que circulan son:

Vehículos livianos: Automóviles, Camionetas

Camiones: Unidad Simple para Transporte de Carga.

En el estudio del diseño se considerará un vehículo definido por las Normas AASTHO este vehículo tipo será el HS - 20 con una carga por eje igual a 18000 lb.

### **3.3.2.3 Velocidad de diseño**

La velocidad es uno de los factores esenciales en cualquier forma de transporte, puesto que de ella depende el tiempo que se gasta en la operación de traslado de personas o cosas de un sitio a otro. Es un factor determinante del proyecto y de ella dependen las especificaciones geométricas.

El concepto de velocidad de proyecto permite definir las características mínimas del trazado de un tramo en las mismas condiciones que la velocidad específica define al uno de los elementos que lo componen. La velocidad de proyecto se identifica con la mínima velocidad específica de los elementos que forman el tramo, es decir, representa la oferta mínima del tramo en materia de velocidades.

Cuanto mayor sea la velocidad de proyecto de un tramo de carretera, mayores serán las dimensiones de sus elementos y menores sus curvaturas e inclinaciones; por tanto, a poco accidentado que sea el relieve del terreno en el que se inserte el trazado, mayor será el costo de las explanaciones y obras singulares necesarias. Por consiguiente, donde las circunstancias dejen de ser favorables el costo de la construcción puede obligar a limitar la velocidad de proyecto para acoplar el trazado a un relieve acentuado, sobre todo en zonas aisladas. Pero no se debe olvidar que, si bien los conductores aceptan fácilmente limitar su velocidad en los terrenos cuyo relieve sea evidentemente difícil, donde no lo sea suelen adoptar una velocidad excesiva para la visibilidad disponible y las maniobras necesarias.

**Cuadro 3.8 Velocidades de Diseño de Acuerdo a la Norma de la ABC**

CATEGORÍA	VELOCIDAD DE PROYECTO		CÓDIGO TIPO
LOCAL L(2) - 40	Llano a Ondulado Medio	70 Km/h	L(2) - 40
	Ondulado Fuerte	60 Km/h	
	Montañoso	40 Km/h	

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

De acuerdo al cuadro mostrado y sabiendo la característica de la topografía montañosa del camino, se adoptará la velocidad directriz o de diseño igual a 40 Km/h., ésta ha de definir los demás parámetros con los que se trabajará y que se verán a continuación.

### 3.3.2.4 Radio de Curvatura

Según la norma de la ABC la aplicación del radio mínimo no es recomendable; sólo será utilizado en casos particulares, condicionado por razones técnicas o económicas.

El radio mínimo de una curva circular calculado con el criterio de seguridad al deslizamiento y confort para el conductor, responde a la siguiente expresión:

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

Donde:

Rmin = Radio mínimo de la curva circular [m]

V = Velocidad directriz [Km./hr]

emax = Peralte máximo [m/m]

f = Coeficiente de fricción transversal admisible entre neumático y capa de rodadura (Ver cuadro)

**Cuadro 3.9 Valores Máximos para el Peralte y la Fricción Transversal**

	emax	f
<b>Caminos Vp 30 a 80 Km/h</b>	7 %	0.265-V/602.4



<b>Carreteras Vp80 a 120 Km/h</b>	8 %	0.193-V/1134
---------------------------------------	-----	--------------

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

**Cuadro 3.10 Radios Mínimos Absolutos en Curvas Horizontales**

<b>Caminos Colectores - Locales - Desarrollo</b>			
<b>Vp</b>	<b>emax</b>	<b>f</b>	<b>Rmin</b>
<b>Km/h</b>	<b>(%)</b>		<b>(m)</b>
30	7	0.215	25
40	7	0.198	50
50	7	0.182	80
60	7	0.165	120
70	7	0.149	180
80	7	0.132	250
<b>Carreteras - Autopistas Autorrutas - Primarios</b>			
80	8	0.122	250
90	8	0.114	330
100	8	0.105	425
110	8	0.096	540
120	8	0.087	700

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

De acuerdo con el criterio de la norma, mientras menor sea el radio de curvatura, el peralte tiene que ser máximo. Para el diseño se tomó el valor máximo de peralte recomendado por la norma igual a 7 % para calcular el radio mínimo de curvatura:

El valor de  $f = 0.198$  para velocidad de 40 Km/h

El radio mínimo de acuerdo a la norma de la ABC, y calculado para el proyecto es de:

$R_{min} = 50$  m.

Sin embargo, según recomendaciones de la ABC este valor no es limitativo ya que pueden existir tramos con bastante conflicto, por lo que se puede reducir este valor.

Debido a que la zona de emplazamiento del camino es montañosa y como en las alternativas no se pudo encontrar otra posibilidad de emplazar la apertura del camino, se optó por utilizar radios mínimos  $R_{min} = 30$  m. en lugares críticos donde la topografía es bastante escarpada y no da lugar a utilizar radios mínimos según la norma ABC.

Otra de las restricciones que condicionó a utilizar este radio mínimo fue los problemas sociales, los comunarios no permitieron que el trazo afecte en demasía a los terrenos de sus cultivos, ya que no querían ceder sus predios bajo ningún tipo de compensación por el derecho de vía.

### 3.3.2.5 Distancias de Visibilidad

La distancia de visibilidad es un aspecto muy importante en los proyectos viales; es necesario que en las carreteras exista tanto en planta como en perfil la distancia de visibilidad adecuada para que el conductor del vehículo pueda ver adelante con una distancia tal que permita tomar con garantía decisiones oportunas.

Existen tres tipos de distancias de visibilidad; la distancia de visibilidad de frenado, la distancia de visibilidad de sobrepaso y la distancia de visibilidad horizontal en curva.

#### 3.3.2.5.1 Distancia de Visibilidad de Frenado

$$D_f = \frac{V * t}{3.6} + \frac{V^2}{254 * (f_i \pm i)}$$

$D_f$  = Distancia mínima de frenado en metros

$V$  = Velocidad de proyecto en Km/h (30km/h)

$t$  = tiempo de reacción y percepción (=2,0seg)

$f_i$  = coeficiente de fricción longitudinal. (=0,415 para  $V = 40$ km/h)

$i$  = Pendiente longitudinal de entrada en decimal

**Cuadro 3.11 Valores Máximos del Coeficiente de Fricción Longitudinal entre Neumático y Pavimento mojado “fi”**

Velocidad Directriz [Km./hr]	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120	130
fi	0,42	0,415	0,41	0,46	0,38	0,36	0,34	0,33	0,32	0,31	0.295

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

**Cuadro 3.12 Distancias Mínimas de Frenado en Caminos con Rasantes Horizontales (m)**

V	t	fi	dt	df	Df (m)	
Km/h	s	-	m	m	dt +df	Adopt.
30	2	0.420	16.7	8.4	25.1	25
40	2	0.415	22.2	15.2	37.4	38
50	2	0.410	27.8	24.0	51.8	52
60	2	0.460	33.3	30.8	64.1	70
70	2	0.380	38.9	50.8	89.7	90
80	2	0.360	44.4	70.0	114.4	115
90	2	0.340	50.0	93.8	143.8	145
100	2	0.330	55.6	119.3	174.9	175
110	2	0.320	61.1	148.9	210.0	210
120	2	0.310	66.7	182.9	249.5	250
130	2	0.295	72.2	225.5	297.8	300

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras del ABC.

Las distancias mínimas de frenado en función de la velocidad de diseño surgen de aplicar los criterios establecidos por las normas , tal como se muestra en el cuadro 3.17, distancias mínimas de frenado para rasantes horizontales, es decir pendiente longitudinal igual a cero, caso que no concuerda con el proyecto, por lo que se calculó la distancia mínima de frenado, aplicando a la expresión propuesta el valor de dicha pendiente con el signo que le corresponda (se suma a la fricción en subida y se resta en bajada). (Ver cuadro 3.18)

**Cuadro 3.13 Distancias de Frenado Calculadas para el Proyecto (m)**

PVI					
-----	--	--	--	--	--

	<b>i IDA (%)</b>	<b>Df IDA (m)</b>	<b>i VUELTA (%)</b>	<b>Df VUELTA (m)</b>	<b>VALOR DESFAVORABLE (m)</b>
Inicio	7,50	34,95	-7,50	40,48	40,48
1	-5,00	39,25	5,00	35,62	39,25
2	2,00	36,54	-2,00	37,97	37,97
3	-4,70	39,11	4,70	35,71	39,11
4	0,90	36,91	-0,90	37,55	37,55
5	6,00	35,35	-6,00	39,72	39,72
6	-6,00	39,72	6,00	35,35	39,72
7	5,50	35,48	-5,50	39,48	39,48
8	2,80	36,28	-2,80	38,29	38,29
9	-3,60	38,63	3,60	36,04	38,63
10	-7,00	40,22	7,00	35,08	40,22
11	1,00	36,87	-1,00	37,59	37,59
12	-0,40	37,36	0,40	37,08	37,36
13	5,20	35,57	-5,20	39,34	39,34
14	-8,83	41,21	8,83	34,61	41,21
15	4,00	35,92	-4,00	38,80	38,80
16	-1,20	37,66	1,20	36,80	37,66
17	1,41	36,73	-1,41	37,74	37,74
18	-0,92	37,56	0,92	36,90	37,56
19	2,73	36,30	-2,73	38,26	38,26
20	-0,69	37,47	0,69	36,98	37,47
21	7,03	35,07	-7,03	40,24	40,24
22	-6,36	39,90	6,36	35,25	39,90
23	-2,16	38,03	2,16	36,49	38,03
24	1,26	36,78	-1,26	37,68	37,68
25	-1,42	37,75	1,42	36,73	37,75
26	4,23	35,85	-4,23	38,90	38,90
27	-1,24	37,68	1,24	36,79	37,68
28	-10,00	41,91	10,00	34,34	41,91
29	6,58	35,19	-6,58	40,01	40,01
30	-3,35	38,52	3,35	36,11	38,52
31	-0,50	37,40	0,50	37,04	37,40
32	0,00	37,22	0,00	37,22	37,22
33	0,50	37,04	-0,50	37,40	37,40

34	5,55	35,47	-5,55	39,50	39,50
35	-4,30	38,93	4,30	35,83	38,93
36	0,50	37,04	-0,50	37,40	37,40
37	2,33	36,43	-2,33	38,10	38,10
38	-5,80	39,62	5,80	35,40	39,62
39	1,03	36,86	-1,03	37,60	37,60
40	-0,65	37,46	0,65	36,99	37,46
41	0,80	36,94	-0,80	37,51	37,51
42	5,12	35,59	-5,12	39,30	39,30
43	0,40	37,08	-0,40	37,36	37,36
44	-0,78	37,50	0,78	36,95	37,50
45	2,82	36,28	-2,82	38,30	38,30
46	-2,88	38,32	2,88	36,26	38,32
47	1,70	36,64	-1,70	37,85	37,85
48	-3,63	38,64	3,63	36,03	38,64
49	3,54	36,05	-3,54	38,60	38,60
50	-1,11	37,63	1,11	36,83	37,63
51	1,59	36,67	-1,59	37,81	37,81
52	-0,89	37,55	0,89	36,91	37,55
53	3,66	36,02	-3,66	38,65	38,65
54	-0,77	37,50	0,77	36,95	37,50
55	0,89	36,91	-0,89	37,55	37,55
56	7,62	34,92	-7,62	40,54	40,54
57	-7,67	40,57	7,67	34,90	40,57
58	-1,42	37,75	1,42	36,73	37,75
59	5,84	35,39	-5,84	39,64	39,64
60	-2,42	38,14	2,42	36,40	38,14
61	-0,40	37,36	0,40	37,08	37,36
62	3,54	36,05	-3,54	38,60	38,60
fin	-	-	-	-	-

Fuente: Elaboración propia.

Como se puede observar la distancia de frenado varía de acuerdo a las pendientes; los casos más críticos son en bajadas de pendiente altas; los rangos de variación son de 37.22 m.

### 3.3.2.5.2 Distancia de Visibilidad de Adelantamiento

La Distancia de Adelantamiento "Da", equivale a la visibilidad mínima que requiere un conductor para adelantar a un vehículo que se desplaza a velocidad inferior a la de proyecto; esto es, para abandonar su carril, sobrepasar el vehículo adelantado y retornar a su carril en forma segura, sin afectar la velocidad del vehículo adelantado ni la de un vehículo que se desplace en sentido contrario por el carril utilizado para el adelantamiento.

La longitud mínima entre dos secciones que proporcionan oportunidades de sobrepaso y el porcentaje de la longitud total de estas secciones, respecto de la longitud del tramo, están condicionadas técnica y económicamente por las características topográficas del terreno sobre el que se desarrolla el trazado y por el volumen de tránsito que circula por la carretera.

Los valores mínimos a considerar en el diseño como visibilidades adecuadas para adelantar por la norma se muestran en el cuadro 3.14 para condiciones de absoluta seguridad, es decir, con la seguridad de que no exista la probabilidad de un accidente. Además, se debe analizar la necesidad de incrementar esta distancia en los caso de pendientes pronunciadas.

Para el proyecto se tomará en cuenta los tramos en que se sea posible el sobrepaso en alineación recta, mientras que para las curvas horizontales la distancia de sobre paso será analizada.

**Cuadro 3.14 Distancia Mínima de Visibilidad de Adelantamiento (Da)**

Velocidad de Proyecto km/h	Distancia Mínima de Adelantamiento "Da" (m)
30	180
40	240
50	300
60	370
70	440
80	500

90	550
100	600

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

**Cuadro 3.15 Porcentaje de la Carretera con Visibilidad Adecuada para Adelantar**

Tipo de terreno	% Mínimo	% Deseable
LLANO	45	>65
ONDULADO	30	>50
MONTAÑOSO	20	>30

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

Para el proyecto adoptamos el valor correspondiente a la velocidad de proyecto de 40 Km/h en condiciones de absoluta seguridad.  $D_s = 240 \text{ m}$ .

**Cuadro 3.16 Resumen de Restricción de Maniobra de Adelantamiento de Acuerdo a la Visibilidad.**

PI	Progresiva		Dist. Recta (m)	Condición Sobrepaso
Inicio - 1	0+000	0+353.978	353,978	SI
2 - 3	0+559.735	1+178.607	620,625	SI
7 - 8	1+825.166	2+107.487	298,755	SI

39 - 40	5+842.643	6+113.443	271,17	SI
49 - 50	7+468.500	7+791.696	323,434	SI
56 - 57	8+793.252	9+068.622	282,748	SI
57 - 58	9+068.622	9+432.582	364,049	SI
58 - 59	9+432.582	9+693.013	261,204	SI
64 - 65	10+524.700	10+682.261	243,286	SI
65 - 66	10+682.261	10+923.627	254,97	SI
66 - 67	10+923.627	11+160.323	450,868	SI
67 - 68	11+160.323	11+599.810	268,264	SI

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3.17 Porcentaje Calculado de la Carretera con Visibilidad Adecuada para Adelantar.**

Tipo de terreno	% Carretera con Visibilidad "Da"
Montañoso	20.30 %

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.5.3 Distancia de Visibilidad Horizontal en Curva

La distancia de visibilidad horizontal en curva es una longitud determinada cuyo objetivo es establecer la distancia a la cual dos vehículos que circulan en sentidos opuestos se visualicen uno a otro y puedan corregir su posición al carril que les corresponde.

Cuando un vehículo recorre una curva horizontal circular, cualquier obstáculo que se encuentre situado en la parte interior de la curva impide la visibilidad al conductor y por lo tanto hace la curva peligrosa. Lo anterior sucede comúnmente en los cortes, ya que el talud interior presenta una saliente que impide la visibilidad adecuada en la curva; también se constituyen en obstáculos los árboles, edificios, vegetación, etc. La distancia de visibilidad horizontal en curva  $d_h$  se calcula con la siguiente expresión:

$$R' = R - \frac{a}{2} d_h = 2 * \sqrt{(R')^2 - (R' - f)^2}$$



$$G = \frac{1146}{R} f = R' * \left( 1 - \cos \frac{G * d_f}{20} \right)$$

Donde:

$d_h$  = Distancia de visibilidad horizontal en curva [m]

$R'$  = Radio desde el centro O hasta el eje central del carril interno de la curva [m]

$R$  = Radio de curvatura [m]

$a$  = Ancho de carril [m]

$f$  = Deflexión máxima de la curva, medida hasta el obstáculo [m]

$G$  = Grado de curvatura [°]

$d_f$  = Distancia de visibilidad para frenar [m]

Para que no exista restricción de sobre paso en las curvas horizontales, se tiene que cumplir la siguiente condición:  $D_c > D_h$

Donde:

$D_c$  = Desarrollo de curva.

$D_h$  = Distancia de visibilidad horizontal en la curva.

En el cálculo de la distancia de visibilidad horizontal (Cuadro 3.24) puede apreciarse la condición de la maniobra de sobre paso en la curva, según ésta esté restringida o no y en donde se aplicaría esta restricción.

### 3.3.2.4 Trazado en Planta Definitivo

El trazado definitivo se estableció siguiendo la alternativa I, el cual garantiza una operación segura y confortable considerando la Velocidad de Proyecto ( $V_p$ ) correspondiente a la categoría de la ruta.

Las principales consideraciones que controlan el diseño del alineamiento horizontal son:

- Categoría de la Ruta
- Topografía del Área
- Velocidad de Proyecto
- Diseño de las Curvas Horizontales
- Visibilidad de Frenado
- Visibilidad para adelantar

- Coordinación con el Alineamiento Vertical
- Costo de Construcción, Operación y Mantenimiento

Todos estos elementos están correlacionados de manera tal que el trazado resultante es el más seguro y económico, en armonía con los contornos naturales y al mismo tiempo adecuado a la categoría, la cual es camino de Local L(2)-40.

En su gran mayoría es apertura de camino, lo que implica que en un porcentaje bajo se siguió el trazo antiguo en los sectores donde se tenían puntos obligados y procurando en lo posible seguir el alineamiento actual en la mayoría de los tramos consolidados.

Todo el diseño fue realizado con ayuda del programa para diseño de carreteras, como se mencionó anteriormente “Autodesk Land Desktop 2009” donde se calcularon los parámetros siguiendo la norma de la ABC; el diseño presenta 69 PI’s o puntos de inflexión ubicados en las progresivas correspondientes como lo muestra el cuadro 3.25.

**Cuadro 3.18 Ubicación de los Puntos de Inflexión dentro del Tramo de Diseño**

PI	Progresiva	Coord. Top.N	Coord. Top.E
Inicio	0+000	7649680,24	270379,911
1	0+353.978	7649341,05	270278,669
2	0+559.735	7649139,87	270235,431
3	1+178.607	7648663,92	269837,125
4	1+401.848	7648442,05	269896,639
5	1+558.365	7648285,26	269893,203
6	1+689.397	7648163,87	269842,097
7	1+825.166	7648089,61	269726,187
8	2+107.487	7648307	269521,257
9	2+294.939	7648414,56	269367,473
10	2+381.715	7648400,44	269277,814
11	2+470.109	7648516,12	269304,761
12	2+598.713	7648634,33	269355,784
13	2+665.690	7648660,79	269277,655
14	2+790.571	7648527,43	269238,404
15	2+849.318	7648541,2	269164,114
16	2+916.358	7648509,15	269103,731
17	3+105.965	7648512,44	268912,829
18	3+274.847	7648333,8	269054,944

19	3+428.937	7648210,54	268902,108
20	3+654.332	7647998,18	268818,209
21	3+814.283	7647838,01	268805,982
22	3+876.349	7647779,98	268830,459
23	3+994.708	7647695,18	268913,813
24	4+056.692	7647690,41	268977,251
25	4+196.454	7647553,35	269032,201
26	4+300.033	7647489,55	269116,369
27	4+411.265	7647375,23	269126,948
28	4+485.093	7647361,49	269035,361
29	4+706.261	7647223,69	268861,132
30	4+815.561	7647123,31	268936,399
31	4+916.579	7647085,88	269031,152
32	5+082.556	7646912	269033,942
33	5+220.545	7646864,66	268891,533
34	5+348.764	7646785,3	268790,168
35	5+492.188	7646639,45	268817,007
36	5+588.467	7646562,61	268876,217
37	5+640.775	7646510,38	268885,565
38	5+784.472	7646426,72	269005,549
39	5+842.643	7646370,96	269026,758
40	6+113.443	7646158,7	269195,518
41	6+307.423	7645972,56	269255,984
42	6+391.397	7645900,19	269298,93
43	6+612.427	7645682,76	269342,201
44	6+848.603	7645452,71	269282,229
45	6+916.727	7645398,15	269240,07
46	7+063.854	7645249,24	269237,159
47	7+148.145	7645171,05	269270,296
48	7+293.899	7645024,66	269270,727
49	7+468.500	7644866,48	269194,009
50	7+791.696	7644617,74	268987,275
51	7+955.613	7644451,57	268986,073
52	8+149.913	7644318,73	268830,641
53	8+294.077	7644171,34	268827,916
54	8+409.046	7644058,58	268851,539
55	8+642.095	7643869,02	268706,348

56	8+793.252	7643717,09	268753,935
57	9+068.622	7643471,16	268614,413
58	9+432.582	7643182,31	268392,845
59	9+693.013	7643043,86	268171,35
60	9+813.305	7642964,17	268307,674
61	10+076.761	7642689,14	268221,122
62	10+227.186	7642563,88	268136,927
63	10+357.870	7642430,58	268136,335
64	10+524.700	7642307,71	268017,745
65	10+682.261	7642271,54	267861,694
66	10+923.627	7642104,25	267685,053
67	11+160.323	7641871,16	267788,406
68	11+599.810	7641472,54	267577,731
69	11+867.981	7641251,65	267425,512
FIN	12+000.00	7624780,32	259977,108

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.6.1 Curvas Horizontales

Las curvas horizontales fueron diseñadas como curvas simples debido a razones técnicas como ser el de respetar la propiedad privada y razones topográficas que obligaron a rechazar la posibilidad del diseño de curvas espiral por el reducido espacio al que se encontraban las curvas, siendo aconsejable el uso de este tipo de curvas para radios amplios y con grandes desarrollos de curva. Los radios utilizados para cada curva pueden apreciarse en el cuadro 3.19

**Cuadro 3.19 Radios de Curvaturas Usadas en el Proyecto**

PI	Progresiva	Rc (m)
1	0+353.978	250
2	0+559.735	180
3	1+178.607	80
4	1+401.848	160
5	1+558.365	150
6	1+689.397	100

7	1+825.166	60
8	2+107.487	300
9	2+294.939	100
10	2+381.715	30
11	2+470.109	300
12	2+598.713	30
13	2+665.690	30
14	2+790.571	50
15	2+849.318	50
16	2+916.358	120
17	3+105.965	30
18	3+274.847	100
19	3+428.937	250
20	3+654.332	300
21	3+814.283	100
22	3+876.349	120
23	3+994.708	50
24	4+056.692	60
25	4+196.454	150
26	4+300.033	70
27	4+411.265	50
28	4+485.093	80
29	4+706.261	40
30	4+815.561	60
31	4+916.579	50
32	5+082.556	60
33	5+220.545	150
34	5+348.764	40
35	5+492.188	80
36	5+588.467	80
37	5+640.775	60
38	5+784.472	80
39	5+842.643	150
40	6+113.443	450
41	6+307.423	200
42	6+391.397	200
43	6+612.427	200

44	6+848.603	150
45	6+916.727	80
46	7+063.854	100
47	7+148.145	120
48	7+293.899	150
49	7+468.500	200
50	7+791.696	80
51	7+955.613	180
52	8+149.913	60
53	8+294.077	250
54	8+409.046	100
55	8+642.095	100
56	8+793.252	150
57	9+068.622	400
58	9+432.582	200
59	9+693.013	30
60	9+813.305	100
61	10+076.761	250
62	10+227.186	150
63	10+357.870	100
64	10+524.700	160
65	10+682.261	150
66	10+923.627	100
67	11+160.323	170
68	11+599.810	700
69	11+867.981	200

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.6.2 Peralte

El peralte es la sobre elevación del carril exterior sobre el carril interior, para verificar la perpendicularidad de la resultante de fuerzas que actúan sobre el vehículo.

Para esto la norma de la Administradora Boliviana de Carreteras ABC, parte de la ecuación de equilibrio fundamental en tramos circulares o curvos de una carretera:

$$e = \frac{v^2}{127 * R} - f$$

Donde:

$e$  = Peralte [m/m]

$f$  = Coeficiente de fricción transversal entre los neumáticos del vehículo y el pavimento [adimensional]

$V$  = Velocidad de diseño [Km./hr]

$R$  = Radio de curvatura [m]

La norma adopta un peralte máximo de acuerdo a la categoría del camino para definir un radio de curvatura mínimo, esto significa que mientras el radio de curvatura se acerque al mínimo el peralte será el máximo admisible por la norma.

En casos en que los radios se alejen del mínimo, el peralte debe reducir hasta el caso en que no se precise del mismo; esto sucede en curvas con radios de curvatura muy grandes, en este caso el valor obtenido por la fórmula dará negativo.

Un valor muy importante para el uso de la fórmula de equilibrio es el factor de fricción neumático calzada o coeficiente de fricción transversal; la norma sugiere valores dependiendo de la velocidad de proyecto como se ve en el cuadro 14.

**Cuadro 3.20 Valores Máximos para el Peralte y la Fricción Transversal**

	<b><math>e_{max}</math></b>	<b><math>f</math></b>
<b>Caminos <math>V_p</math> 30 a 80 Km/h</b>	<b>7 %</b>	<b><math>0.265 - V/602.4</math></b>

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

**Cuadro 3.21 Valores Maximos Admisibles del Coeficiente de Fricci3n Transversal (f)**

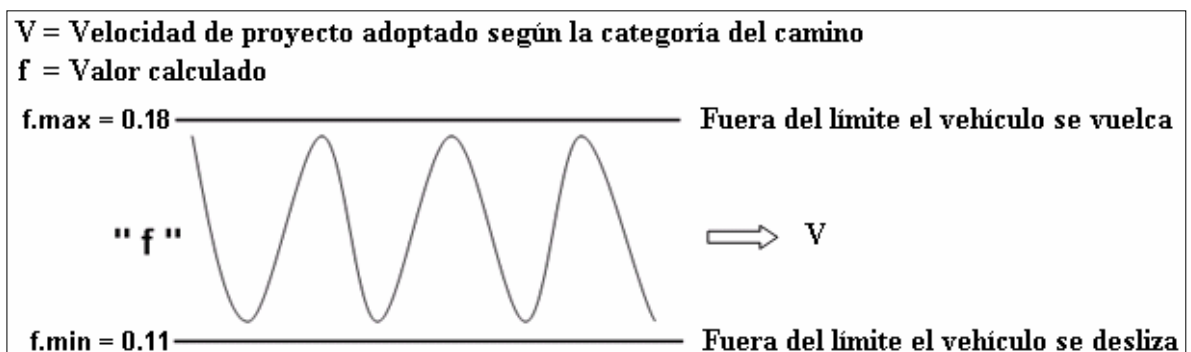
<b>Caminos Colectores - Locales - Desarrollo</b>			
<b>Vp</b>	<b>emax</b>	<b>f</b>	<b>Rmin</b>
<b>Km/h</b>	<b>(%)</b>		<b>(m)</b>
30	7	0.215	25
40	7	0.198	50
50	7	0.182	80
60	7	0.165	120
70	7	0.149	180
80	7	0.132	250

Fuente: Manual y normas para el dise1no geom3trico de carreteras de la ABC.

Si el valor de este coeficiente llegara a salir del rango dispuesto, el veh3culo corre el riesgo de deslizarse o volcarse seg3n como se ve en la figura 3.4

**Figura 3.4**

**Comportamiento del coeficiente de fricci3n en funci3n a la velocidad de proyecto.**





Fuente: Elaboración propia

Pero en el caso del proyecto y de cualquier otro, no todas las curvas se harán el radio mínimo, de tal manera que donde se precise, el radio será mayor y en casos especiales como en el que se encuentra en este proyecto, el radio será menor al mínimo; para tales casos la Norma de la ABC propone un criterio de diseño basado en lo siguiente. Una vez establecido el peralte máximo y el coeficiente de fricción transversal, para una determinada velocidad directriz debe calcularse el radio mínimo según la fórmula antes indicada y a medida que aumente el radio de curva circular por encima del mínimo se reducirá gradualmente el peralte “e”.

Esa reducción gradual se realizará con una relación curvilínea entre los peraltes y los radios de la curvatura, conforme a la siguiente expresión:

$$e = e_{max} \left( \frac{2R_{min}}{R} - \frac{R^2_{min}}{R^2} \right)$$

Donde:

e = Peralte calculado

e.max = Peralte máximo asumido 6 – 8 o 10 (para el proyecto 7 %)

Rmin = Radio mínimo calculado

R = Radio utilizado

Para el proyecto, se adoptaron radios de curvatura mayores al radio mínimo, el peralte se calculó con la expresión anterior tomando en cuenta que el valor del peralte calculado no debe ser mayor al sugerido por la norma; para el caso del radio mínimo se toma el valor de 7 % como peralte máximo.

El resultado del cálculo de los peraltes en cada curva se muestra en el cuadro 3.29

#### **a) Longitud del Desarrollo de Peralte**

Ya sea que se trate de calzadas bidireccionales o unidireccionales, considerando la respectiva posición normal del eje de giro del peralte, la longitud requerida para la transición desde el bombeo (-b) al peralte total (+e) o (-e), queda dada por:

$$L = \frac{n * a * \Delta p}{\Delta}$$

L = Longitud de Transición del desarrollo del peralte (m)

n = Números de carriles entre el eje de giro del peralte y el borde de la calzada.

a = Ancho normal de un carril (m).

$\Delta p$  = Variación total de la pendiente transversal desde el borde (-b) y (+e).

$\Delta$  = Pendiente Relativa del Borde de la Calzada, respecto de la pendiente longitudinal del eje de la vía (%), cuyos valores normales y máximos se dan en la Tabla 3.22

**Cuadro 3.22 Valores Admisibles Pendiente Relativa de Borde  $\Delta\%$**

Vp (km/h)	30-50	60-70	80-90	100-120
$\Delta$ Normal	0.7	0.6	0.5	0.35
$\Delta$ Max n = 1	1.5	1.3	0.9	0.8
$\Delta$ Max n > 1	1.5	1.3	0.9	0.8

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC

**Cuadro 3.23 Radios de Curvatura y Peraltes Calculados para cada Curva del Tramo en Diseño**

PI	Progresiva	Rc (m)	Peralte (e) %	Peralte Final(e) %	Long transición peralte (m)	Lon.transición de -b a 0 (m.)	Lon.transición de 0 a e (m.)
1	0+353.97 8	250	2,52	2,50	23,66	12,86	10,80
2	0+559.73 5	180	3,35	3,30	27,21	12,86	14,35

3	1+178.60 7	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
4	1+401.84 8	160	3,69	3,70	28,68	12,86	15,82
5	1+558.36 5	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
6	1+689.39 7	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
7	1+825.16 6	60	6,81	6,80	42,02	12,86	29,17
8	2+107.48 7	300	2,14	2,10	22,02	12,86	9,17
9	2+294.93 9	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
10	2+381.71 5	30	3,89	7,00	29,52	12,86	16,67
11	2+470.10 9	300	2,14	2,10	22,02	12,86	9,17
12	2+598.71 3	30	3,89	7,00	29,52	12,86	16,67
13	2+665.69 0	30	3,89	7,00	29,52	12,86	16,67
14	2+790.57 1	50	7,00	7,00	42,86	12,86	30,00
15	2+849.31 8	50	7,00	7,00	42,86	12,86	30,00
16	2+916.35 8	120	4,62	4,60	32,65	12,86	19,79
17	3+105.96 5	30	3,89	7,00	29,52	12,86	16,67
18	3+274.84 7	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
19	3+428.93 7	250	2,52	2,50	23,66	12,86	10,80
20	3+654.33 2	300	2,14	2,10	22,02	12,86	9,17
21	3+814.28 3	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50

22	3+876.34 9	120	4,62	4,60	32,65	12,86	19,79
23	3+994.70 8	50	7,00	7,00	42,86	12,86	30,00
24	4+056.69 2	60	6,81	6,80	42,02	12,86	29,17
25	4+196.45 4	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
26	4+300.03 3	70	6,43	6,40	40,41	12,86	27,55
27	4+411.26 5	50	7,00	7,00	42,86	12,86	30,00
28	4+485.09 3	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
29	4+706.26 1	40	6,56	7,00	40,98	12,86	28,13
30	4+815.56 1	60	6,81	6,80	42,02	12,86	29,17
31	4+916.57 9	50	7,00	7,00	42,86	12,86	30,00
32	5+082.55 6	60	6,81	6,80	42,02	12,86	29,17
33	5+220.54 5	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
34	5+348.76 4	40	6,56	7,00	40,98	12,86	28,13
35	5+492.18 8	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
36	5+588.46 7	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
37	5+640.77 5	60	6,81	6,80	42,02	12,86	29,17
38	5+784.47 2	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
39	5+842.64 3	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
40	6+113.44 3	450	1,47	1,50	19,15	12,86	6,30

41	6+307.42 3	200	3,06	3,10	25,98	12,86	13,13
42	6+391.39 7	200	3,06	3,10	25,98	12,86	13,13
43	6+612.42 7	200	3,06	3,10	25,98	12,86	13,13
44	6+848.60 3	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
45	6+916.72 7	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
46	7+063.85 4	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
47	7+148.14 5	120	4,62	4,60	32,65	12,86	19,79
48	7+293.89 9	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
49	7+468.50 0	200	3,06	3,10	25,98	12,86	13,13
50	7+791.69 6	80	6,02	6,00	38,64	12,86	25,78
51	7+955.61 3	180	3,35	3,30	27,21	12,86	14,35
52	8+149.91 3	60	6,81	6,80	42,02	12,86	29,17
53	8+294.07 7	250	2,52	2,50	23,66	12,86	10,80
54	8+409.04 6	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
55	8+642.09 5	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
56	8+793.25 2	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
57	9+068.62 2	400	1,64	1,60	19,89	12,86	7,03
58	9+432.58 2	200	3,06	3,10	25,98	12,86	13,13
59	9+693.01 3	30	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67

60	9+813.30 5	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
61	10+076.7 61	250	2,52	2,50	23,66	12,86	10,80
62	10+227.1 86	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
63	10+357.8 70	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
64	10+524.7 00	160	3,69	3,70	28,68	12,86	15,82
65	10+682.2 61	150	3,89	3,90	29,52	12,86	16,67
66	10+923.6 27	100	5,25	5,30	35,36	12,86	22,50
67	11+160.3 23	170	3,51	3,50	27,91	12,86	15,05
68	11+599.8 10	700	0,96	1,00	16,99	12,86	4,13
69	11+867.9 81	200	3,06	3,10	25,98	12,86	13,13

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.6.3 Sobreancho

El cálculo del sobreancho depende de las características y dimensiones del vehículo de proyecto adoptado para el tramo de carretera, de la velocidad de diseño y del radio de la curva horizontal; su trayectoria coincidirá con la trayectoria de la transición del peralte

Para vehículos tipo, Bus Interurbano:

$$E = \frac{L_o^2}{R} + 0.15$$

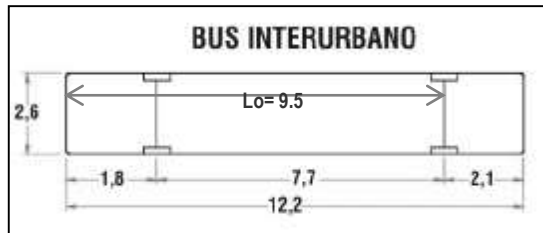
Donde:

E = Sobreancho en metros

R = Radio de curvatura en metros

Lo = Distancia entre parachoques delantero y último eje trasero (Camiones y Buses)

**Figura 3.5 Vehículo Tipo: Bus Interurbano**



Fuente: Características de los Vehículos - Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras

de la ABC.

El servicio nacional de caminos recomienda, además, que los valores sean redondeados a múltiplos de 0.10 metros y que valores de sobreancho menores de 0.35 metros sean despreciados.

En general, el sobreancho se justifica para radios menores de 450 metros; dependiendo esto de las características del vehículo tipo y de la velocidad de diseño del tramo del camino.

A continuación se muestra el sobreancho calculado para los diferentes radios de curvatura.

**Cuadro 3.24 Sobreancho Calculado para cada Radio de Curvatura**

**Calzada en Recta 6.0 m. (n = 2)      0.35 m ≤ E ≤ 3.2 m**

PI	Progresiva	Rc (m)	Sobreancho [E]Cal.(m)
1	0+353.978	250	0,51
2	0+559.735	180	0,65

3	1+178.607	80	1,28
4	1+401.848	160	0,71
5	1+558.365	150	0,75
6	1+689.397	100	1,05
7	1+825.166	60	1,65
8	2+107.487	300	0,45
9	2+294.939	100	1,05
10	2+381.715	30	3,16
11	2+470.109	300	0,45
12	2+598.713	30	3,16
13	2+665.690	30	3,16
14	2+790.571	50	1,96
15	2+849.318	50	1,96
16	2+916.358	120	0,90
17	3+105.965	30	3,16
18	3+274.847	100	1,05
19	3+428.937	250	0,51
20	3+654.332	300	0,45
21	3+814.283	100	1,05
22	3+876.349	120	0,90
23	3+994.708	50	1,96
24	4+056.692	60	1,65
25	4+196.454	150	0,75
26	4+300.033	70	1,44
27	4+411.265	50	1,96
28	4+485.093	80	1,28
29	4+706.261	40	2,41
30	4+815.561	60	1,65
31	4+916.579	50	1,96
32	5+082.556	60	1,65
33	5+220.545	150	0,75
34	5+348.764	40	2,41
35	5+492.188	80	1,28
36	5+588.467	80	1,28
37	5+640.775	60	1,65
38	5+784.472	80	1,28
39	5+842.643	150	0,75



40	6+113.443	450	0,35
41	6+307.423	200	0,60
42	6+391.397	200	0,60
43	6+612.427	200	0,60
44	6+848.603	150	0,75
45	6+916.727	80	1,28
46	7+063.854	100	1,05
47	7+148.145	120	0,90
48	7+293.899	150	0,75
49	7+468.500	200	0,60
50	7+791.696	80	1,28
51	7+955.613	180	0,65
52	8+149.913	60	1,65
53	8+294.077	250	0,51
54	8+409.046	100	1,05
55	8+642.095	100	1,05
56	8+793.252	150	0,75
57	9+068.622	400	0,38
58	9+432.582	200	0,60
59	9+693.013	30	3,16
60	9+813.305	100	1,05
61	10+076.761	250	0,51
62	10+227.186	150	0,75
63	10+357.870	100	1,05
64	10+524.700	160	0,71
65	10+682.261	150	0,75
66	10+923.627	100	1,05
67	11+160.323	170	0,68
68	11+599.810	700	0,28
69	11+867.981	200	0,60

Fuente: Elaboración propia

### 3.3.2.7 Trazado Altimétrico

El trazado altimétrico se trató de adecuar a la topografía del terreno, así como la rasante de parte del camino anterior, dado que en un camino vecinal no se justifica grandes

movimientos de tierra debido al costo del mismo. Se diseñó 62 curvas verticales en todo el tramo, viendo que las pendientes no sobrepasen el 9% que en este caso se encontró en algunos sectores donde la topografía así lo requería, como también se controló que ninguna pendiente llegara al mínimo de 0.4%, sobre todo donde la sección sea de corte, porque es la pendiente mínima que debe tener toda carretera con el fin de que las precipitaciones pluviales escurran superficialmente por las cunetas.

### 3.3.2.7.1 Pendiente Longitudinal

Dentro del tramo en estudio no existen problemas debido a las pendientes longitudinales cuyo valor esté fuera del rango permisible de la norma. Como se mencionó, la topografía de la zona es una topografía más montañosa que ondulada, existe tramos con una pendiente alta de 7.50 % en longitudes < 200 m., que está dentro de los rangos permisible. En algunos tramos planos se dio una pendiente mínima de 0.4 para que escurra las aguas de las precipitaciones durante la época de lluvias. También se determinó estas pendientes en función de un estudio de tal modo que no se produzca bastante corte o relleno, que esté equilibrado aunque para este tipo de suelo es preferible que no exista mucho relleno.

Se determinaron las siguientes pendientes ubicadas en las progresivas que se muestran en el siguiente cuadro.

**Cuadro 3.25 Pendientes Longitudinales Máximas Admisibles**

<b>PENDIENTES MAXIMAS ADMISIBLES</b>										
<b>CATEGORIA</b>	<b>VELOCIDAD DE PROYECTO (Km/h)</b>									
	<b>≤30</b>	<b>40</b>	<b>50</b>	<b>60</b>	<b>70</b>	<b>80</b>	<b>90</b>	<b>100</b>	<b>110</b>	<b>120</b>
<b>Desarrollo</b>	10_12	9_10	9	-	-	-	-	-	_(1)	-
<b>Local</b>	-	9	9	8	8	-	-	-	-	-
<b>Colector</b>	-	-	-	8	8	8	-	-	-	-
<b>Primario</b>	-	-	-	-	-	6	5	4.5	-	-
<b>Autorrutas</b>	-	-	-	-	-	6	5	4.5	-	-
<b>Autopistas</b>	-	-	-	-	-	5	-	4.5	-	4

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

### 3.3.2.7.2 Curvas Verticales

Las curvas verticales deben asegurar en todo punto del camino la visibilidad de frenado  $D_f$ . El cálculo de curvas verticales presenta dos situaciones posibles, a saber:

$$D_f > 2 T \ ; \ 2T = L$$

$$D_f < 2 T \ ; \ 2T = L$$

En el presente trabajo y la norma considera como situación general el caso  $D_f < L$  ya que representa el caso más corriente e implica diseños más seguros.

El parámetro  $K$  juega un papel importante en la determinación de la longitud mínima de una curva vertical, y se define como la distancia horizontal requerida para que se produzca un cambio de pendiente de un uno por ciento a lo largo de la curva, es decir, es una medida de la curvatura de la parábola. La longitud mínima de una curva vertical en relación con el parámetro  $K$  es igual a:

$$L = K \cdot A$$

Donde:

$L$  = Longitud mínima de la curva vertical [m.]

$K$  = Parámetro mínimo de la curva vertical [m.]

$A$  = Diferencia algebraica de pendientes en valor absoluto [%]

#### a) Curvas verticales convexas

Se considera la distancia de frenado sobre un obstáculo fijo situado sobre el carril de tránsito y la altura de los ojos del conductor sobre la rasante de este carril. El parámetro queda dado por:

$$K_v = \frac{D_f^2}{2 * (\sqrt{h_1} + \sqrt{h_2})^2}$$

$K_v$  = Parámetro Curva Vertical Convexa (m)

$D_f$  = Distancia de Frenado m

$h_1$  = Altura Ojos del Conductor 1,10 m

$h_2$  = Altura Obstáculo Fijo 0,20 m

Luego:

$$K_v = \frac{D_F^2}{4.48}$$

**b) Curvas verticales cóncavas**

Se considera la distancia de frenado nocturna sobre un obstáculo fijo que debe quedar dentro de la zona iluminada por los faros del vehículo.

El parámetro queda dado por:

$$K_v = \frac{D_F^2}{2 * (h + D_F \text{sen} \beta)}$$

Kc = Parámetro Curva Vertical Cóncava (m)

Df = Distancia de Frenado f (Vp) (m).

h = Altura Focos del Vehículo = 0,6 m

β = Angulo de Abertura del Haz Luminoso respecto de su Eje = 1°

Luego:

$$K_v = \frac{D_F^2}{(1.2 + 0.035D_F)}$$

**Cuadro 3.26**

**Valores Mínimos para Curvas Verticales Convexas y Cóncavas con Visibilidad de Frenado según AASTHO**

Velocidad del Proyecto (Km./hr)	30	40	50	60	70	80	90	100	110	120
<b>Valores mininos de K</b>										
<b>Curvas Verticales Convexas “Kv”</b>	3	4	7	12	18	30	47	65.8	98.5	140

<b>Curvas Verticales Cónccavas “Kc”</b>	4	5	10	14	19	26	34	42	52	63
---	---	---	----	----	----	----	----	----	----	----

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.

Se consideró la longitud mínima en función del coeficiente K en las curvas verticales, diseñadas de acuerdo a la norma de la ABC; se adoptó este parámetro en función de K porque en el programa que se trabajó se puede ver si el diseño de la longitud dada cumple con en valor mínimo recomendado. En realidad, no es aconsejable usar el valor mínimo de la curva vertical sino superior a éste. En el proyecto se usó una longitud superior a la mínima de acuerdo a la que más se ajustaba al terreno tomando en cuenta que el valor de K sea superior al mínimo. Los valores de K que son arrojados por el programa se pueden ver en los anexos.

**Cuadro 3.27 Alineamiento Vertical de Diseño**

<b>PVI</b>	<b>Estación</b>	<b>Elevación (m.s.n.m.)</b>	<b>Pendiente (%)</b>	<b>Longitud de Curva</b>
1	0+000,00	2313,000	7,50	
2	0+166,93	2325,520	-5,00	60,00
3	0+261,60	2320,790	2,00	60,00
4	0+430,00	2324,150	-4,70	80,00
5	0+630,00	2314,750	0,90	80,00
6	0+900,00	2317,180	6,00	80,00
7	1+086,21	2328,350	-6,00	60,00
8	1+197,10	2321,700	5,50	60,00
9	1+330,00	2329,010	2,80	80,00
10	1+560,00	2335,450	-3,60	80,00
11	1+740,00	2328,970	-7,00	70,00
12	1+872,90	2319,670	1,00	60,00
13	2+105,00	2321,990	-0,40	100,00
14	2+430,00	2320,690	5,20	60,00
15	2+565,22	2327,720	-8,83	60,00
16	2+630,00	2322,000	4,00	60,00
17	2+730,00	2326,000	-1,20	60,00
18	3+070,00	2321,920	1,41	80,00
19	3+380,00	2326,290	-0,92	80,00

20	3+520,00	2325,000	2,73	60,00
21	3+630,00	2328,000	-0,69	60,00
22	4+062,70	2325,000	7,03	100,00
23	4+350,00	2345,210	-6,36	70,00
24	4+559,00	2331,910	-2,16	100,00
25	4+700,00	2328,860	1,26	80,00
26	4+930,00	2331,770	-1,42	60,00
27	5+024,86	2330,430	4,23	60,00
28	5+100,00	2333,610	-1,24	60,00
29	5+315,31	2330,930	-10,00	50,00
30	5+380,06	2324,460	6,58	70,00
31	5+580,00	2337,620	-3,35	60,00
32	5+646,77	2335,390	-0,50	50,00
33	5+695,00	2335,150	0,00	
34	5+735,00	2335,150	0,50	
35	5+993,00	2336,440	5,55	70,00
36	6+090,54	2341,860	-4,30	70,00
37	6+255,00	2334,790	0,50	120,00
38	6+909,69	2338,060	2,33	80,00
39	7+048,37	2341,290	-5,80	60,00
40	7+151,37	2335,320	1,03	80,00
41	7+470,00	2338,600	-0,65	140,00
42	7+810,00	2336,400	0,80	100,00
43	7+970,00	2337,690	5,12	60,00
44	8+065,00	2342,550	0,40	60,00
45	8+370,00	2343,770	-0,78	120,00
46	8+750,00	2340,820	2,82	100,00
47	8+960,23	2346,740	-2,88	80,00
48	9+138,10	2341,610	1,70	120,00
49	9+467,63	2347,220	-3,63	80,00
50	9+650,00	2340,590	3,54	70,00
51	9+810,00	2346,260	-1,11	70,00
52	9+935,00	2344,880	1,59	80,00
53	10+180,00	2348,780	-0,89	100,00
54	10+380,00	2347,000	3,66	100,00
55	10+518,68	2352,070	-0,77	80,00
56	10+910,00	2349,060	0,89	120,00

57	11+049,60	2350,300	7,62	60,00
58	11+160,00	2358,700	-7,67	70,00
59	11+259,53	2351,070	-1,42	70,00
60	11+429,59	2348,650	5,84	80,00
61	11+550,25	2355,700	-2,42	70,00
62	11+750,00	2350,870	-0,40	100,00
63	11+947,59	2350,070	3,54	80,00

Fuente: Elaboración propia.

### 3.3.2.8 Sección Transversal de la Infraestructura

#### 3.3.2.8.1 Aspectos Generales

Se incluirá en esta sección aquellos elementos de perfil transversal que delimitan las obras de tierra en su cuerpo principal: terraplenes y cortes, determinando la geometría de estos y posteriormente sus volúmenes.

Estos elementos son : la plataforma de subrasante ,los taludes de terraplén ,las cunetas y los taludes de corte ,las obras de contención de tierras y las obras que se realizan en el suelo de cimentación de la carretera o camino.

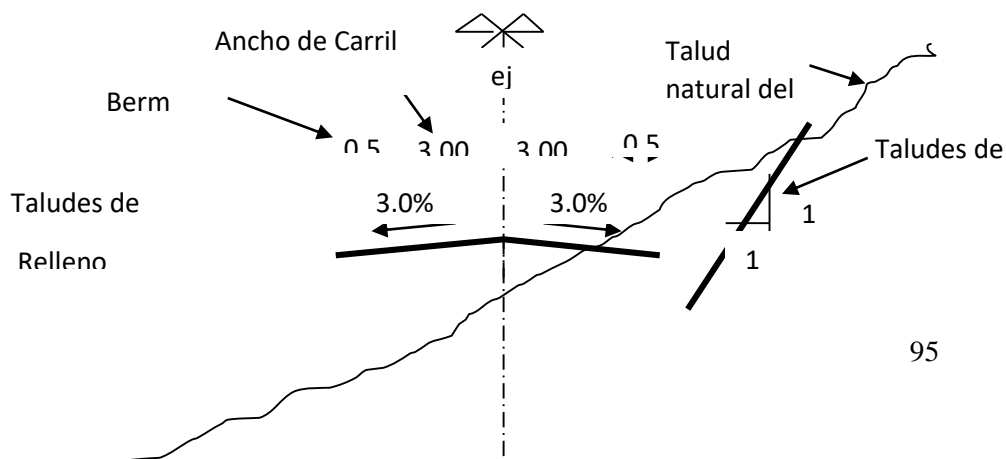
#### 3.3.2.8.2 Sección Transversal de la Plataforma de Subrasante

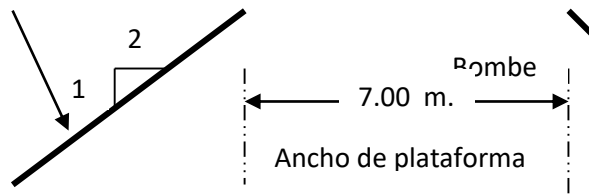
La plataforma de subrasante es una superficie constituida por uno o más planos sensiblemente horizontales, que delimita el movimiento de tierras de la infraestructura sobre la cual se apoya la capa de rodadura.

La sección transversal de la plataforma queda constituida por su calzada, berma, sobrancho de plataforma, más el espacio requerido por las cunetas y continúan con el talud.

La sección transversal tipo que se utilizó en el diseño se detalla en la figura siguiente.

**Figura 3.6 Sección transversal tipo utilizada en el diseño del camino.**





Fuente: elaboración propia.

Las secciones transversales se obtuvieron cada 20 m. en rectas y cada 10 m en curvas.

### 3.3.2.8.3 Ancho de Calzada

De acuerdo a la norma de la ABC para una categoría de Camino de Desarrollo con topografía montañosa y velocidad de diseño igual a 40 km/h, se determina que tiene que usarse un ancho de carril igual a 6.00 metros, con una berma de 0.50 m.

#### 3.3.2.8.3.1 Pendiente Transversal de la Calzada

Las pendientes transversales de la calzada deben ser suficientes para asegurar un adecuado escurrimiento de las aguas superficiales, para evitar que la infiltración afecte la estructura del camino y para disminuir las posibilidades de formación de láminas de agua, peligrosas durante la circulación de los vehículos.

**Cuadro 3.28 Bombeos de la Calzada**

Tipo de Superficie	Pendiente Transversal	
	(T' 10) ≤ 15 mm/h (1)	(T' 10) > 15 mm/h (1)
Pav. De Hormigón o Asfalto	2.0	2.5
Tratamiento Superficial	3.0 (2)	3.5
Tierra, Grava, Chancado	3.0 - 3.5 (2)	3.5 - 4.0

(1) Determinar mediante estudio hidrológico

(2) En climas definitivamente desérticos, se puede rebajar los bombeos hasta un valor límite de 2.5%

Fuente: Manual y normas para el diseño geométrico de carreteras de la ABC.



Se consideró una pendiente transversal constante en todo el camino igual al 3.5%, tomando en cuenta la intensidad en el estudio hidrológico es  $(I' 10) > 15$  mm/h de lluvia, para una capa de rodadura de grava.

#### **3.3.2.8.4 Pendiente de Taludes**

Las pendientes asumidas para los taludes de corte y relleno y recomendadas para el tipo de suelo areno arcilloso que se presenta en la zona, se muestra en el cuadro 3.29 o en la figura 3.6

**Cuadro 3.29 Taludes Usados en el Proyecto**

<b>TALUD DE:</b>	<b>PENDIENTE ADOPTADA</b>
CORTE	1 / 1
RELLENO	2 / 1

Fuente: Elaboración propia.

En los anexos se muestran los taludes a corte y relleno sugeridos por la norma ABC.

#### **3.3.2.9. Software de Diseño.-**

Para realizar el diseño geométrico de la carretera Tierras del Señor – Santa Rosa, se hizo uso del paquete Autodesk Land Desktop 2009 , especializado en diseño de caminos, el cual permite realizar muchas iteraciones en poco tiempo, con el fin de elegir las alternativas más óptimas en cuanto al emplazamiento del alineamiento horizontal y vertical, permitiendo obtener resultados en forma rápida y exacta.

##### **3.3.2.9.1. Funciones Básicas:**

- Ingreso, configuración y visualización de datos de campo
- Cálculo de curva horizontal
- Cálculo de curva vertical
- Secciones típicas de diseño dinámicas
- Creación de tablas de volúmenes de movimiento de tierra.
- Ploteo de diagrama total, perfil, planta sección transversal

##### **3.3.2.9.2. Creación de Superficie a partir de coordenadas**

- Configuración de los parámetros de la Superficie

- Ingreso de las coordenadas topográficas
- Generación de la superficie a través de la triangulación y curvas de nivel
- Configuración Zonal

#### **3.3.2.9.3. Alineamiento**

- Ajustes de ecuaciones de progresiva
- Múltiples alineamientos de diseño
- Definición de curvas horizontales.
- Definición de alineamiento de sobreebanco
- Etiquetado de las curvas horizontales según usuario

#### **3.3.2.9.4. Perfiles**

- Ingreso, configuración y edición gráficos de datos de perfil
- Estándares de velocidad de diseño de la AASHTO para perfiles
- Perfiles de Diseño Múltiples
- Definición de subrasante
- Definición de curvas verticales

#### **3.3.2.9.5. Transversales.-**

- Extracción de secciones transversales de un modelo de superficie Land Desktop directamente desde dibujos en CAD
- Edición de sección transversal (diseño, original y real)
- Traducción de datos de sección transversal y desde otros sistemas
- Introducción y reconocimiento de taludes y sobreebanco
- Introducción de parámetros y peraltes máximos.
- Factores de consolidación específicos de material aplicados a corte o relleno

#### **3.3.2.9.6. Volúmenes.-**

- Cálculos de movimiento de tierras, incluyendo volúmenes en bruto y en masa balance de volúmenes.
- Volúmenes considerando el efecto de los sobreebanco.

### **3.4. DISEÑO DE DRENAJE**

Es de conocimiento que en todas las técnicas aplicadas a ingeniería en camino, el problema fundamental es el de drenaje de las mismas, factor determinante de su diseño y ejecución, por lo que se lo estudia en forma amplia, aun sin contar con mucha información completa, especialmente en la parte que corresponde a datos hidrológicos.

Es importante reconocer que los caminos vecinales no, se deterioran por el tráfico sino por la erosión hidráulica, que es la parte más importante para tener mayor duración de la vida útil de un camino. Para una mayor comprensión de un estudio, se divide en dos tipos de drenaje:

**a) Drenaje superficial.-** Es aquel que se encarga de garantizar la estabilidad del camino, su función es de recoger las aguas provenientes de quebradas, plataforma y los taludes y llevarlos en el tiempo más corto fuera de la obra.

**a.1) Drenaje 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, las más importantes son:

- Cunetas
- Zanjas de coronamiento

**a.2) Drenaje Transversal.-** El drenaje transversal es aquél 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. De acuerdo a las características de las corrientes hídricas pueden ser:

- Puentes
- Alcantarillas menores cruce ( Pequeñas Quebradas o Torrenteras)
- Alcantarillas mayores cruce (Quebradas )
- Alcantarillas de alivio.

En este tipo de drenaje también se considera al bombeo lateral, las alcantarillas de alivio o boca tormentas ubicadas en lo posible cada 100 metros o donde sea necesario en el tramo para el desalojo de las aguas pluviales, alcantarillas de cruce y puentes.

**b) Drenaje subterráneo.-** Este tipo de drenaje consiste en el directo ordenado para controlar el escurrimiento del agua subterránea tales como drenes y otros.

En el presente estudio sólo existe drenaje superficial por lo cual sólo se realizará los estudios para este tipo de drenaje.

### 3.4.1 Análisis Hidrológico

Para el análisis hidrológico correspondiente al proyecto, se buscó información hidrológica de las estaciones pluviométricas más cercanas a la zona de estudio, pudiendo identificar las siguientes estaciones:

- El Puente
- La Torre
- Villa Abecia

**Cuadro 3.30 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas**

<b>Estación</b>	<b>Latitud S</b>	<b>Longitud W</b>	<b>Altura m.s.n.m.</b>	<b>Tipo de Estación</b>	<b>Años Reportados</b>
El Puente	21° 15'	65° 12'	2345	Pluviométrica	1973 -2002
La Torre	21° 32'	64° 10'	1230	Pluviométrica	1984 -2006
Villa Abecia	21° 56' 58"	63° 38' 53"	645	Pluviométrica	1978 -1989

Fuente: Elaboración propia a partir de las Estaciones Pluviométricos del SENAMHI

Se eligieron estas tres estaciones debido a la proximidad y a la similitud de su ciclo hidrológico de las comunidades de Tierras del Señor, Santa Clara.

El registro de lluvias máximas de dichas estaciones cuenta con un registro de 29 años la estación de El Puente, La Torre con 22 años y la estación de Villa Abecia con 10 años; en tal sentido, son datos apreciables para el análisis hidrológico.

### 3.4.2 Precipitación Máxima de Corta Duración

Las precipitaciones máximas de corta duración fueron calculadas con los datos de las estaciones ya mencionadas; primero se ordenó estos datos de acuerdo al calendario hidrológico de nuestro medio que comienza en octubre y finaliza en septiembre del

siguiente año de los cuales se eligieron el dato mayor de cada año hidrológico y así se obtuvo de todos los años que cuentan con registro.

Los datos y cálculos se muestran en el siguiente cuadro.

### 3.4.2.1 Proceso Estadístico de las Series según la Ley de Gumbel

El proceso estadístico de las máximas históricas, se llevó a cabo aplicando las directrices de la ley de Gumbel, para cada serie de cada estación. Este proceso fue realizado con el objeto de obtener los valores de precipitación más probables para diferentes periodos de retorno, para fines de generar los caudales de diseño para el sistema hidráulico del tramo vial en estudio. Este proceso se realizó siguiendo la metodología presentada a continuación.

**a) Obtención de la Media (X).**- La media de cada una de las series de máximos fue calculada con la siguiente expresión:

$$\bar{X} = \frac{\sum_i^n ht_i}{n}$$

**b) Obtención de Desviación Standard (S).**- Así mismo, para cada serie fue estimada, la desviación standard, para n + 1 datos:

$$S\{ht\} = \sqrt{\frac{\sum_i^n (h_i - \bar{ht})^2}{n - 1}}$$

**c) Cálculo de la Moda (Et).**- También conocido como valor modal:

$$Et = \bar{X} - 0.45 * S\{ht\}$$

El valor modal fue calculado para cada una de las series de cada estación estudiada; a su vez, los valores obtenidos fueron promediados para fines de una caracterización hidrológica de la zona en estudio.

**d) Parámetro Característico (K).**- Este parámetro fue calculado para cada una de las series de cada estación. El mismo caracteriza a una zona de igual clima, es decir, que debe ser único y constante para el área de influencia hidrológica de la estación. Según la teoría probabilística, este parámetro varía generalmente entre 0,5 y 1,5. Si el valor

de K es mayor que 1.5, es necesario reprocesar la serie depurando los datos que causan el incremento de K.

$$K = \frac{S\{ht\}}{0.557 * Et}$$

El promedio de los valores obtenidos fue considerado como el "K" o valor característico de cada estación. Finalmente, para fines de la caracterización hidrológica de la zona estudiada, los "K" de cada estación fueron promediados obteniendo así, el valor característico de la zona de proyecto.

**Cuadro 3.31 Ubicación de las Estaciones Pluviométricas**

<b>Año</b>	<b>Estación:EL PUENTE</b>	<b>Estación: LA TORRE</b>	<b>Estación: VILLA ABECIA</b>
1973- 1974			
1974- 1975	31,24		
1975- 1976	30,45		
1976- 1977	30,33		
1977- 1978	29,59		
1978- 1979	31,10		
1979- 1980	32,52		19,00
1980- 1981	32,20		73,50
1981- 1982			10,00
1982- 1983			17,00
1983- 1984			50,00

1984-1985	32,18	25,80	
1985-1986	31,56	28,00	50,20
1986-1987	32,42	40,20	38,50
1987-1988		34,00	30,00
1988-1989	30,93	41,20	
1989-1990	32,45	19,80	
1990-1991	31,82	38,10	
1991-1992	32,55	57,30	
1992-1993		49,00	
1993-1994	31,24	28,40	
1994-1995	30,45	28,90	
1995-1996	30,33	28,00	
1996-1997	29,59	27,20	
1997-1998	32,18	29,50	
1998-1999	31,56	72,00	
1999-2000	32,42	32,00	
2000-2001	32,52	34,00	
2001-2002	32,20	53,00	
2002-2003		63,00	

2003-2004		20,00	
2004-2005		42,00	
2005-2006		38,00	

	<b>Estación:EL PUENTE</b>	<b>Estación: LA TORRE</b>	<b>Estación: VILLA ABECIA</b>
MEDIA :	31,47	37,70	36,03
DESVIACIÓN ESTANDAR :	0,97	13,74	21,29
VARIANZA :	0,94	188,79	453,16
C. V. :	0,03	0,36	0,59
MODA	31,04	31,52	26,45
CARACTERÍSTICA	0,05	0,76	1,40
NUMERO DE AÑOS :	23	22	8

<b>Media Ponderada: Md</b>	34,74
<b>Desviación ponderada: Sd</b>	9,34
<b>Varianza ponderada: Vr</b>	147,17
<b>C. V. Ponderado: Cv</b>	0,25
<b>Moda Ponderado: Ed</b>	30,54
<b>Característica Ponderado: Kd</b>	0,55

$$Ed = hnd - 0.15 * Sd$$

$$Kd = \frac{Sd}{0.557 * Ed}$$

Fuente: Elaboración propia.

Las series de valores máximos obtenidos de la información pluviográfica de las estaciones de El Puente, La Torre Villa Abecia, son analizados con la Ley de Gumbell para lo cual se obtiene los parámetros de la distribución, los que se anotan en el cuadro anterior.



Donde: 
$$h_{Tt} = E_t (1 + k_t \log T)$$

$h_{Tt}$  = Precipitación máxima (en mm.) para un periodo de retorno T (años) y en tiempo T en horas.

$E_t$ : Moda

$k_t$ : Característica

**Cuadro 3.32 Altura de lluvia para diferentes periodos de retorno**

T (años)	hdt (mm)
20	52,30
30	55,25
50	58,96
100	64,00
1000	80,72
10000	97,45

Fuente: Elaboración propia.

### Lluvias Máximas Horarias

Lluvias máximas diarias menores a 24 horas y mayores a 2 horas según la ley de Gumbel modificado

$$h_{tT} = Ed * \left(\frac{t}{\alpha}\right)^\beta * [1 + Kd * \log (T)]$$

$Ed$ = Moda Ponderada

$Kd$ = Característica pondera

$T$ = Periodo de retorno

$h_{dt}$ = Altura de lluvia máxima horaria

$t$ = Tiempo de duración de la lluvia

$\beta$ = Es una constante que en nuestro medio se adopta generalmente 0.2

$\alpha$ = Equivalente de lluvia diaria que depende de la magnitud de la cuenca

Para  $A_c > 20$  ,  $\alpha = 12$  ;  $A_c < 20$  ,  $\alpha = 2$   $A_c$  en (Km<sup>2</sup>)

Se tomó para el estudio:  $A_c < 20$  ,  $\alpha = 2$

**Cuadro 3.33 Lluvias Máximas Horarias Menores a 24 Hrs. (mm)**

PERIODO DE RETORNO [años]	DURACIÓN DE LLUVIAS EN [horas]					
	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00
30,00	52,70	53,00	53,31	54,05	54,49	54,80
50,00	56,28	56,58	56,89	57,68	58,15	58,48
100,00	61,14	61,44	61,74	62,61	63,11	63,48
1000,00	77,28	77,58	77,88	78,97	79,61	80,07
10000,00	93,42	93,72	94,02	95,33	96,11	96,66

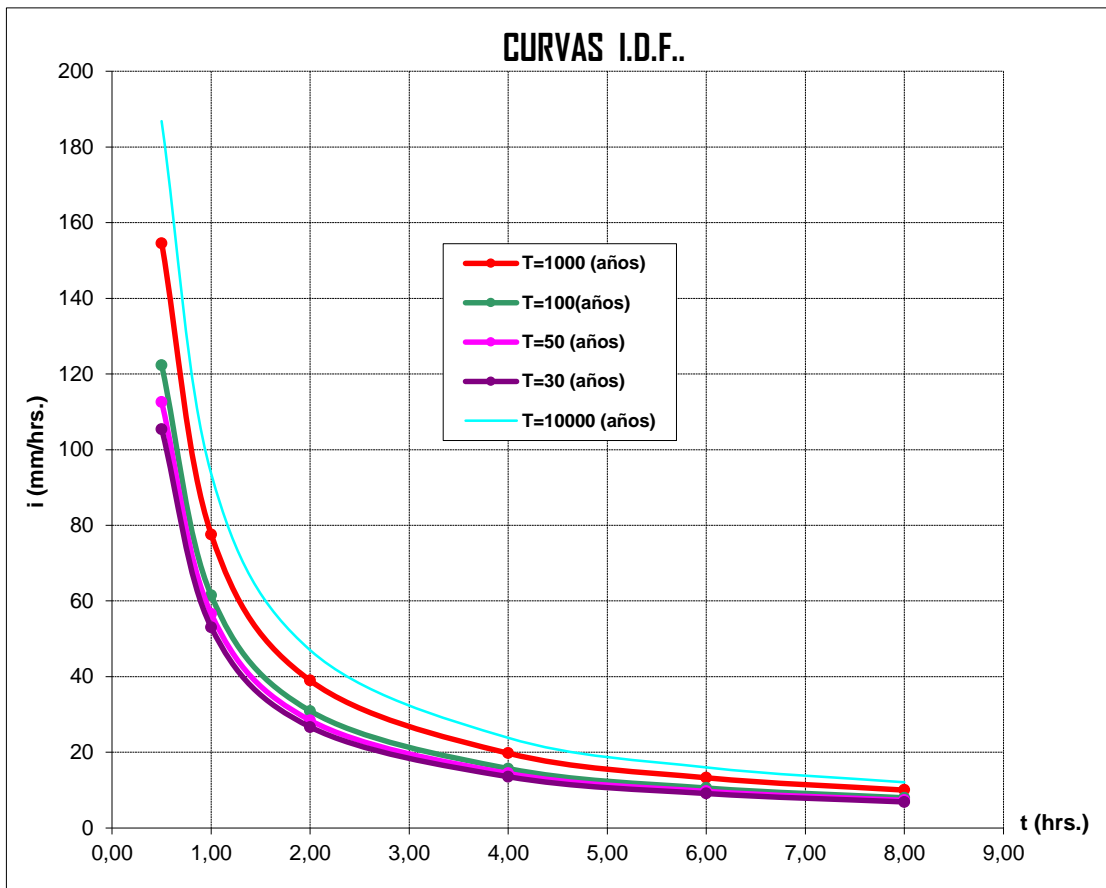
Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3.34 Intensidades Máximas (mm/hrs.)**

PERIODO DE RETORNO [años]	DURACIÓN DE LLUVIAS EN [horas]					
	0,50	1,00	2,00	4,00	6,00	8,00
30,00	105,41	53,00	26,65	13,51	9,08	6,85
50,00	112,57	56,58	28,44	14,42	9,69	7,31
100,00	122,28	61,44	30,87	15,65	10,52	7,93
1000,00	154,56	77,58	38,94	19,74	13,27	10,01
10000,00	186,83	93,72	47,01	23,83	16,02	12,08

Fuente: Elaboración propia

**Figura 3.7 Curvas intensidad - Duración – Frecuencia**



Fuente: Elaboración propia.

### 3.4.2.1 Caudales Máximos

Para calcular el caudal máximo de crecida en una intensidad de lluvia para un periodo de diseño igual a 50 años es preciso determinar el tiempo de concentración. Existen fórmulas empíricas para el cálculo del tiempo de concentración ( $t_c$ ) o de duración de las precipitaciones en áreas no edificadas; conceptualmente se define como el tiempo que tarda en llegar una gota de agua desde el punto más remoto de la cuenca hasta el punto de la obra o de control.

Cuando las cuencas son pequeñas se considera apropiado el método de la fórmula racional para la determinación de los caudales. Se consideran cuencas pequeñas a aquellas en que el tiempo de concentración es igual o menor a 6 horas. El tiempo de recorrido del flujo en el sistema de cauces de una cuenca o tiempo de concentración relacionado con la intensidad media de precipitación se puede deducir por la fórmula de Chereque:

$$T_c = \left( 0.871 * \frac{L^3}{H} \right)^{0.385}$$

Siendo:

**T** = Tiempo de concentración en horas

**L** = Longitud del cauce principal en km.

**H** = Desnivel máximo

Para el diseño del proyecto, los valores de tiempo de concentración se muestran en el cuadro 3.42

**Cuadro 3.35 Resumen Tiempo de Concentración**

Diseño	Tiempo de Concentración Medio (Hrs.)
Cunetas	0.17
Alcant. de Alivio y Cruce	0.25
Badén	3.60

Fuente: Elaboración propia

Al hacer uso de los tiempos de concentración en las curvas intensidad frecuencia obtenemos como resultado la intensidad máxima para un periodo de diseño elegido; dado el caso para este proyecto, con un periodo de diseño igual a 50 años, los tiempos de concentración fueron encontrados para cada estructura en particular, es decir,

cunetas, alcantarillas de alivio, cruce, badenes que se muestran en el anexo I. En el cuadro anterior se muestra las medias de los Tiempos de Concentración, a partir de éstos, se tiene las siguientes intensidades con las que se trabajará para todos los diseños hidráulicos correspondientes al presente diseño del camino que se está tratando.

La fórmula para calcular la intensidad introduciendo el tiempo en horas es la expuesta en la figura 3.7, determinada por medio de una regresión potencial:

$$I_{T \text{ 50 años}} = A x^B$$

$$I_{T \text{ 50 años}} = 186.41 x^{-0.8}$$

**Cuadro 3.36 Intensidades para a un periodo de retorno igual a 50 años**

<b>PERIODO DE RETORNO = 50 Años</b>			
Coef. A =	186.41		
Coef. B =	-0.8		
<b>Tiempo Concent. (Hrs.)</b>	<b>0.17</b>	<b>0.25</b>	<b>3.60</b>
<b>Intensidad (mm/hr)</b>	781.61	569.94	66.85

Fuente: Elaboración propia

### 3.4.2.2 Diseño de Cunetas

#### 3.4.2.2.1 Diseño Hidráulico

DATOS			
Derecho de vía	D =	30	
Ancho de Carril	a =	3	
Escorrentía Terrenos	C1 =	variable	(de Maximo Villon)
Escorrentía Carril	C2 =	0,3	(ripiado)
Escorrentía Ponderado	Cp =	calculado con la ecuacion demas adelante	
Area de aporte total	Ap=	area del carril + area de aporte de terrenos	
$Cp = \frac{C1 * A1 + C2 * A2}{A1 + A2}$			
CAUDAL DE APORTE METODO RACIONAL			
T ( años ) =	50		
i (mm/hr) =	28,19		
i (cm./hr) =	2,82		$Q = 27.52 * C * i * Ap$
Cp =	calculado		
n =	0,022		(Mamposteria de piedras "Fuente : PRONAR")
DETERMINACION DEL TIRANTE MAXIMO DE ACUERDO A LA SECCION TIPO			
$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$		<b>Tipo de sección</b> Triangular. <b>Taludes</b> m <sub>1</sub> = 1 m <sub>2</sub> = 2	
$A = \frac{3}{4} * Y^2$			
$P = Y * (\sqrt{2} + \sqrt{5/4})$			
$R = \frac{A}{P}$		Formulas de acuerdo a la sección tipo	
$T = \frac{Y}{m1} + \frac{Y}{m2}$			
$A * R^{2/3} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$			
Reemplazando valores y despejando "y" se tiene:			
$Y = \left( 3 * \frac{Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$			
DISEÑO FINAL			
Borde libre =	0,1	=	BL
Tirante + borde libre =	Y + 0.1	=	H
<i>Secciones Constructivas</i>		<b>cuneta 1 → triangular → H = 0.45 m.</b>	

El cuadro 3.37 muestra el tirante de agua que llevaría cada cuneta con las características descritas en el diseño hidráulico, transportando un caudal aportado 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 3.37 Altura de Tirante de Agua Transportado por la Cuneta**

TRAMO		LONGITUD (m)	Pendiente (%)	Pendiente (m/m)	Area Total (Has)	Coef. Escor A. Aporte	Coef. Escor ponderado	CAUDAL (Lts/seg)	TIRANTE (m)
INICIO	FIN								
0+180,00	0+350,00	170,00	7,08	0,07	1,04	0,25	0,25	20,41	0,14
0+361,80	0+450,00	88,2	6,52	0,07	0,61	0,25	0,25	11,99	0,11
0+710,60	1+060,00	349,40	0,50	0,01	1,01	0,25	0,26	20,00	0,22
1+200,00	1+520,00	320,00	7,23	0,07	1,73	0,25	0,25	34,05	0,17
1+600,00	1+920,00	320,00	2,97	0,03	1,85	0,25	0,25	36,35	0,20
2+200,00	2+240,00	40,00	7,45	0,07	0,76	0,25	0,25	14,84	0,12
2+260,00	2+325,40	65,40	1,95	0,02	1,37	0,25	0,25	26,60	0,19
2+760,00	2+840,00	80,00	4,72	0,05	0,47	0,25	0,25	9,14	0,11
3+400,00	3+424,80	24,80	4,72	0,05	0,56	0,25	0,25	10,86	0,12
3+680,00	3+804,60	124,60	11,32	0,11	0,83	0,25	0,25	16,21	0,12
3+850,00	3+901,39	51,39	9,18	0,09	1,96	0,25	0,25	38,01	0,17
3+940,00	3+988,52	48,52	10,20	0,10	0,77	0,25	0,25	15,06	0,11
4+062,70	4+320,00	257,30	10,30	0,10	1,61	0,25	0,25	31,59	0,15
4+420,00	4+559,00	139,00	9,14	0,09	1,81	0,25	0,25	35,23	0,16
4+970,00	5+080,00	110,00	9,64	0,10	1,13	0,25	0,25	22,16	0,13
5+948,70	6+050,00	101,30	0,50	0,01	0,53	0,25	0,25	10,39	0,18
6+220,00	6+337,00	117,00	11,16	0,11	0,98	0,25	0,25	19,20	0,12
6+693,20	6+840,00	146,80	11,16	0,11	2,10	0,25	0,25	40,91	0,16
6+909,69	7+020,00	110,31	12,80	0,13	0,57	0,25	0,25	11,12	0,10
7+080,00	7+400,00	320,00	6,81	0,07	0,99	0,25	0,26	19,59	0,14
7+520,00	7+530,00	10,00	12,00	0,12	0,10	0,25	0,25	1,97	0,05
7+810,00	8+020,00	210,00	12,00	0,12	0,91	0,25	0,25	17,96	0,12
8+150,29	8+200,00	49,71	12,00	0,12	0,36	0,25	0,25	7,07	0,08
8+660,00	8+900,00	240,00	12,00	0,12	1,05	0,25	0,25	20,75	0,13
9+040,00	9+220,00	180,00	12,00	0,12	0,80	0,25	0,25	15,74	0,11
9+417,35	9+440,00	22,65	12,00	0,12	0,32	0,25	0,25	6,15	0,08
9+935,96	10+100,00	164,04	12,00	0,12	0,54	0,25	0,26	10,76	0,10
10+380,00	10+500,00	120,00	12,00	0,12	0,41	0,25	0,26	8,20	0,09
10+800,00	10+980,00	180,00	12,00	0,12	0,83	0,25	0,25	16,26	0,11
11+047,25	11+120,00	72,75	7,90	0,08	0,43	0,25	0,25	8,37	0,10
11+300,00	11+500,00	200,00	7,90	0,08	0,90	0,30	0,30	20,98	0,14
11+930,00	12+000,00	70,00	9,85	0,10	1,28	0,30	0,30	29,79	0,15

Fuente: Elaboración propia

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 del manual para el diseño de caminos de bajo volumen de tránsito, una profundidad de 30 cm. para una zona lluviosa, que recomienda que por razones de seguridad vial se deben evitarse cunetas muy profundas.

Se mantendrá las dimensiones de la sección tipo para todas las cunetas por motivos constructivos.

No todo el trayecto contara con cunetas en ambos lados del camino, sólo se construirá en las secciones que sean cortes y en algunos lugares que se ve convenientes por la topografía con el fin de evitar erosiones cerca del camino en las épocas de lluvias.

El cuadro 3.45 muestra la ubicación de las cunetas y el lugar donde va a desfogar el caudal de la cuneta ya sea en las alcantarillas de alivio y/o de cruce, los desvíos del caudal por otros sitios adecuados a la topografía.

### **Cuadro 3.38 Ubicación de Alcantarillas**



TRAMO		LONGITUD	TIRANTE	AREA	TIRANTE + BL	H Final	ESPEJO	LADO	D
INICIO	FIN	(m)	(m)	(m2)	(m)	(m)	(m)	UBICACIÓN	
0+180,00	0+350,00	170,00	0,14	0,01	0,24	0,30	0,45	Derecho	A
0+361,80	0+450,00	88,20	0,11	0,01	0,21	0,30	0,45	Derecho	A
0+710,60	1+060,00	349,40	0,22	0,04	0,32	0,45	0,68	Derecho	A
1+200,00	1+520,00	320,00	0,17	0,02	0,27	0,30	0,45	Derecho	A
1+600,00	1+920,00	320,00	0,20	0,03	0,30	0,30	0,45	Derecho	A
2+200,00	2+240,00	40,00	0,12	0,01	0,22	0,30	0,45	Derecho	A
2+260,00	2+325,40	65,40	0,19	0,03	0,29	0,30	0,45	Derecho	A
2+760,00	2+840,00	80,00	0,11	0,01	0,21	0,30	0,45	Derecho	A
3+400,00	3+424,80	24,80	0,12	0,01	0,22	0,30	0,45	Derecho	A
3+680,00	3+804,60	124,60	0,12	0,01	0,22	0,30	0,45	Derecho	A
3+850,00	3+901,39	51,39	0,17	0,02	0,27	0,30	0,45	Derecho	A
3+940,00	3+988,52	48,52	0,11	0,01	0,21	0,30	0,45	Derecho	A
4+062,70	4+320,00	257,30	0,15	0,02	0,25	0,30	0,45	Derecho	A
4+420,00	4+559,00	139,00	0,16	0,02	0,26	0,30	0,45	Derecho	A
4+970,00	5+080,00	110,00	0,13	0,01	0,23	0,30	0,45	Derecho	A
5+948,70	6+050,00	101,30	0,18	0,02	0,28	0,30	0,45	Derecho	A
6+220,00	6+337,00	117,00	0,12	0,01	0,22	0,30	0,45	Derecho	A
6+693,20	6+840,00	146,80	0,16	0,02	0,26	0,30	0,45	Derecho	A
6+909,69	7+020,00	110,31	0,10	0,01	0,20	0,30	0,45	Derecho	A
7+080,00	7+400,00	320,00	0,14	0,01	0,24	0,30	0,45	Derecho	A
7+520,00	7+530,00	10,00	0,05	0,00	0,15	0,30	0,45	Derecho	A
7+810,00	8+020,00	210,00	0,12	0,01	0,22	0,30	0,45	Derecho	A
8+150,29	8+200,00	49,71	0,08	0,01	0,18	0,30	0,45	Derecho	A
8+660,00	8+900,00	240,00	0,13	0,01	0,23	0,30	0,45	Derecho	A
9+040,00	9+220,00	180,00	0,11	0,01	0,21	0,30	0,45	Derecho	A
9+417,35	9+440,00	22,65	0,08	0,00	0,18	0,30	0,45	Derecho	A
9+935,96	10+100,00	164,04	0,10	0,01	0,20	0,30	0,45	Derecho	A
10+380,00	10+500,00	120,00	0,09	0,01	0,19	0,30	0,45	Derecho	A
10+800,00	10+980,00	180,00	0,11	0,01	0,21	0,30	0,45	Derecho	A
11+047,25	11+120,00	72,75	0,10	0,01	0,20	0,30	0,45	Derecho	A
11+300,00	11+500,00	200,00	0,14	0,01	0,24	0,30	0,45	Derecho	A
11+930,00	12+000,00	70,00	0,15	0,02	0,25	0,30	0,45	Derecho	A

Fuente: Elaboración Propia

### 3.4.2.3 Diseño de Alcantarillas

#### 3.4.2.3.1 Diseño Hidráulico

Caudal aportado por las cunetas:

$$Q_1 = \text{caudal de las cunetas}$$

Caudal aportado por el sector Método Racional

$$Q = 27.52 * C * i * A$$

Datos

C =	0.22
intensidad =	569.94 mm/hr
intensidad =	5.70 cm./hr
S alcantarilla =	0.03 m/m
n =	0.025 Para tubos ARMCO

$$Q_2 = 27.52 * C * i * A$$

Caudal de aporte  $Q = Q_1 + Q_2$

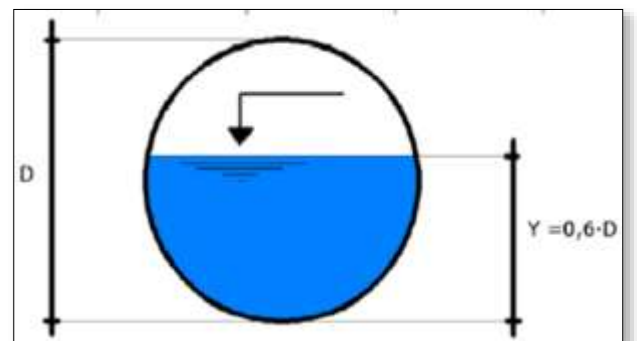
$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2}$$

$$A = \frac{D^2}{8} * \left( \frac{\theta * \pi}{180} - \sin \theta \right)$$

$$P = \frac{D * \theta * \pi}{360}$$

$$R = \frac{A}{P}$$

**Figura 3.8**  
Sección tipo a usar en el proyecto



Fórmulas de acuerdo a la sección a usar

Realizando los cálculos y despejando D  
tenemos

$$D = \left( \frac{4.7751 * Q * n}{S^{1/2}} \right)^{3/8}$$

**Cuadro 3.39 Altura de Tirante de Agua Transportado por las Alcantarilla**

Nº	UBICACIÓN	TIPO	AREA AP.	UDAL DESC. (Q	COEF.	UDAL AP. (Q	UDAL DISEÑO	DIAMETRO CAL	DIAMETRO
	PROGRESIVA		(m2)	(Lts/seg)	ESCORR	(Lts/seg)	(m3/s)	(m)	COMERCIAL (m)
1	0+261,60	Circular	358,32	7,86	0,28	0,78	0,009	0,12	2 Ø 0,80
2	0+361,80	Circular	968,24	21,23	0,28	2,10	0,023	0,18	2 Ø 0,80
3	0+710,60	Circular	0,00	0	0,28	0,00	0,000	0,00	2 Ø 0,80
4	1+197,10	Circular	274,56	6,02	0,28	0,60	0,007	0,11	2 Ø 1,00
5	1+872,90	Circular	0,00	0	0,28	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
6	2+240,00	Circular	168,35	3,69	0,28	0,37	0,004	0,09	2 Ø 1,00
7	2+325,40	Circular	393,40	8,62	0,28	0,85	0,009	0,13	2 Ø 1,00
8	2+840,00	Circular	2678,79	58,72	0,28	5,82	0,065	0,26	2 Ø 1,00
9	3+424,80	Circular	482,42	13,22	0,35	1,31	0,015	0,15	2 Ø 0,80
10	3+804,59	Circular	<b>2250,72</b>	61,68	0,35	6,11	0,068	0,26	2 Ø 1,00
11	3+901,39	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 0,80
12	3+988,52	Circular	922,57	25,28	0,35	2,50	0,028	0,19	2 Ø 0,80
13	4+062,70	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
14	4+559,00	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
15	5+024,85	Circular	1770,50	48,52	0,35	4,81	0,053	0,24	1 Ø 1,00
16	5+948,70	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 0,80
17	6+337,00	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 0,80
18	6+693,20	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
19	6+909,69	Circular	1226,80	33,62	0,35	3,33	0,037	0,21	2 Ø 1,00
20	7+153,40	Circular	1347,37	36,92	0,35	3,66	0,041	0,22	2 Ø 0,80
21	7+530,00	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
22	7+810,00	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	1 Ø 1,00
23	8+150,28	Circular	1294,58	35,47	0,35	3,51	0,039	0,21	2 Ø 1,00
24	8+750,00	Circular	<b>3673,44</b>	100,66	0,35	9,97	0,111	0,31	1 Ø 1,00
25	9+138,10	Circular	0,00	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
26	9+417,35	Circular	<b>0,00</b>	0	0,35	0,00	0,000	0,00	1 Ø 1,00
27	9+935,93	Circular	<b>0,00</b>	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 0,80
28	10+380,00	Circular	<b>2045,36</b>	56,05	0,35	5,55	0,062	0,25	2 Ø 1,00
29	10+642,40	Circular	<b>0,00</b>	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
30	10+745,00	Circular	<b>0,00</b>	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
31	11+047,25	Circular	<b>9509,30</b>	260,58	0,35	25,82	0,286	0,45	2 Ø 1,00
32	11+429,59	Circular	<b>0,00</b>	0	0,35	0,00	0,000	0,00	2 Ø 1,00
33	11+930,00	Circular	<b>2435,98</b>	66,75	0,35	6,61	0,073	0,27	2 Ø 0,80

Fuente: Elaboración propia

Como se puede ver, los lugares con más caudales son las alcantarillas de cruce tipo cajón donde existían pequeñas quebradas. Pero según 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 adoptó una pendiente de 3% para que tenga una velocidad auto limpiante.

Las alturas de terraplén de las alcantarillas estará 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, la profundidad mínima de excavación para la colocación de tuberías en terreno natural será no menor del treinta por ciento del diámetro exterior del tubo más el espesor del tubo.

### 3.4.2.4 Diseño del Badén

Los badenes son una solución satisfactoria para los cursos de agua que descienden por quebradas cuyo nivel de fondo de cauce coincide con el nivel de la rasante. Descargando materiales sólidos esporádicamente con fuerza durante algunas horas, en épocas de lluvia.

Los badenes presentan la ventaja que son estructuras menos costosas que las alcantarillas grandes, pontones o puentes. Así mismo, en general, no son susceptibles de obstruirse.

Para el diseño hidráulico se tomaron los parámetros de acuerdo a las recomendaciones del PDCRII. Los parámetros son:

La topografía del sector, se debe realizar un levantamiento topográfico 100 m aguas arriba y 100 m aguas abajo para obtener la pendiente del cauce; la pendiente transversal del badén debe ser del 3 al 5 %, se adoptó una pendiente más o menos igual al terreno del 3%. Para establecer las dimensiones de los elementos del badén, se diseñó como un canal circular. Se fijó el radio del segmento o sea de la circunferencia que se recomienda que sea mayor o igual a 80 m.; se adoptó el mínimo 80 m. con el caudal de diseño calculado con la formula racional.

Con la ecuación de manning se calculó el tirante “y” que circulará por el segmento circular. Luego se dio un borde libre; se recomienda que esté entre 0.3 a 0.5 m. el proyecto se adoptó el valor de 0.5 por seguridad. Con la altura “y” más el borde libre que es la flecha y la altura total, se procedió a calcular la longitud de cuerda que viene a ser la longitud total del badén.

El ancho de la plataforma es determinado en función del ancho de la vía (4, 6 u 8 m); en el proyecto es de 6 m., el espesor debe ser determinado en función de la cargas y de la calidad del terreno de fundación (en la práctica se recomienda un espesor no menor a los 20 cm).

#### 3.4.2.4.1 Diseño Hidráulico del Badén

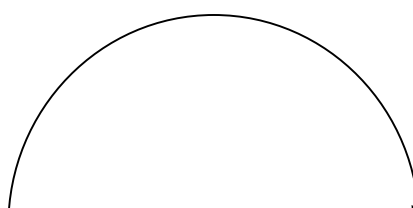
Caudal aportado por las cunetas y alcantarillas:

$$Q1 = \quad [m^3/s]$$

Caudal aportado por la quebrada

**Datos**

**Figura 3.9 Diseño Badén**



A. cuenca = [ha]  
 C = 0.22  
 Squebr = [m/m] R=80m  
 Intensidad = [mm/hr]  
 n = 0.016 Para H°C°

Método Racional

$$Q_{\max} = \frac{c * I_{\max} * A}{3.60}$$

$$Q_2 = [m^3/s]$$

Caudal total  $Q = Q_1 + Q_2$  Q= [m3/s]

El diseño se tomará de un modelo tipo de badén según el PDCRII

$$\theta = 2 * \cos^{-1} \left( \frac{D - 2y}{D} \right) \quad A = \frac{D^2}{8} * \left( \frac{\theta * \pi}{180} - \sin \theta \right)$$

$$Q = \frac{1}{n} * A * R^{2/3} * S^{1/2} \quad P = \frac{D * \theta * \pi}{360} \quad R = \frac{A}{P}$$

Haciendo operaciones y despejando "y" dando solución por tanteos, se tiene

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

$$\left[ \frac{D^2}{8} * \left( \frac{\pi}{90} * \cos^{-1} \left( \frac{D - 2y}{D} \right) - \sin \left( 2 * \cos^{-1} \left( \frac{D - 2y}{D} \right) \right) \right) * \left[ \frac{D^2 * \left( \frac{\pi}{90} * \cos^{-1} \left( \frac{D - 2y}{D} \right) - \sin \left( 2 * \cos^{-1} \left( \frac{D - 2y}{D} \right) \right) \right)^{2/3}}{D * \frac{\pi}{180} * \cos^{-1} \left( \frac{D - 2y}{D} \right)} \right] \right]^{3/2} = \frac{Q * n}{S^{1/2}}$$

$$y = [m]$$

Longitud del badén  $L = \sqrt{4 * h * (D - h)}$   $h = y + \text{borde libre}$

$$L = [m]$$

**Cuadro 3.40 Características Hidráulicas de los Badenes del Proyecto**

<b>Nº</b>	<b>PROG</b>	<b>TIPO DE OBRA</b>	<b>LONG (m.)</b>
1	2+630,00	Baden N°1	35
2	3+070,00	Baden N°2	45
3	4+700,00	Baden N°3	45
4	4+810,00	Baden N°4	35
5	5+380,00	Baden N°5	45
6	9+650,00	Baden N°6	45
7	11+890,00	Baden N°7	35

Fuente: Elaboración propia.

### **3.5 DIMENSIONAMIENTO CAPA DE RODADURA**

#### **3.5.1 Generalidades**

Los caminos con superficie de rodadura no pavimentada pueden ser clasificados como sigue:

- a. Caminos de tierra, constituidos por suelo natural y mejorado con grava seleccionada por zarandeo.
- b. Caminos gravosos, constituidos por una capa de revestimiento con material natural pétreo sin procesar, seleccionado manualmente o por zarandeo, de tamaño máximo de 75 mm.
- c. Caminos afirmados, constituidos por una capa de revestimiento con materiales de cantera, dosificadas naturalmente o por medios mecánicos (zarandeo), con una dosificación especificada, compuesta por una combinación apropiada de tres tamaños o tipos de material: piedra, arena y finos o arcilla, siendo el tamaño máximo 25 mm.
  - c.1 afirmados con gravas naturales o zarandeadas
  - c.2 afirmados con gravas homogenizadas mediante chancado
- d. Caminos con superficie de rodadura estabilizada con materiales industriales:
  - d.1 afirmados con grava con superficie estabilizada con materiales como: asfalto (impregnación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.
  - d.2 suelos naturales estabilizados con: material granular y finos ligantes, asfalto (impregnación reforzada), cemento, cal, aditivos químicos y otros.

En el funcionamiento estructural de las capas de revestimiento granular influye el tipo de suelo de la subrasante, el número total de los vehículos pesados por día o durante el periodo

de diseño, incluidas las cargas por eje y la presión de los neumáticos. La demanda, medida en EE (Ejes Equivalentes) o por vehículos pesados, es particularmente importante

para ciertos tipos de caminos de bajo volumen pero que pudieran tener alto porcentaje de vehículos pesados, como los que se construyen para propósitos especiales como el minero y forestal (extracción de madera).

### 3.5.2 Tráfico

Desde el punto de vista del diseño de la capa de rodadura sólo tienen interés los vehículos pesados (buses y camiones), considerando como tales aquellos cuyo peso bruto excede de 2.5 tn. 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, por lo que no se tienen en cuenta en su cálculo.

De acuerdo a los aforos y calculados realizados se tiene un TPD=10 (vehículos ambos sentidos)

Según parámetros de diseño el tráfico proyectado para 10 años, se clasificará según lo siguiente:

**Cuadro 3.41 Tráfico Proyectado para 10 años**

CLASE	TO	T1	T2	T3	T4
TPD (Total)	< 15	16 - 50	51 - 100	101 - 200	201 - 400
Vehículos	< 6	6 - 15	16 - 28	29 - 56	57 - 112
Nº Rep. EE (carril)	$< 2.5 \times 10^4$	$2.6 \times 10^4 - 7.8 \times 10^4$	$7.9 \times 10^4 - 1.5 \times 10^5$	$1.6 \times 10^5 - 3.1 \times 10^5$	$3.2 \times 10^5 - 6.1 \times 10^5$

Fuente: Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito



### 3.5.3 Parámetros de Diseño de la Subrasante

La subrasante es la capa superficial, de terreno natural; las características físico mecánicas, 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.

Se identificarán cinco categorías de subrasante:

S0: Subrasante Muy Pobre	CBR < 3%
S1: Subrasante Pobre	CBR = 3% - 5 %
S2: Subrasante Regular	CBR = 6% - 10 %
S3: Subrasante Buena	CBR = 11% - 19 %
S0: Subrasante Muy Buena	CBR > 20%

Se considerarán como materiales aptos para la coronación de la subrasante suelos con CBR igual o mayor de 6%. En caso de ser menor se procederá a eliminar esa capa de material inadecuado y se colocará un material granular con CBR mayor a 6% para su compactación. La profundidad mínima especificada de esta capa detalla en figura 3.11 en el catálogo de estructuras de capas granulares, que se presenta más adelante.

Para el diseño se tomará el valor del CBR al 95% de la densidad máxima, como se muestran los cuadros continuación

**Cuadro 3.42 Resultado de los Tipos de Suelos en (%)**

<b>PREDOMINIO DE MUESTRA DE SUELO EN EL CAMINO TIERRAS DEL SEÑOR – SANTA ROSA A NIVEL SUBRASANTE</b>		
<b>SUELO A - 4</b>	<b>SUELO A - 6</b>	<b>SUELO A-7</b>
5.00 Calicatas	4.00 Calicatas	2.00 Calicatas
45.45 %	36.36 %	18.18 %

Fuente: Elaboración propia.

**Cuadro 3.43 Resumen de Datos de CBR**

<b>RESUMEN DE LOS CBR EN EL CAMINO TIERRAS DEL SEÑOR – SANTA ROSA A NIVEL SUBRASANTE</b>					
<b>SUELO A - 4</b>		<b>SUELO A - 6</b>		<b>SUELO A-7-6</b>	
CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%	CBR al 100%	CBR al 95%
14.39	10.45	6.51	4.77	4.42	3.62

Fuente: Elaboración propia.

De acuerdo a estos resultados, podemos clasificar 2 categorías de subrasante:

S1 Subrasante Pobre                      Suelo A-6, A-7

S2 Subrasante Regular                    Suelo A-4

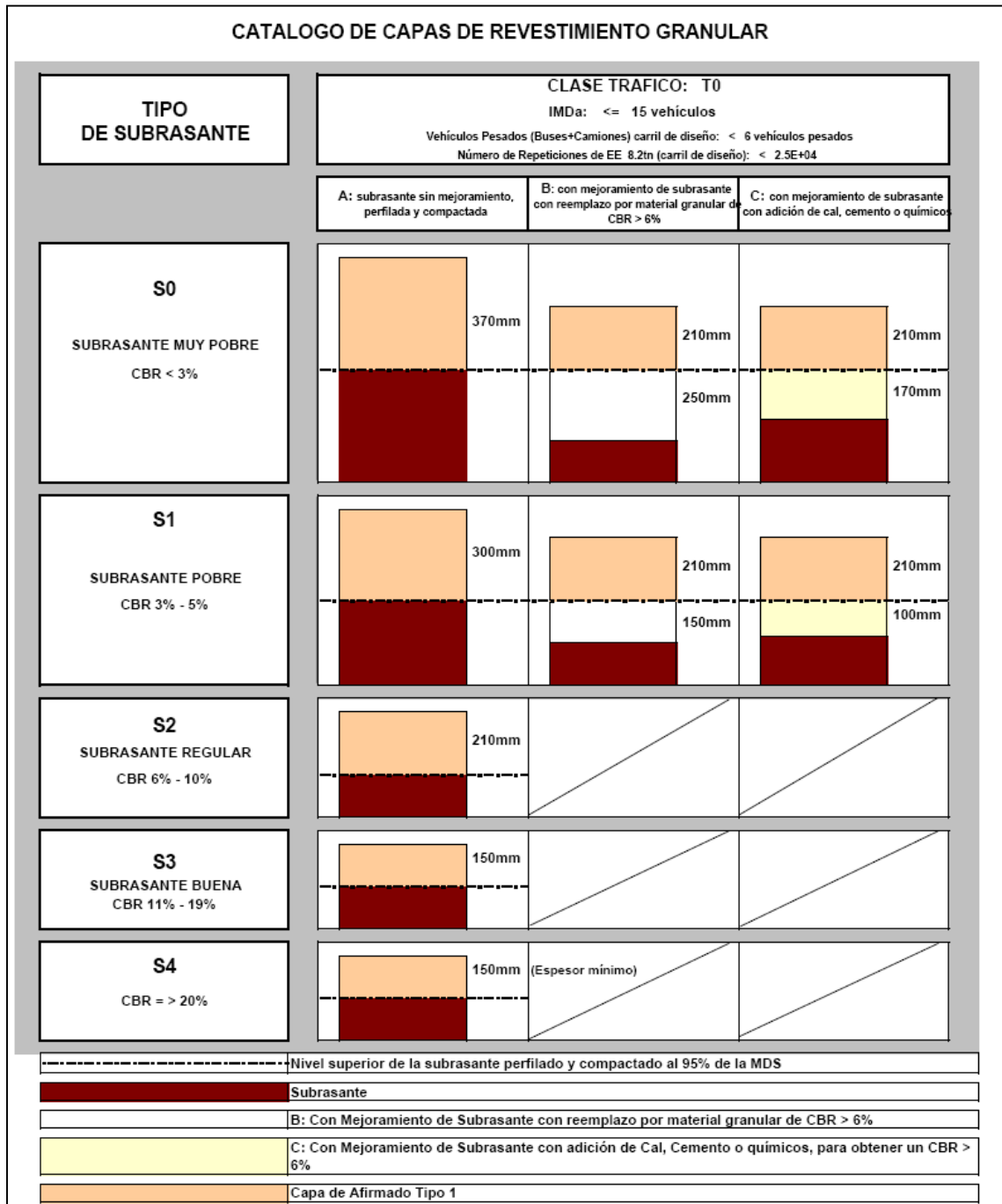
Como se puede apreciar en los cuadros 3.49, 3.50 existe un predominio del suelo A-4, se tomará como parámetro de diseño en la categoría de S2 Subrasante Regular, por lo tanto se realizará un solo diseño para todo el trayecto.

### **3.5.4 Método de Diseño**

Para el presente proyecto se aplicará el método del Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito (Perú).

La figura 3.11 en el catálogo de estructuras de capas granulares, está en función del tráfico, tipo de Subrasante, CBR que se presenta continuación:

**Figura 3.10 Catálogo de Capas de Revestimiento Granular**



Fuente: Manual para Diseño de Caminos no Pavimentados de Bajo Volumen de Tránsito

Según parámetros de diseño que se encuentran en la figura 3.10, se tiene el siguiente cuadro de resultados para una capa de rodadura

**Cuadro 3.44 Dimensionamiento de Capa de Rodadura**

<b>CLASE DE TRAFICO <math>T_o</math> TPD <math>\leq</math> 15 VEHICULOS</b>		
Tipo de Subrasante	CBR % (6 - 10)	Capa de Rodadura (mm)
S2 Subrasante Regular	10	210

Fuente: Elaboración propia.

Colocar suelo A-4 que saldrá del movimiento de tierra, con un espesor de 20 cm., en los sectores donde se tiene suelo A-6 y A-7 .Para garantizar un CBR.>6% y posteriormente se colocará la capa de rodadura calculada espesor e=210 mm.

### **3.6 CÁLCULO DE VOLÚMENES**

#### **3.6.1 Calculo de Áreas**

El cálculo de áreas es la medición en metro cuadrado de la sección en corte, relleno o mixto que se obtiene como resultado de las transversales dispuestas a lo largo del tramo cada 20 metros en rectas y cada 10 metros en curvas.

El programa Autodesk Land Desktop genera automáticamente estas áreas en función a diversos parámetros calculados y el resultado de los mismos puede verse en anexos en la parte que corresponde a memoria del cálculo geométrico.

#### **3.6.2 Cálculo de Volúmenes**

El cálculo de volúmenes de tierra viene a ser el resultado más importante de todo el diseño, ya que éste constituye una base importante para la economía o la no economía del diseño del camino considerando el tipo de suelo a moverse.

El cálculo de volúmenes es resultado del promedio de las áreas calculadas en la sección transversal multiplicada por la distancia que los separa y realizando correcciones en las secciones donde existan curvas horizontales; las correcciones que se hacen por curvatura se debe a las excentricidades que existe entre la distancia de cada sección.

El programa Autodesk Land Desktop genera automáticamente estos volúmenes en función de las áreas de las secciones transversales por una distancia.

#### **3.6.3 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.

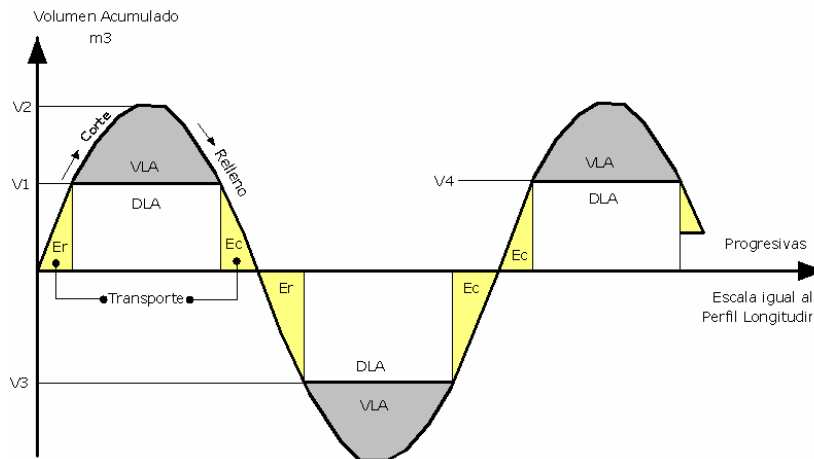
En ejecución, este diagrama sirve para controlar y planificar los trabajos de movimiento de tierras.

Este diagrama está conformado por un eje horizontal que cruza a otro vertical en un punto cero denominado línea de balance, cuya escala es la misma de la horizontal del diseño en planta; en este eje horizontal están representadas todas las estacas y puntos singulares del trazado.

La escala vertical es una escala volumétrica cuyos valores deben definirse en función de los valores máximos del volumen acumulado, positivos por encima de la línea de balance y negativos por debajo. Un buen diseño debe tener una gráfica más o menos sinusoidal para su compensación dentro de la distancia de libre acarreo, pero no siempre es posible realizar este diseño.

**Figura 3.11**

**Representación de un diagrama masa**



Fuente: Elaboración propia

El diagrama masa también es generado por el Programa Autodesk Land Desktop y se muestra junto a los planos, incluido en el presente proyecto.

**APÍTULO IV**

**CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES**

## 4.1 CONCLUSIONES

Después de todo el análisis realizado del proyecto a nivel de diseño final, se concluye y recomienda lo siguiente:

- ✚ Se realizó todos los estudios necesarios más viables para el Mejoramiento y Apertura de 12.00 Km del Camino Tierras del Señor - Santa Rosa siguiendo toda la normativa existente en nuestro medio, y algunas recomendaciones de algunos textos o manuales.
- ✚ De acuerdo a la clasificación de la norma actual de la ABC es un Camino Local L(2)-40 el cual se ajusta a los parámetros técnicos analizados, por lo que el proyecto es recomendable técnicamente.
- ✚ El Camino de Local L(2)-40, de acuerdo a sus características geométricas garantiza un tránsito de vehículos estable, existiendo una mínima desventaja con el confort, por el tema del ripiado.
- ✚ De acuerdo a características físico-mecánicas, existen de tres tipos de suelos en siendo el suelo A-4 el tipo de suelo más predominante con un 45.45% luego un suelo A-6 con un 36.36% y finalmente un suelo A-7 con el 18.18% en todo el tramo de estudio. Con estos tipos de suelo se realizó los ensayos correspondientes para la determinación del CBR de la subrasante, para el diseño de la capa de rodadura.
- ✚ Se realizará un cambio de material, colocando un suelo A-4 que saldrá del movimiento de tierra, con un espesor de 20 cm., en los sectores donde se tiene suelo A-6 y A-7, para garantizar un CBR.>6% y posteriormente se colocará la capa de rodadura calculada espesor  $e=210$  mm.
- ✚ El diseño de las estructuras de drenaje como lo son las cunetas, alcantarillas y badenes, asegura la evacuación de las aguas sin ningún tipo de dificultad garantizando la estructura del camino.

- ✚ Se asegura el 100% de la producción destinada a la venta, que se comercializará en los mercados de abasto
- ✚ Mejor transitabilidad y mayor seguridad en el servicio de transporte.
- ✚ Incorporación de las comunidades de Las Carreras, Sojpora , Impora , Taraya y Puro de Escapana beneficiadas indirectamente con el camino.
- ✚ A lo largo del proceso de elaboración del estudio, se llegó a un consenso con todos los beneficiarios directos para que el proyecto se lleve a cabo, por lo que se concluye que el proyecto es factible desde el punto de vista social.
- ✚ Efectuado el análisis ambiental actual, el proyecto ambientalmente es viable en razón que los impactos ambientales negativos de construcción son moderados a bajos.
- ✚ Desde el punto de vista social e institucional, el proyecto cuenta con el acuerdo y apoyo de todos los beneficiarios y las instituciones involucradas, por lo que desde este punto de vista, el proyecto es factible.

## **4.2 RECOMENDACIONES**

- La evaluación tanto técnica, como social arrojan resultados que permiten indicar que el proyecto es técnicamente viable tanto ambiental como social. Por lo que se recomienda pasar a la fase de ejecución del mismo.
- Se recomienda, antes de iniciar el trabajo de construcción u otros, consultar con los pobladores de la zona que serán directamente afectados o beneficiados, esto evitará problemas de aspecto social.
- Hacer el recorrido de todo el trayecto donde se emplazará el camino con los pobladores que acompañaron en el momento del levantamiento topográfico, para tener una idea clara de cómo afrontar la construcción.

- Realizar correctamente el replanteo del camino partiendo de los BM-0 y BM-1, que se encuentran cementados, con la finalidad de no tener un emplazamiento erróneo del alineamiento y de las obras de arte, ya que todo el replanteo está en función a las coordenadas.
  
- Realizar la ejecución de las actividades, tomando en cuenta las especificaciones técnicas, las cuales garantizan una ejecución buena de la obra.
  
- La utilización de los bancos de préstamos que están especificados en los planos los cuales son tres, que se encuentran a lo largo del camino.
  
- El material de corte excedente se ubicará en los buzones que se encuentran a lo largo del camino, en los terrenos de las comunidades, ya que existe bastante demanda de material de relleno para mejorar los terrenos que tienen bastantes irregularidades topográficas y de esta manera se habilitará nuevos terrenos de cultivo.
  
- Se recomienda, si se aprueba que el proyecto sea ejecutado en época de estiaje, para no tropezar con los problemas de las lluvias; en esta época muchos comunarios emigran a la ciudad en busca de fuentes de trabajo eventuales, lo cual permitiría a la empresa tener mano de obra en el lugar, y les permitiría a los comunarios tener ingresos adicionales a los de sus actividades agrícolas.
  
- Se recomienda, tomar en cuenta las medidas de mitigación ambientales, su implementación y el costo que ello implica, para que el supervisor proceda con el seguimiento ambiental.